

杉数科技
Cardinal Operations

杉数求解器用户手册

版本 5.0.3

上海杉数网络科技有限公司

葛冬冬 皇甫琦 王子卓 伍健 叶荫宇

2022 年 08 月 09 日

目录

第一章	杉数求解器简介	1
1.1	概述	1
1.2	许可类型	2
1.3	如何引用	3
1.4	联系信息	3
第二章	安装说明	5
2.1	软件申请与下载	5
2.2	软件安装	5
2.2.1	Windows	5
2.2.2	Linux	8
2.2.3	MacOS	9
2.3	配置许可文件	13
2.3.1	获取许可	13
2.3.2	验证许可	13
2.3.3	安装许可	14
2.3.4	其它	15
第三章	COPT 交互式命令行工具	17
3.1	概述	17
3.2	交互模式	17
3.3	脚本模式	18
3.4	工具命令	19
3.4.1	普通工具命令	19
3.4.2	COPT 工具命令	20
3.5	使用示例	22
第四章	COPT 浮动授权服务	25
4.1	服务器端安装说明	25
4.1.1	安装步骤	25
4.1.2	许可文件	26
4.1.3	配置文件	26
4.1.4	使用示例	28
4.2	客户端使用说明	28
4.2.1	安装和配置	28
4.2.2	使用示例	29

4.3	浮动授权服务器管理工具	30
4.3.1	工具说明	30
4.3.2	使用示例	31
4.4	服务方式启动	33
4.4.1	Linux 系统	34
4.4.2	MacOS 系统	35
第五章	COPT 计算集群服务	39
5.1	服务器端安装说明	39
5.1.1	安装步骤	39
5.1.2	许可文件	40
5.1.3	配置文件	41
5.1.4	使用示例	43
5.2	客户端使用说明	44
5.2.1	安装和配置	44
5.2.2	使用示例	45
5.3	集群服务器管理工具	46
5.3.1	工具说明	46
5.3.2	使用示例	48
5.4	服务方式启动	49
5.4.1	Linux 系统	50
5.4.2	MacOS 系统	52
第六章	COPT 快速入门	55
6.1	C 接口	55
6.1.1	示例解析	55
6.1.2	编译与运行	62
6.2	C++ 接口	63
6.2.1	示例解析	63
6.2.2	编译与运行	68
6.3	C# 接口	69
6.3.1	示例解析	69
6.3.2	编译与运行	74
6.4	Java 接口	74
6.4.1	示例解析	75
6.4.2	编译与运行	79
6.5	Python 接口	80
6.5.1	安装说明	80
6.5.2	示例解析	81
6.5.3	最佳实践	85
6.6	AMPL 接口	86
6.6.1	安装说明	86
6.6.2	求解参数与返回值	87
6.6.3	使用示例	90
6.7	Pyomo 接口	93

6.7.1	安装说明	93
6.7.2	使用示例	94
6.8	PuLP 接口	100
6.8.1	安装说明	100
6.8.2	配置 PuLP 接口	100
6.8.3	功能介绍	101
6.9	CVXPY 接口	102
6.9.1	安装说明	102
6.9.2	配置 CVXPY 接口	103
6.9.3	功能介绍	103
第七章	C API 参考手册	105
7.1	常量	105
7.1.1	优化方向	105
7.1.2	无边界	105
7.1.3	未定义	105
7.1.4	约束类型	106
7.1.5	变量类型	106
7.1.6	SOS 约束类型	106
7.1.7	Indicator 约束	107
7.1.8	二阶锥约束	107
7.1.9	二次目标	107
7.1.10	二次约束	108
7.1.11	API 函数的返回值	108
7.1.12	基状态	109
7.1.13	LP 的解状态	109
7.1.14	MIP 的解状态	110
7.1.15	客户端配置参数	110
7.1.16	其他常量	111
7.2	API 函数	111
7.2.1	创建求解环境和模型	111
7.2.2	构造和修改模型	115
7.2.3	读入与输出模型	138
7.2.4	求解和获取解	142
7.2.5	获取模型信息	148
7.2.6	设置获取参数和属性	169
7.2.7	日志函数	174
7.2.8	整数规划初始解功能函数	175
7.2.9	不可行模型 IIS 计算功能函数	176
7.2.10	可行化松弛计算功能函数	179
7.2.11	其他 API 函数	181
7.3	信息	182
7.3.1	模型相关信息	182
7.3.2	求解结果相关信息	182
7.3.3	对偶 Farkas 和主元射线	182

7.3.4	可行化松弛结果相关信息	183
7.4	参数	183
7.4.1	限制和容差	183
7.4.2	预求解相关	185
7.4.3	线性规划相关	186
7.4.4	半定规划相关	188
7.4.5	整数规划相关	188
7.4.6	并行计算相关	192
7.4.7	IIS 计算相关	193
7.4.8	可行化松弛计算相关	193
7.4.9	其它参数	193
7.5	属性	194
7.5.1	优化模型相关属性	194
7.5.2	求解结果相关属性	196
第八章	C++ API 参考手册	199
8.1	常量	199
8.2	参数	199
8.3	属性	199
8.4	C++ 优化建模类	199
8.4.1	Envr 类	199
8.4.2	EnvrConfig 类	200
8.4.3	Model 类	201
8.4.4	Var 类	256
8.4.5	VarArray 类	259
8.4.6	Expr 类	260
8.4.7	Constraint 类	266
8.4.8	ConstraArray 类	268
8.4.9	ConstraBuilder 类	269
8.4.10	ConstrBuilderArray 类	270
8.4.11	Column 类	271
8.4.12	ColumnArray 类	274
8.4.13	Sos 类	276
8.4.14	SosArray 类	276
8.4.15	SosBuilder 类	277
8.4.16	SosBuilderArray 类	279
8.4.17	GenConstr 类	280
8.4.18	GenConstrArray 类	280
8.4.19	GenConstrBuilder 类	281
8.4.20	GenConstrBuilderArray 类	283
8.4.21	Cone 类	283
8.4.22	ConeArray 类	284
8.4.23	ConeBuilder 类	285
8.4.24	ConeBuilderArray 类	286
8.4.25	QuadExpr 类	287

8.4.26	QConstraint 类	295
8.4.27	QConstrArray 类	297
8.4.28	QConstrBuilder 类	298
8.4.29	QConstrBuilderArray 类	299
8.4.30	PsdVar	300
8.4.31	PsdVarArray	302
8.4.32	PsdExpr	303
8.4.33	PsdConstraint	311
8.4.34	PsdConstrArray	313
8.4.35	PsdConstrBuilder	314
8.4.36	PsdConstrBuilderArray	315
8.4.37	SymMatrix	316
8.4.38	SymMatrixArray	317
8.4.39	SymMatExpr	318
8.4.40	ProbBuffer 类	323
第九章	C# API 参考手册	325
9.1	C# 常量类	325
9.1.1	一般常数	325
9.1.2	解状态	327
9.1.3	信息常数	328
9.1.4	属性	329
9.1.5	参数	333
9.2	C# 优化建模类	338
9.2.1	Envr 类	338
9.2.2	EnvrConfig 类	339
9.2.3	Model 类	339
9.2.4	Var 类	397
9.2.5	VarArray 类	400
9.2.6	Expr 类	401
9.2.7	Constraint 类	405
9.2.8	ConstraArray 类	407
9.2.9	ConstraBuilder 类	408
9.2.10	ConstrBuilderArray 类	410
9.2.11	Column 类	411
9.2.12	ColumnArray 类	414
9.2.13	Sos 类	416
9.2.14	SosArray 类	416
9.2.15	SosBuilder 类	417
9.2.16	SosBuilderArray 类	419
9.2.17	GenConstr 类	420
9.2.18	GenConstrArray 类	420
9.2.19	GenConstrBuilder 类	421
9.2.20	GenConstrBuilderArray 类	423
9.2.21	Cone 类	424

9.2.22	ConeArray 类	424
9.2.23	ConeBuilder 类	425
9.2.24	ConeBuilderArray 类	426
9.2.25	QuadExpr 类	427
9.2.26	QConstraint 类	435
9.2.27	QConstrArray 类	437
9.2.28	QConstrBuilder 类	438
9.2.29	QConstrBuilderArray 类	439
9.2.30	PsdVar	440
9.2.31	PsdVarArray	442
9.2.32	PsdExpr	443
9.2.33	PsdConstraint	451
9.2.34	PsdConstrArray	452
9.2.35	PsdConstrBuilder	454
9.2.36	PsdConstrBuilderArray	455
9.2.37	SymMatrix	456
9.2.38	SymMatrixArray	457
9.2.39	SymMatExpr	458
9.2.40	ProbBuffer 类	462
9.2.41	CoptException 类	463
第十章 Java API 参考手册		465
10.1	Java 常量类	465
10.1.1	一般常数	465
10.1.2	解状态	467
10.1.3	信息常数	468
10.1.4	属性	469
10.1.5	参数	473
10.2	Java 建模类	478
10.2.1	Envr 类	478
10.2.2	EnvrConfig 类	479
10.2.3	Model 类	479
10.2.4	Var 类	537
10.2.5	VarArray 类	539
10.2.6	Expr 类	540
10.2.7	Constraint 类	545
10.2.8	ConstraArray 类	547
10.2.9	ConstraBuilder 类	548
10.2.10	ConstrBuilderArray 类	550
10.2.11	Column 类	551
10.2.12	ColumnArray 类	555
10.2.13	Sos 类	556
10.2.14	SosArray 类	556
10.2.15	SosBuilder 类	557
10.2.16	SosBuilderArray 类	559

10.2.17	GenConstr 类	560
10.2.18	GenConstrArray 类	561
10.2.19	GenConstrBuilder 类	562
10.2.20	GenConstrBuilderArray 类	563
10.2.21	Cone 类	564
10.2.22	ConeArray 类	565
10.2.23	ConeBuilder 类	565
10.2.24	ConeBuilderArray 类	567
10.2.25	QuadExpr 类	568
10.2.26	QConstraint 类	576
10.2.27	QConstrArray 类	578
10.2.28	QConstrBuilder 类	579
10.2.29	QConstrBuilderArray 类	580
10.2.30	PsdVar	581
10.2.31	PsdVarArray	582
10.2.32	PsdExpr	584
10.2.33	PsdConstraint	592
10.2.34	PsdConstrArray	593
10.2.35	PsdConstrBuilder	594
10.2.36	PsdConstrBuilderArray	596
10.2.37	SymMatrix	597
10.2.38	SymMatrixArray	598
10.2.39	SymMatExpr	599
10.2.40	ProbBuffer 类	603
10.2.41	CoptException 类	604

第十一章 Python API 参考手册 607

11.1	COPT 常数类	607
11.1.1	一般常数	607
11.1.2	信息	610
11.1.3	参数	611
11.1.4	属性	614
11.2	优化建模类	617
11.2.1	EnvrConfig 类	617
11.2.2	Envr 类	618
11.2.3	Model 类	619
11.2.4	Var 类	672
11.2.5	VarArray 类	676
11.2.6	PsdVar 类	678
11.2.7	PsdVarArray 类	680
11.2.8	SymMatrix 类	682
11.2.9	SymMatrixArray 类	682
11.2.10	Constraint 类	684
11.2.11	ConstrArray 类	687
11.2.12	ConstrBuilder 类	689

11.2.13	ConstrBuilderArray 类	691
11.2.14	QConstraint 类	692
11.2.15	QConstrArray 类	696
11.2.16	QConstrBuilder 类	698
11.2.17	QConstrBuilderArray 类	699
11.2.18	PsdConstraint 类	701
11.2.19	PsdConstrArray 类	703
11.2.20	PsdConstrBuilder 类	705
11.2.21	PsdConstrBuilderArray 类	707
11.2.22	SOS 类	709
11.2.23	SOSArray 类	710
11.2.24	SOSBuilder 类	711
11.2.25	SOSBuilderArray 类	714
11.2.26	Cone 类	716
11.2.27	ConeArray 类	716
11.2.28	ConeBuilder 类	718
11.2.29	ConeBuilderArray 类	720
11.2.30	GenConstr 类	722
11.2.31	GenConstrArray 类	723
11.2.32	GenConstrBuilder 类	724
11.2.33	GenConstrBuilderArray 类	726
11.2.34	Column 类	728
11.2.35	ColumnArray 类	733
11.2.36	ExprBuilder 类	735
11.2.37	LinExpr 类	738
11.2.38	QuadExpr 类	744
11.2.39	PsdExpr 类	751
11.2.40	CoptError 类	758
11.3	辅助函数与工具类	758
11.3.1	辅助函数	758
11.3.2	tuplelist 类	759
11.3.3	tupledict 类	760
11.3.4	ProbBuffer 类	762

第一章 杉数求解器简介

杉数求解器是一款针对大规模优化问题的高效数学规划求解器。本文档简要介绍了杉数求解器的相关内容，包括：

- 如何安装杉数求解器
- 如何设置许可文件
- 如何使用杉数求解器交互式命令行工具

我们推荐所有用户在使用杉数求解器之前仔细阅读上述前两节内容。

用户在正确安装杉数求解器和配置许可后，如果想通过已有模型对杉数求解器进行求解与测试，我们推荐用户仔细阅读 *COPT 交互式命令行工具* 章节。如果用户有偏爱的编程语言并希望使用编程接口调用杉数求解器，可以从目前支持的以下几种接口中进行选择：

- *C* 接口
- *C++* 接口
- *C#* 接口
- *Java* 接口
- *Python* 接口
- *AMPL* 接口
- *Pyomo* 接口
- *PuLP* 接口
- *CVXPY* 接口

1.1 概述

杉数求解器目前支持求解线性规划 (LP) 问题、二阶锥规划 (SOCP) 问题、凸二次规划 (QP) 问题、凸二次约束规划 (QCP) 问题、半定规划 (SDP) 问题和混合整数规划 (MIP) 问题，在以后发布的版本中会逐渐支持求解更多类型的优化问题。目前支持求解的问题类型与相应的算法如 表 1.1 所示：

表 1.1: 问题类型与求解算法

问题类型	求解算法
线性规划问题 (LP)	对偶单纯形法、内点法
二阶锥规划问题 (SOCP)	内点法
二次规划 (QP)	内点法
二次约束规划 (QCP)	内点法
半定规划 (SDP)	内点法、交替乘子下降法
混合整数规划问题 (MIP)	分支切割法

杉数求解器支持所有主流的操作系统（均为 64 位系统），包括：Windows、Linux（包括 ARM64 平台）和 MacOS（包括 ARM64 平台），目前主要提供了以下编程接口：

- C 接口
- C++ 接口
- C# 接口
- Java 接口
- Python 接口
- AMPL 接口
- GAMS 接口
- Pyomo 接口
- PuLP 接口
- CVXPY 接口

我们将在以后发布的版本中提供更多的编程接口以满足不同场景下用户的不同需要。

1.2 许可类型

目前，我们提供了 4 种许可类型，分别为：个人许可、服务器许可、浮动许可和集群许可。各种许可的功能如表 表 1.2 所示：

表 1.2: 许可类型

许可类型	功能
个人许可	该许可绑定个人电脑的用户账号, 供单个用户使用。求解运算在本地, 不限制 CPU 核数和线程数。
服务器许可	该许可绑定单台服务器的 MAC 地址和 CPUID, 在该服务器上可并发求解多个优化任务。求解运算在绑定的服务器上进行, 不限制用户数量, 不限制 CPU 核数。
浮动许可	该许可绑定单台机器的 MAC 地址和 CPUID 作为浮动许可服务器, 连接到该服务器的客户机都可以完成许可的获取与释放, 可同时进行优化计算的客户机上限为浮动许可的令牌数量。求解运算在客户机上进行, 每个进程需要一个令牌, 允许多任务并发求解。
集群许可	该许可绑定服务器的 MAC 地址和 CPUID, 通过一台或多台服务器搭建求解集群进行集中求解, 其它客户机可以通过局域网将求解任务发送到集群来实现远程求解功能, 集群中的每个服务器允许多任务并发求解, 但每个客户进程只能顺序递交任务, 不能并发。不限制 CPU 核数。

1.3 如何引用

如果您在研究工作中使用了杉数求解器 COPT, 请您在论文中引用我们。例如:

- 我们研究中使用了 COPT [1]
- 为了解混合整数规划问题, 我们使用了 Cardinal Optimizer [1]

相应的引用条目为:

[1] D. Ge, Q. Huangfu, Z. Wang, J. Wu and Y. Ye. Cardinal Optimizer (COPT) user guide. <https://guide.coap.online/copt/en-doc>, 2022.

相应的 BibTex 引用为:

```
@misc{copt,
  author={Dongdong Ge and Qi Huangfu and Zizhuo Wang and Jian Wu and Yinyu Ye},
  title={Cardinal {O}ptimizer {(COPT)} user guide},
  howpublished={https://guide.coap.online/copt/en-doc},
  year=2022
}
```

1.4 联系信息

杉数求解器由 上海杉数网络科技有限公司 独立开发, 用户可以通过 表 1.3 中的联系方式获取更多信息:

表 1.3: 联系信息

联系方式	具体信息	描述
官方网站	https://www.shanshu.ai	
联系电话	400-680-5680	
电子邮件	coptsales@shanshu.ai	商务支持
电子邮件	coptsupport@shanshu.ai	技术支持

第二章 安装说明

本章介绍了如何在所有支持的操作系统上安装杉数求解器，以及如何获取与配置许可文件的过程。我们推荐所有用户在使用杉数求解器之前仔细阅读本章内容。

2.1 软件申请与下载

使用杉数求解器之前，用户需要下载并安装杉数求解器到计算机中。如果还未下载软件，请用户访问软件 [官方申请页面](#) 按照说明进行申请。目前，网页申请是对个人许可的试用，申请信息除基本信息外，只需要填写计算机用户登录账号。

个人许可申请通过后，申请者邮箱会收到一封来自 coptsales@shanshu.ai 的邮件，邮件中会提供杉数求解器安装包的下载链接及授权通过的密钥信息，该密钥信息与用户申请信息一一对应。申请者需要根据本章内容安装杉数求解器并配置许可文件。

对于商业用户来说，COPT 许可需绑定计算机的 MAC 地址以及 CPUID。我们建议使用 COPT 的识别程序 `coptmac`。在命令行运行工具后，用输出的用户账号、MAC 地址（如有多个地址，任选之一即可）和 CPUID 进行填写，如下面所示。

```
[ Info] Cardinal Optimizer COPT v5.0.1 20220620
[ Info] CPU Brand = Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz
[ Info] CPU ID = BFEBFBFF000706E7
[ Info] User Name = XXX
[ Info] Search Local MAC
[ Info] 40:2B:D3:88:44:33
[ Info] Found 1 Local MAC
[ Info] Done !!!
```

如果用户在使用杉数求解器时遇到任何问题，请联系 coptsupport@shanshu.ai 获取更多帮助。

2.2 软件安装

2.2.1 Windows

我们为 Windows 平台提供了两种安装包，一种是可执行安装程序，另一种是 ZIP 格式压缩包。我们推荐大部分用户下载使用可执行安装程序，专家级用户可以下载 ZIP 格式压缩包。

可执行安装程序安装

对于下载可执行安装程序的用户，例如：适用于 64 位 Windows 系统的 COPT 5.0.1 版本软件 CardinalOptimizer-5.0.1-win64-installer.exe，双击该安装程序并按照下述说明进行操作：

- 步骤一：双击运行安装程序，进入安装语言选择页面。默认语言为 **English**，用户可以通过下拉菜单进行选择，详见 图 2.1。本文选择安装语言为“简体中文”。

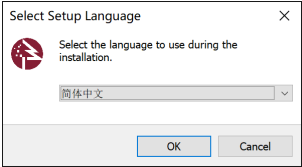


图 2.1: 安装语言选择页面

- 步骤二：如果用户同意“用户协议”，请选择“我授受协议”，然后选择“下一步”。如果用户不同意用户协议，并选择“取消”，则软件将退出安装，详见 图 2.2。

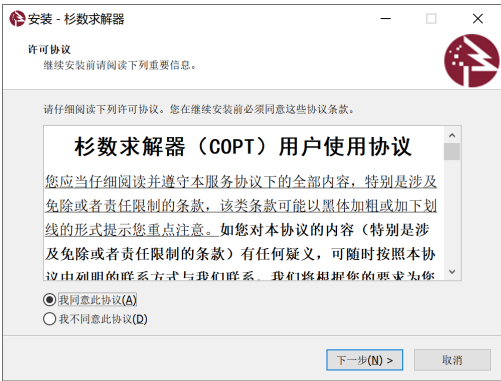


图 2.2: 用户协议页面

- 步骤三：默认设置下，杉数求解器安装路径为：C:\Program Files\copt50，用户可以修改为任意路径。确认安装路径后，点击“下一步”，详见 图 2.3。



图 2.3: 安装路径选择页面

- 步骤四：选择开始菜单文件夹，建议使用默认设置并点击“下一步”，详见 图 2.4。

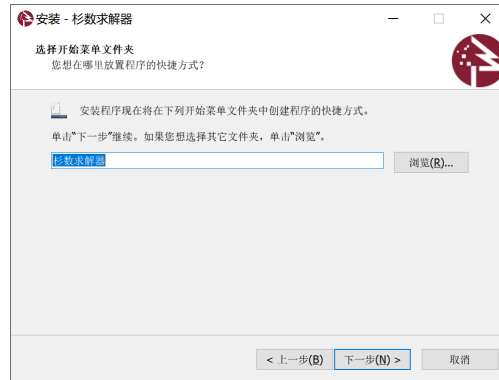


图 2.4: 选择开始菜单文件夹

- 步骤五：软件准备安装，点击“安装”，详见 图 2.5。

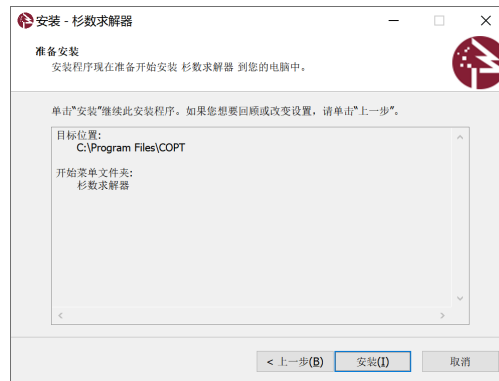


图 2.5: 软件准备安装

- 步骤六：安装过程中将自动配置必要的环境变量。安装完成后，请按照要求重启计算机。重启之前，请保存正在使用的文档等资料并关闭正在运行的其它应用，然后点击“完成”，详见 图 2.6。



图 2.6: 安装完成并重启计算机

ZIP 压缩包安装

对于下载 ZIP 格式压缩包的用户，请使用任意解压软件将软件解压至任意目录，并按照下述操作设置环境变量。以软件解压路径为 C:\Program Files\copt50 为例进行说明。

- 步骤一: 使用“管理员权限”打开 Windows 命令行, 并执行下述命令弹出环境设置面板。

```
rundll32 sysdm.cpl,EditEnvironmentVariables
```

- 步骤二: 修改系统环境变量 PATH, 将路径 C:\Program Files\copt50\bin 添加至环境变量 PATH 的值中。
- 步骤三: 新建系统环境变量 COPT_HOME, 变量的值为: C:\Program Files\copt50。
- 步骤四: 新建系统环境变量 COPT_LICENSE_DIR, 变量的值为: C:\Program Files\copt50。

至此, 环境变量配置已完成。请用户仔细阅读软件安装目录下的 `copt-eula_cn.pdf` 用户协议文件, 如果用户同意该用户协议, 请继续阅读[如何申请与配置许可文件](#) 章节。

2.2.2 Linux

对于 Linux 平台, 目前我们只提供了 GZIP 格式的压缩包。例如, 用户从官方网站上下载了 64 位 COPT 5.0.1 的 Linux 版本软件 `CardinalOptimizer-5.0.1-lnx64.tar.gz`, 在 Linux 终端上输入下述命令将软件解压到任意路径:

```
tar -xzf CardinalOptimizer-5.0.1-lnx64.tar.gz
```

解压后在当前目录下得到 `copt50` 文件夹, 用户可以将它移动到任意路径。我们推荐移动到 `/opt` 目录下, 在终端下输入下述命令:

```
sudo mv copt50 /opt/
```

注意: 执行该命令需要“root 权限”。

若无法安装至 `/opt` 目录, 也可以将 `copt50` 文件夹移动至用户目录, 在终端下输入下述命令:

```
mv copt50 ~/
```

注意: 后续设置 COPT 相关环境变量时 COPT 的相关路径也需要调整。

上述步骤完成后, 需要配置必要的环境变量。

在终端执行下述命令切换到用户目录:

```
cd ~/
```

再执行下述命令查看是否存在 `'.bashrc'` 隐藏文件:

```
ls -a
```

若不存在该文件, 则在终端上执行下述命令创建空的 `'.bashrc'` 文件:

```
touch ~/.bashrc
```

若已存在该文件, 则用户可以使用任意文本编辑器编辑现有 `'.bashrc'` 文件, 并添加如下内容:

```
export COPT_HOME=/opt/copt50
export COPT_LICENSE_DIR=/opt/copt50
export PATH=$COPT_HOME/bin:$PATH
export LD_LIBRARY_PATH=$COPT_HOME/lib:$LD_LIBRARY_PATH
```

注意: 等号两边不能有空格。

保存上述修改并退出, 用户可以在终端执行下述命令查看修改后的 '.bashrc' 文件:

```
cat ~/.bashrc
```

若修改成功, 则终端输出的文件内容应该包括上述信息。

然后在终端输入下述命令使得上述环境变量修改生效。

```
source ~/.bashrc
```

最后分别输入下述命令检查 COPT 相关环境变量是否设置成功:

```
echo $COPT_HOME
echo $COPT_LICENSE_DIR

echo $PATH
echo $LD_LIBRARY_PATH
```

若终端分别输出:

```
/opt/copt50
```

```
/opt/copt50
```

```
/opt/copt50/bin:$PATH
```

```
/opt/copt50/lib:$LD_LIBRARY_PATH
```

则表示 COPT 相关环境变量配置成功。

注意: 不同计算机上环境变量 \$PATH 和 \$LD_LIBRARY_PATH 显示的内容可能不同, 但设置的 COPT 相关环境变量应正常显示才表示配置成功。

如果用户检查确认已成功添加 COPT 相关环境变量, 请仔细阅读安装目录下的 'copt-eula_cn.pdf' 用户协议文件。若同意该用户协议, 请继续阅读[如何申请与配置许可文件](#) 章节。

2.2.3 MacOS

对于 MacOS 平台, 我们提供了 DMG 格式的安装程序和 GZIP 格式的压缩包, 我们推荐大多数用户选择 DMG 格式的安装程序, 专家级用户选择 GZIP 格式压缩包。

DMG 安装程序安装

对于下载 DMG 格式安装程序的用户, 例如: 适用于 64 位 MacOSX 的 COPT 5.0.1 版本软件 CardinalOptimizer-5.0.1-osx64.dmg, 请按照下述步骤进行操作:

- 步骤一: 双击 DMG 格式安装程序, 操作系统将自动挂载 DMG 文件。
- 步骤二: 将 copt50 文件夹图标拖动至 'Applications' 文件夹, 如 [图 2.7](#) 所示。

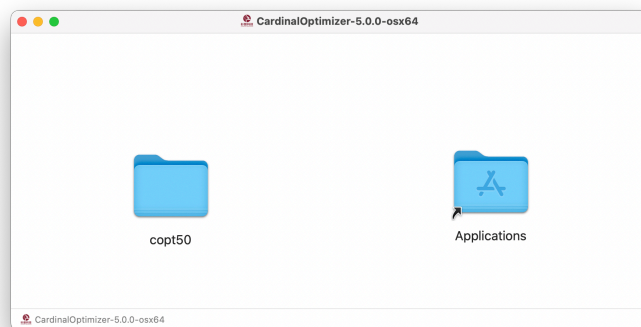


图 2.7: 拖动 copt50 至 'Applications'

GZIP 压缩包安装

对于下载 GZIP 格式压缩包的用户，在终端上输出下述命令解压软件：

```
tar -xzf CardinalOptimizer-5.0.1-osx64.tar.gz
```

解压完成后在当前目录得到 copt50 文件夹，用户可以将其移动到任意路径。我们推荐用户移动到 '/Applications' 目录下，在终端中输入下述命令：

```
mv copt50 /Applications/
```

若无法安装至 "/Applications" 目录，也可以将 copt50 文件夹移动至用户目录，在终端下输入下述命令：

```
mv copt50 ~/
```

注意：后续设置 COPT 相关环境变量时 COPT 的相关路径也需要调整。

上述步骤完成后，需要配置必要的环境变量。

首先，在终端执行下述命令，确定当前使用的 Shell 版本：

```
echo $SHELL
```

若输出为：'/bin/bash'，则表示当前使用终端为 bash；若输出为：'/bin/zsh'，则表示当前使用终端为 zsh。

BASH 终端

若用户使用 bash 终端，则在终端执行下述命令切换到用户目录：

```
cd ~/
```

再执行下述命令查看是否存在 '.bash_profile' 隐藏文件：

```
ls -a
```

若不存在该文件，则在终端上执行下述命令创建空的 '.bash_profile' 文件：

```
touch ~/.bash_profile
```

若已存在该文件, 则用户可以使用任意文本编辑器编辑现有 '.bash_profile' 文件, 并添加如下内容:

```
export COPT_HOME=/Applications/copt50
export COPT_LICENSE_DIR=/Applications/copt50
export PATH=$COPT_HOME/bin:$PATH
export DYLD_LIBRARY_PATH=$COPT_HOME/lib:$DYLD_LIBRARY_PATH
```

注意: 等号两边不能有空格。

保存上述修改并退出, 用户可以在终端执行下述命令查看修改后的 '.bash_profile' 文件:

```
cat ~/.bash_profile
```

若修改成功, 则终端输出的文件内容中应该包括上述信息。

然后在终端输入下述命令使得上述环境变量修改生效。

```
source ~/.bash_profile
```

ZSH 终端

若使用 **zsh** 终端, 则还需要执行下述命令查看是否存在 '.zshrc' 隐藏文件:

```
ls -a
```

若不存在该文件, 则在终端上执行下述命令创建空的 '.zshrc' 文件:

```
touch ~/.zshrc
```

若已存在该文件, 则用户可以使用任意文本编辑器编辑现有 '.zshrc' 文件, 并添加如下内容:

```
export COPT_HOME=/Applications/copt50
export COPT_LICENSE_DIR=/Applications/copt50
export PATH=$COPT_HOME/bin:$PATH
export DYLD_LIBRARY_PATH=$COPT_HOME/lib:$DYLD_LIBRARY_PATH
```

注意: 等号两边不能有空格。

保存上述修改并退出, 用户可以在终端执行下述命令查看修改后的 '.zshrc' 文件:

```
cat ~/.zshrc
```

若修改成功, 则终端输出的文件内容中应该包括上述信息。

然后在终端输入下述命令使得上述环境变量修改生效。

```
source ~/.zshrc
```

验证环境变量配置

对于 `bash` 终端和 `zsh` 终端, 最后分别输入下述命令检查 COPT 相关环境变量是否设置成功:

```
echo $COPT_HOME
echo $COPT_LICENSE_DIR

echo $PATH
echo $DYLD_LIBRARY_PATH
```

若终端分别输出:

```
/Applications/copt50
/Applications/copt50
/Applications/copt50/bin:$PATH
/Applications/copt50/lib:$DYLD_LIBRARY_PATH
```

则表示 COPT 相关环境变量配置成功。

注意: 不同计算机上环境变量 `$PATH` 和 `$DYLD_LIBRARY_PATH` 显示的内容可能不同, 但设置的 COPT 相关环境变量应正常显示才表示配置成功。

如果用户检查确认已成功添加 COPT 相关环境变量, 请仔细阅读安装目录下的 '`copt-eula_cn.pdf`' 用户协议文件。若同意该用户协议, 请继续阅读[如何申请与配置许可文件](#) 章节。

MacOS 安全性检查

对于使用 MacOS 10.15 或以上版本系统的用户, 可能在后续执行 COPT 相关程序时报告安全性错误, 如下图所示:



此时在终端上执行命令:

```
xattr -dr com.apple.quarantine /Applications/copt50
```

去掉 MacOS 系统关于程序的安全性相关的检查，再执行 COPT 相关程序即可。

2.3 配置许可文件

杉数求解器需要配置相应的许可文件才能正常使用，我们根据不同的用户需求提供了多种授权方式。如果在使用中遇到任何和授权相关的问题，请及时联系 coptsupport@shanshu.ai。

注册完成后，用户会获得唯一授权凭证 **key**，该凭证和用户注册信息一一对应。用户可以运行杉数求解器自带的 `copt_licgen` 工具，从杉数授权服务器自动获得授权文档（需要网络连接）。

下面是关于如何使用 `copt_licgen` 工具的简单说明。

2.3.1 获取许可

对于 Windows 系统，打开一个新的命令行窗口，此时当前路径为用户目录，路径形如："C:\Users\shanshu"。

对于 Linux 和 MacOS 系统，打开一个新的终端，此时当前路径为用户目录，以符号 `~` 表示。

假如用户的凭证信息为 '19200817f147gd9f60abc791def047fb'，则可以通过下述命令获取杉数求解器的许可文件。

```
copt_licgen -key 19200817f147gd9f60abc791def047fb
```

另一种方式是把凭证保存在文件 `key.txt` 中，格式为 'KEY=xxx'，输入下述命令以获取许可文件。

```
copt_licgen -file key.txt
```

我们推荐第一种方式获取许可。

2.3.2 验证许可

若授权服务器验证和用户注册凭证关联的注册信息通过，则生成 `license.dat` 和 `license.key` 授权文档并下载到用户计算机，默认下载目录为当前工作目录。用户可以通过下述命令验证当前工作目录下的授权文档是否支持当前安装的杉数求解器版本。

```
copt_licgen -v
```

注意： `copt_licgen` 工具需要联网才能和授权服务器交互。如果在使用中遇到任何问题，请及时联系 coptsupport@shanshu.ai。如果一切正常，则显示如下所示日志信息，表明许可文件可以正常使用。

```
copt_licgen -key 19200817f147gd9f60abc791def047fb
[Info] Cardinal Optimizer   COPT v5.0.1 20220620
[Info] Use specific key 19200817f147gd9f60abc791def047fb
[Info] * get new COPT license from licensing server *
[Info] Write to license.dat
[Info] Write to license.key
[Info] Received new license files from server
```

```
[Info] Done !!!
```

以及:

```
copt_licgen -v
[Info] Cardinal Optimizer   COPT v5.0.1 20220620
[Info] Run local validation
[Info] Read license.dat
[Info] Read license.key
[Info] Expiry : Tue 2030-12-31 00:00:00 +0800
[Info] Local validation result: Succeeded
[Info] Done !!!
```

2.3.3 安装许可

当用户获取并验证了授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 后, 可以采用如下两种方式安装许可文件。任意选择一种方式即可, 我们推荐 **环境变量方式**。

环境变量方式

该方式通过设置环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 实现, 其值为许可文件放置的文件目录, 默认值为杉数求解器的安装目录。

对于 Windows 系统, 执行下述命令查看环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 指向的路径:

```
echo %COPT_LICENSE_DIR%
```

注意: 若终端无输出, 则表示 COPT 相关环境变量还未配置好, 请用户查看[软件安装](#) 部分配置杉数求解器。

然后将授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 移动到 `COPT_LICENSE_DIR` 指向的路径下。

对于 Linux 和 MacOS 系统, 执行下述命令查看环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 指向的路径:

```
echo $COPT_LICENSE_DIR
```

注意: 若终端无输出, 则表示 COPT 相关环境变量还未配置好, 请用户查看[软件安装](#) 部分配置杉数求解器。

然后执行下述命令将授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 移动到 `COPT_LICENSE_DIR` 指向的路径下:

```
mv license.* $COPT_LICENSE_DIR/
```

注意: 对于 Linux 系统, 若环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 指向的路径为 `/opt/copt50`, 则需要以 **root** 权限执行移动操作, 命令为:

```
sudo mv license.* $COPT_LICENSE_DIR/
```

最后, 请用户检查许可文件 `license.dat` 和 `license.key` 是否位于环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 所指向的路径下, 命令为:


```
ls $COPT_LICENSE_DIR/
```

若终端显示存在文件 `license.dat` 和 `license.key` , 则表示已正确安装许可, 否则安装失败。

用户目录方式

该方式要求用户在用户目录下新建文件夹 `copt` , 并移动已验证的授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 至新建文件夹 `copt` 。

对于 Windows 系统, 用户目录形如: `"C:\Users\username"` 。用户需将授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 移动到目录 `"C:\Users\username\copt"`

对于 Linux 和 MacOS 系统, 用户目录形如: `"/home/username"` 。在终端下执行下述命令将授权文档 `license.dat` 和 `license.key` 移动到目录 `"/home/username/copt"` 。

```
mv license.* ~/copt/
```

注意: 新建文件夹 `"copt"` 必须是小写。

最后, 请用户检查许可文件 `license.dat` 和 `license.key` 是否位于 `"/home/username/copt"` 目录下, 命令为:

```
ls ~/copt/
```

若终端显示存在文件 `license.dat` 和 `license.key` , 则表示已正确安装许可, 否则安装失败。

注意: 若 `"home/username/copt"` 目录和环境变量指向的目录下均存在许可文件 `license.dat` 和 `license.key` , 将优先检查并使用前者路径下的许可。

2.3.4 其它

一般来说, 任何一种许可都包括两个授权文件: `license.dat` 和 `license.key` 。它们都有数字签名用来确保文件内容没有改动过。在使用 COPT 交互命令行工具或者直接调用杉数求解器编程接口来求解问题模型时, `license.key` 里的 RSA 公钥首先会被用来验证 `license.dat` 里的签名。之后, 才是验证具体的保存为键值形式的授权内容。下面的例子就是具体的授权内容。

```
## SHANSHU LICENSE FILE ##
```

```
USER = Trial User
```

```
MAC = 44:05:99:31:41:C2
```

```
CPUID = BFEBFBFF000706E5
```

```
EXPIRY = 2030-12-31
```

```
VERSION = 5.0.1
```

```
NOTE = Free For Trial
```

注意, 在从授权服务器获取授权文档时一般都需要有效的 MAC 地址和 CPUID。现实场景中, 用户在注册时可能没法提供相关的 MAC 地址和 CPUID。对于这种情况, 我们允许客户延后递交绑定设备的硬件信息, 即使用 `copt_licgen` 工具时, 在命令行上的用户凭证后再加上硬件信息, 如下所示:

```
copt_licgen -key 19200817f147gd9f60abc791def047fb -data 44:05:99:31:41:C2;BFEBFBFF000706E5
```

第三章 COPT 交互式命令行工具

COPT 交互式命令行工具 `copt_cmd` 是一个由杉数求解器提供的，与 Windows、Linux 和 MacOS 下终端无缝连接的、可以直接调用杉数求解器编程接口进行模型求解与分析的工具。使用该工具前，请用户确保已正确安装杉数求解器，并成功配置授权文档。

3.1 概述

简单来说，COPT 交互式命令行工具是一个对从终端输入或脚本读入的命令行进行解释并执行的程序。它调用相应的杉数求解器编程接口进行求解与分析，并提供了以下启动参数：

- `-c`: 该选项读取并执行指定的内联脚本内容。注意，内联脚本需要带双引号。
- `-i`: 该选项读取并执行指定的脚本文件。
- `-o`: 该选项提供了脚本录制功能。任何在“交互模式”下“执行正确”的命令都会输出到指定的脚本文件中，文件后缀无特殊要求。

若不提供任何启动参数，则进入“交互模式”。在操作上，该工具目前支持多种键盘功能键、组合键和自定义键，以尽量满足用户的便捷使用需求，达到类似系统终端的使用体验。

3.2 交互模式

命令行工具定义了一些命令和功能键以方便用户进行快速光标定位，也定义了一些组合键以方便用户编辑命令行。目前这些定义是基于标准键盘的，而不是 MAC 键盘。下面对具体功能进行介绍。

- **基本命令**
 1. `<Insert>`: 切换“插入”和“覆盖”模式。
 2. `<Esc>`: 取消当前行的所有输入，且光标回到起始位置，等待输入。Linux 和 MacOS 下使用需连续按两次 `<Esc>`。
- **光标定位**
 1. `<Home>/<End>`: 光标跳转到输入行首/尾后，等待输入。
 2. `<Left>/<Right>` 方向键: 光标前/后移动一个字符，等待输入。
 3. `<CTRL>+<Left>/<Right>` 方向键: 光标跳转到前一个单词和后一个单词，等待输入。
- **简单的剪切和粘贴**

以下剪切操作需要用到内部用来粘贴的缓存。

1. <Delete>: 剪切当前光标下字符, 并缓存留待后续粘贴操作。
2. <Backspace>: 剪切当前光标前一位字符, 并缓存留待后续粘贴操作。
3. <CTRL>+<H>: 剪切当前光标至行首的所有字符, 并缓存留待后续粘贴操作。
4. <CTRL>+<E>: 剪切当前光标至行尾的所有字符, 并缓存留待后续粘贴操作。
5. <CTRL>+<Y>: 粘贴当前缓存中的剪切内容。

每个剪切操作都定义了一个剪切方向, 即向前剪切或者向后剪切。显然, <Delete> 和 <CTRL>+<H> 属于向前剪切; <Backspace> 和 <CTRL>+<E> 属于向后剪切。如果当前剪切操作的方向和前一个剪切操作的方向一致, 剪切部分会追加到粘贴缓存尾部, 否则则覆盖原来的缓存内容。

• 命令行历史记录

1. <Up>/<Down>: 相对于当前位置, 显示上一个或下一个历史命令。如果上一次执行命令是已有的历史记录, 当前位置为该历史记录所在条目, 否则当前位置为最近执行的命令。
2. <CTRL>+<R> 或 <F8>: 如果用户在已知命令前缀的情形下调用历史记录, 则可以通过前缀遍历匹配的历史记录进行查找。即首先输入命令前缀, 然后按 <CTRL>+<R> 组合键, 或者 Windows 系统下标准键盘的 <F8> 键, 遍历所有匹配前缀的历史记录。

• Tab 补全功能

以当前光标位置的前一个字符到光标所在单词的字首作为前缀, 可以补全交互式工具命令、COPT 参数名或属性名、当前或指定路径所在的文件和文件夹。如果有多个匹配结果, 重复按 <Tab> 以遍历所有匹配。

1. 补全功能会根据光标所在位置进行简单识别, 在两种情形下, 补全工具命令名。一种情形是当前光标位于命令行的第一个单词, 另一种情形是使用 `help` 命令查阅命令的基本介绍。
2. 其余情形下, 根据匹配前缀补全 COPT 参数名或属性名、当前或指定路径所在的文件和文件夹。特别地, 如果用户输入的前缀同时匹配当前工作路径下的某个文件名和某个 COPT 参数名或属性名, 则按 COPT 参数名或属性名进行补全。若用户需要补全文件名, 可通过添加 './' 前缀, 再用 <Tab> 补全, 避免优先补全 COPT 参数名或属性名。
3. 易用性方面, 工具支持补全的前缀检验忽略大小写, 也支持以字符 (*) 作为通配符筛选文件和文件夹。例如: 命令 `'set t<Tab>'`, 补全为 `'set TimeLimit'`。命令 `'read ~/*.gz<Tab>'`, 补全为用户目录下所有以 `'.gz'` 为后缀的文件名。
4. <Shift>+<Tab>: 补全到前一个匹配, 和 <Tab> 方向相反。

3.3 脚本模式

命令行工具的脚本模式主要有两种形式: 一是脚本文件, 二是带双引号的内联脚本, 即以 ';' 分隔的命令行组成的文本。这两种脚本都可以在启动交互式工具时, 使用参数选项进行加载, 也可以在交互模式下随时加载。下面介绍如何加载脚本文件。

前文概述中, 我们介绍了在启动工具时, 使用选项 `'-i'` 可以加载指定脚本文件, 下面进一步阐述相关细节。

- 加载脚本文件时, 除了检查指定文件是否打开成功, 还会检查文件内容中首个非空行是否以 '#COPT script file' 起始, 以避免执行无关的文件。事实上, 工具仅检查以否以 '#COPT' 起始。任意首个非空格字符为 '#' 的中间行都会被忽略, 一般用于添加注释。
- 加载脚本文件成功后, 会逐条执行脚本中的命令, 直到文件结尾, 或者读到字符 '?'。工具以字符 '?' 表示暂停脚本执行。如果用户需要继续执行, 可以通过手动输入命令 `load` 继续执行当前脚本, 直到文件结尾或者下一个 '?'。只有在当前脚本中命令全部执行后 (有提示), 才可以加载其它脚本文件。

工具支持加载一种特殊的脚本, 即带引号的内联脚本。内联脚本与脚本文件的区别是两者的命令行分隔符分别是 ';' 和 '\n'。对于内联脚本, 可以在启动时使用选项 '-c' 指定的方式加载, 也可以在交互模式下使用命令 `load` 随时加载, 字符 '?' 仍表示暂停脚本执行。

用户还可以通过选项 '-o' 指定脚本输出文件, 用于记录用户在交互模式下的所有“执行正确”的命令行。其中, “正确”是指命令行使用的是已知的工具命令, 且命令语法使用正确。

特别地, `load` 命令本身不被写入输出脚本。由于被加载脚本的具体内容会在执行过程中展开, 并写入到输出脚本, 不写入 `load` 命令可以避免可能的脚本执行死循环。

3.4 工具命令

COPT 交互式命令行工具目前支持以下命令, 方便用户求解与分析优化模型。所有命令均大小写无关, 并支持 <Tab> 补全。

3.4.1 普通工具命令

普通工具命令提供了命令帮助说明查阅、脚本加载等通用功能, 不直接调用杉数求解器编程接口进行操作, 包括以下命令:

- `cd`: 类似 DOS 命令 '`cd`', 该命令改变 '当前工作目录'。这里要求其参数是一个有效的目录路径, 可以是相对目录路径, 也可以是绝对目录路径。注意下面工具命令中用到的相对路径或路径补全功能都是基于当前工作目录的。其初始值设为 `copt_cmd` 所在的目录, 之后用户可以通过命令 `cd <dirpath>` 来改变工作路径。例如, 如果用户把当前工作目录设为求解问题模型所在目录, 那么读取模型就变得很简洁, 只需要模型文件名即可。
- `dir/ls`: 类似 DOS 命令 `dir` 和 Bash 命令 `ls`, 该命令列出给定的相对或绝对路径下的所有文件和文件夹。设计该命令是为了方便用户定位待求解的模型文件、脚本文件等。例如: 使用 `dir` 命令或者 `ls` 命令列出当前工作目录下的所有文件和文件夹; 使用 '`dir ../`' 列出上一层目录下的所有文件和文件夹; 使用 '`dir ~/`' 列出用户目录下的所有文件和文件夹。

该命令还支持使用通配符 (*) 筛选出符合条件的文件和文件夹。例如: 使用 '`dir ~/net`' 命令, 列出用户目录下所有前缀为 'net' 的文件; 使用 '`dir d:/problems/*.mps.gz`' 命令, 列出 'd:/problems' 目录下的所有后缀为 '.mps.gz' 的模型文件。

- `exit/quit`: 退出 COPT 命令行模式。
- `help`: 提供 COPT 命令的使用说明。查阅单个命令的详细使用说明, 需要在 `help` 命令后指定 COPT 命令名称, 例如: 使用 '`help display`' 命令, 查看 `display` 命令的使用说明。特别地, 对于不带参数的 `help` 命令调用, 将列出所有 COPT 命令以及对应的简单说明, 方便用户查看, 并在

新的提示符所在行, 自动加上 `help` 命令调用, 用户只需补充待查询的 COPT 命令名即可。输入 COPT 命令时, 可以 `<Tab>` 补全, 且不区分大小写。

- `load`: 读入给定路径下的脚本文件或者带引号的内联脚本, 执行直到文件结尾或暂停字符 '?'。暂停后, 如果继续输入 `load` 命令, 无论是否带参数 (实际上任何参数都会被忽略), 均继续执行被暂停的脚本。之前加载的脚本执行完成后, 才可以加载其它脚本。
- `pwd`: 类似 Bash 命令 '`pwd`', 该命令显示当前工作目录, 可以让用户查看目前在什么位置。
- `status`: 交互工具通过状态机表示交互过程中的状态 (参看 图 3.1)。其一是为了避免用户的误操作, 同时也可以提示用户下一步可进行的操作。输入 `status` 命令返回交互工具当前的状态, 分为以下几种:
 1. `Initial`: 未读取模型, 可能在工具刚启动时, 或者用户调用 `reset` 命令后。
 2. `Read`: 成功读取给定模型文件。
 3. `SetParam`: 用户通过 `set` 命令成功设置了求解参数。
 4. `Optimize`: 用户调用 `optimize/optimizeip` 等求解命令求解模型。



图 3.1: 命令行工具的内部状态

3.4.2 COPT 工具命令

COPT 工具命令是求解与分析优化模型的核心命令集, 它直接调用杉数求解器编程接口进行相关操作, 包括以下命令:

- `display/get`: 获取给定的参数或属性的当前值。特别地, 对于不带参数名的调用, 会列出目前所有支持的参数和属性名称, 方便不熟悉 COPT 参数和属性名的用户查看其所需的信息, 并在新的提示符所在行, 自动添加 `display` 命令调用, 用户只需补充待查询的参数或属性名即可。在输入参数或属性名称时, 支持 `<Tab>` 补全, 且不区分大小写, 自动补全显示的名字是标准形式。例如: 使用 '`get so<Tab>`' 命令, 补全后的命令是 '`get SolvingTime`'。
- `opt/optimize`: 求解已读入的模型, 并将工具状态置为 '`Optimize`'。
- `optlp/optimizeip`: 将已读入的模型当成 LP 问题求解, 并将工具状态置为 '`Optimize`'。
- `iis`: 计算已读入模型的 IIS。
- `feasrelax`: 计算已读入模型的可行化松弛。其中, '`feasrelax`' 或 '`feasrelax all`' 表示松弛模型中所有的变量和约束, 则惩罚因子均为 1; '`feasrelax vars`' 表示仅松弛模型中变量的上下界, 且惩罚因子均为 1; '`feasrelax cons`' 表示仅松弛模型中约束的上下界, 且惩罚因子均为 1。

- **read**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件、结果文件、基文件、初始解文件和参数设置文件。目前支持 `'.mps'`、`'.mps.gz'`、`'.lp'` 和 `'.lp.gz'`、`'.dat-s'` 和 `'.dat-s.gz'`、`'.cbf'` 和 `'.cbf.gz'`、`'.bin'` 和 `'.bin.gz'` 模型文件格式；以 `'.sol'` 为后缀的结果文件；以 `'.bas'` 为后缀的基解文件；以 `'.mst'` 为后缀的初始解文件；以 `'.par'` 为后缀的参数设置文件。若文件类型不匹配，则报告相应错误信息。
- **readmps**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.mps'` 或 `'.mps.gz'`，只要文件本身符合 MPS 格式即可。命令调用完成后将工具状态置为 `'Read'`。
- **readlp**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.lp'` 或 `'.lp.gz'`，只要文件本身符合 LP 格式即可。命令调用完成后将工具状态置为 `'Read'`。
- **readsdp**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.dat-s'` 或 `'.dat-s.gz'`，只要文件本身符合 SDPA 格式即可。命令调用完成后将工具状态置为 `'Read'`。
- **readcbf**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.cbf'` 或 `'.cbf.gz'`，只要文件本身符合 CBF 格式即可。命令调用完成后将工具状态置为 `'Read'`。
- **readbin**: 读取给定的相对或绝对路径下的模型文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.bin'` 或 `'.bin.gz'`，只要文件本身符合 COPT 二进制格式即可。命令调用完成后工具状态置为 `'Read'`。
- **readsol**: 读取给定的相对或绝对路径下的结果文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.sol'`，只要文件本身符合 COPT 的结果文件格式即可。
- **readbasis**: 读取给定的相对或绝对路径下的基解文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.bas'`，只要文件本身符合 COPT 的基解文件格式即可。
- **readmst**: 读取给定的相对或绝对路径下的初始解文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.mst'`，只要文件本身符合 COPT 的初始解文件格式即可。
- **readparam**: 读取给定相对或绝对路径下的参数设置文件。该命令不要求待读取的文件后缀为 `'.par'`，只要文件本身符合 COPT 的参数设置文件格式即可。
- **reset**: 重置模型中的解信息，以及初始解等其它信息。工具的状态设为 `'Initial'`。
- **resetparam**: 重置优化参数为默认值。工具的状态设为 `'Initial'`。

- **set**: 设置给定的 COPT 参数的当前值。该命令的完整语法形如: `'set TimeLimit 100'`。特别地，对于不带参数名的调用，将列出目前所有参数的名称和简介，方便不熟悉 COPT 参数的用户查看其所需信息，并在新的提示符所在行，自动添加 **set** 命令调用，用户只需要补充待查询的参数名称即可。在输入参数名称时，支持 `<Tab>` 补全，且不区分大小写，自动补全的名字是标准形式。

例如：用户需要设置求解器的求解时间为 1000 秒，完整命令为: `'set TimeLimit 1e3'`，若用户不确定待设置参数的允许范围，可在输入命令 `'set TimeLimit'` 后按 `<Enter>` 键，交互工具会反馈 `TimeLimit` 参数的当前值、默认值、最小值和最大值，以使用户正确输入。

对于不允许设置的属性，或者输入了错误的参数名称，则报告相应的错误。命令正确完成后将工具的状态置为 `'SetParam'`。

- **write**: 输出模型文件、结果文件、IIS 文件、可行化松弛文件、基文件、初始解文件和参数设置文件。该命令根据指定的输出文件的后缀执行相应的输出任务，即如果文件后缀是 `'.mps'`，则自动将当前加载的模型输出为 MPS 格式的模型文件，功能相当于命令 `writemps`；如果文件后缀是 `'.lp'`，则自动将当前加载的模型输出为 LP 格式的模型文件，功能相当于命令 `writelp`；如果文件后缀是 `'.bin'`，则自动将当前加载的模型输出为 COPT 二进制格式的模型文件，功能相当于命令

`writebin`；如果文件后缀是 `'.cbf'`，则自动将当前加载的模型输出为 CBF 格式的模型文件，功能相当于命令 `writecbf`；如果文件后缀是 `'.iis'`，则将输出计算得到的 IIS 模型到 IIS 文件，功能相当于命令 `writeiis`；如果文件后缀是 `'.relax'`，则将输出计算得到的松弛模型到 Relax 文件，功能相当于命令 `writerelax`；如果文件后缀是 `'.sol'`，则自动将模型求解的最终结果输出到结果文件，功能相当于命令 `writesol`；如果文件后缀为 `'.bas'`，则自动将模型求解后最终的基状态输出到基文件，功能相当于命令 `writebasis`；如果文件后缀为 `'.mst'`，则自动输出初始解信息到文件，功能相当于命令 `writemst`；如果文件后缀为 `'.par'`，则自动将求解当前模型时修改过的 COPT 参数设置输出到文件，功能相当于命令 `writeparam`。除此之外，不匹配的文件类型会提示出错。

- `writemps`: 将当前求解问题模型输出为给定的相对或绝对路径下的 MPS 格式模型文件。如果文件后缀名不是 `'.mps'`，则自动添加后缀 `'.mps'`。
- `writelp`: 将当前求解问题模型输出为给定的相对或绝对路径下的 LP 格式模型文件。如果文件后缀名不是 `'.lp'`，则自动添加后缀 `'.lp'`。
- `writecbf`: 把（半定）问题输出到 `'.cbf'` 文件。如果文件后缀名不是 `'.cbf'`，则自动添加后缀 `'.cbf'`。注意不支持输出带有二次目标或者二次约束的问题。
- `writebin`: 将当前求解问题模型输出为给定的相对或绝对路径下的 COPT 二进制格式模型文件。如果文件后缀名不是 `'.bin'`，则自动添加后缀 `'.bin'`。
- `writeiis`: 将当前读入问题模型的 IIS 模型保存至给定的相对或绝对路径下的 IIS 文件。如果文件后缀名不是 `'.iis'`，则自动添加后缀 `'.iis'`。
- `writerelax`: 把具有可行解的松弛问题输出到 `'.relax'` 文件。如果文件后缀名不是 `'.relax'`，则自动添加后缀 `'.relax'`。
- `writesol`: 将当前求解问题模型的结果保存至给定的相对或绝对路径下的结果文件。如果文件后缀名不是 `'.sol'`，则自动添加后缀 `'.sol'`。
- `writebasis`: 将当前求解问题模型的基状态信息保存至给定的相对或绝对路径下的基文件。如果文件后缀名不是 `'.bas'`，则自动添加后缀 `'.bas'`。
- `writemst`: 将当前求解问题模型的初始解信息保存至给定的相对或绝对路径下的初始解文件。如果文件后缀名不是 `'.mst'`，则自动添加后缀 `'.mst'`。
- `writeparam`: 将当前修改过的 COPT 参数设置保存至给定的相对或绝对路径下的参数设置文件。如果文件后缀名不是 `'.par'`，则自动添加后缀 `'.par'`。

3.5 使用示例

本节以著名的“Diet 问题”为例，演示如何使用 `copt_cmd` 交互式命令行工具求解优化问题。关于该问题的具体描述，请参考 [AMPL 接口 - 使用示例](#)。

首先请用户按照 [安装说明](#) 安装杉数求解器并配置许可文件，然后在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令：

```
copt_cmd
```

若屏幕输出如下，则表示调用成功。用户可在交互式界面中输入 `help` 查看命令使用说明。

Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

COPT>

假定待求解问题模型为 `diet.mps`，且位于当前工作目录下，在交互式界面中输入下述命令读取待求解模型：

```
COPT> read diet.mps
Reading from '/home/username/copt/diet.mps'
Reading finished (0.00s)
```

求解具体问题模型之前，用户可以任意设置 COPT 的求解参数。例如：设置求解时间限制为 10 秒，则在交互界面输入下述命令：

```
COPT> set timelimit 10
Setting parameter 'TimeLimit' to 10
```

如果用户不熟悉 COPT 支持的求解参数，可以输入 `set` 命令列出所有 COPT 支持的参数和属性名，以及相应的简单说明。如果在 `set` 命令后加上参数名，比如：'`set TimeLimit`'，则会显示指定参数的当前值、默认值、最小值和最大值。

设置完求解参数后，可以使用工具命令 `opt` 或 `optimize` 求解当前优化模型，求解过程中显示的日志信息如下：

```
COPT> opt
Model fingerprint: 129c032d

Hardware has 4 cores and 8 threads. Using instruction set X86_NATIVE (1)
Minimizing an LP problem

The original problem has:
    4 rows, 8 columns and 31 non-zero elements
The presolved problem has:
    4 rows, 8 columns and 31 non-zero elements

Starting the simplex solver using up to 8 threads
```

Method	Iteration	Objective	Primal.NInf	Dual.NInf	Time
Dual	0	0.0000000000e+00	4	0	0.01s
Dual	1	8.8201991646e+01	0	0	0.01s
Postsolving					
Dual	1	8.8200000000e+01	0	0	0.01s

```

Solving finished
Status: Optimal Objective: 8.8200000000e+01 Iterations: 1 Time: 0.01s
```

求解完成后，用户可以通过工具命令 `get` 加上具体的参数名或属性名查看相关信息。与工具命令 `set` 类似，直接使用 `get` 命令将列出所有 COPT 支持的参数名和属性名，及其简单介绍。特别地，使用 '`get`'

`all` 命令将显示所有 COPT 支持的参数名和属性名, 及其当前值。

```
COPT> get TimeLimit
  DblParam: [Current] 10s
COPT> get LpObjval
  DblAttr: [Current] 88.2
COPT> get LpStatus
  IntAttr: [Current] 1 optimal
```

退出交互界面之前, 用户可以选择把求解结果、修改过的参数和基状态输出到指定文件。下面演示了将求解结果输出到当前路径下的 `diet.sol` 文件中, 然后退出交互界面。由于未指定后缀为 `'.sol'`, 则 `copt_cmd` 在输出时自动追加后缀 `'.sol'`。

```
COPT> writesol diet
  Writing solutions to /home/username/copt/diet.sol
COPT> quit
  Leaving COPT...
```

用户也可以将上述步骤对应的命令写入脚本文件 `diet.in` 中, 详见 代码 3.1:

代码 3.1: `diet.in`

```
1 #COPT script-in file
2
3 read diet.mps
4 set timelimit 10
5 opt
6 writesol diet
7 quit
```

然后在启动 `copt_cmd` 时使用选项 `'-i'` 加载上述脚本文件, 如下所示:

```
copt_cmd -i diet.in
```

也可以在交互模式下使用工具命令 `load` 直接加载, 如下所示:

```
COPT> load diet.in
```

第四章 COPT 浮动授权服务

COPT 浮动授权服务器，COPT Floating Token Server，是一个由杉数求解器提供的，能对局域网内用户提供临时授权的服务。服务器端程序可以在 Windows、Linux 和 MacOS 三大系统下运行。

如果 COPT 浮动授权服务器成功启动，根据许可文件上设定的 Token 数量，可以对本地装有同版本或者适配低版本的杉数求解器，但未获得单机授权的用户进行临时授权。用户求解结束后，可以通过释放 COPT 环境对象来返回 Token 给服务器。

4.1 服务器端安装说明

COPT 浮动授权服务器对应的可执行文件是 `copt_flserver`。其启动时需要验证具有浮动类型的许可文件，读取服务器运行所需的配置文件 `fls.ini`，以及在杉数授权服务器进行远程验证，例如验证浮动授权服务器的 IP 符合注册时提供的 IP 范围。浮动版的许可文件的获取可以通过 `copt_licgen` 工具和注册后得到的许可凭证，由杉数授权服务器远程自动生成。详情描述如下或者参考前文[如何申请与配置许可文件](#)。

4.1.1 安装步骤

杉数提供的 COPT 远程服务安装包，包含了 COPT 浮动服务器端的程序。用户需先通过客服申请注册并获取 COPT 远程服务安装包，然后可直接将安装包解压缩并放置于自定义路径下。过程属于绿色安装，无需配置环境变量，具体安装步骤演示如下：

对于 Windows 用户

请使用 ZIP 解压软件将软件解压至任意目录，推荐软件解压缩到 `C:\Program Files` 目录下。

对于 Linux 用户

鼠标操作解压缩 COPT 远程服务安装包，或在终端上输入下述命令解压缩：

```
tar -xzf CardinalOptimizer-Remote-5.0.1-lnx64.tar.gz
```

解压缩后在当前目录下得到 `copt_remote50` 文件夹，用户可以将它移动到其它自定义路径下。对于 `root` 用户我们推荐移动到 `/opt` 目录下，对于非 `root` 用户可以放在 `$HOME` 目录下。即在终端下输入下述命令（以 `root` 用户为例）

```
sudo mv copt_remote50 /opt
```

注意，执行该命令需要 `root` 权限。

对于 MacOS 用户

鼠标操作解压缩 COPT 远程服务安装包, 或在终端上输入下述命令解压缩:

```
tar -xzf CardinalOptimizer-Remote-5.0.1-osx64.tar.gz
```

解压缩后在当前目录下得到 `copt_remote50` 文件夹, 用户可以将它移动到其它自定义路径下。对于 `root` 用户我们推荐移动到 `/Applications` 目录下, 对于非 `root` 用户可以放在 `$HOME` 目录下。即在终端下输入下述命令 (以 `root` 用户为例)

```
mv copt_remote50 /Applications
```

4.1.2 许可文件

在成功安装 COPT 远程服务包后, 还需配置浮动许可文件。我们推荐把获得的许可文件 `license.dat` 和 `license.key` 放置在 COPT 远程服务安装路径下的 `floating` 目录。

对于 Windows 用户

需要打开命令行工具, 也就是 `cmd`。假如 COPT 远程服务已安装在 "`C:\Program Files`", 在命令行工具窗口输入如下命令后, 进入 COPT 远程服务安装路径下的 `floating` 目录:

```
cd "C:\Program Files\copt_remote50\floating"
```

假如用户的许可凭证信息为 `7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc`, 因为生成许可文件的 `copt_licgen` 在 COPT 远程服务安装路径下的 `tools` 文件夹内, 则可以在命令行工具窗口输入下述命令获取杉数 COPT 的许可文件 `license.dat` 和 `license.key`。

```
..\tools\copt_licgen -key 7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc
```

对于 Linux 和 MacOS 用户

假如 COPT 远程服务安装在 `/Applications` 目录下, 在终端输入以下命令进入浮动授权服务端目录 (以 MacOS 系统为例):

```
cd /Applications/copt_remote50/floating
```

进入 `floating` 目录后, 假如用户的许可凭证信息为 `7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc`, 则可以在终端输入下述命令获取杉数 COPT 的许可文件 `license.dat` 和 `license.key`。

```
../tools/copt_licgen -key 7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc
```

特别地, 如果用户不是在 COPT 远程服务安装路径下的 `floating` 目录下配置的许可文件, 建议将 `license.dat` 和 `license.key` 两个许可文件移至此路径下。可手动将这两个文件放到 `floating` 目录下, 也可以输入下述命令移动这两个许可文件 (以 MacOS 系统为例)。

```
mv license.* /Application/copt_remote50/floating
```

4.1.3 配置文件

COPT 浮动授权服务器的配置文件 `fls.ini` 同样位于 COPT 远程服务安装路径下的 `floating` 目录。内容如下面所示。

```
[Main]
Port=7979

[Licensing]
# if empty or default license name, it is from binary folder
# to get license files from cwd, add prefix "/"
# full path is supported as well
LicenseFile = license.dat
PubkeyFile = license.key

[Filter]
# default policy 0 indicates accepting all connections, except for ones in blacklist
# otherwise, denying all connections except for ones in whitelist
DefaultPolicy = 0
UseBlackList = true
UseWhiteList = true
FilterListFile = flsfilters.ini
```

这里，配置文件可以设置浮动授权服务器的端口，客户端需要连接这个端口才能通讯和获得授权。在下面 **Licensing** 部分，配置项设定许可文件的路径。就如上面注释描述的，空缺或者默认的许可文件名表示 COPT 浮动授权服务器从可执行文件所在目录下读取许可文件。

如果用户在当前目录下启动服务器，并且许可文件也在当前目录下，通过修改 **LicenseFile = ./license.dat** 和 **PubkeyFile = ./license.key**，可以让 COPT 浮动授权服务器从当前目录读取许可文件。

最后是 **Filter** 部分，**DefaultPolicy** 默认设为 0，表示除了在黑名单里的用户，其他均允许连接到本授权服务器；反之，除了在白名单中的用户，其他设备均无法连接到本授权服务器。**UseBlackList** 为 **True** 表示使用黑名单列表，**UseWhiteList** 为 **True** 表示使用白名单列表。**FilterListFile** 表示浮动授权服务器过滤配置文件名为 **clsfilters.ini**。其格式举例如下：

```
[BlackList]
# 127.0.*.* + user@machine*

[WhiteList]
# 127.0.1.2/16 - user@machine*

[ToolList]
# only tool client at server side can access by default
127.0.0.1/32
```

BlackList 和 **WhiteList** 表示可添加规则到黑名单以及白名单里。规则的格式是以 IP 地址开头，这里 IP 可以用通配符匹配，或者固定位数的方式。另外，IP 地址后面还可以包括 (+) 或者排除 (-) 给定用户名和给定机器名。其中用户名 **user** 是指 **username**，MacOS/Linux 系统用户可以在终端通过命令 **whoami** 来查询；机器名 **machine** 是指 **hostname**，MacOS/Linux 系统用户可以在终端通过命令 **hostname** 来查询。**ToolList** 是对工具使用者的访问限制，添加相关 IP 地址表示允许此远程机器访问。需注意的是，配置文件 **clsfilters.ini** 更改之后，可使用 **ResetFilters** 命令把当前的规则重置为过滤配置文档里的规则。也可使用 **WriteFilters** 命令把当前的规则输出到过滤配置文档。

我们知道杉数求解器还允许客户通过环境变量 **COPT_LICENSE_DIR** 设置授权文档所在的路径。详情可参

考[如何安装杉数求解器](#)。在这种情况下, 需要修改配置文件为完整的环境变量路径, COPT 浮动授权服务器才能读取环境变量下的授权文档。

4.1.4 使用示例

如果合法的浮动许可文件安装在浮动授权服务器可执行文件所在的目录下, 要启动 COPT 浮动授权服务器, 只需在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令:

```
copt_flserver
```

若屏幕输出如下, 则表示成功启动浮动授权服务器, 启动后会监视和管理客户端的授权申请。如果用户输入字符 Q, 则浮动授权服务器会关闭退出。

```
> copt_flserver
[ Info] Floating Token Server, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] server started at port 7979
```

如果本地授权验证不通过, 或者远程服务器连接错误, 则可能出现如下输出。

```
> copt_flserver
[ Info] Floating Token Server, COPT v5.0.1 20220620
[Error] Invalid signature in public key file
[Error] Fail to verify local license
```

和

```
> copt_flserver
[ Info] Floating Token Server, COPT v5.0.1 20220620
[Error] Error to connect license server
[Error] Fail to verify floating license by server
```

4.2 客户端使用说明

浮动授权的客户端可以是 COPT 命令行交互工具, 或者通过接口调用杉数求解器动态库的方式, 比如 Python 接口。如果客户没有获得单机许可, 那么浮动许可是一种更灵活的替代方式。所有使用 COPT 的客户端都可以通过浮动授权的方式合法使用杉数求解器。

4.2.1 安装和配置

首先用户需要确保已在客户端正确安装杉数求解器, 详情可参考[如何安装杉数求解器](#)。成功安装 COPT 客户端后, 用户不需要配置本地的许可文件, 但需要配置 COPT 浮动授权客户端的配置文件 `client.ini`, 如下表所示。

```
Host = 192.168.1.11
Port = 7979
QueueTime = 600
```

上述配置文件表示客户端会尝试和 192.168.1.11:7979 连接，且排队等待时间最多为 600 秒。这里，如果 Host 或者 Floating 为空，则自动设为 localhost。QueueTime 空缺则认为是 0，即如果服务器的 Token 都已经被占用就不等待，直接错误退出。这里只有 Port 必须设置，不能空缺，而且需和浮动授权服务器的配置文件里设的端口一致。注意客户端配置文件中的关键词是不区分大小写的。

使用浮动授权的前提是客户端首先发现了配置文件 client.ini，而不是本地许可文件。但和寻找本地许可的途径一样，客户端会从当前目录，环境变量目录 COPT_LICENSE_DIR 和客户端可执行文件所在目录，依次查看是否有浮动许可的配置文件 client.ini。所以，如果用户想使用浮动授权，即使用户已经在环境目录下有了本地许可，用户还可以在当前目录（不同于环境目录）下，建立配置文件 client.ini 来激活浮动授权。

如果是调用杉数求解器动态库方式，比如 Python 接口，在建模中创建 COPT 优化求解环境时，可以进入浮动授权模式。只要当前目录下没有授权文档，但有配置好的 client.ini。建模中最后释放优化求解环境时，会依据最后一个释放的环境对象来决定是否退出浮动授权模式，并通知服务器释放占用 Token。

4.2.2 使用示例

假如用户在当前目录下设置了客户端配置文件 client.ini（同时没有本地授权许可），下面以交互式命令行工具 copt_cmd 为例，演示如何使用浮动许可获得临时授权。首先在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令：

```
copt_cmd
```

若屏幕输出如下，则表示客户端成功获得临时浮动许可，可以使用 COPT 求解优化问题。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] initialize floating client: ./client.ini

[ Info] connecting to server ...
[ Info] connection established
COPT>
```

若屏幕输出如下，则表示客户端连接到浮动授权服务器，但由于 Token 数目有限，需要排队等待。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] Initialize floating client: ./client.ini

[ Info] connecting to server ...
[Error] empty license and queue size 1
[ Info] Wait for license in 2 / 39 secs
[ Info] Wait for license in 4 / 39 secs
[ Info] Wait for license in 6 / 39 secs
```

```
[ Info] Wait for license in 8 / 39 secs
[ Info] Wait for license in 10 / 39 secs
[ Info] Wait for license in 20 / 39 secs
[ Info] Wait for license in 30 / 39 secs
```

若屏幕输出如下, 则表示客户端连接到浮动授权服务器, 客户拒绝排队等待。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] Initialize floating client: ./client.ini

[ Info] connecting to server ...
[Error] Server error: "no more token available", code = 2
[Error] Fail to open: ./license.dat

[Error] Fail to initialize cmdline
```

若屏幕输出如下, 则表示客户端无法连接浮动授权服务器, 超时后退出。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] initialize floating client: ./client.ini

[ Info] connecting to server ...
[ Info] wait for license in 2 / 10 secs
[ Info] wait for license in 4 / 10 secs
[ Info] wait for license in 6 / 10 secs
[ Info] wait for license in 8 / 10 secs
[ Info] wait for license in 10 / 10 secs
[Error] timeout at waiting for license
[Error] fail to open: ./license.dat

[Error] Fail to initialize cmdline
```

4.3 浮动授权服务器管理工具

COPT 浮动授权服务器同时提供了一个对服务器端进行管理的工具 `copt_flstool`, 用来查看服务器的配置信息, 并且具有在线修改的功能。

4.3.1 工具说明

在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令:


```
> copt_flstool
```

屏幕输出如下:

```
> copt_flstool
COPT Floating Token Server Managing Tool

copt_flstool [-s server ip] [-p port] [-x passwd] command <param>

commands are:  addblackrule <127.0.0.1/20[-user@machine]>
                addwhiterule <127.0.*.*[+user@machine]>
                getfilters
                getinfo
                resetfilters
                setpasswd <xxx>
                toggleblackrule <n-th>
                togglewhiterule <n-th>
                writefilters
```

上面是这个工具的使用格式说明。用户通过 **-s** 和 **-p** 来设置目标服务器的 IP 地址和端口。如果不写，则默认是本地服务器和端口 7979。如果服务器设置了非空密码，那么需要通过 **-x** 来设置密码后才能成功连接。

这个工具提供的命令包括:

- **AddBlackRule**: 添加一个规则到黑名单里。规则的格式是以 IP 地址开头，这里 IP 可以用通配符匹配，或者固定位数的方式。另外，IP 地址后面还可以包括 (+) 或者排除 (-) 给定用户名和给定机器名。
- **AddWhiteRule**: 添加一个规则到白名单里。白名单规则的格式和黑名单一样。
- **GetFilters**: 获取当前所有规则，包括黑名单，白名单以及关于工具的。每个规则前面有个序号，用来作为命令 **ToggleBlackRule** 和 **ToggleWhiteRule** 的参数。
- **GetInfo**: 获取服务器的基本信息，包括 Token 占用数和总数，连接的客户，以及支持的 COPT 版本号。
- **ResetFilters**: 把当前的规则重置为过滤配置文档里的规则。
- **SetPasswd**: 动态更新当前服务器的连接密码。
- **ToggleBlackRule**: 激活或者禁止一条黑名单规则，用从 **GetFilters** 获取的序列号作为参数。
- **ToggleWhiteRule**: 激活或者禁止一条白名单规则，用从 **GetFilters** 获取的序列号作为参数。
- **WriteFilters**: 把当前的规则输出到过滤配置文档。

4.3.2 使用示例

下面的命令列出了服务器为 192.168.1.11 的基本信息。

```
> copt_flstool GetInfo
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to localhost:7979
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] general info
# of available tokens is 3 / 3, queue size is 0
# of active clients is 0
```

如果要在别的机器上使用工具来获取本服务器的信息，需在服务器的过滤配置文件 `flsfilters.ini` 中，将允许机器的 IP 地址加入到 `TooList` 部分。下面我们以在允许的机器上获取服务器 192.128.1.11 的信息为例：

```
> copt_flstool -s 192.168.1.11 GetInfo
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] general info
# of available tokens is 3 / 3, queue size is 0
# of active clients is 0
```

下面的命令列出了服务器为 192.168.1.11 的所有过滤规则，包括黑名单，白名单以及关于工具的规则。

```
> copt_flstool -s 192.168.1.11 GetFilters
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] filters info
[BlackList]

[WhiteList]

[ToolList]
[1] 127.0.0.1
```

下面的命令演示了把 IP 地址为 192.168.3.133 用户加入到黑名单中。

```
> copt_flstool -s 192.168.1.11 AddBlackRule 192.168.3.133
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] server added new black rule (succeeded)
```

此时 `GetFilters` 可得到本服务器的过滤规则，可以看到已经发生了改变。

```
> copt_flstool -s 192.168.1.11 GetFilters
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
```

```
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] filters info
[BlackList]
  [1] 192.168.3.133
```

```
[WhiteList]
```

```
[ToolList]
  [1] 127.0.0.1
```

下面的命令演示了切换黑名单规则，把 192.168.3.133 从黑名单中去掉。

```
> copt_flstool -s 192.168.1.11 ToggleBlackRule 1
```

```
[ Info] COPT Floating Token Server Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to floating token server
[ Info] [floating] server toggle black rule [1] (succeeded)
```

4.4 服务方式启动

以系统服务的方式启动浮动授权服务器，配置文件以 `copt_flserver.service` 为例，可通过查看 `floating` 文件夹下的 `readme.txt` 来进行配置和操作。`readme.txt` 中显示如下，分别列出了 Linux 和 MacOS 系统下的操作方式：

```
[Linux] To run copt_flserver as a service with systemd
```

```
Add a systemd file
```

```
  copy copt_flserver.service to /lib/systemd/system/
  sudo systemctl daemon-reload
```

```
Enable new service
```

```
  sudo systemctl start copt_flserver.service
  or
  sudo systemctl enable copt_flserver.service
```

```
Restart service
```

```
  sudo systemctl restart copt_flserver.service
```

```
Stop service
```

```
  sudo systemctl stop copt_flserver.service
  or
  sudo systemctl disable copt_flserver.service
```

```
Verify service is running
```

```
  sudo systemctl status copt_flserver.service
```

(下页继续)

(续上页)

```
[MacOS] To run copt_flserver as a service with launchctl

Add a plist file
    copy copt_flserver.plist to /Library/LaunchAgents as current user
    or
    copy copt_flserver.plist to /Library/LaunchDaemons with the key 'UserName'

Enable new service
    sudo launchctl load -w /Library/LaunchAgents/copt_flserver.plist
    or
    sudo launchctl load -w /Library/LaunchDaemons/copt_flserver.plist

Stop service
    sudo launchctl unload -w /Library/LaunchAgents/copt_flserver.plist
    or
    sudo launchctl unload -w /Library/LaunchDaemons/copt_flserver.plist

Verify service is running
    sudo launchctl list shanshu.copt.flserver
```

4.4.1 Linux 系统

下面以 Linux 系统为例，演示通过系统服务方式启动浮动授权服务器。打开终端，输入以下命令进入服务所在路径（以 COPT 远程服务安装在 `home` 目录下的 `eleven` 路径为例）。

```
cd /home/eleven/copt_remote50/floating
```

通过任意文本文件打开系统服务的配置文件 `copt_flserver.service`，内容如下所示：

```
[Unit]
Description=COPT Floating Token Server

[Service]
WorkingDirectory=/path/to/service
ExecStart=/path/to/service/copt_flserver
Restart=always
RestartSec=1

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

将路径修改为 `copt_flserver` 所在的实际路径，修改之后 `copt_flserver.service` 内容显示如下：

```
[Unit]
Description=COPT Floating Token Server

[Service]
WorkingDirectory=/home/eleven/copt_remote50/floating
```

```
ExecStart=/home/eleven/copt_remote50/floating/copt_flserver
Restart=always
RestartSec=1
```

```
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

将 `copt_flserver.service` 文件复制到 `/lib/systemd/system/` 路径下, 命令如下:

```
sudo cp copt_flserver.service /lib/systemd/system/
```

初次启动系统服务, 需要更新系统配置 (之后再启动时无需更新), 命令如下:

```
sudo systemctl daemon-reload
```

启动系统服务, 命令如下:

```
sudo systemctl start copt_flserver.service
```

输入如下命令来验证下系统服务是否在运行:

```
sudo systemctl status copt_flserver.service
```

输入之后显示如下, 表示浮动授权服务器的系统服务已启动:

```
copt_flserver.service - COPT Floating Token Server
Loaded: loaded (/lib/systemd/system/copt_flserver.service; enabled; vendor preset:
➔enabled)
Active: active (running) since Tue 2021-06-29 11:46:10 CST; 3s ago
Main PID: 3054 (copt_flserver)
Tasks: 6 (limit: 4915)
CGroup: /system.slice/copt_flserver.service
        3054 /home/eleven/copt_remote50/floating/copt_flserver
```

```
eleven-ubuntu systemd[1]: Started COPT Floating Token Server.
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: LWS: 4.1.4-b2011a00, loglevel 1039
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: NET CLI SRV H1 H2 WS IPv6-absent
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: server started at port 7979
```

若要停止浮动授权服务器系统服务, 则输入以下命令:

```
sudo systemctl stop copt_flserver.service
```

4.4.2 MacOS 系统

下面以 MacOS 系统为例, 演示通过系统服务方式启动浮动授权服务器。打开终端, 输入以下命令进入服务所在路径 (以 COPT 远程服务安装在 `/Applications` 路径为例)。

```
cd /Applications/copt_remote50/floating
```

通过任意文本文件打开系统服务的配置文件 `copt_flserver.plist`，内容如下所示：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
  <dict>
    <key>Label</key>
    <string>shanshu.copt.flserver</string>
    <key>Program</key>
    <string>/path/to/service/copt_flserver</string>
    <key>RunAtLoad</key>
    <true/>
    <key>KeepAlive</key>
    <true/>
  </dict>
</plist>
```

将路径修改为 `copt_flserver` 所在的实际路径，修改之后 `copt_flserver.plist` 内容显示如下：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
  <dict>
    <key>Label</key>
    <string>shanshu.copt.flserver</string>
    <key>Program</key>
    <string>/Applications/copt_remote50/floating/copt_flserver</string>
    <key>RunAtLoad</key>
    <true/>
    <key>KeepAlive</key>
    <true/>
  </dict>
</plist>
```

将 `copt_flserver.plist` 文件复制到 `/Library/LaunchAgents` 路径下，命令如下：

```
sudo cp copt_flserver.plist /Library/LaunchAgents
```

启动系统服务，命令如下：

```
sudo launchctl load -w /Library/LaunchAgents/copt_flserver.plist
```

输入如下命令来验证下系统服务是否在运行：

```
sudo launchctl list shanshu.copt.flserver
```

输入之后显示如下，表示浮动授权服务器的系统服务已启动：

```
{
  "LimitLoadToSessionType" = "System";
  "Label" = "shanshu.copt.flserver";
  "OnDemand" = false;
```

```
"LastExitStatus" = 0;
"PID" = 16406;
"Program" = "/Applications/copt_remote50/floating/copt_flserver";
};
```

若要停止浮动授权服务器系统服务，则输入以下命令：

```
sudo launchctl unload -w /Library/LaunchAgents/copt_flserver.plist
```

若是需要指定此设备下的某一用户才有权限启动浮动授权服务器的系统服务，则需要将 `UserName` 添加到 `copt_flserver.plist` 中，以 `UserName` 为 `eleven` 为例，添加之后 `copt_flserver.plist` 内容显示如下：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
  <dict>
    <key>Label</key>
    <string>shanshu.copt.flserver</string>
    <key>Program</key>
    <string>/Applications/copt_remote50/floating/copt_flserver</string>
    <key>UserName</key>
    <string>eleven</string>
    <key>RunAtLoad</key>
    <true/>
    <key>KeepAlive</key>
    <true/>
  </dict>
</plist>
```

将添加 `UserName` 后的 `copt_flserver.plist` 文件复制到 `/Library/LaunchDaemons` 路径下，命令如下：

```
sudo cp copt_flserver.plist /Library/LaunchDaemons
```

启动系统服务，命令如下：

```
sudo launchctl load -w /Library/LaunchDaemons/copt_flserver.plist
```

若要停止浮动授权服务器系统服务，则输入以下命令：

```
sudo launchctl unload -w /Library/LaunchDaemons/copt_flserver.plist
```


第五章 COPT 计算集群服务

COPT 计算集群服务器，COPT Compute Cluster，是一个由杉数求解器提供的，允许用户通过局域网在服务器端执行优化计算的服务。该服务支持在 Windows、Linux 和 MacOS 三大系统下运行。

如果 COPT 计算集群服务器成功启动，可以对装有适配版本的杉数求解器客户端提供优化计算服务，不需要客户端具有任何授权文档。也就是说，COPT 计算集群客户端可以在本地建模，然后远程求解，最后交互式地从服务器端获得求解结果。

显然，服务器端同时允许的优化任务数目受限于服务器自己的算力。同时，多台服务器允许组成树状网络拓扑结构的 COPT 计算集群，从而实现在服务器端横向拓展集群算力。

5.1 服务器端安装说明

COPT 计算集群服务器对应的可执行文件是 `copt_cluster`。其启动时需要验证具有集群类型的许可文件，读取服务器运行所需的配置文件 `cls.ini`，以及在杉数授权服务器进行远程验证，例如需要验证服务器 IP 符合注册信息中要求的 IP 范围。集群版的许可文件需要通过 `copt_licgen` 工具和注册后得到的许可凭证，由杉数授权服务器远程自动生成。详情描述如下或者参考前文[如何申请与配置许可文件](#)。

5.1.1 安装步骤

杉数提供的 COPT 远程服务安装包，包含了 COPT 计算集群服务器端的程序。用户需先通过客服申请注册并获取 COPT 远程服务安装包后，可直接将安装包解压缩并放置于自定义路径下。过程属于绿色安装，无需配置环境变量，具体安装步骤演示如下：

对于 Windows 用户

请使用 ZIP 解压软件将软件解压至任意目录，推荐软件解压缩到 `C:\Program Files` 目录下。

对于 Linux 用户

鼠标操作解压缩 COPT 远程服务安装包，或在终端上输入下述命令解压缩：

```
tar -xzf CardinalOptimizer-Remote-5.0.1-lnx64.tar.gz
```

解压缩后在当前目录下得到 `copt_remote50` 文件夹，用户可以将它移动到其它自定义路径下。对于 Admin 用户我们推荐移动到 `/opt` 目录下，对于非 Admin 用户可以放在 `$HOME` 目录下。即在终端下输入下述命令（以 Admin 用户为例）

```
sudo mv copt_remote50 /opt
```

注意, 执行该命令需要 `root` 权限。

对于 MacOS 用户

鼠标操作解压缩 COPT 远程服务安装包, 或在终端上输入下述命令解压缩:

```
tar -xzf CardinalOptimizer-Remote-5.0.1-osx64.tar.gz
```

解压缩后在当前目录下得到 `copt_remote50` 文件夹, 用户可以将它移动到其它自定义路径下。对于 `root` 用户我们推荐移动到 `/Applications` 目录下, 对于非 `root` 用户可以放在 `$HOME` 目录下。即在终端下输入下述命令 (以 `root` 用户为例)

```
mv copt_remote50 /Applications
```

如果在安装或使用杉数求解器时出现如下错误:

```
"libcopt.dylib" cannot be opened because the developer cannot be verified.  
macOS cannot verify that this app is free from malware.
```

或者出现类似的动态库签名问题。则使用管理员权限, 在终端上执行如下命令, 以绕过 MacOS 系统关于动态库的加载检查。

```
xattr -d com.apple.quarantine CardinalOptimizer-Remote-5.0.1-osx64.tar.gz
```

或者:

```
xattr -dr com.apple.quarantine /Applications/copt_remote50
```

5.1.2 许可文件

在成功安装 COPT 远程服务包后, 还需配置集群许可文件。我们推荐把获得的许可文件 `license.dat` 和 `license.key` 放置在 COPT 远程服务安装路径下的 `cluster` 目录。

对于 Windows 用户

需要打开命令行工具, 也就是 `cmd`。假如 COPT 远程服务已安装在 `"C:\Program Files"`, 在命令行工具窗口输入如下命令后, 进入 COPT 远程服务安装路径下的 `cluster` 目录:

```
cd "C:\Program Files\copt_remote50\cluster"
```

假如用户的许可凭证信息为 `7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc`, 因为生成许可文件的 `copt_licgen` 在 COPT 远程服务安装路径下的 `tools` 文件夹内, 则可以在命令行工具窗口输入下述命令获取杉数 COPT 的许可文件 `license.dat` 和 `license.key`。

```
..\tools\copt_licgen -key 7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc
```

对于 Linux 和 MacOS 用户

假如 COPT 远程服务安装在 `"/Applications"` 目录下, 在终端输入以下命令进入集群服务端目录 (以 MacOS 系统为例):

```
cd /Applications/copt_remote50/cluster
```

假如用户的许可凭证信息为 `7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc`, 则可以在终端输入下述命令获取杉数 COPT 的许可文件 `license.dat` 和 `license.key`。

```
../tools/copt_licgen -key 7483dff0863ffdae9fff697d3573e8bc
```

特别地, 如果用户不是在 COPT 远程服务安装路径下的 `cluster` 目录下配置的许可文件, 建议将 `license.dat` 和 `license.key` 两个许可文件移至此路径下。可手动将这两个文件放到 `cluster` 目录下, 也可以输入下述命令移动这两个许可文件 (以 MacOS 系统为例)。

```
mv license.* /Application/copt_remote50/cluster
```

5.1.3 配置文件

COPT 计算集群服务器的配置文件 `cls.ini`, 如下表所示。

```
[Main]
Port = 7878
# Number of total tokens, what copt jobs can run simultaneously up to.
NumToken = 3
# Password is case-sensitive and default is empty;
# It applies to both copt clients and cluster nodes.
PassWd =
# Data folder of cluster relative to its binary folder,
# where multiple versions of copt libraries and related licenses reside.
DataFolder = ./data

[SSL]
# Needed if connecting using SSL/TLS
CaFile =
CertFile =
CertkeyFile =

[Licensing]
# If empty or default license name, it is from binary folder;
# To get license files from cwd, add prefix "./";
# Full path is supported as well.
LicenseFile = license.dat
PubkeyFile = license.key

[Cluster]
# Host name and port of parent node in cluster.
# Default is empty, meaning not connecting to other node.
Parent =
PPort = 7878

[Filter]
# default policy 0 indicates accepting all connections, except for ones in blacklist
# otherwise, denying all connections except for ones in whitelist
DefaultPolicy = 0
UseBlackList = true
```

(下页继续)

(续上页)

```
UseWhiteList = true
FilterListFile = clsfilters.ini
```

这里, 配置文件可以设置集群服务器连接端口, 客户端需要连接这个端口才能通讯和获得服务。用户可以通过 `NumToken = 3` 来设置 COPT 计算集群服务器同时允许的优化任务数目, 这个数目可以按本服务器的算力来估算。连接密码可以通过 `PassWd` 来改变, 默认是空, 即表示客户连接不需要设定密码。更安全的连接方式是下面 **SSL** 部分, 用户可以通过 **RSA** 证书来加密通讯内容。

COPT 计算集群服务器可以预先安装多个版本的 COPT 求解器, 只有 COPT 版本匹配的客户才会被批准。服务器端安装的 COPT 求解器所在路径则由 `DataFolder` 设定。COPT 计算集群服务预装了和服务程序版本匹配的 COPT 求解器, 用户可以参照着来设置需要的不同版本。

比如, 如果集群服务器端预安装版本号为 `v5.0.1` 的 COPT 求解器, 还想安装版本为 `v4.0.7` 的 COPT 求解器, 只需要将 COPT `v4.0.7` 的 C 算法库, 放到 `DataFolder` 的子目录 `./data/copt/4.0.7/` 即可。并且这个安装过程不需要重启服务器。具体地说, 以 Linux 平台为例, 就是从 COPT `v4.0.7` 的安装目录 `$COPT_HOME/lib/` 复制 `libcopt.so` 到集群服务器程序的子目录 `./data/copt/4.0.7/`。

值得注意的是, 如果集群服务器的版本是 `v5.0.1`, 但用户想安装更新的 COPT 求解器, 比如 COPT `v5.1.0` 求解器, 也是允许的。这时候, 除了需要把 COPT `v5.1.0` 的 C 算法库放入 `./data/copt/5.1.0/`, 还需要对应的单机版授权文档才能加载 COPT `v5.1.0` 求解器, 所以再复制一份 `v5.1.0` 的单机授权文档到子目录 `./data/copt/5.1.0/`。当然如果杉数求解器有重大改动, 上述简单安装的方式可能不可行, 那么用户需要升级集群服务器到最新版本才可以。

以下示例是 Linux 系统里的集群服务器的安装目录结构, 假设支持三个版本的 COPT 求解器, 默认的 `v5.0.1`, 旧版本 `v4.0.7`, 和新版本 `v5.1.0`。

```
~/copt_remote50/cluster
| cls.ini
| copt_cluster
| license.dat -> cluster license v5.0.1
| license.key
|
|_ data
    |_ copt
        |_ 4.0.7
            libcopt.so
        |_ 5.0.1
            libcopt.so
        |_ 5.1.0
            libcopt.so
            license.dat -> license v5.1.0
            license.key
```

在下面 **Licensing** 部分, 配置文件需要设定授权文档的读取路径。就如上面注释描述的, 空缺或者默认的授权文档名表示 COPT 计算集群服务器从可执行文件所在目录下读取授权文档。

如果用户在当前目录下启动集群服务器, 并且许可文件也在当前目录下, 通过修改 `Licensing = ./license.dat` 和 `PubkeyFile = ./license.key`, 可以让 COPT 计算集群服务器从当前目录读取授

权文档。

我们知道杉数求解器还允许客户通过环境变量 `COPT_LICENSE_DIR` 设置授权文档所在的路径。详情可参考[如何安装杉数求解器](#)。在这种情况下，需要修改配置文件为完整的环境变量路径，COPT 计算集群服务器才能读取环境变量下的授权文档。

在 **Cluster** 部分，用户可以设定连接的父节点（IP 和端口），本服务器可以通过这个设置来加入到父节点所在的集群中去。

最后是 **Filter** 部分，**DefaultPolicy** 默认设为 0，表示除了在黑名单里的用户，其他均允许连接到本授权服务器；反之，除了在白名单中的用户，其他设备均无法连接到本授权服务器。**UseBlackList** 为 **True** 表示使用黑名单列表，**UseWhiteList** 为 **True** 表示使用白名单列表。**FilterListFile** 表示集群服务器过滤配置文件名为 `clsfilters.ini`。其格式举例如下：

```
[BlackList]
# 127.0.*.* + user@machine*

[WhiteList]
# 127.0.1.2/16 - user@machine*

[ToolList]
# only tool client at server side can access by default
127.0.0.1/32
```

BlackList 和 **WhiteList** 表示可添加规则到黑名单以及白名单里。规则的格式是以 IP 地址开头，这里 IP 可以用通配符匹配，或者固定位数的方式。另外，IP 地址后面还可以包括 (+) 或者排除 (-) 给定用户名和给定机器名。其中用户名 **user** 是指 **username**，MacOS/Linux 系统用户可以在终端通过命令 `whoami` 来查询；机器名 **machine** 是指 **hostname**，MacOS/Linux 系统用户可以在终端通过命令 `hostname` 来查询。**ToolList** 是对工具使用者的访问限制，添加相关 IP 地址表示允许此远程机器访问。需注意的是，配置文件 `clsfilters.ini` 更改之后，可使用 **ResetFilters** 命令把当前的规则重置为过滤配置文档里的规则。也可使用 **WriteFilters** 命令把当前的规则输出到过滤配置文档。

5.1.4 使用示例

如果正确的集群版授权文档安装在集群服务器可执行文件所在的目录下，要启动 COPT 计算集群服务器，只需在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令：

```
copt_cluster
```

若屏幕输出如下，则表示成功启动集群服务器，启动后会监视和管理客户端的申请。如果用户输入字符 **Q**，则集群服务器会关闭退出。

```
> copt_cluster
[ Info] start COPT Compute Cluster, v5.0.1 20220620
[ Info] [NODE] node has been initialized
[ Info] server started at port 7878
```

如果本地集群版授权文档验证不通过，或者远程杉数授权服务器连接错误，则可能出现如下输出。

```
> copt_cluster
```

```
[ Info] start COPT Compute Cluster, v5.0.1 20220620
[Error] Invalid signature in public key file
[Error] Fail to verify local license
```

和

```
> copt_cluster
[ Info] start COPT Compute Cluster, v5.0.1 20220620
[Error] Error to connect license server
[Error] Fail to verify cluster license by server
```

5.2 客户端使用说明

COPT 计算集群客户端可以是 COPT 命令行交互工具, 或者通过接口调用杉数求解器动态库的方式, 比如 COPT Python 接口。如果客户没有任何单机许可, 那么集群许可是一种更灵活的替代方式。所有使用 COPT 的客户端都可以通过集群服务器来合法使用杉数求解器。

5.2.1 安装和配置

首先用户需要确保已在客户端正确安装杉数求解器, 详情可参考[如何安装杉数求解器](#)。成功安装 COPT 客户端后, 用户不需要配置本地的许可文件, 但需要配置 COPT 计算集群客户端的配置文件 `client.ini`, 如下表所示。

```
Cluster = 192.168.1.11
Port = 7878
QueueTime = 600
Passwd =
```

上述配置文件表示客户端会尝试和 `192.168.1.11:7878` 连接, 且排队等待时间最多为 600 秒。这里, 如果 `Cluster` 内容空缺, 默认设为 `localhost`。`QueueTime` 或者 `WaitTime` 空缺则认为是 0, 即如果集群服务器的 Token 数目已经被占满就不等待, 直接错误退出。`Port` 如果空缺, 则设为默认的 7878, 但要确保和集群服务器的配置文件里设的端口一致。注意客户端配置文件中的关键词是并不区分大小写。

使用 COPT 计算集群服务的前提是客户端首先发现的是配置文本文件 `client.ini`, 而不是本地许可文件。但和寻找本地许可文件的途径一样, 客户端会从当前目录, 环境变量目录 `COPT_LICENSE_DIR` 和客户端可执行文件所在目录, 依次查看是否有连接服务器的配置文件 `client.ini`。所以, 如果用户想使用 COPT 计算集群服务, 需要确保 COPT 客户端优先找到的是配置文件, 而不是本地授权许可 (如果有的话)。比如, 用户已经在环境目录下有了本地许可, 那么用户还可以在当前目录 (不同于环境目录) 下, 建立配置文件 `client.ini` 来优先使用集群服务的方式。

如果是调用杉数求解器动态库方式, 比如 COPT Python 接口, 在建模中创建 COPT 优化求解环境时, 会按照配置文件 `client.ini` 的设置, 从集群服务器获取求解服务。这里, 每个 COPT 求解环境对象需要建立和集群服务器的连接并占用一个 Token, 建模结束后释放 COPT 求解环境对象时, 会通知服务器释放占用的 Token。

5.2.2 使用示例

假如用户在当前目录下创建了客户端配置文件 `client.ini`（同时没有本地许可文件），下面以交互式命令行工具 `copt_cmd` 为例，演示如何建立与集群服务器的连接。首先，在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令：

```
copt_cmd
```

若屏幕输出如下，则表示客户端成功连接到集群服务器，可以在本地建模，然后远程求解。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] initialize cluster client with ./client.ini

[ Info] wait for server in 0 / 39 secs
[ Info] connecting to cluster server 192.168.1.11:7878
COPT>
```

若屏幕输出如下，则表示客户端连接到集群服务器，但由于 Token 数目有限，需要排队等待。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] initialize cluster client with ./client.ini

[ Info] wait for server in 0 / 39 secs
[ Info] connecting to cluster server 192.168.1.11:7878

[ Warn] wait in queue of size 5
[ Info] wait for license in 2 / 39 secs
[ Info] wait for license in 4 / 39 secs
[ Info] wait for license in 6 / 39 secs
[ Info] wait for license in 8 / 39 secs
[ Info] wait for license in 10 / 39 secs
[ Info] wait for license in 20 / 39 secs
[ Info] wait for license in 30 / 39 secs
[Error] timeout at waiting for server approval
[Error] Fail to initialize copt command-line tool
```

若屏幕输出如下，则表示客户端连接到集群服务器，但用户拒绝排队等待。然后客户端立即返回错误后退出。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved
```

```
[ Info] initialize cluster client with ./client.ini

[ Info] wait for server in 0 / 9 secs
[ Info] connecting to cluster server 192.168.1.11:7878
[ Warn] server error: "no more token available", code = 129
[Error] Fail to initialize copt command-line tool
```

若屏幕输出如下, 则表示客户端无法连接集群服务器, 超时后退出。

```
> copt_cmd
Cardinal Optimizer v5.0.1. Build date Jun 20 2022
Copyright Cardinal Operations 2022. All Rights Reserved

[ Info] initialize cluster client with ./client.ini

[ Info] wait for server in 0 / 39 secs
[ Info] connecting to cluster server 192.168.1.11:7878
[ Info] wait for license in 2 / 39 secs
[ Info] wait for license in 4 / 39 secs
[ Info] wait for license in 6 / 39 secs
[ Info] wait for license in 8 / 39 secs
[ Info] wait for license in 10 / 39 secs
[ Info] wait for license in 20 / 39 secs
[ Info] wait for license in 30 / 39 secs
[Error] timeout at waiting for server approval
[Error] Fail to initialize copt command-line tool
```

5.3 集群服务器管理工具

COPT 计算集群服务器同时提供了一个对服务器端进行管理的工具 `copt_clstool`, 用来查看集群服务器的配置信息, 并且具有在线修改的功能。

5.3.1 工具说明

在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中输入下述命令:

```
> copt_clstool
```

屏幕输出如下:

```
> copt_clstool
COPT Cluster Managing Tool

copt_clstool [-s server ip] [-p port] [-x passwd] command <param>
```

(下页继续)

(续上页)

```
commands are:  addblackrule <127.0.0.1/20[-user@machine]>
               addwhiterule <127.0.*.*[+user@machine]>
               getfilters
               getinfo
               getnodes
               reload
               resetfilters
               setparent <xxx:7878>
               setpasswd <xxx>
               settoken <num>
               toggleblackrule <n-th>
               togglewhiterule <n-th>
               writefilters
```

上面是这个工具的使用格式说明。用户通过 `-s` 和 `-p` 来设置目标服务器的 IP 地址和端口。如果不写, 则默认是本地服务器和端口 7878。如果服务器设置了非空密码, 那么需要通过 `-x` 来设置密码后才能成功连接。

这个工具提供的命令包括:

- **AddBlackRule:** 添加一个规则到黑名单里。规则的格式是以 IP 地址开头, 这里 IP 可以用通配符匹配, 或者固定位数的方式。另外, IP 地址后面还可以包括 (+) 或者排除 (-) 给定用户名和给定机器名。
- **AddWhiteRule:** 添加一个规则到白名单里。白名单规则的格式和黑名单一样。
- **GetFilters:** 获取当前所有规则, 包括黑名单, 白名单以及关于工具的。每个规则前面有个序号, 用来作为命令 **ToggleBlackRule** 和 **ToggleWhiteRule** 的参数。
- **GetInfo:** 获取服务器的基本信息, 包括 Token 占用数和总数, 连接的客户, 以及支持的 COPT 版本号。
- **GetNodes:** 获取服务器作为集群节点的连接信息, 包括父节点和子节点。
- **Reload:** 动态更新当前服务器的所有子节点的占用情况。在发生占用数据不一致的情形时, 手动更新保持一致。
- **ResetFilters:** 把当前的规则重置为过滤配置文档里的规则。
- **SetParent:** 动态更新当前服务器的父节点并连接。调整网络结构时避免等待客户端任务的结束。
- **SetPasswd:** 动态更新当前服务器的连接密码。
- **SetToken:** 动态更新当前服务器的 Token 数。
- **ToggleBlackRule:** 激活或者禁止一条黑名单规则, 用从 **GetFilters** 获取的序列号作为参数。
- **ToggleWhiteRule:** 激活或者禁止一条白名单规则, 用从 **GetFilters** 获取的序列号作为参数。
- **WriteFilters:** 把当前的规则输出到过滤配置文档。

5.3.2 使用示例

下面的命令列出了服务器为 192.168.1.11 的基本信息。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 GetInfo

[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7878
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] general info
# of available tokens is 3 / 3, queue size is 0
# of active clients is 0
# of installed COPT versions is 1
COPT v5.0.1
```

下面的命令列出了服务器为 192.168.1.11 的集群连接信息。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 GetNodes

[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7878
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] node info
[Parent] (null):7878 (Lost)
[Child] Node_192.168.1.12:7878_N0001, v2.0=3
Total num of child nodes is 1
```

下面的命令把服务器为 192.168.1.11 的 Token 数目从原来的 3，在线修改为目前的 0。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 SetToken 0

[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7878
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] total token was 3 and now set to 0
```

下面的命令列出了服务器为 192.168.1.11 的所有过滤规则，包括黑名单，白名单以及关于工具的规则。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 GetFilters

[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] filters info
[BlackList]

[WhiteList]

[ToolList]
```

```
[1] 127.0.0.1
```

下面的命令演示了把 IP 地址为 192.168.3.133 用户加入到黑名单中。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 AddBlackRule 192.168.3.133
```

```
[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] server added new black rule (succeeded)
```

此时 GetFilters 可得到本服务器的过滤规则，可以看到已经发生了改变。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 GetFilters
```

```
[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] filters info
[BlackList]
[1] 192.168.3.133
```

```
[WhiteList]
```

```
[ToolList]
[1] 127.0.0.1
```

下面的命令演示了切换黑名单规则，把 192.168.3.133 从黑名单中去掉。

```
> copt_clstool -s 192.168.1.11 ToggleBlackRule 1
```

```
[ Info] COPT Cluster Managing Tool, COPT v5.0.1 20220620
[ Info] connecting to 192.168.1.11:7979
[ Info] [command] wait for connecting to cluster
[ Info] [cluster] server toggle black rule [1] (succeeded)
```

5.4 服务方式启动

以系统服务的方式启动集群服务器，配置文件以 `copt_cluster.service` 为例，可通过查看 `cluster` 文件夹下的 `readme.txt` 来进行配置和操作。`readme.txt` 中显示如下，分别列出了 Linux 和 MacOS 系统下的操作方式：

```
[Linux] To run copt_cluster as a service with systemd

Add a systemd file
    copy copt_cluster.service to /lib/systemd/system/
    sudo systemctl daemon-reload
```

(下页继续)

(续上页)

```

Enable new service
    sudo systemctl start copt_cluster.service
    or
    sudo systemctl enable copt_cluster.service

Restart service
    sudo systemctl restart copt_cluster.service

Stop service
    sudo systemctl stop copt_cluster.service
    or
    sudo systemctl disable copt_cluster.service

Verify service is running
    sudo systemctl status copt_cluster.service

[MacOS] To run copt_cluster as a service with launchctrl

Add a plist file
    copy copt_cluster.plist to /Library/LaunchAgents as current user
    or
    copy copt_cluster.plist to /Library/LaunchDaemons with the key 'UserName'

Enable new service
    sudo launchctl load -w /Library/LaunchAgents/copt_cluster.plist
    or
    sudo launchctl load -w /Library/LaunchDaemons/copt_cluster.plist

Stop service
    sudo launchctl unload -w /Library/LaunchAgents/copt_cluster.plist
    or
    sudo launchctl unload -w /Library/LaunchDaemons/copt_cluster.plist

Verify service is running
    sudo launchctl list shanshu.copt.cluster

```

5.4.1 Linux 系统

下面以 Linux 系统为例，演示通过系统服务方式启动集群服务器。打开终端，输入以下命令进入集群服务所在路径（以 COPT 远程服务安装在 home 目录下的 eleven 路径为例）。

```
cd /home/eleven/copt_remote50/cluster
```

通过任意文本文件打开系统服务的配置文件 `copt_cluster.service`，内容如下所示：

```
[Unit]
Description=COPT Cluster Server
```

(下页继续)

(续上页)

```
[Service]
WorkingDirectory=/path/to/service
ExecStart=/path/to/service/copt_cluster
Restart=always
RestartSec=1

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

将路径修改为 `copt_cluster` 所在的实际路径，修改之后 `copt_cluster.service` 内容显示如下：

```
[Unit]
Description=COPT Cluster Server

[Service]
WorkingDirectory=/home/eleven/copt_remote50/cluster
ExecStart=/home/eleven/copt_remote50/cluster/copt_cluster
Restart=always
RestartSec=1

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

将 `copt_cluster.service` 文件复制到 `/lib/systemd/system/` 路径下，命令如下：

```
sudo cp copt_cluster.service /lib/systemd/system/
```

初次启动系统服务，需要更新系统配置（之后再启动时无需更新），命令如下：

```
sudo systemctl daemon-reload
```

启动系统服务，命令如下：

```
sudo systemctl start copt_cluster.service
```

输入如下命令来验证下系统服务是否在运行：

```
sudo systemctl status copt_cluster.service
```

输入之后显示如下，表示集群服务器系统服务已启动：

```
copt_cluster.service - COPT Cluster Server
Loaded: loaded (/lib/systemd/system/copt_cluster.service; enabled; vendor preset:
➔enabled)
Active: active (running) since Sat 2021-08-28 11:46:10 CST; 3s ago
Main PID: 3054 (copt_cluster)
Tasks: 6 (limit: 4915)
```

```
CGroup: /system.slice/copt_cluster.service
        3054 /home/eleven/copt_remote50/cluster/copt_cluster
```

```
eleven-ubuntu systemd[1]: Started COPT Cluster Server.
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: LWS: 4.1.4-b2011a00, loglevel 1039
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: NET CLI SRV H1 H2 WS IPv6-absent
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: server started at port 7878
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: LWS: 4.1.4-b2011a00, loglevel 1039
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: NET CLI SRV H1 H2 WS IPv6-absent
eleven-ubuntu COPTCLS[3054]: [NODE] node has been initialized
```

若要停止集群服务器系统服务，则输入以下命令：

```
sudo systemctl stop copt_cluster.service
```

5.4.2 MacOS 系统

下面以 MacOS 系统为例，演示通过系统服务方式启动集群服务器。打开终端，输入以下命令进入集群服务所在路径（以 COPT 远程服务安装在 "/Applications" 路径为例）。

```
cd /Applications/copt_remote50/cluster
```

通过任意文本文件打开系统服务的配置文件 `copt_cluster.plist`，内容如下所示：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
  <dict>
    <key>Label</key>
    <string>shanshu.copt.cluster</string>
    <key>Program</key>
    <string>/path/to/service/copt_cluster</string>
    <key>RunAtLoad</key>
    <true/>
    <key>KeepAlive</key>
    <true/>
  </dict>
</plist>
```

将路径修改为 `copt_cluster` 所在的实际路径，修改之后 `copt_cluster.plist` 内容显示如下：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
  <dict>
    <key>Label</key>
    <string>shanshu.copt.cluster</string>
    <key>Program</key>
    <string>/Applications/copt_remote50/cluster/copt_cluster</string>
    <key>RunAtLoad</key>
```

```

        <true/>
        <key>KeepAlive</key>
        <true/>
    </dict>
</plist>

```

将 `copt_cluster.plist` 文件复制到 `/Library/LaunchAgents` 路径下，命令如下：

```
sudo cp copt_cluster.plist /Library/LaunchAgents
```

启动系统服务，命令如下：

```
sudo launchctl load -w /Library/LaunchAgents/copt_cluster.plist
```

输入如下命令来验证下系统服务是否在运行：

```
sudo launchctl list shanshu.copt.cluster
```

输入之后显示如下，表示集群服务器系统服务已启动：

```

{
    "LimitLoadToSessionType" = "System";
    "Label" = "shanshu.copt.cluster";
    "OnDemand" = false;
    "LastExitStatus" = 0;
    "PID" = 16406;
    "Program" = "/Applications/copt_remote50/cluster/copt_cluster";
};

```

若要停止集群服务器系统服务，则输入以下命令：

```
sudo launchctl unload -w /Library/LaunchAgents/copt_cluster.plist
```

若是需要指定此设备下的某一用户才有权限启动集群服务器系统服务，则需要将 `UserName` 添加到 `copt_cluster.plist` 中，以 `UserName` 为 `eleven` 为例，添加之后 `copt_cluster.plist` 内容显示如下：

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<plist version="1.0">
    <dict>
        <key>Label</key>
        <string>shanshu.copt.cluster</string>
        <key>Program</key>
        <string>/Applications/copt_remote50/cluster/copt_cluster</string>
        <key>UserName</key>
        <string>eleven</string>
        <key>RunAtLoad</key>
        <true/>
        <key>KeepAlive</key>
        <true/>
    </dict>
</plist>

```

```
</dict>  
</plist>
```

将添加 UserName 后的 copt_cluster.plist 文件复制到 /Library/LaunchDaemons 路径下, 命令如下:

```
sudo cp copt_cluster.plist /Library/LaunchDaemons
```

启动系统服务, 命令如下:

```
sudo launchctl load -w /Library/LaunchDaemons/copt_cluster.plist
```

若要停止集群服务器系统服务, 则输入以下命令:

```
sudo launchctl unload -w /Library/LaunchDaemons/copt_cluster.plist
```


第六章 COPT 快速入门

6.1 C 接口

本章通过一个简单的示例演示如何使用杉数求解器的 C 接口，待求解的问题数学形式如公式 6.1 所示：

最大化：

$$1.2x + 1.8y + 2.1z$$

约束：

$$1.5x + 1.2y + 1.8z \leq 2.6$$

$$0.8x + 0.6y + 0.9z \geq 1.2 \quad (6.1)$$

变量范围：

$$0.1 \leq x \leq 0.6$$

$$0.2 \leq y \leq 1.5$$

$$0.3 \leq z \leq 2.8$$

6.1.1 示例解析

使用杉数求解器的 C 接口求解与分析上述问题的代码见 代码 6.1：

代码 6.1: lp_ex1.c

```
1  /*
2   * This file is part of the Cardinal Optimizer, all rights reserved.
3   */
4
5  // The problem to solve:
6  //
7  // Maximize:
8  //   1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
9  //
10 // Subject to:
11 //   1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
12 //   0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
13 //
14 // where:
15 //   0.1 <= x <= 0.6
```

(下页继续)

(续上页)

```

16 //    0.2 <= y <= 1.5
17 //    0.3 <= z <= 2.8
18
19 #include "copt.h"
20
21 #include <stdio.h>
22 #include <stdlib.h>
23
24 int main(int argc, char *argv[]) {
25     int errcode = 0;
26
27     copt_env *env = NULL;
28     copt_prob *prob = NULL;
29
30     // Create COPT environment
31     errcode = COPT_CreateEnv(&env);
32     if (errcode) goto COPT_EXIT;
33
34     // Create COPT problem
35     errcode = COPT_CreateProb(env, &prob);
36     if (errcode) goto COPT_EXIT;
37
38     // Add variables
39     //
40     //    obj: 1.2 C0 + 1.8 C1 + 2.1 C2
41     //
42     //    var:
43     //        0.1 <= C0 <= 0.6
44     //        0.2 <= C1 <= 1.5
45     //        0.3 <= C2 <= 2.8
46     //
47     int ncol = 3;
48     double colcost[] = {1.2, 1.8, 2.1};
49     double collb[] = {0.1, 0.2, 0.3};
50     double colub[] = {0.6, 1.5, 1.8};
51
52     errcode = COPT_AddCols(prob, ncol, colcost, NULL, NULL, NULL, NULL,
53                           NULL, collb, colub, NULL);
54     if (errcode) goto COPT_EXIT;
55
56     // Add constraints
57     //
58     //    r0: 1.5 C0 + 1.2 C1 + 1.8 C2 <= 2.6
59     //    r1: 0.8 C0 + 0.6 C1 + 0.9 C2 >= 1.2
60     //
61     int nrow = 2;
62     int rowbeg[] = {0, 3};

```

(下页继续)

(续上页)

```

63  int rowcnt[] = {3, 3};
64  int rowind[] = {0, 1, 2, 0, 1, 2};
65  double rowelem[] = {1.5, 1.2, 1.8, 0.8, 0.6, 0.9};
66  char rowsen[] = {COPT_LESS_EQUAL, COPT_GREATER_EQUAL};
67  double rowrhs[] = {2.6, 1.2};
68
69  errcode = COPT_AddRows(prob, nrow, rowbeg, rowcnt, rowind, rowelem,
70                        rowsen, rowrhs, NULL, NULL);
71  if (errcode) goto COPT_EXIT;
72
73  // Set parameters and attributes
74  errcode = COPT_SetDbiParam(prob, COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT, 10);
75  if (errcode) goto COPT_EXIT;
76  errcode = COPT_SetObjSense(prob, COPT_MAXIMIZE);
77  if (errcode) goto COPT_EXIT;
78
79  // Solve problem
80  errcode = COPT_SolveLp(prob);
81  if (errcode) goto COPT_EXIT;
82
83  // Analyze solution
84  int lpstat = COPT_LPSTATUS_UNSTARTED;
85  double lpobjval;
86  double *lpsol = NULL;
87  int *colstat = NULL;
88
89  errcode = COPT_GetIntAttr(prob, COPT_INTATTR_LPSTATUS, &lpstat);
90  if (errcode) goto COPT_EXIT;
91
92  if (lpstat == COPT_LPSTATUS_OPTIMAL) {
93      lpsol = (double *) malloc(ncol * sizeof(double));
94      colstat = (int *) malloc(ncol * sizeof(int));
95
96      errcode = COPT_GetLpSolution(prob, lpsol, NULL, NULL, NULL);
97      if (errcode) goto COPT_EXIT;
98
99      errcode = COPT_GetBasis(prob, colstat, NULL);
100     if (errcode) goto COPT_EXIT;
101
102     errcode = COPT_GetDbiParam(prob, COPT_DBLATTR_LPOBJVAL, &lpobjval);
103     if (errcode) goto COPT_EXIT;
104
105     printf("\nObjective value: %.6f\n", lpobjval);
106
107     printf("Variable solution: \n");
108     for (int i = 0; i < ncol; ++i)
109         printf("  x[%d] = %.6f\n", i, lpsol[i]);

```

(下页继续)

(续上页)

```

110
111     printf("Variable basis status: \n");
112     for (int i = 0; i < ncol; ++i)
113         printf("  x[%d]: %d\n", i, colstat[i]);
114
115     free(lpsol);
116     free(colstat);
117 }
118
119 // Write problem, solution and modified parameters to files
120 errcode = COPT_WriteMps(prob, "lp_ex1.mps");
121 if (errcode) goto COPT_EXIT;
122 errcode = COPT_WriteBasis(prob, "lp_ex1.bas");
123 if (errcode) goto COPT_EXIT;
124 errcode = COPT_WriteSol(prob, "lp_ex1.sol");
125 if (errcode) goto COPT_EXIT;
126 errcode = COPT_WriteParam(prob, "lp_ex1.par");
127 if (errcode) goto COPT_EXIT;
128
129 // Error handling
130 COPT_EXIT:
131 if (errcode) {
132     char errmsg[COPT_BUFFSIZE];
133
134     COPT_GetRetcodeMsg(errcode, errmsg, COPT_BUFFSIZE);
135     printf("ERROR %d: %s\n", errcode, errmsg);
136
137     return 0;
138 }
139
140 // Delete problem and environment
141 COPT_DeleteProb(&prob);
142
143 COPT_DeleteEnv(&env);
144
145 return 0;
146 }

```

接下来我们将基于上述代码分步骤讲解求解与分析过程, 详细的 C 接口使用说明请用户查阅 [C API 参考手册](#)。

创建环境

对于任意求解任务, 杉数求解器要求首先创建求解环境, 并通过检查返回值判断环境是否创建成功。

```

// Create COPT environment
errcode = COPT_CreateEnv(&env);

```

(下页继续)

(续上页)

```
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

若返回值非 0，则跳转至错误处理步骤并反馈相应的错误代号和错误信息，然后退出程序。

创建问题

创建求解环境成功后，用户需要创建问题，问题中将包括待求解的变量、约束等信息，通过检查返回值判断问题是否创建成功。

```
// Create COPT problem
errcode = COPT_CreateProb(env, &prob);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

若返回值非 0，则跳转至错误处理步骤并反馈相应的错误代号和错误信息，然后退出程序。

添加变量

对于线性模型，在创建变量时允许同时指定变量在目标函数中的系数、变量上下界等信息。对于本章节的示例问题，通过下述代码创建待求解变量：

```
// Add variables
//
//  obj: 1.2 C0 + 1.8 C1 + 2.1 C2
//
//  var:
//    0.1 <= C0 <= 0.6
//    0.2 <= C1 <= 1.5
//    0.3 <= C2 <= 2.8
//
int ncol = 3;
double colcost[] = {1.2, 1.8, 2.1};
double collb[] = {0.1, 0.2, 0.3};
double colub[] = {0.6, 1.5, 1.8};

errcode = COPT_AddCols(prob, ncol, colcost, NULL, NULL, NULL, NULL,
                        NULL, collb, colub, NULL);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

参数 `ncol` 指定了待创建变量的数目为 3，参数 `colcost`、`collb` 和 `colub` 分别指定了待添加变量在目标函数中的系数、上下界信息。对于函数 `COPT_AddCols` 的其它参数如：变量类型、变量名称均传入 `NULL` 表示默认为连续变量且变量名称由求解器自动生成。对于约束矩阵系数相关参数，传入 `NULL` 表示留待后续其它函数调用进行添加。

类似地，若返回值非 0，则跳转至错误处理步骤并反馈相应的错误代码和错误信息，然后退出程序。

添加约束

添加变量成功后, 进一步添加作用于变量的约束条件。对于本章节的示例问题, 其代码实现如下:

```
// Add constraints
//
//   r0: 1.5 C0 + 1.2 C1 + 1.8 C2 <= 2.6
//   r1: 0.8 C0 + 0.6 C1 + 0.9 C2 >= 1.2
//
int nrow = 2;
int rowbeg[] = {0, 3};
int rowcnt[] = {3, 3};
int rowind[] = {0, 1, 2, 0, 1, 2};
double rowelem[] = {1.5, 1.2, 1.8, 0.8, 0.6, 0.9};
char rowsen[] = {COPT_LESS_EQUAL, COPT_GREATER_EQUAL};
double rowrhs[] = {2.6, 1.2};

errcode = COPT_AddRows(prob, nrow, rowbeg, rowcnt, rowind, rowelem,
                       rowsen, rowrhs, NULL, NULL);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

参数 `nrow` 指定了待创建的约束数目为 2, 参数 `rowbeg`、`rowcnt`、`rowind` 和 `rowelem` 分别表示以 CSR 格式表示的约束系数对应的稀疏矩阵。参数 `rowsen` 表示约束的方向, 参数 `rowrhs` 表示约束的右端项。对于函数 `COPT_AddRows` 中的其它参数均传入 `NULL`。

同样, 若返回值为 0, 则跳转至错误处理步骤并进行后续处理。

设置参数和属性

用户可以在求解问题前设置求解参数和问题相关属性, 如设置求解时间限制为 10 秒, 设置问题求解方向为最大化, 代码如下:

```
// Set parameters and attributes
errcode = COPT_SetDbiParam(prob, COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT, 10);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
errcode = COPT_SetObjSense(prob, COPT_MAXIMIZE);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

若设置失败, 则返回非 0 值, 并跳转至错误处理步骤进行后续处理。

求解问题

当前文所述的步骤都完成后, 调用下述函数求解问题:

```
// Solve problem
errcode = COPT_SolveLp(prob);
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

若返回值非 0, 则跳转至错误处理步骤进行后续处理。

分析结果

求解完成后, 首先获取问题求解状态, 若状态为找到了最优解, 则进一步获取目标函数值、各变量的取值及其基状态信息, 代码实现如下:

```
// Analyze solution
int lpstat = COPT_LPSTATUS_UNSTARTED;
double lpobjval;
double *lpsol = NULL;
int *colstat = NULL;

errcode = COPT_GetIntAttr(prob, COPT_INTATTR_LPSTATUS, &lpstat);
if (errcode) goto COPT_EXIT;

if (lpstat == COPT_LPSTATUS_OPTIMAL) {
    lpsol = (double *) malloc(ncol * sizeof(double));
    colstat = (int *) malloc(ncol * sizeof(int));

    errcode = COPT_GetLpSolution(prob, lpsol, NULL, NULL, NULL);
    if (errcode) goto COPT_EXIT;

    errcode = COPT_GetBasis(prob, colstat, NULL);
    if (errcode) goto COPT_EXIT;

    errcode = COPT_GetDblAttr(prob, COPT_DBLATTR_LPOBJVAL, &lpobjval);
    if (errcode) goto COPT_EXIT;

    printf("\nObjective value: %.6f\n", lpobjval);

    printf("Variable solution: \n");
    for (int i = 0; i < ncol; ++i)
        printf("  x[%d] = %.6f\n", i, lpsol[i]);

    printf("Variable basis status: \n");
    for (int i = 0; i < ncol; ++i)
        printf("  x[%d]: %d\n", i, colstat[i]);

    free(lpsol);
    free(colstat);
}
```

问题与结果文件输出

用户可以将当前求解的问题保存为标准的 MPS 模型文件, 以及输出变量结果文件、基状态信息文件和修改过的参数文件, 代码实现如下:

```
// Write problem, solution and modified parameters to files
errcode = COPT_WriteMps(prob, "lp_ex1.mps");
if (errcode) goto COPT_EXIT;
errcode = COPT_WriteBasis(prob, "lp_ex1.bas");
if (errcode) goto COPT_EXIT;
errcode = COPT_WriteSol(prob, "lp_ex1.sol");
if (errcode) goto COPT_EXIT;
errcode = COPT_WriteParam(prob, "lp_ex1.par");
if (errcode) goto COPT_EXIT;
```

错误处理

若在调用 C 接口的过程中返回值非 0，则跳转至该步骤，输出错误代号与错误信息：

```
// Error handling
COPT_EXIT:
if (errcode) {
    char errmsg[COPT_BUFFSIZE];

    COPT_GetRetcodeMsg(errcode, errmsg, COPT_BUFFSIZE);
    printf("ERROR %d: %s\n", errcode, errmsg);

    return 0;
}
```

删除环境 with 问题

求解完成后，分别删除问题与环境：

```
// Delete problem and environment
COPT_DeleteProb(&prob);

COPT_DeleteEnv(&env);
```

6.1.2 编译与运行

为了便于用户在不同的操作系统下编译与运行示例程序，我们在 Windows、Linux 和 MacOS 平台分别提供了 Visual Studio 工程和 Makefile 文件，具体说明如下。

Windows

对于 Windows 平台的用户，我们提供了 Visual Studio 工程文件，请用户确保计算机中已下载与安装 Visual Studio 2017。假定杉数求解器的安装路径为：'<instldir>'，对于下载可执行安装程序进行安装的用户，则可以直接打开路径 '<instldir>\examples\c\vsprojects' 下的 Visual Studio 工程文件

lp_ex1.vcxproj 生成解决方案即可。对于下载 ZIP 包安装的用户, 请确保已正确配置相关环境变量, 详情见[杉数求解器安装说明](#)。

Linux 和 MacOS

对于 Linux 和 Mac 平台的用户, 我们提供了 Makefile 文件, 请用户确保计算机中已分别安装 GCC 和 Clang 编译器工具链, 以及 make 工具, 并正确配置杉数求解器的必要的环境变量, 详情见[杉数求解器安装说明](#)。假定杉数求解器的安装路径为: <instldir>, 则请用户切换到路径 '<instldir>\examples\c' 下, 并在终端输入命令 `make` 即可编译成功。

6.2 C++ 接口

本章通过一个简单的示例演示如何使用杉数求解器的 C++ 接口。简单来说, 本例演示如何创建环境和建立模型, 添加变量和约束, 然后求解的过程。最后求解后如何获得最优解的步骤也包括在内。

待求解的线性问题数学公式如下所示:

最大化:

$$1.2x + 1.8y + 2.1z$$

约束:

$$1.5x + 1.2y + 1.8z \leq 2.6$$

$$0.8x + 0.6y + 0.9z \geq 1.2 \quad (6.2)$$

变量范围:

$$0.1 \leq x \leq 0.6$$

$$0.2 \leq y \leq 1.5$$

$$0.3 \leq z \leq 2.8$$

注意到上述问题其实和[C 接口](#)里通过建模和求解来演示的问题是同一个。

6.2.1 示例解析

使用杉数求解器的 C++ 接口求解与分析上述问题的代码如下。

代码 6.2: lp_ex1.cpp

```

1  /*
2   * This file is part of the Cardinal Optimizer, all rights reserved.
3   */
4  #include "coptcpp_pch.h"
5
6  using namespace std;
7
8  // The problem to solve:
9  //
10 // Maximize:

```

(下页继续)

(续上页)

```

11 // 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
12 //
13 // Subject to:
14 // 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
15 // 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
16 //
17 // where:
18 // 0.1 <= x <= 0.6
19 // 0.2 <= y <= 1.5
20 // 0.3 <= z <= 2.8
21 int main(int argc, char *argv[])
22 {
23     try
24     {
25         Envr env;
26         Model model = env.CreateModel("lp_ex1");
27
28         // Add variables
29         //
30         // obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
31         //
32         // var:
33         // 0.1 <= x <= 0.6
34         // 0.2 <= y <= 1.5
35         // 0.3 <= z <= 2.8
36         //
37         Var x = model.AddVar(0.1, 0.6, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "x");
38         Var y = model.AddVar(0.2, 1.5, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "y");
39         Var z = model.AddVar(0.3, 2.8, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "z");
40
41         model.SetObjective(1.2 * x + 1.8 * y + 2.1 * z, COPT_MAXIMIZE);
42
43         // Add new constraints using linear expression
44         //
45         // r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
46         // r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
47         //
48         model.AddConstr(1.5 * x + 1.2 * y + 1.8 * z <= 2.6, "r0");
49
50         Expr expr(x, 0.8);
51         expr.AddTerm(y, 0.6);
52         expr += 0.9 * z;
53         model.AddConstr(expr >= 1.2, "r1");
54
55         // Set parameters
56         model.SetDbParam(COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT, 10);
57

```

(下页继续)

(续上页)

```

58 // Solve problem
59 model.Solve();
60
61 // Output solution
62 if (model.GetIntAttr(COPT_INTATTR_HASLPSOL) != 0)
63 {
64     cout << "\nFound optimal solution:" << endl;
65     VarArray vars = model.GetVars();
66     for (int i = 0; i < vars.Size(); i++)
67     {
68         Var var = vars.GetVar(i);
69         cout << "    " << var.GetName() << " = " << var.Get(COPT_DBLINFO_VALUE) << endl;
70     }
71     cout << "Obj = " << model.GetDblAttr(COPT_DBLATTR_LPOBJVAL) << endl;
72 }
73 }
74 catch (CoptException e)
75 {
76     cout << "Error Code = " << e.GetCode() << endl;
77     cout << e.what() << endl;
78 }
79 catch (...)
80 {
81     cout << "Unknown exception occurs!";
82 }
83 }

```

接下来我们将基于上述代码分步骤讲解求解与分析过程。

导入 COPT 的 C++ 头文件

使用杉数求解器的 C++ 接口, 需要首先包括 COPT 的 C++ 头文件 `coptcpp_pch.h`。

```
#include "coptcpp_pch.h"
```

创建求解环境和建模

对于任意使用杉数求解器 C++ 接口的应用程序, 求解步骤的第一步是创建求解环境。从求解环境出发, 用户可以创建一个或者多个模型。注意到每个模型都对应了一个实际的求解问题以及相关数据, 比如参数设置等。

如果用户需要求解多个问题, 用户即可以在同一个模型里对多个问题逐个依次求解, 也可以在同一求解环境里创建多个模型来求解。

```

Envr env;
Model model = env.CreateModel("lp_ex1");

```

上述代码对 C++ 求解环境实例化，并创建了一个名为“lp_ex1”的模型对象。

添加变量

接下来，我们演示在模型里添加多个变量。杉数求解器提供包括 AddVar() 和 AddVars() 在内的多种途径来添加变量。注意到变量不是独立存在，总是和某个模型关联的。

```
// Add variables
//
//  obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
//
//  var:
//      0.1 <= x <= 0.6
//      0.2 <= y <= 1.5
//      0.3 <= z <= 2.8
//
Var x = model.AddVar(0.1, 0.6, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "x");
Var y = model.AddVar(0.2, 1.5, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "y");
Var z = model.AddVar(0.3, 2.8, 0.0, COPT_CONTINUOUS, "z");

model.SetObjective(1.2 * x + 1.8 * y + 2.1 * z, COPT_MAXIMIZE);
```

上述代码中 AddVar() 的第一和第二个参数分别是指变量的下界和上界；第三个参数是指目标函数中的系数（这里暂设为 0，我们会在 SetObjective() 真正设值）；第四个参数是指变量的类型。例子里所有变量的类型都是连续形的。最后一个参数是指变量名。

为了适应不同的调用需求，杉数求解器实现了 AddVar() 的不同形参的几种重载。细节请参看 [C++ API 参考手册](#)。

目标函数的创建是调用了 SetObjective()，并使用了运算符重载。因为 C++ 允许重载算术运算符，这样建立线性表达式的方式比较直观。这里第二个参数是设置优化目标为最大化。

添加约束

接下来，我们演示在模型里添加多个约束。和变量一样，约束也总是和某个模型关联的。杉数求解器提供包括 AddConstr() 和 AddConstrs() 在内的多种途径来添加约束。

```
// Add new constraints using linear expression
//
//  r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
//  r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
//
model.AddConstr(1.5 * x + 1.2 * y + 1.8 * z <= 2.6, "r0");

Expr expr(x, 0.8);
expr.AddTerm(y, 0.6);
expr += 0.9 * z;
model.AddConstr(expr >= 1.2, "r1");
```

第一个约束的创建比较直观, 因为其线性表达式是通过重载算术运算符和比较运算符的方式生成的。

第二个约束的创建则是通过先建立相关线性表达式的对象, 然后再通过 `AddTerm()` 添加变量和对应系数的方式来逐步建立最终的线性表达式。最后约束的生成同样使用了重载的比较运算符。

设置参数和属性

在求解问题之前, 还可以通过 `SetDbiParam()` 等方法设置模型的参数和属性。

```
// Set parameters
model.SetDbiParam(COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT, 10);
```

这里, 调用 `SetDbiParam()` 来设置 `COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT` 参数值, 使得求解器在最多执行 10 秒后超时退出。

求解问题

到此为止, 我们已经建好了模型。接下来, 可以求解问题。

```
// Solve problem
model.Solve();
```

这一步之后, 问题已经被求解, 并在内部保存了结果, 包括求解状态, 最优解等属性值。

输出结果

在问题被求解之后, 可以通过查询不同的属性值来实现不同的目的。

```
// Output solution
if (model.GetIntAttr(COPT_INTATTR_HASLPSOL) != 0)
{
    cout << "\nFound optimal solution:" << endl;
    VarArray vars = model.GetVars();
    for (int i = 0; i < vars.Size(); i++)
    {
        Var var = vars.GetVar(i);
        cout << "  " << var.GetName() << " = " << var.Get(COPT_DBLINFO_VALUE) << endl;
    }
    cout << "Obj = " << model.GetDbiParam(COPT_DBLATTR_LPOBJVAL) << endl;
}
```

上述代码中, 我们首先查询模型的属性值 `COPT_INTATTR_HASLPSOL` 来知道是否生成了 LP 最优解; 再查询变量的属性值 `COPT_DBLINFO_VALUE` 来获得这个变量的值; 然后查询模型的属性值 `COPT_DBLATTR_LPOBJVAL` 来获得目标函数的最优值。

关于模型、变量、约束的属性名和类型, 请参看 C API 参考手册里的章节 [属性](#)。

错误处理

杉数求解器 C++ 接口的错误处理使用 C++ 自身的异常处理机制。例子中，整个求解过程都嵌入在 try 块里，中间的任意求解错误都会被 catch 块捕获并显示。

```
catch (CoptException e)
{
    cout << "Error Code = " << e.GetCode() << endl;
    cout << e.what() << endl;
}
catch (...)
{
    cout << "Unknown exception occurs!";
}
```

6.2.2 编译与运行

本章节演示的例子，我们已经放入在杉数求解器安装包内，方便用户尝试编译并运行。具体请参看安装路径下的文件夹 `$COPT_HOME/examples/cpp`。这个文件夹包括了 Windows 平台下的 Visual Studio 项目文件，或者 Linux/Mac 平台下的 Makefile 文件。

Windows Visual Studio 项目

Windows 平台下的 Visual Studio 项目文件位于 `$COPT_HOME/examples/cpp/vsprojects`。如果平台已经安装了 Visual Studio 2017 或者更高版本，双击这个项目文件会启动 Visual Studio 来编译和运行。

具体来说，编译例子依赖于杉数求解器 C++ 动态库 `copt_cpp.dll`，以及一些相关的头文件 `copt.h`, `coptcpp.h` and `coptcpp.idl.h`。这些头文件声明了从 C++ 动态库 `copt_cpp.dll` 导出的函数、接口、参数和属性的常量。进一步，为了方便使用，杉数求解器 C++ 接口还提供了每个导出类的重包装头文件并重载了相关运算符，位于 `$COPT_HOME/include/coptcpp_inc`。

简单来说，用户只需要像例子中所示一样包括头文件 `coptcpp_pch.h` 并确保动态库 `copt_cpp.dll` 已经安装在合适的路径下，可以在运行中被加载即可。

特别需要注意的是 Windows 系统下的杉数求解器 C++ 动态库和 GCC 编译器并不兼容。也就是说，如果你用 GCC 编译这个例子，生成的可执行文件可能不能正常工作。这是因为 GCC 和 Windows SDK 不兼容。除此之外，Windows 系统下 Clang 和 Intel 编译器，和上述的 MSVC 编译器一样，都可以用来编译这个例子。

Makefile 项目

在 Linux 和 Mac 平台，我们同样提供了 Makefile 文件方便用户编译和运行 C++ 例子。假设用户已经在所在平台安装了开发工具 `gcc` 和 `make`。编译 C++ 例子最简单的方式是先在终端下进入安装路径下的 C++ 例子文件夹 `$COPT_HOME/examples/cpp`，然后执行命令 `'make'`。

类似地，编译例子依赖于杉数求解器的 C++ 动态库，分别是 Linux 平台下的 `libcopt_cpp.so`，Mac 平台下的 `libcopt_cpp.dylib`，还需要包括头文件 `$COPT_HOME/include/coptcpp_inc/coptcpp_pch.h`。

最后, 用户只要正确安装了杉数求解器安装包 (设置好了动态库路径), 并配置了有效的授权文档, 就可以在各大平台下正确执行这个 C++ 例子。安装和授权细节请参考[安装说明](#)。

6.3 C# 接口

本章通过一个简单的示例演示如何使用杉数求解器的 C# 接口。简单来说, 本例演示如何创建环境和建立模型, 添加变量和约束, 然后求解的过程。最后求解后如何获得最优解的步骤也包括在内。

待求解的线性问题数学公式如下所示:

最大化:

$$1.2x + 1.8y + 2.1z$$

约束:

$$1.5x + 1.2y + 1.8z \leq 2.6$$

$$0.8x + 0.6y + 0.9z \geq 1.2 \quad (6.3)$$

变量范围:

$$0.1 \leq x \leq 0.6$$

$$0.2 \leq y \leq 1.5$$

$$0.3 \leq z \leq 2.8$$

注意到上述问题其实和 C 接口 里通过建模和求解来演示的问题是同一个。

6.3.1 示例解析

使用杉数求解器的 C# 接口求解与分析上述问题的代码如下。

代码 6.3: lp_ex1.cs

```

1  /*
2   * This file is part of the Cardinal Optimizer, all rights reserved.
3   */
4  using Copt;
5  using System;
6
7  // The problem to solve:
8  //
9  // Maximize:
10 //     1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
11 //
12 // Subject to:
13 //     1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
14 //     0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
15 //
16 // where:
17 //     0.1 <= x <= 0.6

```

(下页继续)

(续上页)

```

18 // 0.2 <= y <= 1.5
19 // 0.3 <= z <= 2.8
20 public class lp_ex1
21 {
22     public static void Main()
23     {
24         try
25         {
26             Envr env = new Envr();
27             Model model = env.CreateModel("lp_ex1");
28
29             // Add variables
30             //
31             // obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
32             //
33             // var:
34             // 0.1 <= x <= 0.6
35             // 0.2 <= y <= 1.5
36             // 0.3 <= z <= 2.8
37             //
38             Var x = model.AddVar(0.1, 0.6, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "x");
39             Var y = model.AddVar(0.2, 1.5, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "y");
40             Var z = model.AddVar(0.3, 2.8, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "z");
41
42             model.SetObjective(1.2 * x + 1.8 * y + 2.1 * z, Copt.Consts.MAXIMIZE);
43
44             // Add new constraints using linear expression
45             //
46             // r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
47             // r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
48             //
49             model.AddConstr(1.5 * x + 1.2 * y + 1.8 * z <= 2.6, "r0");
50
51             Expr expr = new Expr(x, 0.8);
52             expr.AddTerm(y, 0.6);
53             expr += 0.9 * z;
54             model.AddConstr(expr >= 1.2, "r1");
55
56             // Set parameters
57             model.SetDblParam(Copt.DblParam.TimeLimit, 10);
58
59             // Solve problem
60             model.Solve();
61
62             // Output solution
63             if (model.GetIntAttr(Copt.IntAttr.LpStatus) == Copt.Status.OPTIMAL)
64             {

```

(下页继续)

(续上页)

```

65     Console.WriteLine("\nFound optimal solution:");
66     VarArray vars = model.GetVars();
67     for (int i = 0; i < vars.Size(); i++)
68     {
69         Var var = vars.GetVar(i);
70         Console.WriteLine("  {0} = {1}", var.GetName(),
71                             var.Get(Copt.DblInfo.Value));
72     }
73     Console.WriteLine("Obj = {0}", model.GetDblAttr(Copt.DblAttr.LpObjVal));
74 }
75 Console.WriteLine("\nDone");
76 }
77 catch (CoptException e)
78 {
79     Console.WriteLine("Error Code = {0}", e.GetCode());
80     Console.WriteLine(e.Message);
81 }
82 }
83 }

```

接下来我们将基于上述代码分步骤讲解求解与分析过程。

引用 COPT 的 C# 命名空间

为代码简洁起见，首先引用 COPT 的 C# 命名空间 Copt。

```
using Copt;
```

创建求解环境和建模

对于任意使用杉数求解器 C# 接口的应用程序，求解步骤的第一步是创建求解环境。从求解环境出发，用户可以创建一个或者多个模型。注意到每个模型都对应了一个实际的求解问题以及相关数据，比如参数设置等。

如果用户需要求解多个问题，用户即可以在同一个模型里对多个问题逐个依次求解，也可以在同一求解环境里创建多个模型来求解。

```

Envr env = new Envr();
Model model = env.CreateModel("lp_ex1");

```

上述代码对 C# 求解环境实例化，并创建了一个名为“lp_ex1”的模型对象。

添加变量

接下来，我们演示在模型里添加多个变量。杉数求解器提供包括 AddVar() 和 AddVars() 在内的多种途径来添加变量。注意到变量不是独立存在，总是和某个模型关联的。

```
// Add variables
//
//  obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
//
//  var:
//      0.1 <= x <= 0.6
//      0.2 <= y <= 1.5
//      0.3 <= z <= 2.8
//
Var x = model.AddVar(0.1, 0.6, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "x");
Var y = model.AddVar(0.2, 1.5, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "y");
Var z = model.AddVar(0.3, 2.8, 0.0, Copt.Consts.CONTINUOUS, "z");

model.SetObjective(1.2 * x + 1.8 * y + 2.1 * z, Copt.Consts.MAXIMIZE);
```

上述代码中 `AddVar()` 的第一和第二个参数分别是指变量的下界和上界；第三个参数是指目标函数中的系数（这里暂设为 0，我们会在 `SetObjective()` 真正设值）；第四个参数是指变量的类型。例子里所有变量的类型都是连续形的。最后一个参数是指变量名。

为了适应不同的调用需求，杉数求解器实现了 `AddVar()` 的不同形参的几种重载。请参看 C# API 参考手册里的章节 [C# 优化建模类](#)。

目标函数的创建是调用了 `SetObjective()`，并使用了运算符重载。因为 C# 允许重载算术运算符，这样建立线性表达式的方式比较直观。这里第二个参数是设置优化目标为最大化。

添加约束

接下来，我们演示在模型里添加多个约束。和变量一样，约束也总是和某个模型关联的。杉数求解器提供包括 `AddConstr()` 和 `AddConstrs()` 在内的多种途径来添加约束。

```
// Add new constraints using linear expression
//
//  r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
//  r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
//
model.AddConstr(1.5 * x + 1.2 * y + 1.8 * z <= 2.6, "r0");

Expr expr = new Expr(x, 0.8);
expr.AddTerm(y, 0.6);
expr += 0.9 * z;
model.AddConstr(expr >= 1.2, "r1");
```

第一个约束的创建比较直观，因为其线性表达式是通过重载算术运算符和比较运算符的方式生成的。

第二个约束的创建则是通过先建立相关线性表达式的对象，然后再通过 `AddTerm()` 添加变量和对应系数的方式来逐步建立最终的线性表达式。最后约束的生成同样使用了重载的比较运算符。

设置参数和属性

在求解问题之前，还可以通过 SetDblParam() 等方法设置模型的参数和属性。

```
// Set parameters
model.SetDblParam(Copt.DblParam.TimeLimit, 10);
```

这里，调用 SetDblParam() 来设置 Copt.DblParam.TimeLimit 参数值，使得求解器在最多执行 10 秒后超时退出。

求解问题

到此为止，我们已经建好了模型。接下来，可以求解问题。

```
// Solve problem
model.Solve();
```

这一步之后，问题已经被求解，并在内部保存了结果，包括求解状态，最优解等属性值。

输出结果

在问题被求解之后，可以通过查询不同的属性值来实现不同的目的。

```
// Output solution
if (model.GetIntAttr(Copt.IntAttr.LpStatus) == Copt.Status.OPTIMAL)
{
    Console.WriteLine("\nFound optimal solution:");
    VarArray vars = model.GetVars();
    for (int i = 0; i < vars.Size(); i++)
    {
        Var var = vars.GetVar(i);
        Console.WriteLine(" {0} = {1}", var.GetName(),
                           var.Get(Copt.DblInfo.Value));
    }
    Console.WriteLine("Obj = {0}", model.GetDblAttr(Copt.DblAttr.LpObjVal));
}
Console.WriteLine("\nDone");
```

上述代码中，我们首先查询模型的属性值 Copt.IntAttr.LpStatus 以判断求解是否达到最优；再查询变量的属性值 Copt.DblInfo.Value 来获得这个变量的值；然后查询模型的属性值 Copt.DblAttr.LpObjVal 来获得目标函数的最优值。

关于模型、变量、约束的属性名和类型，请参看 C# API 参考手册里的章节 [C# 常量类](#)。

错误处理

杉数求解器 C# 接口的错误处理使用 C# 自身的异常处理机制。例子中，整个求解过程都嵌入在 try 块里，中间的任意求解错误都会被 catch 块捕获并显示。

```
        Console.WriteLine("Error Code = {0}", e.GetCode());
        Console.WriteLine(e.Message);
    }
}
}
```

6.3.2 编译与运行

本章节演示的例子，我们已经放入在 COPT 安装包内，方便用户尝试编译并运行。具体请参看安装路径下的文件夹 `$COPT_HOME/examples/csharp`。这个文件夹包括了例子的 csharp 代码，以及 dotnet core 2.0 的项目文件。

这个例子可以在 Windows, Linux 和 Mac 平台下直接编译并运行。首先需要在使用的平台上下下载并安装 dotnet core 2.0。感兴趣的用户可以查看 [使用教程](#) 了解更多信息。

Dotnet core 2.0 项目

基于 dotnet core 2.0 的 C# 项目文件 `example.csproj` 位于 `$COPT_HOME/examples/csharp/dotnetprojects`。将示例文件 `lp_ex1.cs` 复制到上述目录，并在终端窗口下进入路径 `$COPT_HOME/examples/csharp/dotnetprojects`，然后执行命令 `'dotnet run --framework netcoreapp2.0'`。对于使用 dotnet core 3.0 的用户，用户只需要在上述目录执行命令 `'dotnet run --framework netcoreapp3.0'` 即可运行。

具体来说，编译例子依赖于杉数求解器的基于 dotnet core 2.0 的动态库 `copt_dotnet20.dll`。它不仅定义了杉数求解器的所有 C# 类，还间接加载了两个相关的杉数求解器动态库，分别是 Windows 下的 `coptcswrap.dll` 和 `copt_cpp.dll`，Linux 下的 `libcoptcswrap.so` 和 `libcopt_cpp.so`，Mac 下的 `libcoptcswrap.dylib` 和 `libcopt_cpp.dylib`。动态库 `coptcswrap` 用来衔接杉数求解器的 dotnet 2.0 动态库和杉数求解器的算法核心库 `copt_cpp`。核心库真正定义了杉数求解器的所有类，接口以及属性和参数常量。用户需要确保上述动态库已经安装在合适的路径下，可以在运行中被加载。

总之，用户只要正确安装了杉数求解器安装包（设置好了动态库路径），并配置了有效的授权文档，就可以在各大平台下正常执行这个 C# 例子。安装和授权细节请参考 [安装说明](#)。

6.4 Java 接口

本章通过一个简单的示例演示如何使用杉数求解器的 Java 接口。简单来说，本例演示如何创建环境和建立模型，添加变量和约束，然后求解的过程。最后求解后分析的步骤也包括在内。

待求解的线性问题数学公式如下所示:

最大化:

$$1.2x + 1.8y + 2.1z$$

约束:

$$1.5x + 1.2y + 1.8z \leq 2.6$$

$$0.8x + 0.6y + 0.9z \geq 1.2 \quad (6.4)$$

变量范围:

$$0.1 \leq x \leq 0.6$$

$$0.2 \leq y \leq 1.5$$

$$0.3 \leq z \leq 2.8$$

注意到上述问题其实和 [C 接口](#) 里通过建模和求解来演示的问题是同一个。

6.4.1 示例解析

使用杉数求解器的 Java 接口求解与分析上述问题的代码如下。

代码 6.4: Lp_ex1.java

```

1  /*
2   * This file is part of the Cardinal Optimizer, all rights reserved.
3   */
4  import copt.*;
5
6  // The problem to solve:
7  //
8  // Maximize:
9  //   1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
10 //
11 // Subject to:
12 //   1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
13 //   0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
14 //
15 // where:
16 //   0.1 <= x <= 0.6
17 //   0.2 <= y <= 1.5
18 //   0.3 <= z <= 2.8
19 public class Lp_ex1 {
20     public static void main(final String argv[]) {
21         try {
22             Envr env = new Envr();
23             Model model = env.createModel("lp_ex1");
24
25             // Add variables
26             //

```

(下页继续)

(续上页)

```

27 // obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
28 //
29 // var:
30 // 0.1 <= x <= 0.6
31 // 0.2 <= y <= 1.5
32 // 0.3 <= z <= 2.8
33 //
34 Var x = model.addVar(0.1, 0.6, 1.2, copt.Consts.CONTINUOUS, "x");
35 Var y = model.addVar(0.2, 1.5, 1.8, copt.Consts.CONTINUOUS, "y");
36 Var z = model.addVar(0.3, 2.8, 2.1, copt.Consts.CONTINUOUS, "z");
37
38 // Add new constraints using linear expression
39 //
40 // r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
41 // r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
42 //
43 Expr e0 = new Expr(x, 1.5);
44 e0.addTerm(y, 1.2);
45 e0.addTerm(z, 1.8);
46 model.addConstr(e0, copt.Consts.LESS_EQUAL, 2.6, "r0");
47
48 Expr e1 = new Expr(x, 0.8);
49 e1.addTerm(y, 0.6);
50 e1.addTerm(z, 0.9);
51 model.addConstr(e1, copt.Consts.GREATER_EQUAL, 1.2, "r1");
52
53 // Set parameters and attributes
54 model.setDblParam(copt.DblParam.TimeLimit, 10);
55 model.setObjSense(copt.Consts.MAXIMIZE);
56
57 // Solve problem
58 model.solve();
59
60 // Output solution
61 if (model.getIntAttr(copt.IntAttr.HasLpSol) != 0) {
62     System.out.println("\nFound optimal solution:");
63     VarArray vars = model.getVars();
64     for (int i = 0; i < vars.size(); i++) {
65         Var var = vars.getVar(i);
66         System.out.println("  " + var.getName() + " = "
67             + var.get(copt.DblInfo.Value));
68     }
69     System.out.println("Obj = " + model.getDblAttr(copt.DblAttr.LpObjVal));
70 }
71
72 System.out.println("\nDone");
73 } catch (CoptException e) {

```

(下页继续)

(续上页)

```
74     System.out.println("Error Code = " + e.getCode());
75     System.out.println(e.getMessage());
76 }
77 }
78 }
```

接下来我们将基于上述代码分步骤讲解求解与分析过程。

导入 COPT 的 Java 类

使用杉数求解器的 Java 接口，需要首先导入 COPT 的 Java 类

```
import copt.*;
```

创建求解环境和建模

对于任意使用杉数求解器 Java 接口的应用程序，求解步骤的第一步是创建求解环境。从求解环境出发，用户可以创建一个或者多个模型。注意到每个模型都对应了一个实际的求解问题以及相关数据，比如参数设置等。

如果用户需要求解多个问题，用户即可以在同一个模型里对多个问题逐个依次求解，也可以在同一求解环境里创建多个模型来求解。

```
Envr env = new Envr();
Model model = env.createModel("lp_ex1");
```

上述代码对 Java 求解环境实例化，并创建了一个名为“lp_ex1”的模型对象。

添加变量

接下来，我们演示在模型里添加多个变量。杉数求解器提供包括 addVar() 和 addVars() 在内的多种途径来添加变量。注意到变量不是独立存在，总是和某个模型关联的。

```
// Add variables
//
// obj: 1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
//
// var:
// 0.1 <= x <= 0.6
// 0.2 <= y <= 1.5
// 0.3 <= z <= 2.8
//
Var x = model.addVar(0.1, 0.6, 1.2, copt.Consts.CONTINUOUS, "x");
Var y = model.addVar(0.2, 1.5, 1.8, copt.Consts.CONTINUOUS, "y");
Var z = model.addVar(0.3, 2.8, 2.1, copt.Consts.CONTINUOUS, "z");
```

上述代码中 `addVar()` 的第一和第二个参数分别是指变量的下界和上界；第三个参数是指目标函数中的系数；第四个参数是指变量的类型。例子里所有变量的类型都是连续形的。最后一个参数是指变量名。

为了适应不同的调用需求，杉数求解器实现了 `addVar()` 的不同形参的几种重载。请参看 Java API 参考手册里的章节 *Java 建模类*。

添加约束

接下来，我们演示在模型里添加多个约束。和变量一样，约束也总是和某个模型关联的。杉数求解器提供包括 `addConstr()` 和 `addConstrs()` 在内的多种途径来添加约束。

```
// Add new constraints using linear expression
//
// r0: 1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
// r1: 0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
//
Expr e0 = new Expr(x, 1.5);
e0.addTerm(y, 1.2);
e0.addTerm(z, 1.8);
model.addConstr(e0, copt.Consts.LESS_EQUAL, 2.6, "r0");

Expr e1 = new Expr(x, 0.8);
e1.addTerm(y, 0.6);
e1.addTerm(z, 0.9);
model.addConstr(e1, copt.Consts.GREATER_EQUAL, 1.2, "r1");
```

上述代码的约束都是通过先建立线性表达式的对象，然后再通过 `addTerm()` 添加变量和对应系数的方式来逐步建立最终的线性表达式。

设置参数和属性

在求解问题之前，还可以通过 `setDbiParam()` 等方法设置模型的参数和属性。

```
// Set parameters and attributes
model.setDbiParam(copt.DblParam.TimeLimit, 10);
model.setObjSense(copt.Consts.MAXIMIZE);
```

这里，调用 `setDbiParam()` 来设置 `copt.DblParam.TimeLimit` 参数值，使得求解器在最多执行 10 秒后超时退出；调用 `setObjSense()` 并使用 `copt.Consts.MAXIMIZE` 参数，设置求解目标为最大化。

求解问题

到此为止，我们已经建好了模型。接下来，可以求解问题。

```
// Solve problem
model.solve();
```

这一步之后，问题已经被求解，并在内部保存了结果，包括求解状态，最优解等属性值。

输出结果

在问题被求解之后, 可以通过查询不同的属性值来实现不同的目的。

```
// Output solution
if (model.getIntAttr(copt.IntAttr.HasLpSol) != 0) {
    System.out.println("\nFound optimal solution:");
    VarArray vars = model.getVars();
    for (int i = 0; i < vars.size(); i++) {
        Var var = vars.getVar(i);
        System.out.println("  " + var.getName() + " = "
                           + var.get(copt.DblInfo.Value));
    }
    System.out.println("Obj = " + model.getDblAttr(copt.DblAttr.LpObjVal));
}

System.out.println("\nDone");
```

上述代码中, 我们首先查询模型的属性值 `copt.IntAttr.HasLpSol` 来知道是否生成了 LP 最优解; 再查询变量的属性值 `copt.DblInfo.Value` 来获得这个变量的值; 然后查询模型的属性值 `copt.DblAttr.LpObjVal` 来获得目标函数的最优值。

关于模型、变量、约束的属性名和类型, 请参看 Java API 参考手册里的章节 [Java 常量类](#)。

错误处理

杉数求解器 Java 接口的错误处理使用 Java 自身的异常处理机制。例子中, 整个求解过程都嵌入在 `try` 块里, 中间的任意求解错误都会被 `catch` 块捕获并显示。

```
} catch (CoptException e) {
    System.out.println("Error Code = " + e.getCode());
    System.out.println(e.getMessage());
}
```

6.4.2 编译与运行

本章节演示的例子, 我们已经放入在 COPT 安装包里, 方便用户尝试编译并运行。具体请参看安装路径下的文件夹 `$COPT_HOME/examples/java`。这个文件夹包括了例子的 Java 代码, 以及一个脚本文件, 可以用来直接编译并运行。

本例子可以在任意支持 Java 的平台上运行。首先需要在运行平台上安装 Java 8 或者更高版本。

Java 例子细节

运行 Java 例子最简单的方式是先在 console 或者 terminal 窗口下进入安装路径的 Java 例子文件夹 `$COPT_HOME/examples/java`, 然后执行命令 `'sh run.sh'`。

具体来说, 编译例子依赖于 COPT 的 Java 包 `copt_java.jar`。它不仅定义了杉数求解器的所有 Java 类, 还间接加载了两个相关的 COPT 动态库, 分别是 Windows 下的 `coptjniwrap.dll` 和 `copt_cpp.dll`, Linux 下的 `libcoptjniwrap.so` 和 `libcopt_cpp.so`, Mac 下的 `libcoptjniwrap.dylib` 和 `libcopt_cpp.dylib`。这里, 动态库 `coptjniwrap` 是使用 swig 对 JNI 进行包装, 用来衔接 COPT 的 Java 包和 COPT 的 C++ 核心库 `copt_cpp`。这个核心库真正定义了杉数求解器的所有类, 接口以及属性和参数常量。所以用户需要确保上述动态库已经安装在合适的路径下, 可以在运行中被加载。

一般来说, 用户只要正确安装了 COPT 安装包 (设置好了动态库路径), 并配置了有效的授权文档, 就可以正常执行这个 Java 例子。安装和授权细节请参考[安装说明](#)。

6.5 Python 接口

6.5.1 安装说明

目前, 杉数求解器的 Python 接口支持 Python 2.7, 3.6-3.10 版本。使用 Python 接口前, 请用户确保已正确安装和配置杉数求解器, 详情可参考[如何安装杉数求解器](#)。用户可以从 [Anaconda 发行版](#) 或者 [Python 官方发行版](#) 下载并安装 Python。我们推荐用户安装 Anaconda 发行版, 因为它对 Python 新手使用更加友好与方便 (对于 Windows 系统, 请勿使用通过 Microsoft Store 安装的 Python)。若使用官方发行版本或系统自带版本, 则应确保已安装 `pip` 和 `setuptools` Python 工具包。

Windows

对于 Windows 系统, 假定杉数求解器安装路径为: `C:\Program Files\copt50`, 则切换目录到 `C:\Program Files\copt50\lib\python`, 并在命令行窗口上执行如下命令:

```
python setup.py install
```

注意, 若杉数求解器安装在系统盘 (一般为 C 盘), 则需要 **以管理员权限执行** 打开命令行窗口。为测试 Python 接口是否正确安装, 用户可切换目录至 `C:\Program Files\copt50\examples\python`, 并在命令行窗口上执行如下命令:

```
python lp_ex1.py
```

若模型正确执行, 则表示已正确安装杉数求解器的 Python 接口。

注意若使用 Python 官方发布的 Python 3.8 版本, 假定安装路径为: `"C:\Program Files\Python38"`, 则需要将杉数求解器安装路径的 `"bin"` 子目录下的 `copt_cpp.dll` 文件复制到杉数求解器的 Python 接口安装路径: `"C:\Program Files\Python38\Lib\site-packages\coptpy"` 以解决动态库依赖问题。

Linux

对于 Linux 系统, 假定杉数求解器安装路径为: `/opt/copt50`, 则切换目录到 `/opt/copt50/lib/python`, 并在终端上执行:

```
sudo python setup.py install
```

对于使用 Anaconda 发行版的用户, 若执行上述命令失败, 则需要使用 Anaconda 发行版 Python 可执行文件的完整路径执行安装命令。假定 Anaconda 安装路径为: `"/opt/anaconda3"`, 则在终端上执行下述命令安装杉数求解器的 Python 接口:

```
sudo /opt/anaconda3/bin/python setup.py install
```

为测试 Python 接口是否正确安装, 用户可切换目录至 `/opt/copt50/examples/python`, 并在命令行窗口上执行如下命令:

```
python lp_ex1.py
```

若模型正确执行, 则表示已正确安装杉数求解器的 Python 接口。

MacOS

对于 MacOS 系统, 假定杉数求解器的安装路径为: `/Applications/copt50`, 则切换目录到 `/Applications/copt50/lib/python`, 并在终端上执行:

```
sudo python setup.py install
```

为测试 Python 接口是否正确安装, 用户可切换目录至 `/Applications/copt50/examples/python`, 并在命令行窗口上执行如下命令:

```
python lp_ex1.py
```

若模型正确执行, 则表示已正确安装杉数求解器的 Python 接口。

6.5.2 示例解析

本章通过一个简单的示例演示如何使用杉数求解器的 Python 接口, 待求解的问题数学形式如公式 6.5 所示:

$$\begin{aligned}
 &\text{最大化:} \\
 &\quad 1.2x + 1.8y + 2.1z \\
 &\text{约束:} \\
 &\quad 1.5x + 1.2y + 1.8z \leq 2.6 \\
 &\quad 0.8x + 0.6y + 0.9z \geq 1.2 \\
 &\text{变量范围:} \\
 &\quad 0.1 \leq x \leq 0.6 \\
 &\quad 0.2 \leq y \leq 1.5 \\
 &\quad 0.3 \leq z \leq 2.8
 \end{aligned} \tag{6.5}$$

使用杉数求解器的 Python 接口求解与分析上述问题的代码见 代码 6.5 :

代码 6.5: lp_ex1.py

```

1  #
2  # This file is part of the Cardinal Optimizer, all rights reserved.
3  #
4
5  """
6  The problem to solve:
7
8      Maximize:
9          1.2 x + 1.8 y + 2.1 z
10
11      Subject to:
12          1.5 x + 1.2 y + 1.8 z <= 2.6
13          0.8 x + 0.6 y + 0.9 z >= 1.2
14
15      where:
16          0.1 <= x <= 0.6
17          0.2 <= y <= 1.5
18          0.3 <= z <= 2.8
19  """
20
21  from coptpy import *
22
23  # Create COPT environment
24  env = Envr()
25
26  # Create COPT model
27  model = env.createModel("lp_ex1")
28
29  # Add variables: x, y, z
30  x = model.addVar(lb=0.1, ub=0.6, name="x")
31  y = model.addVar(lb=0.2, ub=1.5, name="y")
32  z = model.addVar(lb=0.3, ub=2.8, name="z")
33
34  # Add constraints
35  model.addConstr(1.5*x + 1.2*y + 1.8*z <= 2.6)
36  model.addConstr(0.8*x + 0.6*y + 0.9*z >= 1.2)
37
38  # Set objective function
39  model.setObjective(1.2*x + 1.8*y + 2.1*z, sense=COPT.MAXIMIZE)
40
41  # Set parameter
42  model.setParam(COPT.Param.TimeLimit, 10.0)
43
44  # Solve the model
45  model.solve()

```

(下页继续)

(续上页)

```

46
47 # Analyze solution
48 if model.status == COPT.OPTIMAL:
49     print("Objective value: {}".format(model.objval))
50     allvars = model.getVars()
51
52     print("Variable solution:")
53     for var in allvars:
54         print(" x[{}]: {}".format(var.index, var.x))
55
56     print("Variable basis status:")
57     for var in allvars:
58         print(" x[{}]: {}".format(var.index, var.basis))
59
60 # Write model, solution and modified parameters to file
61 model.write("lp_ex1.mps")
62 model.write("lp_ex1.bas")
63 model.write("lp_ex1.sol")
64 model.write("lp_ex1.par")

```

接下来我们将基于上述代码分步骤讲解求解与分析过程, 详细的 Python 接口使用说明请用户查阅 [Python API 参考手册](#)。

导入 Python 接口

使用杉数求解器的 Python 接口, 需要首先导入 Python 接口库。

```
from coptpy import *
```

创建环境

对于任意求解任务, 杉数求解器要求首先创建求解环境。

```

# Create COPT environment
env = Envr()

```

创建问题

创建求解环境成功后, 用户需要创建模型, 模型中将包括待求解的变量、约束等信息。

```

# Create COPT model
model = env.createModel("lp_ex1")

```

添加变量

创建变量时允许同时指定变量在目标函数中的系数、变量上下界等信息。本示例中创建变量时仅指定上下界和名称信息，其它为默认值。

```
# Add variables: x, y, z
x = model.addVar(lb=0.1, ub=0.6, name="x")
y = model.addVar(lb=0.2, ub=1.5, name="y")
z = model.addVar(lb=0.3, ub=2.8, name="z")
```

添加约束

添加变量成功后，进一步添加作用于变量的约束条件。

```
# Add constraints
model.addConstr(1.5*x + 1.2*y + 1.8*z <= 2.6)
model.addConstr(0.8*x + 0.6*y + 0.9*z >= 1.2)
```

设置目标函数

添加完变量和约束后，进一步指定模型的目标函数。

```
# Set objective function
model.setObjective(1.2*x + 1.8*y + 2.1*z, sense=COPT.MAXIMIZE)
```

设置求解参数

用户可以在求解模型前设置求解参数，如设置求解时间限制为 10 秒。

```
# Set parameter
model.setParam(COPT.Param.TimeLimit, 10.0)
```

求解模型

调用下述方法求解模型。

```
# Solve the model
model.solve()
```

分析结果

求解完成后，首先获取模型求解状态，若状态为找到了最优解，则进一步获取目标函数值、各变量的取值及其基状态信息。

```
# Analyze solution
if model.status == COPT.OPTIMAL:
    print("Objective value: {}".format(model.objval))
    allvars = model.getVars()

    print("Variable solution:")
    for var in allvars:
        print(" x[{}]: {}".format(var.index, var.x))

    print("Variable basis status:")
    for var in allvars:
        print(" x[{}]: {}".format(var.index, var.basis))
```

文件输出

用户可以将当前求解的模型保存为标准的 MPS 模型文件, 以及输出变量结果文件、基状态信息文件和修改过的参数文件。

```
# Write model, solution and modified parameters to file
model.write("lp_ex1.mps")
model.write("lp_ex1.bas")
model.write("lp_ex1.sol")
model.write("lp_ex1.par")
```

6.5.3 最佳实践

升级新版本

对于已经安装了 COPT python 包的用户, 如果想升级到最新版本, 建议先卸载旧版本的 coptpy, 然后再安装新版本。旧版本的 COPT python 包可以从 Python 的 `site-package` 的子目录 `coptpy` 中找到。

多线程编程

COPT 的建模 API 并不保证可重入性, 在多线程编程时如果共享模型对象可能造成数据错误。一般来说, 在多个线程下共享 COPT 环境类 `Envr` 是可以的。但是, 注意不要共享模型类, 除非用户明确知道自己的行为后果。举例来说, 如果在两个线程里共享同一个模型类, 确保建模和求解只在其中一个线程进行; 在另外一个线程里, 可以对求解过程监督, 然后在合适的时候通过 `interrupt()` 中断任务执行, 比如任务超时了。

Python 的字典顺序

Python 默认的字典是无序的, 也就是说, 遍历次序和数据加入的次序可能不同。例如, 输入数据是 `{'fruits': ['apple', 'orange'], 'veggies': ['carrot', 'pea']}`, 但是输出的是 `{'veggies': ['carrot', 'pea'], 'fruits': ['apple', 'orange']}`。

从 Python 3.6 开始, Python 字典的内部实现变成有序了。特别是 Python 3.7 及以后, 保持字段顺序成为其自带要求。

如果用户有保持字典次序的需求, 请使用基于 Python 3.7 或更新版本的 COPT python 包。例如, 下面的程序如果是在 Python 2.7 里运行:

```
m = Envr().createModel("customized model")
vx = m.addVars(['hello', 'world'], [0, 1, 2], nameprefix = "X")
# add a constraint for each var in tupledict 'vx'
m.addConstrs(vx[key] >= 1.0 for key in vx)
```

那么, 模型里的约束的次序可能是 {R(hello,1), R(hello,0), R(world,1), R(world,0), R(hello,2), R(world,2)}。

尽可能使用 `quicksum` 和 `psdquicksum`

COPT python 包支持直观地创建线性、二次和半定表达式。对于线性和二次表达式, 建议使用 `quicksum()` 来创建表达式对象; 对于线性和半定表达式, 建议使用 `psdquicksum()` 来创建表达式对象。他们都优化了表达式项的求和, 比直接使用加号运算符在性能上会好很多。

6.6 AMPL 接口

AMPL 是一种便捷描述大规模复杂优化问题的代数式建模语言, 支持多种商业与开源求解器, 提供了丰富的数据接口与扩展功能, 有着广泛的商业及学术用户群体, 详见 [谁在使用 AMPL?](#)。为了方便用户在 AMPL 建模环境中使用杉数求解器, 我们提供了 AMPL 接口 `coptampl` 求解工具, 目前支持求解线性规划问题、二次规划问题、二次约束规划问题和混合整数规划问题。一般来说, 可以通过如下方式调用 `coptampl` 进行求解:

```
coptampl stub -AMPL
```

其中 `stub.nl` 是 AMPL 定义的 `.nl` 格式通用模型表示文件, 可以通过命令 `'ampl -obstub'` 或者 `'ampl -ogstub'` 生成。问题求解完成后, `coptampl` 将结果写入到 AMPL 定义的 `.sol` 格式的 `stub.sol` 文件中, 并用于 AMPL 的后续求解与结果分析。上述过程由 AMPL 自动实现, 相关的调用命令如下:

```
ampl: option solver coptampl;
ampl: solve;
```

6.6.1 安装说明

用户在 AMPL 环境下使用 `coptampl` 之前, 需要正确安装与配置 AMPL 和杉数求解器, 详情可参考[如何安装杉数求解器](#)。请进行下文所述不同操作系统下的检查以确保已正确配置 AMPL 和杉数求解器。

Windows

对于 Windows 系统, 用户需要将求解工具 `coptampl.exe` 和动态链接库 `copt.dll` 所在的文件目录添加至用户或者系统环境变量 `PATH` 中, 或者位于当前求解调用的相同路径下。

在命令行窗口中输入如下命令检测当前设置是否符合上述要求:

```
coptampl -v
```

若设置正确, 则将在屏幕输出类似如下信息:

```
AMPL/x-COPT Optimizer [5.0.1] (windows-x86), driver(20220526), MP(20220526)
```

若命令调用失败, 请仔细检查您的设置。

Linux

对于 Linux 系统, 用户需要将求解工具 `coptampl` 所在的文件目录添加至环境变量 `$PATH` 中, 将动态链接库 `libcopt.so` 所在的路径添加至环境变量 `$LD_LIBRARY_PATH` 中。

类似地, 在 Linux 终端中输入下述命令检测当前设置是否符合上述要求:

```
coptampl -v
```

若设置正确, 则将在屏幕输出类似如下信息:

```
AMPL/x-COPT Optimizer [5.0.1] (linux-x86), driver(20220526), MP(20220526)
```

若命令调用失败, 请仔细检查您的设置。

MacOS

对于 MacOS 操作系统, 用户需要将求解工具 `coptampl` 所在的文件目录添加至环境变量 `$PATH` 中, 将动态链接库 `libcopt.dylib` 所在的路径添加至环境变量 `$DYLD_LIBRARY_PATH` 中。

同样地, 在 MacOS 终端中输入下述命令检查当前设置是否符合上述要求:

```
coptampl -v
```

若设置正确, 则将在屏幕输出类似如下信息:

```
AMPL/x-COPT Optimizer [5.0.1] (macos-x86), driver(20220526), MP(20220526)
```

若命令调用失败, 请仔细检查您的设置。

6.6.2 求解参数与返回值

`coptampl` 提供了一些求解参数允许用户自定义求解行为。用户可以通过设置 `copt_options` 环境变量或者在 AMPL 中通过 `option` 命令来改变 `coptampl` 的求解参数, 并可以通过下述命令查看目前支持的所有参数:

```
coptampl ==
```

对于当前版本的 `coptampl` 求解工具, 支持的求解参数及其含义如 表 6.1:

表 6.1: coptampl 求解参数

参数名称	参数含义
barhomogeneous	是否使用齐次自对偶方法
bariterlimit	内点法迭代数限制
barthreads	内点法使用的线程数
basis	是否读取或输出基状态
bestbound	是否返回最优下界后缀信息
conflictanalysis	是否使用冲突分析
crossoverthreads	crossover 使用的线程数
cutlevel	割平面生成强度
divingheurlevel	diving 启发式算法的强度
dualize	是否构建并求解对偶模型
dualperturb	是否允许对目标函数进行扰动
dualprice	指定对偶单纯形法的 Pricing 算法
dualtol	对偶解的可行性容差
feastol	变量、约束取值的可行性容差
heurlevel	启发式算法强度
iisfind	是否计算不可行模型的 IIS 并返回结果
iismethod	指定计算 IIS 的方法
inttol	变量的整数解容差
logging	是否显示求解日志
logfile	日志文件
exportfile	导出模型文件
lpmethod	求解线性规划问题的算法
matrixtol	输入矩阵的系数容差
mipstart	是否使用整数规划初始解
miptasks	MIP 求解使用的任务数
nodecutrounds	搜索树节点生成割平面的次数
odelimit	整数规划求解的节点数限制
objno	目标函数的序号
count	是否输出的解池结果文件的数目
stub	解池结果文件的前缀
presolve	是否对模型进行预求解
relgap	整数规划的最优相对容差
return_mipgap	是否返回整数规划最优绝对或相对容差
rootcutlevel	根节点生成割平面的强度
rootcutrounds	根节点生成割平面的次数
roundingheurlevel	rounding 启发式算法的强度
scaling	是否在求解前调整模型系数矩阵的系数
simplexthreads	对偶单纯形法使用的线程数
sos	是否识别 '.sosno' 和 '.ref' 后缀
sos2	是否将非凸分段线性项使用 SOS2 约束表示

下页继续

表 6.1 – 续上页

strongbranching	strong branching 的强度
submipheurlevel	基于子 MIP 的启发式算法的强度
threads	问题求解使用的线程数
timelimit	模型求解的时间限制
treecutlevel	搜索树生成割平面的强度
wantsol	是否生成 '.sol' 文件

请用户参考 [COPT 参数设置](#) 章节查看各参数的详细使用说明。

AMPL 中利用后缀存储或传递模型信息与解信息，并利用后缀实现一些扩展功能，如 SOS 约束的支持。目前，`coptampl` 支持的后缀信息见 表 6.2：

表 6.2: `coptampl` 后缀

后缀名	含义
absmipgap	整数规划最优绝对容差
bestbound	整数规划求解结束时最好的下界
iis	存储变量或约束的 IIS 状态
nsol	输出解池的解的数目
ref	指定 SOS 约束中变量的权重
relmipgap	整数规划最优相对容差
sos	存储 AMPL 生成的 SOS 约束类型
sosno	指定 SOS 约束类型
sosref	存储 AMPL 生成的 SOS 约束中变量的权重
sstatus	存储线性规划求解后的基状态信息

关于如何在 AMPL 中开启 SOS 约束的识别扩展功能，详见 AMPL 官网的资料：[如何在 AMPL 中使用 SOS 约束](#)。

求解完成后，`coptampl` 在屏幕输出求解状态信息并传递返回值。通过下述命令显示返回值：

```
ampl: display solve_result_num;
```

如果未得到结果或者发生错误，`coptampl` 将依据 表 6.3 返回非零值给 AMPL，如下所示：

表 6.3: `coptampl` 返回值

返回值	含义
0	最优解
200	模型不可行
300	模型无界
301	模型无解或无界
600	用户中止

6.6.3 使用示例

本节将通过一个著名的案例“Diet 问题”来演示 AMPL 的用法。该问题目的是找到给定食物的搭配以满足不同种类的营养元素需求，详见 [AMPL 官方手册](#)。

假定已知种类的食物及其定价信息如 [表 6.4](#) 所示：

表 6.4: 食物价格

食物	价格
BEEF	3.19
CHK	2.59
FISH	2.29
HAM	2.89
MCH	1.89
MTL	1.99
SPG	1.99
TUR	2.49

每种食物及其单位营养元素含量占每天所需要的最少营养含量需求如 [表 6.5](#) 所示：

表 6.5: 食物营养元素组成

	A	C	B1	B2
BEEF	60%	20%	10%	15%
CHK	8	0	20	20
FISH	8	10	15	10
HAM	40	40	35	10
MCH	15	35	15	15
MTL	70	30	15	15
SPG	25	50	25	15
TUR	60	20	15	10

该问题的求解目标是找出满足至少 7 倍于日常营养需要的食物搭配，且价格花费最少。

综上所述，该问题的数学形式如公式 6.6 所示：

最大化：

$$\sum_{j \in J} cost_j \cdot buy_j$$

约束：

$$n_min_i \leq \sum_{j \in J} amt_{i,j} \cdot buy_j \leq n_max_i \quad \forall i \in I$$

$$f_min_j \leq buy_j \leq f_max_j \quad \forall j \in J$$

(6.6)

该问题的 AMPL 模型 `diet.mod` 见 [代码 6.6](#)：

代码 6.6: diet.mod

```

1  # The code is adopted from:
2  #
3  # https://github.com/Pyomo/pyomo/blob/master/examples/pyomo/amplbook2/diet.mod
4  #
5  # with some modification by developer of the Cardinal Optimizer
6
7  set NUTR;
8  set FOOD;
9
10 param cost {FOOD} > 0;
11 param f_min {FOOD} >= 0;
12 param f_max {j in FOOD} >= f_min[j];
13
14 param n_min {NUTR} >= 0;
15 param n_max {i in NUTR} >= n_min[i];
16
17 param amt {NUTR, FOOD} >= 0;
18
19 var Buy {j in FOOD} >= f_min[j], <= f_max[j];
20
21 minimize Total_Cost:
22     sum {j in FOOD} cost[j] * Buy[j];
23
24 subject to Diet {i in NUTR}:
25     n_min[i] <= sum {j in FOOD} amt[i, j] * Buy[j] <= n_max[i];

```

求解所需的数据 diet.dat 见 代码 6.7 :

代码 6.7: diet.dat

```

1  # The data is adopted from:
2  #
3  # https://github.com/Pyomo/pyomo/blob/master/examples/pyomo/amplbook2/diet.dat
4  #
5  # with some modification by developer of the Cardinal Optimizer
6
7  data;
8
9  set NUTR := A B1 B2 C ;
10 set FOOD := BEEF CHK FISH HAM MCH MTL SPG TUR ;
11
12 param:    cost    f_min    f_max :=
13     BEEF    3.19    0      100
14     CHK     2.59    0      100
15     FISH    2.29    0      100
16     HAM     2.89    0      100

```

(下页继续)

(续上页)

```

17  MCH  1.89  0  100
18  MTL  1.99  0  100
19  SPG  1.99  0  100
20  TUR  2.49  0  100 ;
21
22  param:  n_min  n_max :=
23  A      700  10000
24  C      700  10000
25  B1     700  10000
26  B2     700  10000 ;
27
28  param amt (tr):
29      A    C    B1  B2 :=
30  BEEF  60  20  10  15
31  CHK   8   0  20  20
32  FISH  8   10  15  10
33  HAM   40  40  35  10
34  MCH   15  35  15  15
35  MTL   70  30  15  15
36  SPG   25  50  25  15
37  TUR   60  20  15  10 ;

```

若在 AMPL 中调用 `coptampl` 进行求解, 则在进入 AMPL 交互界面后输入下述命令:

```

ampl: model diet.mod;
ampl: data diet.dat;
ampl: option solver coptampl;
ampl: option copt_options 'logging 1';
ampl: solve;

```

`coptampl` 快速求解完成, 并在屏幕输出求解日志及结果状态信息:

```

x-COPT 5.0.1: optimal solution; objective 88.2
1 simplex iterations

```

分析可知, `coptampl` 找到了问题的最优解, 最优解为 88.2 个单位。用户可以进一步显示问题中各变量的取值信息:

```

ampl: display Buy;

```

屏幕中输出如下信息:

```

Buy [*] :=
BEEF  0
  CHK  0
FISH  0
  HAM  0

```

(下页继续)

(续上页)

```
MCH 46.6667
MTL 0
SPG 0
TUR 0
;
```

分析可知, 当购买约 46.667 个单位的食物 MCH 时, 花费最少, 为 88.2 个单位。

6.7 Pyomo 接口

[Pyomo](#) 是基于 Python 编程语言的开源优化建模语言, 它提供了丰富的优化相关功能, 并已被许多研究人员用于解决复杂的实际应用问题, 感兴趣的用户可以查看 [谁在使用 Pyomo?](#) 了解更多信息。本章介绍了如何在 Pyomo 环境下使用杉数求解器。

6.7.1 安装说明

在 Pyomo 环境下调用杉数求解器进行求解之前, 用户需要正确安装与配置 Pyomo 和杉数求解器。Pyomo 目前支持 Python 2.7 和 3.6-3.10 版本, 用户可以从 [Anaconda 发行版](#) 或者 [Python 官方发行版](#) 下载并安装 Python。我们推荐用户安装 Anaconda 发行版, 因为它对 Python 新手使用更加友好与方便。

使用 conda 安装

我们推荐安装了 Anaconda 发行版 Python 的用户使用它自带的 conda 工具安装 Pyomo, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 上的终端中执行下述命令即可:

```
conda install -c conda-forge pyomo
```

Pyomo 也集成了一些可选的第三方 Python 包扩展其优化相关功能, 可通过如下命令进行安装:

```
conda install -c conda-forge pyomo.extras
```

使用 pip 安装

用户也可以通过标准的 pip 工具安装 Pyomo, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中执行下述命令即可:

```
pip install pyomo
```

如果用户在安装 Pyomo 过程中遇到了任何问题, 可以查阅 [如何安装 Pyomo](#) 以了解更多信息。关于安装与配置杉数求解器, 请用户查看文档中的[如何安装杉数求解器](#) 章节了解详细步骤。

6.7.2 使用示例

我们将通过求解 *AMPL 接口-使用示例* 章节中描述的例子来介绍如何在 Pyomo 中调用杉数求解器进行优化求解。如果用户想了解更详细的 Pyomo 使用说明, 可以参考 [Pyomo 官方文档](#) 进行学习。

抽象模型

Pyomo 主要提供了两种方式对其支持的各种问题类型进行建模, 本部分将介绍使用抽象模型求解上述问题的方式。

使用 Pyomo 对上述问题进行建模与求解的源代码 `pydiet_abstract.py` 如下, 详见 [代码 6.8](#) :

代码 6.8: `pydiet_abstract.py`

```

1  # The code is adopted from:
2  #
3  # https://github.com/Pyomo/pyomo/blob/master/examples/pyomo/amplbook2/diet.py
4  #
5  # with some modification by developer of the Cardinal Optimizer
6
7  from pyomo.core import *
8
9  model = AbstractModel()
10
11  model.NUTR = Set()
12  model.FOOD = Set()
13
14  model.cost = Param(model.FOOD, within=NonNegativeReals)
15  model.f_min = Param(model.FOOD, within=NonNegativeReals)
16
17  model.f_max = Param(model.FOOD)
18  model.n_min = Param(model.NUTR, within=NonNegativeReals)
19  model.n_max = Param(model.NUTR)
20  model.amt = Param(model.NUTR, model.FOOD, within=NonNegativeReals)
21
22  def Buy_bounds(model, i):
23      return (model.f_min[i], model.f_max[i])
24  model.Buy = Var(model.FOOD, bounds=Buy_bounds)
25
26  def Objective_rule(model):
27      return sum_product(model.cost, model.Buy)
28  model.totalcost = Objective(rule=Objective_rule, sense=minimize)
29
30  def Diet_rule(model, i):
31      expr = 0
32
33      for j in model.FOOD:
34          expr = expr + model.amt[i, j] * model.Buy[j]

```

(下页继续)

(续上页)

```

35
36     return (model.n_min[i], expr, model.n_max[i])
37 model.Diet = Constraint(model.NUTR, rule=Diet_rule)

```

该问题的数据文件 `pydiet_abstract.dat` 见 代码 6.9 :

代码 6.9: `pydiet_abstract.dat`

```

1  # The data is adopted from:
2  #
3  # https://github.com/Pyomo/pyomo/blob/master/examples/pyomo/amplbook2/diet.dat
4  #
5  # with some modification by developer of the Cardinal Optimizer
6
7  data;
8
9  set NUTR := A B1 B2 C ;
10 set FOOD := BEEF CHK FISH HAM MCH MTL SPG TUR ;
11
12 param:  cost  f_min  f_max :=
13     BEEF  3.19    0    100
14     CHK   2.59    0    100
15     FISH  2.29    0    100
16     HAM   2.89    0    100
17     MCH   1.89    0    100
18     MTL   1.99    0    100
19     SPG   1.99    0    100
20     TUR   2.49    0    100 ;
21
22 param:  n_min  n_max :=
23     A      700  10000
24     C      700  10000
25     B1     700  10000
26     B2     700  10000 ;
27
28 param amt (tr):
29         A    C    B1   B2 :=
30     BEEF  60  20   10   15
31     CHK   8   0   20   20
32     FISH  8   10  15   10
33     HAM   40  40  35   10
34     MCH   15  35  15   15
35     MTL   70  30  15   15
36     SPG   25  50  25   15
37     TUR   60  20  15   10 ;

```

通过在 Windows 的命令行或者 Linux 和 Mac 的终端中输入下述命令即可实现在 Pyomo 中调用杉数求解器进行求解:

```
pyomo solve --solver=coptampl pydiet_abstract.py pydiet_abstract.dat
```

求解过程中, Pyomo 在屏幕中输出如下信息:

```
[ 0.00] Setting up Pyomo environment
[ 0.00] Applying Pyomo preprocessing actions
[ 0.00] Creating model
[ 0.01] Applying solver
[ 0.05] Processing results
      Number of solutions: 1
      Solution Information
          Gap: None
          Status: optimal
          Function Value: 88.19999999999999
      Solver results file: results.yml
[ 0.05] Applying Pyomo postprocessing actions
[ 0.05] Pyomo Finished
```

求解完成后, Pyomo 将求解结果输出到如下 `results.yml` 中:

```
# =====
# = Solver Results                                     =
# =====
# -----
#   Problem Information
# -----
Problem:
- Lower bound: -inf
  Upper bound: inf
  Number of objectives: 1
  Number of constraints: 4
  Number of variables: 8
  Sense: unknown
# -----
#   Solver Information
# -----
Solver:
- Status: ok
  Message: COPT-AMPL\x3a optimal solution; objective 88.2, iterations 1
  Termination condition: optimal
  Id: 0
  Error rc: 0
  Time: 0.03171110153198242
# -----
#   Solution Information
# -----
Solution:
- number of solutions: 1
```

(下页继续)

(续上页)

```

number of solutions displayed: 1
- Gap: None
Status: optimal
Message: COPT-AMPL\x3a optimal solution; objective 88.2, iterations 1
Objective:
    totalcost:
        Value: 88.19999999999999
Variable:
    Buy[MCH]:
        Value: 46.666666666666664
Constraint: No values

```

分析结果知, 杉数求解器找到了最优解约为 88.2 个单位, 此时应当购买约 46.67 个单位的食物 MCH。

具象模型

除了使用抽象模型进行建模, Pyomo 还支持具象模型建模方式, 本部分将介绍使用具象模型对上述问题进行建模并求解。

使用 Pyomo 建模求解的源代码 `pydiet_concrete.py` 见 代码 6.10:

代码 6.10: `pydiet_concrete.py`

```

1  # The code is adopted from:
2  #
3  # https://github.com/Pyomo/pyomo/blob/master/examples/pyomo/amplbook2/diet.py
4  #
5  # with some modification by developer of the Cardinal Optimizer
6
7  from __future__ import print_function, division
8
9  import pyomo.environ as pyo
10 import pyomo.opt as pyopt
11
12 from copt_pyomo import *
13
14 # Nutrition set
15 NUTR = ["A", "C", "B1", "B2"]
16
17 # Food set
18 FOOD = ["BEEF", "CHK", "FISH", "HAM", "MCH", "MTL", "SPG", "TUR"]
19
20 # Price of foods
21 cost = {"BEEF": 3.19, "CHK": 2.59, "FISH": 2.29, "HAM": 2.89, "MCH": 1.89,
22         "MTL": 1.99, "SPG": 1.99, "TUR": 2.49}
23
24 # Nutrition of foods
25 amt = {"BEEF": {"A": 60, "C": 20, "B1": 10, "B2": 15},
26        "CHK": {"A": 8, "C": 0, "B1": 20, "B2": 20},

```

(下页继续)

(续上页)

```

25     "FISH": {"A": 8, "C": 10, "B1": 15, "B2": 10},
26     "HAM": {"A": 40, "C": 40, "B1": 35, "B2": 10},
27     "MCH": {"A": 15, "C": 35, "B1": 15, "B2": 15},
28     "MTL": {"A": 70, "C": 30, "B1": 15, "B2": 15},
29     "SPG": {"A": 25, "C": 50, "B1": 25, "B2": 15},
30     "TUR": {"A": 60, "C": 20, "B1": 15, "B2": 10}}
31
32     # The "diet problem" using ConcreteModel
33     model = pyo.ConcreteModel()
34
35     model.NUTR = pyo.Set(initialize=NUTR)
36     model.FOOD = pyo.Set(initialize=FOOD)
37
38     model.cost = pyo.Param(model.FOOD, initialize=cost)
39
40     def amt_rule(model, i, j):
41         return amt[i][j]
42     model.amt = pyo.Param(model.FOOD, model.NUTR, initialize=amt_rule)
43
44     model.f_min = pyo.Param(model.FOOD, default=0)
45     model.f_max = pyo.Param(model.FOOD, default=100)
46
47     model.n_min = pyo.Param(model.NUTR, default=700)
48     model.n_max = pyo.Param(model.NUTR, default=10000)
49
50     def Buy_bounds(model, i):
51         return (model.f_min[i], model.f_max[i])
52     model.buy = pyo.Var(model.FOOD, bounds=Buy_bounds)
53
54     def Objective_rule(model):
55         return pyo.sum_product(model.cost, model.buy)
56     model.totalcost = pyo.Objective(rule=Objective_rule, sense=pyo.minimize)
57
58     def Diet_rule(model, j):
59         expr = 0
60
61         for i in model.FOOD:
62             expr = expr + model.amt[i, j] * model.buy[i]
63
64         return (model.n_min[j], expr, model.n_max[j])
65     model.Diet = pyo.Constraint(model.NUTR, rule=Diet_rule)
66
67     # Reduced costs of variables
68     model.rc = pyo.Suffix(direction=pyo.Suffix.IMPORT)
69
70     # Activities and duals of constraints
71     model.slack = pyo.Suffix(direction=pyo.Suffix.IMPORT)

```

(下页继续)

(续上页)

```

72 model.dual = pyo.Suffix(direction=pyo.Suffix.IMPORT)
73
74 # Use 'copt_direct' solver to solve the problem
75 solver = pyopt.SolverFactory('copt_direct')
76
77 # Use 'copt_persistent' solver to solve the problem
78 # solver = pyopt.SolverFactory('copt_persistent')
79 # solver.set_instance(model)
80
81 results = solver.solve(model, tee=True)
82
83 # Check result
84 print("")
85 if results.solver.status == pyopt.SolverStatus.ok and \
86     results.solver.termination_condition == pyopt.TerminationCondition.optimal:
87     print("Optimal solution found")
88 else:
89     print("Something unexpected happened: ", str(results.solver))
90
91 print("")
92 print("Optimal objective value:")
93 print("  totalcost: {0:6f}".format(pyo.value(model.totalcost)))
94
95 print("")
96 print("Variables solution:")
97 for i in FOOD:
98     print("  buy[{0:4s}] = {1:9.6f} (rc: {2:9.6f})".format(i, \
99                                                         pyo.value(model.buy[i]), \
100                                                         model.rc[model.buy[i]]))
101
102 print("")
103 print("Constraint solution:")
104 for i in NUTR:
105     print("  diet[{0:2s}] = {1:12.6f} (dual: {2:9.6f})".format(i, \
106                                                         model.slack[model.Diet[i]], \
107                                                         model.dual[model.Diet[i]]))

```

具象模型可以使用 "Direct" 和 "Persistent" 接口方式进行求解。该方式依赖杉数求解器的 Pyomo 插件文件 `copt_pyomo.py`，文件位于安装包的 "lib/pyomo" 子文件夹。使用该插件需要将 `copt_pyomo.py` 文件复制到待求解 Pyomo 模型的相同目录下，且已正确安装了相应 Python 版本的杉数求解器 Python 接口。

然后，在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中执行下述命令进行求解：

```
python pydiet_concrete.py
```

求解完成后，屏幕输出如下内容：

```
Optimal solution found
Objective:
  totalcost: 88.200000
Variables:
  buy[BEEF] = 0.000000
  buy[CHK ] = 0.000000
  buy[FISH] = 0.000000
  buy[HAM ] = 0.000000
  buy[MCH ] = 46.666667
  buy[MTL ] = 0.000000
  buy[SPG ] = 0.000000
  buy[TUR ] = 0.000000
```

结果显示, 杉数求解器找到了最优解约 88.2 个单位, 此时应当购买约 46.67 个单位的食物 MCH。

6.8 PuLP 接口

PuLP 是基于 Python 编程语言的开源优化建模语言, 主要用于对整数线性规划问题进行建模求解。本章介绍了如何在 PuLP 中使用杉数求解器。

6.8.1 安装说明

在 PuLP 中调用杉数求解器进行求解之前, 用户需要正确安装与配置 PuLP 和杉数求解器。PuLP 目前支持 Python 2.7 及之后的 Python 版本。用户可以从 [Anaconda 发行版](#) 或者 [Python 官方发行版](#) 下载并安装 Python。我们推荐用户安装 Anaconda 发行版, 因为它对 Python 新手使用更加友好与方便。

使用 conda 安装

我们推荐安装了 Anaconda 发行版 Python 的用户使用它自带的 `conda` 工具安装 PuLP, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 上的终端中执行下述命令即可:

```
conda install -c conda-forge pulp
```

使用 pip 安装

用户也可以通过标准的 `pip` 工具安装 PuLP, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中执行下述命令即可:

```
pip install pulp
```

6.8.2 配置 PuLP 接口

杉数求解器的 PuLP 接口实现代码在杉数求解器安装包中的 Python 文件 `copt_pulp.py` 中。在安装与配置好杉数求解器后, 用户只需要将该接口文件放在项目代码工程目录中, 并导入该插件:

```
from copt_pulp import *
```

在 PuLP 的求解函数 `solve` 中, 指定使用杉数求解器进行求解:

```
prob.solve(COPT_DLL())
```

或者:

```
prob.solve(COPT_CMD())
```

6.8.3 功能介绍

杉数求解器的 PuLP 接口提供了命令行调用和动态库调用两种方式, 分别介绍如下:

命令行调用方式

PuLP 接口的命令行调用方式实际上调用了杉数求解器的交互式命令行工具 `copt_cmd` 进行求解, 该方式下 PuLP 生成模型对应的 MPS 格式文件, 结合用户传入的参数设置, 生成命令行调用命令。求解完成后, 输出结果文件并读取结果, 赋值给相应的变量并传回 PuLP。

命令行调用方式相关功能封装为 Python 类 `COPT_CMD`, 用户可在创建类的对象时设置参数控制求解过程, 目前主要提供了以下参数:

- `keepFiles`
该选项控制是否保留生成的临时文件。默认值为 0, 即不保留临时文件。
- `mip`
该选项控制是否支持求解整数规划模型。默认值为 `True`, 即支持求解整数规划。
- `msg`
该选项控制是否在屏幕打印日志信息。默认值为 `True`, 即打印日志信息。
- `mip_start`
该选项控制是否使用整数规划初始解信息。默认值为 `False`, 即不使用初始解信息。
- `logfile`
该选项指定求解器日志。默认值为 `None`, 即不生成求解器日志。
- `params`
该选项以 `key=value` 形式设置优化参数。请用户查看 [参数](#) 章节查看目前支持的优化参数。

动态库调用方式

PuLP 接口的动态库调用方式直接调用杉数求解器算法动态库进行求解, 该方式下将获取 PuLP 生成的模型信息并调用相应的接口函数加载模型到杉数求解器, 结合用户传入的参数设置, 进行优化求解。求解完成后, 通过调用接口函数获取求解结果, 赋值给相应的变量和约束并传回 PuLP。

动态库调用方式相关功能封装为 Python 类 `COPT_DLL`, 用户可在创建类的对象时设置参数控制求解过程, 目前主要提供了以下参数:

- `mip`
该选项控制是否支持求解整数规划模型。默认值为 `True`, 即支持求解整数规划。
- `msg`
该选项控制是否在屏幕打印日志信息。默认值为 `True`, 即打印日志信息。
- `mip_start`
该选项控制是否使用整数规划初始解信息。默认值为 `False`, 即不使用初始解信息。
- `logfile`
该选项指定求解器日志。默认值为 `None`, 即不生成求解器日志。
- `params`
该选项以 `key=value` 形式设置优化参数。请用户查看 [参数](#) 章节查看目前支持的优化参数。

此外, 还提供了以下类方法:

- `setParam(self, name, val)`
设置优化求解参数。
- `getParam(self, name)`
获取优化求解参数。
- `getAttr(self, name)`
获取模型的属性信息。
- `write(self, filename)`
输出 MPS/LP 格式模型文件、COPT 二进制格式文件、结果文件、基解文件、初始解文件和参数设置文件。

6.9 CVXPY 接口

[CVXPY](#) 是一种基于 Python 编程语言的开源凸优化问题建模工具。它允许用户以自然的数学方式表达待求解的问题, 十分方便且高效。本章介绍了如何在 CVXPY 中使用杉数求解器。

6.9.1 安装说明

在 CVXPY 中调用杉数求解器进行求解之前, 用户需要正确安装与配置 CVXPY 和杉数求解器。CVXPY 目前支持 Python 3.6 及之后的 Python 版本。用户可以从 [Anaconda 发行版](#) 或者 [Python 官方发行版](#) 下载并安装 Python。我们推荐用户安装 Anaconda 发行版, 因为它对 Python 新手使用更加友好与方便。

使用 conda 安装

我们推荐安装了 Anaconda 发行版 Python 的用户使用它自带的 `conda` 工具安装 CVXPY, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 上的终端中执行下述命令即可:

```
conda install -c conda-forge cvxpy
```

使用 pip 安装

用户也可以通过标准的 `pip` 工具安装 CVXPY, 在 Windows 的命令行或者 Linux 和 MacOS 的终端中执行下述命令即可:

```
pip install cvxpy
```

6.9.2 配置 CVXPY 接口

杉数求解器的 CVXPY 接口实现代码在杉数求解器安装包中的 Python 文件 `copt_cvxpy.py` 中, 且依赖杉数求解器的 Python 接口。假定用户的 Python 版本为 3.7, 则需要先安装 Python 3.7 对应的杉数求解器 Python 接口, 安装方法详见[Python 接口](#)。在安装与配置好杉数求解器后, 用户只需要将该接口文件放在项目代码工程目录中, 并导入该插件:

```
from copt_cvxpy import *
```

在 CVXPY 的求解函数 `solve` 中, 指定使用杉数求解器进行求解:

```
prob.solve(solver=COPT())
```

6.9.3 功能介绍

杉数求解器的 CVXPY 接口支持求解线性规划问题 (LP)、混合整数规划问题 (MIP)、二次规划问题 (QP) 和二阶锥规划问题 (SOCP), 常用的参数有:

- `verbose`

CVXPY 参数, 控制是否显示详细的求解日志, 默认为 `False`, 即不显示求解日志。

- `params`

该选项以 `key=value` 形式设置优化参数。请用户查看[参数](#)章节查看目前支持的优化参数。

第七章 C API 参考手册

杉数优化求解器提供了适用于高级应用场景的 C 语言 API 库函数。本章节提供在 `copt.h` 中定义的常量、函数、参数、属性的文档。

7.1 常量

COPT 有两种类型的常量。一种是用来构建模型的，比如优化方向，约束类型等。另一种是用来查询求解结果的，比如 API 函数返回值，基、解值等。

7.1.1 优化方向

在不同的优化场景中，可能需要最大化或者最小化一个目标函数。为此，我们提供了两种优化方向常数：

- `COPT_MINIMIZE`

最小化目标函数

- `COPT_MAXIMIZE`

最大化目标函数

当读取一个文件时，优化方向会自动设置。此外，可以调用 `COPT_SetObjSense` 手动设置优化方向。

7.1.2 无边界

在 COPT 中，我们使用一个很大的量表达无边界的情况。这个量可以通过 `COPT_DBLPARAM_INFBOUND` 参数设置。而这个参数的默认值，以常数提供：

- `COPT_INFINITY`

代表无边界的量的默认值 (`1e30`)

7.1.3 未定义

在 COPT 中，我们使用另一个很大的量表达数据未定义的情况。例如，初始解文件 (`.mst`) 中省略的变量的赋值。这个量，以常数提供：

- `COPT_UNDEFINED`

代表数据未定义 (`1e40`)

7.1.4 约束类型

注意: COPT 支持使用约束类型来定义约束, 但不推荐。我们推荐直接使用上下边界来定义约束。

在优化领域最初兴起的时候, 人们往往用约束类型 (**sense**) 来定义一个约束。常见的类型有:

- COPT_LESS_EQUAL

形如 $g(x) \leq b$ 的约束

- COPT_GREATER_EQUAL

形如 $g(x) \geq b$ 的约束

- COPT_EQUAL

形如 $g(x) = b$ 的约束

此外, 还有两种用的较少的类型

- COPT_FREE

无边界约束的表达式

- COPT_RANGE

同时有上下边界的, 形如 $l \leq g(x) \leq u$ 的约束

请参考 COPT_LoadProb 函数的文档, 以了解如何使用 COPT_RANGE 来定义同时有上下界的约束。

7.1.5 变量类型

变量类型指的是一个变量是连续变量、二进制变量或者整数变量。

- COPT_CONTINUOUS

连续变量

- COPT_BINARY

二进制变量

- COPT_INTEGER

整数变量

7.1.6 SOS 约束类型

SOS 约束 (Special Ordered Set) 是一类限制一组变量取值的特殊约束。目前, COPT 支持两种 SOS 约束, 一是 SOS1 约束, 该类型约束中指定的一组变量至多有一个变量可取非零值, 二是 SOS2 约束, 该类型约束中指定的一组变量至多有两个变量可取非零值, 且取非零值的变量顺序要求相邻。SOS 约束中的变量类型可取连续变量、二进制变量和整数变量。

- COPT_SOS_TYPE1

SOS1 约束

- COPT_SOS_TYPE2

SOS2 约束

7.1.7 Indicator 约束

Indicator 约束是一类逻辑关系约束，它以一个二进制类型变量 y 作为 Indicator 变量，根据变量 y 的取值决定线性约束 $a^T x \leq b$ 是否成立。Indicator 约束的一般表达式：

$$y = f \rightarrow a^T x \leq b \quad (7.1)$$

其中, $f \in \{0, 1\}$ 。当 $y = f$ 时，线性约束成立。当 $y \neq f$ 时，线性约束不成立。线性约束的方向可取 \leq 、 \geq 和 $=$ 三种情形。

7.1.8 二阶锥约束

二阶锥约束是一类特殊的二次约束，包括：

- COPT_CONE_QUAD

标准二阶锥。

数学形式为：

$$y \geq \sqrt{x^T x} \quad (7.2)$$

其中, x 为一组变量, y 为非负变量。

- COPT_CONE_RQUAD

旋转二阶锥。

数学形式为：

$$2yz \geq x^T x \quad (7.3)$$

其中, x 为一组变量, y 和 z 为非负变量。

7.1.9 二次目标

除线性目标函数外, COPT 还支持一般性的凸二次目标函数。

数学形式为：

$$x^T Q x + c^T x \quad (7.4)$$

其中, x 为一组变量, Q 为二次目标函数中的二次项, c 为二次目标函数中的线性项。

7.1.10 二次约束

除特殊的二阶锥约束外, COPT 还支持一般性的凸二次约束。

数学形式为:

$$x^T Q x + q^T x \leq b \quad (7.5)$$

其中, x 为一组变量, Q 为二次约束中的二次项, q 为二次约束中的线性项, b 为二次约束的右端项。

7.1.11 API 函数的返回值

当一个 API 函数的调用完成之时, 它会返回一个整数返回值。这个值的数值, 代表这次函数调用是否成功或失败, 以及为何失败。

可能的函数返回值有:

- COPT_RETCODE_OK
调用成功。
- COPT_RETCODE_MEMORY
调用失败: 内存分配失败。
- COPT_RETCODE_FILE
调用失败: 文件读写失败。
- COPT_RETCODE_INVALID
调用失败: 非法数据。
- COPT_RETCODE_LICENSE
调用失败: 授权检测失败。在这种情况下, 请接着调用 COPT_GetLicenseMsg 以获取具体原因。
- COPT_RETCODE_INTERNAL
调用失败: 内部错误。
- COPT_RETCODE_THREAD
调用失败: 线程操作错误。
- COPT_RETCODE_SERVER
调用失败: 远程服务器错误。
- COPT_RETCODE_NONCONVEX
调用失败: 模型非凸。

7.1.12 基状态

对于一个有 n 个变量、 m 个约束的优化模型，它在内部计算时， m 个约束会被当做 m 个松弛变量看待。这样一共就有 $n + m$ 个变量了。

当使用单纯形法求解模型时，它会把 n 个变量固定在其有限边界上，并计算另外 m 个变量的取值。这 m 个计算取值的变量叫做 **基变量**，而另外那 n 个变量叫做 **非基变量**。单纯形法的求解过程，以及最终的解，都可以用变量的基状态来表达。

COPT 中的变量基状态有：

- COPT_BASIS_LOWER
非基变量，取值下边界。
- COPT_BASIS_BASIC
基变量。
- COPT_BASIS_UPPER
非基变量，取值上边界。
- COPT_BASIS_SUPERBASIC
非基变量，但取值非上下边界。
- COPT_BASIS_FIXED
非基变量，固定在它唯一的边界（上下边界相等）。

7.1.13 LP 的解状态

求解线性规划模型之后，其解的状态可以叫做 LP 的解状态。这个值可以通过 COPT_INTATTR_LPSTATUS 属性获取。

LP 的解状态的可能取值为：

- COPT_LPSTATUS_UNSTARTED
尚未开始求解。
- COPT_LPSTATUS_OPTIMAL
找到了最优解。
- COPT_LPSTATUS_INFEASIBLE
模型是无解的。
- COPT_LPSTATUS_UNBOUNDED
目标函数在优化方向没有边界。
- COPT_LPSTATUS_NUMERICAL
求解遇到数值问题。
- COPT_LPSTATUS_TIMEOUT

在时间限制到达前未能完成求解。

- `COPT_LPSTATUS_UNFINISHED`

求解终止。但是由于数值问题，求解器无法给出结果。

7.1.14 MIP 的解状态

求解整数规划模型之后，其解的状态叫做 MIP 的解状态。这个值可以通过 `COPT_INTATTR_MIPSTATUS` 属性获取。

MIP 的解状态的可能取值为：

- `COPT_MIPSTATUS_UNSTARTED`

尚未开始求解。

- `COPT_MIPSTATUS_OPTIMAL`

找到了最优解。

- `COPT_MIPSTATUS_INFEASIBLE`

模型是无解的。

- `COPT_MIPSTATUS_UNBOUNDED`

目标函数在优化方向没有边界。

- `COPT_MIPSTATUS_INF_OR_UNB`

模型无解或目标函数在优化方向没有边界。

- `COPT_MIPSTATUS_NODELIMIT`

在节点限制到达前未能完成求解。

- `COPT_MIPSTATUS_TIMEOUT`

在时间限制到达前未能完成求解。

- `COPT_MIPSTATUS_UNFINISHED`

求解终止。但是由于数值问题，求解器无法给出结果。

- `COPT_MIPSTATUS_INTERRUPTED`

用户中止。

7.1.15 客户端配置参数

对于浮动和集群服务器的客户端，用户可以通过调用接口函数设置客户端配置参数，目前提供的配置参数有：

- `COPT_CLIENT_CLUSTER`

远程服务器的 IP 地址。

- `COPT_CLIENT_FLOATING`

令牌服务器的 IP 地址。

- COPT_CLIENT_PASSWORD

远程服务器的密码。

- COPT_CLIENT_PORT

令牌服务器的通信端口。

- COPT_CLIENT_WAITTIME

客户端连接等待时间。

7.1.16 其他常量

- COPT_BUFFSIZE

定义了获取文本信息的时候，所用到的数组的推荐长度。可在调用 COPT_GetBanner 、 COPT_GetRetcodeMsg 等函数时使用。

7.2 API 函数

API 函数的文档按照功能进行分组。

全部 API 函数的返回值都是整数，可能的取值及其含义请参考常量部分的文档。

7.2.1 创建求解环境和模型

COPT__CreateEnvConfig

概要

```
int COPT__CreateEnvConfig(copt_env_config **p_config)
```

描述

创建一个 COPT 客户端配置。

参量

p_config

指向 COPT 客户端配置的输出指针。

COPT__DeleteEnvConfig

概要

```
int COPT__DeleteEnvConfig(copt_env_config **p_config)
```

描述

删除 COPT 客户端配置。

参量

`p_config`

指向 COPT 客户端配置的输入指针。

COPT_SetEnvConfig

概要

```
int COPT_SetEnvConfig(copt_env_config *config, const char *name,
const char *value)
```

描述

设置 COPT 客户端配置参数。

参量

`config`

COPT 客户端配置。

`name`

客户端配置参数名。

`value`

客户端配置参数值。

COPT_CreateEnv

概要

```
int COPT_CreateEnv(copt_env **p_env)
```

描述

创建一个 COPT 求解环境。

调用这个函数是使用 COPT 的第一件事情。这个函数会检查授权文件,如果成功,则可以进一步的创建 COPT 模型。如果检查失败,则可以调用 `COPT_GetLicenseMsg` 来获取更多信息,以便找出问题所在。

参量

`p_env`

指向 COPT 求解环境的输出指针。

COPT_CreateEnvWithPath

概要

```
int COPT_CreateEnvWithPath(const char *licDir, copt_env **p_env)
```

描述

创建一个 COPT 求解环境，授权文件路径为参数 `licDir` 指定的路径。

调用这个函数是使用 COPT 的第一件事情。这个函数会检查授权文件，如果成功，则可以进一步的创建 COPT 模型。如果检查失败，则可以调用 `COPT_GetLicenseMsg` 来获取更多信息，以便找出问题所在。

参量

`licDir`

授权文件路径。

`p_env`

指向 COPT 求解环境的输出指针。

COPT_CreateEnvWithConfig

概要

```
int COPT_CreateEnvWithConfig(copt_env_config *config, copt_env
**p_env)
```

描述

创建一个 COPT 求解环境，客户端配置由参数 `config` 指定。

调用这个函数是使用 COPT 的第一件事情。这个函数会检查客户端参数配置，如果成功，则可以进一步的创建 COPT 模型。如果检查失败，则可以调用 `COPT_GetLicenseMsg` 来获取更多信息，以便找出问题所在。

参量

`config`

客户端配置。

`p_env`

指向 COPT 求解环境的输出指针。

COPT_DeleteEnv

概要

```
int COPT_DeleteEnv(copt_env **p_env)
```

描述

删除 COPT 求解环境。

参量

`p_env`

指向 COPT 求解环境的输入指针。

COPT_GetLicenseMsg

概要

```
int COPT_GetLicenseMsg(copt_env *env, char *buff, int buffSize)
```

描述

返回一个 C 语言风格的字符串, 说明授权文件检查相关信息。

请在调用 `COPT_CreateEnv` 失败时使用这个函数。

参量

`env`

COPT 求解环境。

`buff`

用以获取字符串的数组。

`buffSize`

上述数组的大小。

COPT_CreateProb

概要

```
int COPT_CreateProb(copt_env *env, copt_prob **p_prob)
```

描述

创建一个空的 COPT 模型。

参量

`env`

COPT 求解环境。

`p_prob`

指向 COPT 模型的输出指针。

COPT_CreateCopy

概要

```
int COPT_CreateCopy(copt_prob *src_prob, copt_prob **p_dst_prob)
```

描述

创建一个现有 COPT 模型的深拷贝。

注意: 模型的求解参数设置也将被拷贝, 若用户希望使用不同的参数求解拷贝后的模型, 则需要对拷贝后的模型调用 `COPT_ResetParam` 函数, 将求解参数重置为默认设置后再进行自定义设置。

参量

`src_prob`

待拷贝 COPT 模型。

`p_dst_prob`

指向新创建 COPT 模型的输出指针。

COPT_DeleteProb

概要

```
int COPT_DeleteProb(copt_prob **p_prob)
```

描述

删除 COPT 模型。

参量

`p_prob`

指向 COPT 模型的输入指针。

7.2.2 构造和修改模型

COPT_LoadProb

概要

```
int COPT_LoadProb(copt_prob *prob, int nCol, int nRow, int
iObjSense, double dObjConst, const double *obj, const int
*colMatBeg, const int *colMatCnt, const int *colMatIdx, const double
*colMatElem, const char *colType, const double *colLower, const
double *colUpper, const char *rowSense, const double *rowBound,
const double *rowUpper, char const *const *colNames, char const
*const *rowNames)
```

描述

通过多个数组, 加载一个 COPT 模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nCol`

变量数 (系数矩阵列数)。

`nRow`

约束数 (系数矩阵行数)。

iObjSense

优化方向。可能的取值有 COPT_MAXIMIZE 或 COPT_MINIMIZE。

dObjConst

目标函数的常数项。

obj

变量的目标函数系数。

colMatBeg, colMatCnt, colMatIdx 和 colMatElem

以列压缩存储格式定义系数矩阵。我们在 **其他信息** 中提供了一个使用列压缩存储格式的例子供参考。

如果 **colMatCnt** 为 NULL, 则 **colMatBeg** 需要有 **nCol+1** 元素, 且指向第 **i** 列的开始和终止指针分别使用 **colMatBeg[i]** 和 **colMatBeg[i+1]** 定义。

如果提供了 **colMatCnt**, 则指向第 **i** 列的开始和终止指针分别使用 **colMatBeg[i]** 和 **colMatBeg[i] + colMatCnt[i]** 定义。

colType

变量类型。

如果不提供这个数组, 则所有的变量都是连续变量。

colLower 和 colUpper

变量的上下边界。

如果不提供下边界 **colLower**, 下边界都将是 0。

如果不提供上边界 **colUpper**, 则变量都无上边界。

rowSense

约束类型。

请参考常量部分的文档, 了解 COPT 所支持的约束类型。

如果不提供 **rowSense** 这个数组, 那么 **rowBound** 和 **rowUpper** 会被当做约束的上下边界。这是我们推荐的定义约束的方式。

如果提供了 **rowSense** 则 **rowBound** 和 **rowUpper** 会被当做 RHS 和 *range*。在此情况下, **rowUpper** 数组仅在有 COPT_RANGE 约束类型的时候会用到, 且在此时, 上下界分别为

下界 $\text{rowBound}[i] - \text{fabs}(\text{rowUpper}[i])$

上界 $\text{rowBound}[i]$

rowBound

约束的下界或 RHS。

rowUpper

约束的上界或 *range*。

colNames and rowNames

变量和约束的名字。可以不提供。

其他信息

列压缩存储 (compressed column storage, CCS) 格式, 是一种常见的存储稀疏矩阵的格式。我们再次演示如何用此格式来存储这个 4 列 3 行的示例矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} 1.1 & 1.2 & & \\ & 2.2 & 2.3 & \\ & & 3.3 & 3.4 \end{bmatrix} \quad (7.6)$$

```
// 仅使用 colMatBeg
colMatBeg[5] = { 0, 1, 3, 5, 6};
colMatIdx[6] = { 0, 0, 1, 1, 2, 2};
colMatElem[6] = {1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.3, 3.4};

// 同时用到 colMatBeg 和 colMatCnt
// 星号 (*) 部分是用不到的数据
colMatBeg[4] = { 0, 1, 5, 7};
colMatCnt[4] = { 1, 2, 2, 1};
colMatIdx[6] = { 0, 0, 1, 1, 2, *, *, 2};
colMatElem[6] = {1.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.3, *, *, 3.4};
```

COPT_AddCol

概要

```
int COPT_AddCol(copt_prob *prob, double dColObj, int nColMatCnt,
const int *colMatIdx, const double *colMatElem, char cColType,
double dColLower, double dColUpper, const char *colName)
```

描述

添加一个变量 (列)。

参量

prob

COPT 模型。

dColObj

变量的目标函数系数。

nColMatCnt

此列系数矩阵中的非零元素的数量。

colMatIdx

此列系数矩阵中的非零元素的行编号。

colMatElem

此列系数矩阵中的非零元素的数值。

`cColType`

变量类型。

`dColLower` and `dColUpper`

变量的上下边界。

`colName`

变量的名字。可以传入 `NULL` 。

COPT_AddPSDCol

概要

```
int COPT_AddPSDCol(copt_prob *prob, int colDim, const char *name)
```

描述

添加一个半定变量。

参量

`prob`

COPT 模型。

`colDim`

新添加的半定变量维度。

`name`

新添加的半定变量名字。可以传入 `NULL` 。

COPT_AddRow

概要

```
int COPT_AddRow(copt_prob *prob, int nRowMatCnt, const int  
*rowMatIdx, const double *rowMatElem, char cRowSense, double  
dRowBound, double dRowUpper, const char *rowName)
```

描述

添加一个约束（行）。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nRowMatCnt`

此行系数矩阵中的非零元素的数量。

`rowMatIdx`

此行系数矩阵中的非零元素的列编号。

`rowMatElem`

此行系数矩阵中的非零元素的数值。

`cRowSense`

约束类型。

请参考常量部分的文档，了解 COPT 所支持的约束类型。

如果 `cRowSense` 是 0, 则 `dRowBound` 和 `dRowUpper` 会被当做约束的上下边界。这是我们推荐的定义约束的方式。

如果 `cRowSense` 是有意义的量, 则 `dRowBound` 和 `dRowUpper` 会被当做 RHS 和 **range**。在此情况下, `dRowUpper` 仅在约束为 COPT_RANGE 类型时才会用到。且在此时, 上下界分别为

下界 `dRowBound - dRowUpper`

上界 `dRowBound`

`dRowBound`

约束的下界或 RHS。

`dRowUpper`

约束的上界或 **range**。

`rowName`

约束的名字。可以传入 NULL。

COPT_AddCols

概要

```
int COPT_AddCols(copt_prob *prob, int nAddCol, const double *colObj,
const int *colMatBeg, const int *colMatCnt, const int *colMatIdx,
const double *colMatElem, const char *colType, const double
*colLower, const double *colUpper, char const *const *colNames)
```

描述

添加 `nAddCol` 个变量 (列)。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nAddCol`

新添加的变量数 (系数矩阵列数)。

`colObj`

新变量的目标函数系数。

`colMatBeg`, `colMatCnt`, `colMatIdx` 和 `colMatElem`

以列压缩存储格式提供系数矩阵。有关列压缩存储格式的具体示例, 请参见 `COPT_LoadProb` 的 [其他信息](#)。

`colType`

新变量类型。如果不提供这个数组, 则所有的变量都是连续变量。

`colLower` 和 `colUpper`

新变量的上下边界。

如果不提供下边界 `colLower`, 下边界都将是 0。

如果不提供上边界 `colUpper`, 则新变量都无上边界。

`colNames`

新变量的名字。可以传入 `NULL`。

`COPT_AddPSDCols`

概要

```
int COPT_AddPSDCols(copt_prob *prob, int nAddCol, const int*  
colDims, char const *const *names)
```

描述

添加 `nAddCol` 个半定变量。

参量

`prob`

`COPT` 模型。

`nAddCol`

新添加的半定变量个数。

`colDims`

新添加的半定变量维度。

`names`

新添加的半定变量名字。可以传入 `NULL`。

`COPT_AddRows`

概要

```
int COPT_AddRows(copt_prob *prob, int nAddRow, const int *rowMatBeg,
const int *rowMatCnt, const int *rowMatIdx, const double
*rowMatElem, const char *rowSense, const double *rowBound, const
double *rowUpper, char const *const *rowNames)
```

描述

添加 `nAddRow` 个新约束（行）。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nAddRow`

新添加的约束数（系数矩阵行数）。

`rowMatBeg`, `rowMatCnt`, `rowMatIdx` 和 `rowMatElem`

以行压缩存储格式提供系数矩阵。有关稀疏矩阵的压缩存储格式的具体示例，请参见 `COPT_LoadProb` 的 [其他信息](#)。

`rowSense`

新约束类型。

请参考常量部分的文档，了解 COPT 所支持的约束类型。

如果不提供 `rowSense` 这个数组，那么 `rowBound` 和 `rowUpper` 会被当做约束的上下边界。这是我们推荐的定义约束的方式。

如果提供了 `rowSense` 则 `rowBound` 和 `rowUpper` 会被当做 RHS 和 `range`。在此情况下，`rowUpper` 数组仅在有 `COPT_RANGE` 约束类型的时候会用到，且在此时，上下界分别为

下界 `rowBound[i] - fabs(rowUpper[i])`

上界 `rowBound[i]`

`rowBound`

新约束的下界或 RHS。

`rowUpper`

新约束的上界或 `range`。

`rowNames`

新约束的名字。可以传入 `NULL`。

COPT_AddSOSs

概要

```
int COPT_AddSOSs(copt_prob *prob, int nAddSOS, const int *sosType,
const int *sosMatBeg, const int *sosMatCnt, const int *sosMatIdx,
const double *sosMatWt)
```

描述

添加 `nAddSOS` 个 SOS 约束。若 `sosMatWt` 为 `NULL`，则 COPT 在内部自动生成。

注意：若模型包含 SOS 约束，则模型为整数规划模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nAddSOS`

新添加的 SOS 约束个数。

`sosType`

SOS 约束的类型。

`sosMatBeg`, `sosMatCnt`, `sosMatIdx` 和 `sosMatWt`

以行压缩存储格式提供 SOS 约束的成员。有关稀疏矩阵的压缩存储格式的具体示例，请参见 `COPT_LoadProb` 的 [其他信息](#)。

`sosMatWt`

SOS 约束中各成员的权重。可以为 `NULL`。

COPT_AddCones

概要

```
int COPT_AddCones(copt_prob *prob, int nAddCone, const int
*coneType, const int *coneBeg, const int *coneCnt, const int
*coneIdx)
```

描述

添加 `nAddCone` 个二阶锥约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nAddCone`

新添加的二阶锥约束个数。

`coneType`

二阶锥约束的类型。

`coneBeg`, `coneCnt`, `coneIdx`

以行压缩存储格式提供二阶锥约束的成员。有关稀疏矩阵的压缩存储格式的具体示例, 请参见 `COPT_LoadProb` 的 其他信息。

COPT_AddQConstr

概要

```
int COPT_AddQConstr(copt_prob *prob, int nRowMatCnt, const int
*rowMatIdx, const int *rowMatElem, int nQMatCnt, const int *qMatRow,
const int *qMatCol, const double *qMatElem, char cRowSense, double
dRowBound, const char *name)
```

描述

添加一个二次约束。

注意: 目前仅支持求解凸二次约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nRowMatCnt`

二次约束中非零线性项的数目。

`rowMatIdx`

二次约束中非零线性项系数的列下标。

`rowMatElem`

二次约束中非零线性项的系数。

`nQMatCnt`

二次约束中非零二次项的数目。

`qMatRow`

二次约束中非零二次项的行下标。

`qMatCol`

二次约束中非零二次项的列下标。

`qMatElem`

二次约束中非零二次项的系数。

`cRowSense`

二次约束的类型。可选取值为: `COPT_LESS_EQUAL` 和 `COPT_GREATER_EQUAL`。

`dRowBound`

二次约束的右端项。

`name`

二次约束的名字。可以传入 `NULL` 。

COPT_AddPSDConstr

概要

```
int COPT_AddPSDConstr(copt_prob *prob, int nRowMatCnt, const
int *rowMatIdx, const int *rowMatElem, int nColCnt, const int
*psdColIdx, const int *symMatIdx, char cRowSense, double dRowBound,
double dRowUpper, const char *name)
```

描述

添加一个半定约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nRowMatCnt`

半定约束中非零线性项的数目。

`rowMatIdx`

半定约束中非零线性项系数的列下标。

`rowMatElem`

半定约束中非零线性项的系数。

`nColCnt`

半定约束中半定项的数目。

`psdColIdx`

半定约束中半定项的半定变量下标。

`symMatIdx`

二次约束中半定项的对称矩阵下标。

`cRowSense`

半定约束的类型。

请参考常量部分的文档，了解 COPT 所支持的约束类型。

如果 `cRowSense` 是 0, 则 `dRowBound` 和 `dRowUpper` 会被当做约束的上下边界。这是我们推荐的定义约束的方式。

如果 `cRowSense` 是有意义的量, 则 `dRowBound` 和 `dRowUpper` 会被当做 RHS 和 `range` 。在此情况下, `dRowUpper` 仅在约束为 `COPT_RANGE` 类型时才会用到。且在此时, 上下界分别为

下界 $dRowBound - dRowUpper$

上界 $dRowBound$

`dRowBound`

半定约束的下界或者右端项。

`dRowUpper`

半定约束的上界或 **range** 。

`name`

半定约束的名字。可以传入 `NULL` 。

COPT_AddIndicator

概要

```
int COPT_AddIndicator(copt_prob *prob, int binColIdx, int binColVal,
int nRowMatCnt, const int *rowMatIdx, const double *rowMatElem, char
cRowSense, double dRowBound)
```

描述

添加一个 Indicator 约束。

注意：若模型包含 Indicator 约束，则模型为整数规划模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`binColIdx`

二进制类型 Indicator 变量（列）的下标。

`binColVal`

二进制类型 Indicator 变量（列）的取值。

`nRowMatCnt`

线性约束（行）系数矩阵中的非零元素的数量。

`rowMatIdx`

线性约束（行）系数矩阵中的非零元素的列编号。

`rowMatElem`

线性约束（行）系数矩阵中的非零元素的数值。

`cRowSense`

线性约束（行）类型。可选取值为：`COPT_EQUAL`、`COPT_LESS_EQUAL` 和 `COPT_GREATER_EQUAL` 。

dRowBound

线性约束（行）的右端项。

COPT__AddSymMat

概要

```
int COPT_AddSymMat(copt_prob *prob, int ndim, int nelem, int *rows,
int *cols, double *elems)
```

描述

添加一个对称矩阵（传入下三角部分即可）。

参量

prob

COPT 模型。

ndim

对称矩阵的维度。

nelem

对称矩阵的非零元数目。

rows

对称矩阵非零元素的行下标。

cols

对称矩阵非零元素的列下标。

elems

对称矩阵的非零元素。

COPT__DelCols

概要

```
int COPT_DelCols(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 num 个变量（列）。

参量

prob

COPT 模型。

num

要删除的变量个数。

`list`

要删除的变量下标列表。

COPT_DelPSDCols

概要

```
int COPT_DelPSDCols(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个半定变量。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的半定变量个数。

`list`

要删除的半定变量下标列表。

COPT_DelRows

概要

```
int COPT_DelRows(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个约束（行）。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的约束个数。

`list`

要删除的约束下标列表。

COPT_DelSOSs

概要

```
int COPT_DelSOSs(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个 SOS 约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的 SOS 约束个数。

`list`

要删除的 SOS 约束下标列表。

COPT_DelCones

概要

```
int COPT_DelCones(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个二阶锥约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的二阶锥约束个数。

`list`

要删除的二阶锥约束下标列表。

COPT_DelQConstrs

概要

```
int COPT_DelQConstrs(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个二次约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的二次约束个数。

`list`

要删除的二次约束下标列表。

COPT_DelPSDConstrs

概要

```
int COPT_DelPSDConstrs(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个半定约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的半定约束个数。

`list`

要删除的半定约束下标列表。

COPT_DelIndicators

概要

```
int COPT_DelIndicators(copt_prob *prob, int num, const int *list)
```

描述

删除 `num` 个 Indicator 约束。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要删除的 Indicator 约束个数。

`list`

要删除的 Indicator 约束下标列表。

COPT_DelQuadObj

概要

```
int COPT_DelQuadObj(copt_prob *prob)
```

描述

删除二次目标函数中的二次项。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_DelPSDObj

概要

```
int COPT_DelPSDObj(copt_prob *prob)
```

描述

删除目标函数中的半定项。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_SetElem

概要

```
int COPT_SetElem(copt_prob *prob, int iCol, int iRow, double  
newElem)
```

描述

设置指定行列对应的系数。

注意：若 `newElem` 的值小于或者等于参数 `MatrixTol` 的值，则将被设置为 0。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iCol`

列的下标。

`iRow`

行的下标。

`newElem`

待设置的新系数。

COPT_SetPSDElem

概要

```
int COPT_SetPSDElem(copt_prob *prob, int iCol, int iRow, int newIdx)
```

描述

设置指定半定约束中半定项的对称矩阵下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iCol`

半定变量的下标。

`iRow`

半定约束的下标。

`newIdx`

待设置的对称矩阵新下标。

COPT_SetObjSense**概要**

```
int COPT_SetObjSense(copt_prob *prob, int iObjSense)
```

描述

设定（修改）优化方向。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iObjSense`

优化方向。可能的取值有 `COPT_MAXIMIZE` 或 `COPT_MINIMIZE`。

COPT_SetObjConst**概要**

```
int COPT_SetObjConst(copt_prob *prob, double dObjConst)
```

描述

设定目标函数的常数项。

参量

`prob`

COPT 模型。

`dObjConst`

目标函数的常数项。

COPT_SetColObj/Type/Lower/Upper/Names

概要

```
int COPT_SetColObj(copt_prob *prob, int num, const int *list, const
double *obj)

int COPT_SetColType(copt_prob *prob, int num, const int *list, const
char *type)

int COPT_SetColLower(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const double *lower)

int COPT_SetColUpper(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const double *upper)

int COPT_SetColNames(copt_prob *prob, int num, const int *list, char
const *const *names)
```

描述

以上五个函数，分别修改 `num` 个变量（列）的

目标函数参数

变量类型

下边界

上边界

名字

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要修改的变量个数。

`list`

要修改的变量列表。

`obj`

列表中出现的各个变量的新目标函数参数。

`types`

列表中出现的各个变量的新类型。

`lower`

列表中出现的各个变量的新下界。

`upper`

列表中出现的各个变量的新上界。

names

列表中出现的各个变量的新名字。

COPT_SetPSDColNames

概要

```
int COPT_SetPSDColNames(copt_prob *prob, int num, const int *list,
char const *const *names)
```

描述

修改 num 个半定变量的名字。

参量

prob

COPT 模型。

num

要修改的半定变量个数。

list

要修改的半定变量下标列表。

names

列表中出现的各个半定变量的新名字。

COPT_SetRowLower/Upper/Names

概要

```
int COPT_SetRowLower(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const double *lower)
```

```
int COPT_SetRowUpper(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const double *upper)
```

```
int COPT_SetRowNames(copt_prob *prob, int num, const int *list, char
const *const *names)
```

描述

以上三个函数，分别修改 num 个约束（行）的

下边界

上边界

名字

参量

prob

COPT 模型。

`num`

要修改的约束个数。

`list`

要修改的约束列表。

`lower`

列表中出现的各个约束的新下界。

`upper`

列表中出现的各个约束的新上界。

`names`

列表中出现的各个约束的新名字。

COPT_SetQConstrSense/Rhs/Names

概要

```
int COPT_SetQConstrSense(copt_prob *prob, int num, const int *list,
    const char *sense)
```

```
int COPT_SetQConstrRhs(copt_prob *prob, int num, const int *list,
    const double *rhs)
```

```
int COPT_SetQConstrNames(copt_prob *prob, int num, const int *list,
    char const *const *names)
```

描述

以上三个函数，分别修改 `num` 个二次约束的

类型

右端项

名字

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

要修改的二次约束个数。

`list`

要修改的二次约束列表。

`sense`

列表中出现的各个二次约束的新类型。

rhs

列表中出现的各个二次约束的新右端项。

names

列表中出现的各个二次约束的新名字。

COPT_SetPSDConstrLower/Upper/Names

概要

```
int COPT_SetPSDConstrLower(copt_prob *prob, int num, const int
*list, const double *lower)
```

```
int COPT_SetPSDConstrUpper(copt_prob *prob, int num, const int
*list, const double *upper)
```

```
int COPT_SetPSDConstrNames(copt_prob *prob, int num, const int
*list, char const *const *names)
```

描述

以上三个函数，分别修改 **num** 个半定约束的

下边界

上边界

名字

参量

prob

COPT 模型。

num

要修改的半定约束个数。

list

要修改的半定约束列表。

lower

列表中出现的各个半定约束的新下界。

upper

列表中出现的各个半定约束的新上界。

names

列表中出现的各个半定约束的新名字。

COPT_ReplaceColObj

概要

```
int COPT_ReplaceColObj(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const double *obj)
```

描述

使用指定的参数构成的目标函数替换之前的目标函数。

参量

prob

COPT 模型。

num

要修改的变量个数。

list

要修改的变量列表。

obj

列表中出现的各个变量的新目标函数参数。

COPT_ReplacePSDObj

概要

```
int COPT_ReplacePSDObj(copt_prob *prob, int num, const int *list,
const int *idx)
```

描述

使用指定的半定项替换目标函数中的半定项。

参量

prob

COPT 模型。

num

要修改的半定项数目。

list

要修改的半定变量列表。

idx

列表中出现的各个半定变量的对称矩阵新下标。

COPT_SetQuadObj

概要

```
int COPT_SetQuadObj(copt_prob *prob, int num, int *qRow, int *qCol,  
double *qElem)
```

描述

设置二次目标函数中的二次项。

参量

prob

COPT 模型。

num

二次目标函数中非零二次项数目。

qRow

二次目标函数中非零二次项行下标。

qCol

二次目标函数中非零二次项列下标。

qElem

二次目标函数中非零二次项系数。

COPT_SetPSDObj

概要

```
int COPT_SetPSDObj(copt_prob *prob, int iCol, int newIdx)
```

描述

设置目标函数中的半定项。

参量

prob

COPT 模型。

iCol

目标函数中半定项的半定变量下标。

newIdx

目标函数中半定项的对称矩阵下标。

7.2.3 读入与输出模型

COPT_ReadMps

概要

```
int COPT_ReadMps(copt_prob *prob, const char *mpsfilename)
```

描述

从 MPS 文件中读取模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`mpsfilename`

MPS 文件路径。

COPT_ReadLp

概要

```
int COPT_ReadLp(copt_prob *prob, const char *lpfilename)
```

描述

从 LP 文件中读取模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`lpfilename`

LP 文件路径。

COPT_ReadSDPA

概要

```
int COPT_ReadSDPA(copt_prob *prob, const char *sdpafilename)
```

描述

从 SDPA 文件中读取模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`sdpafilename`

SDPA 文件路径。

COPT_ReadCbf

概要

```
int COPT_ReadCbf(copt_prob *prob, const char *cbffilename)
```

描述

从 CBF 文件中读取模型。

参量

prob

COPT 模型。

cbffilename

CBF 文件路径。

COPT_ReadBin

概要

```
int COPT_ReadBin(copt_prob *prob, const char *binfilename)
```

描述

从 COPT 二进制文件中读取模型。

参量

prob

COPT 模型。

binfilename

COPT 二进制文件路径。

COPT_ReadBlob

概要

```
int COPT_ReadBlob(copt_prob *prob, void *blob, COPT_INT64 len)
```

描述

从 COPT 序列化数据中读取模型。

参量

prob

COPT 模型。

blob

序列化数据。

len

序列化数据长度。

COPT_WriteMps

概要

```
int COPT_WriteMps(copt_prob *prob, const char *mpsfilename)
```

描述

把内部的 COPT 模型写出到 MPS 格式文件中。

参量

prob

COPT 模型。

mpsfilename

MPS 格式文件路径。

COPT_WriteMpsStr

概要

```
int COPT_WriteMpsStr(copt_prob *prob, char *str, int nStrSize, int *pReqSize)
```

描述

把内部的 COPT 模型以 MPS 格式写出到字符流中。

参量

prob

COPT 模型。

str

MPS 格式模型字符流。

nStrSize

字符流缓冲区的大小。

pReqSize

保存模型的字符流最小空间大小。

COPT_WriteLp

概要

```
int COPT_WriteLp(copt_prob *prob, const char *lpfilename)
```

描述

把内部的 COPT 模型写出到 LP 格式文件中。

参量

prob

COPT 模型。

lpfilename

LP 格式文件路径。

COPT_WriteCbf

概要

```
int COPT_WriteCbf(copt_prob *prob, const char *cbffilename)
```

描述

把内部的 COPT 模型写出到 CBF 格式文件中。

参量

prob

COPT 模型。

cbffilename

CBF 格式文件路径。

COPT_WriteBin

概要

```
int COPT_WriteBin(copt_prob *prob, const char *binfilename)
```

描述

把内部的 COPT 模型写出到 COPT 二进制格式文件中。

参量

prob

COPT 模型。

binfilename

COPT 二进制格式文件路径。

COPT_WriteBlob

概要

```
int COPT_WriteBlob(copt_prob *prob, int tryCompress, void **p_blob,  
COPT_INT64 *pLen)
```

描述

把内部的 COPT 模型写出到 COPT 序列化数据中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`tryCompress`

是否尝试压缩数据。

`p_blob`

指向序列化数据的输出指针。

`pLen`

指向序列化数据的长度的指针。

7.2.4 求解和获取解

COPT_SolveLp

概要

```
int COPT_SolveLp(copt_prob *prob)
```

描述

求解线性规划模型、二阶锥规划模型、二次规划模型、二次约束规划模型或半定规划模型。若模型为整数规划模型，则忽略变量的整数限制，以及 SOS 约束和 Indicator 约束，将其作为连续模型求解。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_Solve

概要

```
int COPT_Solve(copt_prob *prob)
```

描述

求解线性规划、二阶锥规划、二次规划、二次约束规划、半定规划或者整数规划模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_GetSolution

概要

```
int COPT_GetSolution(copt_prob *prob, double *colVal)
```

描述

获取整数规划模型的解。

参量

`prob`

COPT 模型。

`colVal`

变量的取值。

COPT_GetPoolObjVal

概要

```
int COPT_GetPoolObjVal(copt_prob *prob, int iSol, double *p_objVal)
```

描述

获取解池中第 `iSol` 个解的目标函数值。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iSol`

解的索引。

`p_objVal`

指向目标函数值的指针。

COPT_GetPoolSolution

概要

```
int COPT_GetPoolSolution(copt_prob *prob, int iSol, int num, const
int *list, double *colVal)
```

描述

获取解池中第 iSol 个解。

参量

prob

COPT 模型。

iSol

解的索引。

num

获取解的变量（列）的个数。

list

获取解的变量（列）的下标列表。可以为 NULL 。

colVal

返回获取的解的数组。

COPT_GetLpSolution

概要

```
int COPT_GetLpSolution(copt_prob *prob, double *value, double
*slack, double *rowDual, double *redCost)
```

描述

获取线性规划、二阶锥规划、二次规划、二次约束规划和半定规划中变量的解。

注意：对于半定规划，获取半定变量的解请使用 COPT_GetPSDColInfo 函数。

参量

prob

COPT 模型。

value

变量的取值。可以为 NULL 。

slack

松弛变量的取值。也叫做约束的活跃程度（activities）。可以为 NULL 。

rowDual

对偶变量的取值。可以为 NULL 。

redCost

变量的 Reduced cost。可以为 NULL 。

COPT_SetLpSolution

概要

```
int COPT_SetLpSolution(copt_prob *prob, double *value, double
*slack, double *rowDual, double *redCost)
```

描述

设置线性规划的解。

参量

prob

COPT 模型。

value

变量的取值。

slack

松弛变量的取值。

rowDual

对偶变量的取值。

redCost

变量的 Reduced cost。

COPT_GetBasis

概要

```
int COPT_GetBasis(copt_prob *prob, int *colBasis, int *rowBasis)
```

描述

获取线性规划的基状态。

参量

prob

COPT 模型。

colBasis 和 **rowBasis**

分别是变量和约束的基状态。请参考常量部分关于基状态的种类及其含义。

COPT_SetBasis

概要

```
int COPT_SetBasis(copt_prob *prob, const int *colBasis, const int
*rowBasis)
```

描述

设置线性规划的基。使用这个函数可以热启动线性优化。

参量

`prob`

COPT 模型。

`colBasis` 和 `rowBasis`

分别是变量和约束的基状态。请参考常量部分关于基状态的种类及其含义。

COPT_SetSlackBasis

概要

```
int COPT_SetSlackBasis(copt_prob *prob)
```

描述

设置线性规划的基为松弛基。线性规划默认的起始点就是松弛基。使用这个函数，可以使线性规划重置为其默认起点。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_Reset

概要

```
int COPT_Reset(copt_prob *prob, int iClearAll)
```

描述

重置模型中存储的求解结果，使下次求解重新开始。当 `iClearAll` 为 1 时，清除初始解等其它信息。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iClearAll`

是否清除其它信息。

COPT_ReadSol

概要

```
int COPT_ReadSol(copt_prob *prob, const char *solfilename)
```

描述

从结果文件中读取变量的取值。对于整数规划，可以作为整数规划的初始解。

注意：调用该函数时，变量的默认取值为 0，即任何不完整的解会被自动用零补全。

参量

`prob`

COPT 模型。

`solfilename`

求解结果文件路径。

COPT_WriteSol

概要

```
int COPT_WriteSol(copt_prob *prob, const char *solfilename)
```

描述

将模型的求解结果写到文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`solfilename`

求解结果文件路径。

COPT_WritePoolSol

概要

```
int COPT_WritePoolSol(copt_prob *prob, int iSol, const char  
*solfilename)
```

描述

将指定的解池中的解写到文件中。仅适用于整数规划模型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iSol`

解池中解的索引。

`solfilename`

求解结果文件路径。

COPT_WriteBasis

概要

```
int COPT_WriteBasis(copt_prob *prob, const char *basfilename)
```

描述

把 COPT 内部的线性规划的基状态写出到文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`basfilename`

基状态文件路径。

COPT_ReadBasis

概要

```
int COPT_ReadBasis(copt_prob *prob, const char *basfilename)
```

描述

从文件中读取线性规划的基状态。使用这个函数可以热启动线性优化。

参量

`prob`

COPT 模型。

`basfilename`

基状态文件路径。

7.2.5 获取模型信息

COPT_GetCols

概要

```
int COPT_GetCols(copt_prob *prob, int nCol, const int *list, int
*colMatBeg, int *colMatCnt, int *colMatIdx, double *colMatElem, int
nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

按列的方式获取模型的系数矩阵。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成系数矩阵抽取操作。首先, 将 `colMatBeg`, `colMatCnt`, `colMatIdx` 和 `colMatElem` 传入 `NULL`, 通过 `pReqSize` 返回由 `nCol` 和 `list` 指定的系数矩阵非零元个数, 然后对列压缩格式矩阵参量分配合理空间, 并再次调用该函数获取指定的系数矩阵。若传入的系数矩阵长度不够, 则返回前 `nElemSize` 个长度的非零系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。若 `list` 为 `NULL`, 则返回前 `nCol` 个列对应的系数矩阵。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nCol`

待获取的列的个数。

`list`

待获取的列的下标列表。可以为 `NULL`。

`colMatBeg`, `colMatCnt`, `colMatIdx` 和 `colMatElem`

以列压缩存储格式提供系数矩阵。有关列压缩存储格式的具体示例, 请参见 `COPT_LoadProb` 的 [其他信息](#)。

`nElemSize`

传入非零系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的列包含的非零系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetPSDCols

概要

```
int COPT_GetPSDCols(copt_prob *prob, int nCol, int *list, int*
colDims, int *colLens)
```

描述

获取指定半定变量的维度与展开长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nCol`

指定的半定变量个数。

`list`

指定的半定变量下标列表。

`colDims`

指定的半定变量维度。

`colLens`

指定的半定变量展开长度。

COPT_GetRows

概要

```
int COPT_GetRows(copt_prob *prob, int nRow, const int *list, int
*rowMatBeg, int *rowMatCnt, int *rowMatIdx, double *rowMatElem, int
nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

按行的方式获取模型的系数矩阵。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成系数矩阵抽取操作。首先, 将 `rowMatBeg`, `rowMatCnt`, `rowMatIdx` 和 `rowMatElem` 传入 `NULL`, 通过 `pReqSize` 返回由 `nRow` 和 `list` 指定的系数矩阵非零元个数, 然后对行压缩格式矩阵参量分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的系数矩阵。若传入的系数矩阵长度不够, 则返回前 `nElemSize` 个长度的非零系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。若 `list` 为 `NULL`, 则返回前 `nRow` 个行对应的系数矩阵。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nRow`

待获取的行的个数。

`list`

待获取的行的下标列表。可以为 `NULL`。

`rowMatBeg`, `rowMatCnt`, `rowMatIdx` 和 `rowMatElem`

以行压缩存储格式提供系数矩阵。有关行压缩存储格式的具体示例, 请参见 `COPT_LoadProb` 的 [其他信息](#)。

`nElemSize`

传入非零系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的行包含的非零系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetElem

概要

```
int COPT_GetElem(copt_prob *prob, int iCol, int iRow, double
*p_elem)
```

描述

获取指定行列对应的系数。

参量

prob

COPT 模型。

iCol

列的下标。

iRow

行的下标。

p_elem

指向待获取系数的指针。

COPT_GetPSDElem

概要

```
int COPT_GetPSDElem(copt_prob *prob, int iCol, int iRow, int *p_idx)
```

描述

获取指定半定约束中指定半定项的对称矩阵下标。

参量

prob

COPT 模型。

iCol

半定变量的下标。

iRow

半定约束的下标。

p_idx

指向待获取对称矩阵下标的指针。

COPT_GetSymMat

概要

```
int COPT_GetSymMat(copt_prob *prob, int iMat, int *p_nDim, int
*p_nElem, int *rows, int *cols, double *elems)
```

描述

获取指定的对称矩阵。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成对称矩阵的抽取操作。首先, 将 `rows`, `cols` 和 `elems` 传入 `NULL`, 通过 `p_nDim` 和 `p_nElem` 返回对称矩阵的维度与非零元个数, 然后为对称矩阵参量 `rows`, `cols` 和 `elems` 分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的对称矩阵。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iMat`

对称矩阵的下标。

`p_nDim`

指向对称矩阵维度的指针。

`p_nElem`

指向对称矩阵非零元数目的指针。

`rows`

对称矩阵非零元素行索引下标。

`cols`

对称矩阵非零元素列索引下标。

`elems`

对称矩阵的非零元素。

COPT_GetQuadObj

概要

```
int COPT_GetQuadObj(copt_prob* prob, int* p_nQElem, int* qRow, int*
qCol, double* qElem)
```

描述

获取目标函数中的非零二次项。

参量

`prob`

COPT 模型。

`p_nQElem`

指向非零二次项数目的指针。

`qRow`

非零二次项的行下标。

`qCol`

非零二次项的列下标。

`qElem`

非零二次项系数。

COPT_GetPSDObj

概要

```
int COPT_GetPSDObj(copt_prob *prob, int iCol, int *p_idx)
```

描述

获取目标函数中的指定半定项。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iCol`

半定变量的下标。

`p_idx`

指向对称矩阵下标的指针。

COPT_GetSOSs

概要

```
int COPT_GetSOSs(copt_prob *prob, int nSos, const int *list, int
*sosMatBeg, int *sosMatCnt, int *sosMatIdx, double *sosMatElem, int
nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

获取模型的 SOS 约束矩阵。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成 SOS 约束矩阵抽取操作。首先, 将 `sosMatBeg`, `sosMatCnt`, `sosMatIdx` 和 `sosMatElem` 传入 `NULL`, 通过 `pReqSize` 返回由 `nSos` 和 `list` 指定的 SOS 约束矩阵非零元个数, 然后对行压缩格式矩阵参量分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的 SOS 约束矩阵。若传入的 SOS

约束矩阵长度不够, 则返回前 `nElemSize` 个长度的非零系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。若 `list` 为 `NULL`, 则返回前 `nSos` 个行对应的 SOS 约束矩阵。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nSos`

待获取的 SOS 约束的个数。

`list`

待获取的 SOS 约束的下标列表。可以为 `NULL`。

`sosMatBeg`, `sosMatCnt`, `sosMatIdx` 和 `sosMatElem`

以行压缩存储格式提供 SOS 约束矩阵。有关行压缩存储格式的具体示例, 请参见 `COPT_LoadProb` 的 其他信息。

`nElemSize`

传入非零系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的行包含的非零系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetCones

概要

```
int COPT_GetCones(copt_prob *prob, int nCone, const int *list, int
*coneBeg, int *coneCnt, int *coneIdx, int nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

获取模型的二阶锥约束矩阵。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成二阶锥约束矩阵抽取操作。首先, 将 `coneBeg`, `coneCnt` 和 `coneIdx` 传入 `NULL`, 通过 `pReqSize` 返回由 `nCone` 和 `list` 指定的二阶锥约束矩阵非零元个数, 然后对行压缩格式矩阵参量分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的二阶锥约束矩阵。若传入的二阶锥约束矩阵长度不够, 则返回前 `nElemSize` 个长度的非零系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。若 `list` 为 `NULL`, 则返回前 `nCone` 个行对应的二阶锥约束矩阵。

参量

`prob`

COPT 模型。

`nCone`

待获取的二阶锥约束的个数。

`list`

待获取的二阶锥约束的下标列表。可以为 `NULL`。

`coneBeg, coneCnt, coneIdx`

以行压缩存储格式提供二阶锥约束矩阵。有关行压缩存储格式的具体示例，请参见 `COPT_LoadProb` 的 其他信息。

`nElemSize`

传入非零系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的行包含的非零系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetQConstr

概要

```
int COPT_GetQConstr(copt_prob *prob, int qConstrIdx, int *qMatRow,
int *qMatCol, double *qMatElem, int nQElemSize, int *pQReqSize, int
*rowMatIdx, double *rowMatElem, char *cRowSense, double *dRowBound,
int nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

获取模型的二次约束。

一般来说，用户需要连续调用两次该函数完成二次约束的抽取操作。首先，将 `qMatRow`, `qMatCol` 和 `qMatElem` 传入 `NULL`，通过 `pQReqSize` 返回由 `qConstrIdx` 指定的二次约束的非零二次项个数，将 `rowMatIdx` 和 `rowMatElem` 传入 `NULL`，通过 `pReqSize` 返回由 `qConstrIdx` 指定的二次约束的非零线性项个数，然后对二次项和线性项系数参量分配合理的空间，并再次调用该函数获取指定的二次约束。若传入的二次项系数向量长度不够，则返回前 `nQElemSize` 个长度的非零二次项系数，并通过 `pQReqSize` 返回需要的最小数组长度；若传入的线性项系数向量长度不够，则返回前 `nElemSize` 个长度的非零线性项系数，并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`qConstrIdx`

二次约束的下标。

`qMatRow`

二次约束中非零二次项的行下标。

`qMatCol`

二次约束中非零二次项的列下标。

qMatElem

二次约束中非零二次项系数。

nQElemSize

传入的非零二次项系数数组长度。

pQReqSize

指向待获取的二次约束包含的非零二次项的总数目的指针。可以为 NULL 。

rowMatIdx

二次约束中非零线性项系数的下标。

rowMatElem

二次约束中的非零线性项系数。

cRowSense

二次约束的类型。

dRowBound

二次约束的右端项。

nElemSize

传入非零线性项系数数组的长度。

pReqSize

指向待获取的二次约束包含的非零线性项系数的总数目的指针。可以为 NULL 。

COPT_GetPSDConstr

概要

```
int COPT_GetPSDConstr(copt_prob *prob, int psdConstrIdx, int
*psdColIdx, int *symMatIdx, int nColSize, int *pColReqSize,
int *rowMatIdx, double *rowMatElem, double *dRowLower, double
*dRowUpper, int nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

获取模型的半定约束。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成半定约束的抽取操作。首先, 将 **psdColIdx** 和 **symMatIdx** 传入 NULL , 通过 **pColReqSize** 返回由 **psdConstrIdx** 指定的半定约束的半定项个数, 将 **rowMatIdx** 和 **rowMatElem** 传入 NULL , 通过 **pReqSize** 返回由 **qConstrIdx** 指定的半定约束的非零线性项个数, 然后对半定项和线性项系数参量分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的半定约束。若传入的半定项向量长度不够, 则返回前 **nColSize** 个长度的半定项系数, 并通过 **pColReqSize** 返回需要的最小数组长度; 若传入的线性项系数向量长度不够, 则返

回前 `nElemSize` 个长度的非零线性项系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`psdConstrIdx`

半定约束的下标。

`psdColIdx`

半定变量的下标。

`symMatIdx`

对称矩阵的下标。

`nColSize`

传入的半定项数组长度。

`pColReqSize`

指向待获取的半定约束中半定项的总数目的指针。可以为 `NULL`。

`rowMatIdx`

半定约束中非零线性项系数的下标。

`rowMatElem`

半定约束中的非零线性项系数。

`dRowLower`

指向半定约束下界的指针。

`dRowUpper`

指向半定约束上界的指针。

`nElemSize`

传入非零线性项系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的半定约束包含的非零线性项系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetIndicator

概要

```
int COPT_GetIndicator(copt_prob *prob, int rowIdx, int *binColIdx,
int *binColVal, int *nRowMatCnt, int *rowMatIdx, double *rowMatElem,
char *cRowSense, double *dRowBound, int nElemSize, int *pReqSize)
```

描述

获取模型的 Indicator 约束。

一般来说, 用户需要连续调用两次该函数完成 Indicator 约束的抽取操作。首先, 将 `nRowMatCnt`, `rowMatIdx` 和 `rowMatElem` 传入 `NULL`, 通过 `pReqSize` 返回由 `rowIdx` 指定的 Indicator 约束的非零元个数, 然后对约束系数参量分配合理的空间, 并再次调用该函数获取指定的 Indicator 约束。若传入的 Indicator 约束系数向量长度不够, 则返回前 `nElemSize` 个长度的非零系数, 并通过 `pReqSize` 返回需要的最小数组长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`rowIdx`

Indicator 约束（行）的下标。

`binColIdx`

二进制类型 Indicator 变量（列）的下标。

`binColVal`

二进制类型 Indicator 变量（列）的取值。

`nRowMatCnt`

线性约束（行）系数向量中非零元素的数量。

`rowMatIdx`

线性约束（行）系数向量中非零元素的下标。

`rowMatElem`

线性约束（行）系数向量中的非零元素。

`cRowSense`

线性约束（行）的类型。

`dRowBound`

线性约束（行）的右端项。

`nElemSize`

传入非零系数数组的长度。

`pReqSize`

指向待获取的行包含的非零系数的总数目的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetColIdx

概要


```
int COPT_GetColIdx(copt_prob *prob, const char *colName, int
*p_iCol)
```

描述

根据变量（列）的名字获取其在 COPT 内部的下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`colName`

变量（列）的名字。

`p_iCol`

指向变量（列）在 COPT 内部下标的指针。

COPT_GetPSDColIdx

概要

```
int COPT_GetPSDColIdx(copt_prob *prob, const char *psdColName, int
*p_iPSDCol)
```

描述

根据半定变量的名字获取其在 COPT 内部的下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`psdColName`

半定变量的名字。

`p_iPSDCol`

指向半定变量在 COPT 内部下标的指针。

COPT_GetRowIdx

概要

```
int COPT_GetRowIdx(copt_prob *prob, const char *rowName, int
*p_iRow)
```

描述

根据约束（行）的名字获取其在 COPT 内部的下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`rowName`

约束（行）的名字。

`p_iRow`

指向约束（行）在 COPT 内部下标的指针。

COPT_GetQConstrIdx

概要

```
int COPT_GetQConstrIdx(copt_prob *prob, const char *qConstrName, int
*p_iQConstr)
```

描述

根据二次约束的名字获取其在 COPT 内部的下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`qConstrName`

二次约束的名字。

`p_iQConstr`

指向二次约束在 COPT 内部下标的指针。

COPT_GetPSDConstrIdx

概要

```
int COPT_GetPSDConstrIdx(copt_prob *prob, const char *psdConstrName,
int *p_iPSDConstr)
```

描述

根据半定约束的名字获取其在 COPT 内部的下标。

参量

`prob`

COPT 模型。

`psdConstrName`

半定约束的名字。

`p_iPSDConstr`

指向半定约束在 COPT 内部下标的指针。

COPT_GetColInfo

概要

```
int COPT_GetColInfo(copt_prob *prob, const char *infoName, int num,
const int *list, double *info)
```

描述

获取变量（列）的信息。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个变量（列）的信息。

参量

`prob`

COPT 模型。

`infoName`

信息的名字。请查看[信息](#)章节了解目前支持的信息类型。

`num`

获取信息的变量（列）个数。

`list`

获取信息的变量（列）的下标列表。可以为 `NULL`。

`info`

返回获取的信息的数组。

COPT_GetPSDColInfo

概要

```
int COPT_GetPSDColInfo(copt_prob *prob, const char *infoName, int
iCol, double *info)
```

描述

获取半定变量的信息。

参量

`prob`

COPT 模型。

`infoName`

信息的名字。请查看[信息](#)章节了解目前支持的信息类型。

`iCol`

获取信息的半定变量下标。

info

返回获取的信息的数组。

COPT_GetRowInfo

概要

```
int COPT_GetRowInfo(copt_prob *prob, const char *infoName, int num,
const int *list, double *info)
```

描述

获取约束（行）的信息。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个约束（行）的信息。

参量

prob

COPT 模型。

infoName

信息的名字。请查看[信息](#) 章节了解目前支持的信息类型。

num

获取信息的约束（行）个数。

list

获取信息的约束（行）的下标列表。可以为 `NULL`。

info

返回获取的信息的数组。

COPT_GetQConstrInfo

概要

```
int COPT_GetQConstrInfo(copt_prob *prob, const char *infoName, int
num, const int *list, double *info)
```

描述

获取二次约束的信息。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个二次约束的信息。

参量

prob

COPT 模型。

infoName

信息的名字。请查看[信息](#) 章节了解目前支持的信息类型。

num

获取信息的二次约束个数。

`list`

获取信息的二次约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`info`

返回获取的信息的数组。

COPT_GetPSDConstrInfo

概要

```
int COPT_GetPSDConstrInfo(copt_prob *prob, const char *infoName, int
num, const int* list, double *info)
```

描述

获取半定约束的信息。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个半定约束的信息。

参量

`prob`

COPT 模型。

`infoName`

信息的名字。请查看[信息](#) 章节了解目前支持的信息类型。

`num`

获取信息的半定约束个数。

`list`

获取信息的半定约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`info`

返回获取的信息的数组。

COPT_GetColType

概要

```
int COPT_GetColType(copt_prob *prob, int num, const int *list, char
*type)
```

描述

获取变量（列）的类型。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个变量（列）的类型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

变量（列）的个数。

`list`

变量（列）的下标列表。可以为 `NULL` 。

`type`

返回的变量（列）的类型数组。

COPT_GetColBasis

概要

```
int COPT_GetColBasis(copt_prob *prob, int num, const int *list, int
*colBasis)
```

描述

获取变量（列）的基状态。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个变量（列）的基状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

变量（列）的个数。

`list`

变量（列）的下标列表。可以为 `NULL` 。

`colBasis`

返回的变量（列）的基状态数组。

COPT_GetRowBasis

概要

```
int COPT_GetRowBasis(copt_prob *prob, int num, const int *list, int
*rowBasis)
```

描述

获取约束（行）的基状态。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个约束（行）的基状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

约束（行）的个数。

`list`

约束（行）的下标列表。可以为 `NULL` 。

`rowBasis`

返回的约束（行）的基状态数组。

COPT_GetQConstrSense

概要

```
int COPT_GetQConstrSense(copt_prob *prob, int num, const int *list,
char *sense)
```

描述

获取二次约束的类型。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个二次约束的类型。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

二次约束的个数。

`list`

二次约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`sense`

返回的二次约束类型数组。

COPT_GetQConstrRhs

概要

```
int COPT_GetQConstrRhs(copt_prob *prob, int num, const int *list,
double *rhs)
```

描述

获取二次约束的右端项。若 `list` 为 `NULL`，则返回前 `num` 个二次约束的右端项。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

二次约束的个数。

`list`

二次约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`rhs`

返回的二次约束右端项。

COPT_GetColName

概要

```
int COPT_GetColName(copt_prob *prob, int iCol, char *buff, int
buffSize, int *pReqSize)
```

描述

根据变量（列）的下标获取其名字。若 `buff` 参量有效长度不够，且将待获取名字的前 `buffSize` 长度的子串返回，且通过 `pReqSize` 返回完全存储待获取名字需要的字符串长度。若 `buff` 参量为 `NULL`，则可以通过 `pReqSize` 返回待获取名字的字符串长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iCol`

变量（列）的下标。

`buff`

用以获取字符串的数组。

`buffSize`

上述数组的大小。

`pReqSize`

指向存储待获取名字的最小字符串长度的指针。可以为 `NULL` 。

COPT_GetPSDColName

概要

```
int COPT_GetPSDColName(copt_prob *prob, int iPSDCol, char *buff, int
buffSize, int *pReqSize)
```

描述

根据半定变量的下标获取其名字。若 `buff` 参量有效长度不够，且将待获取名字的前 `buffSize` 长度的子串返回，且通过 `pReqSize` 返回完全存储待获取名字需要的字符串长度。若 `buff` 参量为 `NULL`，则可以通过 `pReqSize` 返回待获取名字的字符串长度。

参量

prob

COPT 模型。

iPSDCol

半定变量的下标。

buff

用以获取字符串的数组。

buffSize

上述数组的大小。

pReqSize

指向存储待获取名字的最小字符串长度的指针。可以为 `NULL` 。

COPT_GetRowName

概要

```
int COPT_GetRowName(copt_prob *prob, int iRow, char *buff, int
buffSize, int *pReqSize)
```

描述

根据约束（行）的下标获取其名字。若 **buff** 参量有效长度不够，且将待获取名字的前 **buffSize** 长度的子串返回，且通过 **pReqSize** 返回完全存储待获取名字需要的字符串长度。若 **buff** 参量为 `NULL`，则可以通过 **pReqSize** 返回待获取名字的字符串长度。

参量

prob

COPT 模型。

iRow

约束（行）的下标。

buff

用以获取字符串的数组。

buffSize

上述数组的大小。

pReqSize

指向存储待获取名字的最小字符串长度的指针。可以为 `NULL` 。

COPT_GetQConstrName

概要

```
int COPT_GetQConstrName(copt_prob *prob, int iQConstr, char *buff,  
int buffSize, int *pReqSize)
```

描述

根据二次约束的下标获取其名字。若 `buff` 参量有效长度不够, 且将待获取名字的前 `buffSize` 长度的子串返回, 且通过 `pReqSize` 返回完全存储待获取名字需要的字符串长度。若 `buff` 参量为 `NULL`, 则可以通过 `pReqSize` 返回待获取名字的字符串长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iQConstr``

二次约束的下标。

`buff`

用以获取字符串的数组。

`buffSize`

上述数组的大小。

`pReqSize`

指向存储待获取名字的最小字符串长度的指针。可以为 `NULL`。

COPT_GetPSDConstrName

概要

```
int COPT_GetPSDConstrName(copt_prob *prob, int iPSDConstr, char  
*buff, int buffSize, int *pReqSize)
```

描述

根据半定约束的下标获取其名字。若 `buff` 参量有效长度不够, 且将待获取名字的前 `buffSize` 长度的子串返回, 且通过 `pReqSize` 返回完全存储待获取名字需要的字符串长度。若 `buff` 参量为 `NULL`, 则可以通过 `pReqSize` 返回待获取名字的字符串长度。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iPSDConstr``

半定约束的下标。

`buff`

用以获取字符串的数组。

`buffSize`

上述数组的大小。

`pReqSize`

指向存储待获取名字的最小字符串长度的指针。可以为 `NULL`。

7.2.6 设置获取参数和属性

`COPT_SetIntParam`

概要

```
int COPT_SetIntParam(copt_prob *prob, const char *paramName, int
intParam)
```

描述

设置一个整数参数。

参量

`prob`

`COPT` 模型。

`paramName`

整数参数的名字。

`intParam`

整数参数的取值。

`COPT_GetIntParam`, `COPT_GetIntParamDef/Min/Max`

概要

```
int COPT_GetIntParam(copt_prob *prob, const char *paramName, int
*p_intParam)
```

```
int COPT_GetIntParamDef(copt_prob *prob, const char *paramName, int
*p_intParam)
```

```
int COPT_GetIntParamMin(copt_prob *prob, const char *paramName, int
*p_intParam)
```

```
int COPT_GetIntParamMax(copt_prob *prob, const char *paramName, int
*p_intParam)
```

描述

以上四个函数，分别可以获取一个整数参数的

当前值

默认值

最小值

最大值

参量

`prob`

COPT 模型。

`paramName`

整数参数的名字。

`p_intParam`

指向整数参数的值的指针。

COPT_SetDblParam

概要

```
int COPT_SetDblParam(copt_prob *prob, const char *paramName, double
dblParam)
```

描述

设置一个（双精度）浮点数参数。

参量

`prob`

COPT 模型。

`paramName`

浮点数参数的名字。

`dblParam`

浮点数参数的取值。

COPT_GetDblParam, COPT_GetDblParamDef/Min/Max

概要

```
int COPT_GetDblParam(copt_prob *prob, const char *paramName, double
*p_dblParam)
```

```
int COPT_GetDblParamDef(copt_prob *prob, const char *paramName,
double *p_dblParam)
```

```
int COPT_GetDblParamMin(copt_prob *prob, const char *paramName,
double *p_dblParam)

int COPT_GetDblParamMax(copt_prob *prob, const char *paramName,
double *p_dblParam)
```

描述

以上四个函数，分别可以获取一个（双精度）浮点数参数的

当前值

默认值

最小值

最大值

参量

prob

COPT 模型。

paramName

浮点数参数的名字。

p_dblParam

指向浮点数参数的值的指针。

COPT_ResetParam

概要

```
int COPT_ResetParam(copt_prob *prob)
```

描述

将模型的参数设置重置为默认设置。

参量

prob

COPT 模型。

COPT_GetIntAttr

概要

```
int COPT_GetIntAttr(copt_prob *prob, const char *attrName, int
*p_intAttr)
```

描述

获取一个整数属性的值。

参量

`prob`

COPT 模型。

`attrName`

整数属性的名字。

`p_intAttr`

指向整数属性的取值的指针。

COPT_GetDblAttr

概要

```
int COPT_GetDblAttr(copt_prob *prob, const char *attrName, int
*p_dblAttr)
```

描述

获取一个（双精度）浮点数属性的值。

参量

`prob`

COPT 模型。

`attrName`

浮点数属性的名字。

`p_dblAttr`

指向浮点数属性的取值的指针。

COPT_WriteParam

概要

```
int COPT_WriteParam(copt_prob *prob, const char *parfilename)
```

描述

把用户设置过的所有参数写出到文件中。这个函数会把所有当前值和默认值不同的参数写到文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`parfilename`

参数文件路径。

COPT_WriteParamStr

概要

```
int COPT_WriteParamStr(copt_prob *prob, char *str, int nStrSize, int
*pReqSize)
```

描述

把用户设置过的所有参数写出到字符流中。

参量

prob

COPT 模型。

str

参数设置字符流。

nStrSize

字符流缓冲区的大小。

pReqSize

保存参数设置的字符流最小空间大小。

COPT_ReadParam

概要

```
int COPT_ReadParam(copt_prob *prob, const char *parfilename)
```

描述

从文件中读取参数，并在 COPT 中设置这些参数。

参量

prob

COPT 模型。

parfilename

参数文件路径。

COPT_ReadParamStr

概要

```
int COPT_ReadParamStr(copt_prob *prob, const char *strParam)
```

描述

从字符流中读取参数设置，并在 COPT 中设置这些参数。

参量

prob

COPT 模型。

strParam

参数设置字符流。

7.2.7 日志函数

COPT_SetLogFile

概要

```
int COPT_SetLogFile(copt_prob *prob, char *logfilename)
```

描述

设置求解日志文件。

参量

prob

COPT 模型。

logfilename

COPT 求解日志文件。

COPT_SetLogCallback

概要

```
int COPT_SetLogCallback(copt_prob *prob, void (*logcb)(char *msg,  
void *userdata), void *userdata)
```

描述

设置求解日志 Callback 函数。

参量

prob

COPT 模型。

logcb

求解日志 Callback 函数。

userdata

用户自定义数据。该数据将无修改地传递给求解日志 Callback 函数。

7.2.8 整数规划初始解功能函数

COPT_AddMipStart

概要

```
int COPT_AddMipStart(copt_prob *prob, int num, const int *list,
double *colVal)
```

描述

添加整数规划初始解信息。若 `list` 为 `NULL`，则添加前 `num` 个变量（列）的初始解信息。每调用一次该函数，即添加一组初始解信息。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

待添加初始解信息的变量（列）个数。

`list`

待添加初始解信息的变量（列）的下标列表。可以为 `NULL`。

`colVal`

初始解信息数组。

COPT_ReadMst

概要

```
int COPT_ReadMst(copt_prob *prob, const char *mstfilename)
```

描述

从初始解文件中读取变量的取值，作为整数规划的初始解。

参量

`prob`

COPT 模型。

`mstfilename`

初始解文件路径。

COPT_WriteMst

概要

```
int COPT_WriteMst(copt_prob *prob, const char *mstfilename)
```

描述

将整数规划模型的求解结果或者已有的初始解信息写到初始解文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`mstfilename`

初始解文件路径。

7.2.9 不可行模型 IIS 计算功能函数

COPT_ComputeIIS

概要

```
int COPT_ComputeIIS(copt_prob *prob)
```

描述

计算不可行模型的 IIS (Irreducible Inconsistent Subsystem) 。

参量

`prob`

COPT 模型。

COPT_WriteIIS

概要

```
int COPT_WriteIIS(copt_prob *prob, const char *iisfilename)
```

描述

把计算得到的 IIS 模型写出到文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`iisfilename`

IIS 模型文件路径。

COPT_GetColLowerIIS

概要

```
int COPT_GetColLowerIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list,  
int *colLowerIIS)
```

描述

获取变量下边界的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个变量下边界的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

变量的个数。

`list`

变量的下标列表。可以为 `NULL` 。

`colLowerIIS`

返回的变量下边界的 IIS 状态数组。

COPT_GetColUpperIIS

概要

```
int COPT_GetColUpperIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list,
int *colUpperIIS)
```

描述

获取变量上边界的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个变量上边界的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

变量的个数。

`list`

变量的下标列表。可以为 `NULL` 。

`colUpperIIS`

返回的变量上边界的 IIS 状态数组。

COPT_GetRowLowerIIS

概要

```
int COPT_GetRowLowerIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list,
int *rowLowerIIS)
```

描述

获取约束下边界的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个约束下边界的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

约束的个数。

`list`

约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`rowLowerIIS`

返回的约束下边界的 IIS 状态数组。

COPT_GetRowUpperIIS

概要

```
int COPT_GetRowUpperIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list,
int *rowUpperIIS)
```

描述

获取约束上边界的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个约束上边界的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

约束的个数。

`list`

约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`rowUpperIIS`

返回的约束上边界的 IIS 状态数组。

COPT_GetSOSIIS

概要

```
int COPT_GetSOSIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list, int
*sosIIS)
```

描述

获取 SOS 约束的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个 SOS 约束的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

SOS 约束的个数。

`list`

SOS 约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`sosIIS`

返回的 SOS 约束的 IIS 状态数组。

COPT_GetIndicatorIIS

概要

```
int COPT_GetIndicatorIIS(copt_prob *prob, int num, const int *list,
int *indicatorIIS)
```

描述

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。若 `list` 为 `NULL` , 则返回前 `num` 个 Indicator 约束的 IIS 状态。

参量

`prob`

COPT 模型。

`num`

Indicator 约束的个数。

`list`

Indicator 约束的下标列表。可以为 `NULL` 。

`indicatorIIS`

返回的 Indicator 约束的 IIS 状态数组。

7.2.10 可行化松弛计算功能函数

COPT_FeasRelax

概要

```
int COPT_FeasRelax(copt_prob *prob, double *colLowPen, double
*colUppPen, double *rowBndPen, double *rowUppPen)
```

描述

计算不可行模型的可行松弛。

参量

`prob`

COPT 模型。

`colLowPen`

变量下界的惩罚因子。若为 `NULL`，则表示不松弛变量下界；若 `colLowPen` 中惩罚因子为 `COPT_INFINITY`，则表示不松弛相应变量的下界。

`colUppPen`

变量上界的惩罚因子。若为 `NULL`，则表示不松弛变量上界；若 `colUppPen` 中惩罚因子为 `COPT_INFINITY`，则表示不松弛相应变量的下界。

`rowBndPen`

约束边界的惩罚因子。若为 `NULL`，则表示不松弛约束边界；若 `rowBndPen` 中惩罚因子为 `COPT_INFINITY`，则表示不松弛相应约束的边界。

`rowUppPen`

约束上边界的惩罚因子。若模型中存在双边约束，且 `rowUppPen` 不为 `NULL`，则表示约束上边界的惩罚因子；若 `rowUppPen` 中惩罚因子为 `COPT_INFINITY`，则表示不松弛相应约束的上边界。

注意：一般情况下，设置 `rowUppPen` 为 `NULL` 即可。

COPT_WriteRelax

概要

```
int COPT_WriteRelax(copt_prob *prob, const char *relaxfilename)
```

描述

把计算得到的可行化松弛模型写出到文件中。

参量

`prob`

COPT 模型。

`relaxfilename`

可行化松弛模型文件路径。

7.2.11 其他 API 函数

COPT_GetBanner

概要

```
int COPT_GetBanner(char *buff, int buffSize)
```

描述

获取包含 COPT 版本等求解器基本信息的字符串。

参量

buff

用以获取字符串的数组。

buffSize

上述数组的大小。

COPT_GetRetcodeMsg

概要

```
int COPT_GetRetcodeMsg(int code, char *buff, int buffSize)
```

描述

获取解释 COPT 返回值的字符串。

参量

code

函数返回值。

buff

用以获取字符串的数组。

buffSize

上述数组的大小。

COPT_Interrupt

概要

```
int COPT_Interrupt(copt_prob *prob)
```

描述

中断当前求解的模型。

参量

prob

COPT 模型。

7.3 信息

7.3.1 模型相关信息

- COPT_DBLINFO_OBJ 或 "Obj"
浮点数信息。
变量（列）的目标函数系数。
- COPT_DBLINFO_LB 或 "LB"
浮点数信息。
变量（列）或者约束（行）的下界。
- COPT_DBLINFO_UB 或 "UB"
浮点数信息。
变量（列）或者约束（行）的上界。

7.3.2 求解结果相关信息

- COPT_DBLINFO_VALUE 或 "Value"
浮点数信息。
变量（列）的取值。
- COPT_DBLINFO_SLACK 或 "Slack"
浮点数信息。
松弛变量的取值，也叫做约束的活跃程度（activities）。仅适用于线性规划模型。
- COPT_DBLINFO_DUAL 或 "Dual"
浮点数信息。
对偶变量的取值。仅适用于线性规划模型。
- COPT_DBLINFO_REDCOST 或 "RedCost"
浮点数信息。
变量的 Reduced cost。仅适用于线性规划模型。

7.3.3 对偶 Farkas 和主元射线

进阶话题。

当线性规划问题无可行解或者无界时，求解器可以返回对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）作为证明。

- COPT_DBLINFO_DUALFARKAS 或 "DualFarkas"

浮点数信息。

线性规划问题无可行解时，线性约束的对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数，以确保求解器可以返回对偶 Farkas。

对偶 Farkas 的作用可以用形如 $Ax = 0$ and $l \leq x \leq u$ 的线性规划约束解释。当该线性规划无可行解时，使用对偶 Farkas 向量 y 可以证明线性约束系统存在冲突： $\max y^T Ax < y^T b = 0$ 。如何计算 $\max y^T Ax$ ：使用向量 $\hat{a} = y^T A$ ，当 $\hat{a}_i < 0$ 时选择 $x_i = l_i$ 或者 $\hat{a}_i > 0$ 时选择 $x_i = u_i$ ，可以计算出表达式 $y^T Ax$ 的最大可能取值。

有些应用依赖于另一种等价的线性系统冲突证明： $\min \bar{y}^T Ax > \bar{y}^T b = 0$ 。对于此种情况，可以对求解器返回的对偶 Farkas 取负值实现，即 $\bar{y} = -y$ 。

在极端情况下，求解器可能无法返回有效的对偶 Farkas。例如当线性规划问题的不可行性微乎其微时。此时，我们建议用 FeasRelax 功能研究或者修复线性规划的不可行性。

- COPT_DBLINFO_PRIMALRAY 或 "PrimalRay"

浮点数信息。

线性规划问题无界时，变量的主元射线（也叫做极射线）。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数，以确保求解器可以返回主元射线。

对于一个求解最小值的线性规划问题 $\min c^T x, Ax = b$ and $x \geq 0$ ，主元射线向量 r 满足以下条件： $r \geq 0, Ar = 0$ 以及 $c^T r < 0$ 。

7.3.4 可行化松弛结果相关信息

- COPT_DBLINFO_RELAXLB 或 "RelaxLB"

浮点数信息。

变量（列）或者约束（行）下界的可行化松弛量。

- COPT_DBLINFO_RELAXUB 或 "RelaxUB"

浮点数信息。

变量（列）或者约束（行）上界的可行化松弛量。

7.4 参数

7.4.1 限制和容差

注意

Tolerance 有时会翻译为公差或者容差。本文档采用容差这个译法。

Double 这个词的准确翻译应该是双精度浮点数。下文为了简便，称之为浮点数。

- COPT_DBLPARAM_TIMELIMIT 或 "TimeLimit"

浮点数参数。

优化求解的时间限制（秒）。

默认值 1e20

最小值 0

最大值 1e20

- COPT_INTPARAM_NODELIMIT 或 "NodeLimit"

整数参数。

整数规划求解的节点数限制。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 INT_MAX

- COPT_INTPARAM_BARITERLIMIT 或 "BarIterLimit"

整数参数。

内点法求解时的迭代数限制。

默认值 500

最小值 0

最大值 INT_MAX

- COPT_DBLPARAM_MATRIXTOL 或 "MatrixTol"

浮点数参数。

输入矩阵的系数容差。

默认值 1e-10

最小值 0

最大值 1e-7

- COPT_DBLPARAM_FEASTOL 或 "FeasTol"

浮点数参数。

变量、约束取值的可行性容差。

默认值 1e-6

最小值 1e-9

最大值 1e-4

- COPT_DBLPARAM_DUALTOL 或 "DualTol"

浮点数参数。

对偶解的可行性容差。

默认值 1e-6

最小值 1e-9

最大值 1e-4

- COPT_DBLPARAM_INTTOL 或 "IntTol"

浮点参数。

变量的整数解容差。

默认值 1e-6

最小值 1e-9

最大值 1e-1

- COPT_DBLPARAM_RELGAP 或 "RelGap"

浮点参数。

整数规划的最优相对容差。

默认值 1e-4

最小值 0

最大值 DBL_MAX

7.4.2 预求解相关

- COPT_INTPARAM_PRESOLVE 或 "Presolve"

整数参数。

是否在求解一个模型前, 进行预求解。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不进行预求解。

1: 预求解模型。

- COPT_INTPARAM_SCALING 或 "Scaling"

整数参数。

是否在求解一个模型前, 调整系数矩阵的数值 (Scaling)。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不调整。

1: 调整系数矩阵的数值。

- COPT_INTPARAM_DUALIZE 或 "Dualize"

整数参数。

是否构建并求解对偶模型。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不构建对偶模型。

1: 构建对偶模型。

7.4.3 线性规划相关

- COPT_INTPARAM_LPMETHOD 或 "LpMethod"

整数参数。

求解线性规划问题的算法。

默认值 -1

可选值

1: 对偶单纯形法。

2: 内点法。

3: 直接 Crossover。

4: 并发求解（同时启动单纯形法与内点法求解）。

- COPT_INTPARAM_DUALPRICE 或 "DualPrice"

整数参数。

选定对偶单纯形法的 Pricing 算法。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 使用 Devex 算法。

1: 使用对偶最陡边算法。

- COPT_INTPARAM_DUALPERTURB 或 "DualPerturb"

整数参数。

是否允许对偶单纯性算法使用目标函数摄动。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 无摄动。

1: 允许目标函数摄动。

- COPT_INTPARAM_BARHOMOGENEOUS 或 "BarHomogeneous"

整数参数。

是否使用齐次自对偶方法。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不使用。

1: 使用。

- COPT_INTPARAM_BARORDER 或 "BarOrder"

整数参数。

内点法矩阵排列算法。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: Approximate Minimum Degree (AMD) 算法。

1: Nested Dissection (ND) 算法。

- COPT_INTPARAM_CROSSOVER 或 "Crossover"

整数参数。

是否使用 Crossover。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不使用。

1: 使用。

- COPT_INTPARAM_REQFARKASRAY 或 "ReqFarkasRay"

整数参数。

进阶话题。当线性规划问题无可行解或者无界时，是否计算对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）。

默认值 0

可选值

0: 不计算。

1: 计算。

7.4.4 半定规划相关

- COPT_INTPARAM_SDPMETHOD 或 "SDPMethod"

整数参数。

求解半定规划问题的算法。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择

0: 原始-对偶内点法。

1: 交替方向乘子法。

2: 对偶内点法。

7.4.5 整数规划相关

- COPT_INTPARAM_CUTLEVEL 或 "CutLevel"

整数参数。

生成割平面的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_ROOTCUTLEVEL 或 "RootCutLevel"

整数参数。

根节点生成割平面的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_TREECUTLEVEL 或 "TreeCutLevel"

整数参数。

搜索树生成割平面的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_ROOTCUTROUNDS 或 "RootCutRounds"

整数参数。

根节点生成割平面的次数。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 INT_MAX

- COPT_INTPARAM_NODECUTROUNDS 或 "NodeCutRounds"

整数参数。

搜索树节点生成割平面的次数。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 INT_MAX

- COPT_INTPARAM_HEURLEVEL 或 "HeurLevel"

整数参数。

启发式算法的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_ROUNDINGHEURLEVEL 或 "RoundingHeurLevel"

整数参数。

Rounding 启发式算法的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_DIVINGHEURLEVEL 或 "DivingHeurLevel"

整数参数。

Diving 启发式算法的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_SUBMIPHEURLEVEL 或 "SubMipHeurLevel"

整数参数。

基于子 MIP 的启发式算法的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_STRONGBRANCHING 或 "StrongBranching"

整数参数。

Strong Branching 的强度。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 关闭。

1: 少量快速。

2: 正常。

3: 多多益善。

- COPT_INTPARAM_CONFLICTANALYSIS 或 "ConflictAnalysis"

整数参数。

是否使用冲突分析。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不使用。

1: 使用。

- COPT_INTPARAM_MIPSTARTMODE 或 "MipStartMode"

整数参数。

处理初始解的方式。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 不使用任何初始解。

1: 仅使用完整且可行的初始解。

2: 仅使用可行的初始解（若初始解不完整，通过求解子 MIP 来补全）。

- COPT_INTPARAM_MIPSTARTNODELIMIT 或 "MipStartNodeLimit"

整数参数。

补全不完整的初始解时, 求解的子 MIP 的节点数限制。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 INT_MAX

7.4.6 并行计算相关

- COPT_INTPARAM_THREADS 或 "Threads"

整数参数。

问题求解使用的线程数。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 128

- COPT_INTPARAM_BARTHREADS 或 "BarThreads"

整数参数。

内点法使用的线程数。若值为-1, 则线程数由参数 **Threads** 决定。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 128

- COPT_INTPARAM_SIMPLEXTHREADS 或 "SimplexThreads"

整数参数。

对偶单纯形法使用的线程数。若值为-1, 则线程数由参数 **Threads** 决定。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 128

- COPT_INTPARAM_CROSSOVERTHREADS 或 "CrossoverThreads"

整数参数。

Crossover 使用的线程数。若值为-1, 则线程数由参数 **Threads** 决定。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 128

- COPT_INTPARAM_MIPTASKS 或 "MipTasks"

整数参数。

MIP 求解使用的任务数。

默认值 -1

最小值 -1

最大值 256

7.4.7 IIS 计算相关

- COPT_INTPARAM_IISMETHOD 或 "IISMethod"

整数参数。

计算 IIS 的方法。

默认值 -1

可选值

-1: 自动选择。

0: 计算结果质量优先。

1: 计算效率优先。

7.4.8 可行化松弛计算相关

- COPT_INTPARAM_FEASRELAXMODE 或 "FeasRelaxMode"

整数参数。

计算可行化松弛的方法。

默认值 0

可选值

0: 最小化加权冲突值。

1: 计算最小化加权冲突下的原始模型最优可行化松弛。

2: 最小化冲突数目。

3: 计算最小化冲突数目下的原始模型最优可行化松弛。

4: 最小化加权平方冲突值。

5: 计算最小化加权平方冲突下的原始模型最优可行化松弛。

7.4.9 其它参数

- COPT_INTPARAM_LOGGING 或 "Logging"

整数参数。

是否显示求解日志。

默认值 1

可选值

0: 不显示求解日志。

1: 显示求解日志。

- COPT_INTPARAM_LOGTOCONSOLE 或 "LogToConsole"

整数参数。

是否显示求解日志到控制台。

默认值 1

可选值

0: 不显示求解日志到控制台。

1: 显示求解日志到控制台。

7.5 属性

7.5.1 优化模型相关属性

- COPT_INTATTR_COLS 或 "Cols"

整数属性。

变量（系数矩阵列）的个数。

- COPT_INTATTR_PSDCOLS 或 "PSDCols"

整数属性。

半定变量的个数。

- COPT_INTATTR_ROWS 或 "Rows"

整数属性。

约束（系数矩阵行）的个数。

- COPT_INTATTR_ELEMS 或 "Elems"

整数属性。

系数矩阵的非零元素个数。

- COPT_INTATTR_QELEMS 或 "QElems"

整数属性。

二次目标函数中非零二次项个数。

- COPT_INTATTR_PSDELEMS 或 "PSDElems"

整数属性。

目标函数中半定项个数。

- COPT_INTATTR_SYMMATS 或 "SymMats"

整数属性。

模型中对称矩阵的个数。

- COPT_INTATTR_BINS 或 "Bins"

整数属性。

二进制变量（列）的个数。

- COPT_INTATTR_INTS 或 "Ints"

整数属性。

整数变量（列）的个数。

- COPT_INTATTR_SOSS 或 "Soss"

整数属性。

SOS 约束的个数。

- COPT_INTATTR_CONES 或 "Cones"

整数属性。

二阶锥约束的个数。

- COPT_INTATTR_QCONSTRS 或 "QConstrs"

整数属性。

二次约束的个数。

- COPT_INTATTR_PSDCONSTRS 或 "PSDConstrs"

整数属性。

半定约束的个数。

- COPT_INTATTR_INDICATORS 或 "Indicators"

整数属性。

Indicator 约束的个数。

- COPT_INTATTR_OBJSENSE 或 "ObjSense"

整数属性。

优化方向。

- COPT_DBLATTR_OBJCONST 或 "ObjConst"

浮点数属性。

目标函数的常数部分。

- COPT_INTATTR_HASQOBJ 或 "HasQObj"
整数属性。
模型是否包含二次项目标函数。
- COPT_INTATTR_HASPSDOBJ 或 "HasPSDObj"
整数属性。
模型的目标函数是否包含半定项。
- COPT_INTATTR_ISMIP 或 "IsMIP"
整数属性。
模型是否为整数规划模型。

7.5.2 求解结果相关属性

- COPT_INTATTR_LPSTATUS 或 "LpStatus"
整数属性。
线性规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。
- COPT_INTATTR_MIPSTATUS 或 "MipStatus"
整数属性。
整数规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。
- COPT_INTATTR_SIMPLEXITER 或 "SimplexIter"
整数属性。
单纯形法迭代循环数。
- COPT_INTATTR_BARRIERITER 或 "BarrierIter"
整数属性。
内点法迭代循环数。
- COPT_INTATTR_NODECNT 或 "NodeCnt"
整数属性。
分支定界搜索的节点数。
- COPT_INTATTR_POOLSOLS 或 "PoolSols"
整数属性。
解池中的解的数目。
- COPT_INTATTR_HASLPSOL 或 "HasLpSol"
整数属性。
是否可以提供线性规划的解值。

- COPT_INTATTR_HASBASIS 或 "HasBasis"

整数属性。

是否可以提供线性规划的基。

- COPT_INTATTR_HASDUALFARKAS 或 "HasDualFarkas"

整数属性。

当线性规划问题无可行解时, 是否返回对偶 Farkas (也叫做对偶极射线)。

- COPT_INTATTR_HASPRIMALRAY 或 "HasPrimalRay"

整数属性。

当线性规划问题无界时, 是否返回主元射线 (也叫做极射线)。

- COPT_INTATTR_HASMIPSOL 或 "HasMipSol"

整数属性。

是否存在整数解。

- COPT_INTATTR_IISCOLS 或 "IISCols"

整数属性。

组成 IIS 的变量边界的数目。

- COPT_INTATTR_IISROWS 或 "IISRows"

整数属性。

组成 IIS 的约束的数目。

- COPT_INTATTR_IISSOSS 或 "IISsOs"

整数属性。

组成 IIS 的 SOS 约束的数目。

- COPT_INTATTR_IISINDICATORS 或 "IISIndicators"

整数属性。

组成 IIS 的 Indicator 约束的数目。

- COPT_INTATTR_HASIIS 或 "HasIIS"

整数属性。

是否存在 IIS。

- COPT_INTATTR_HASFEASRELAXSOL 或 "HasFeasRelaxSol"

整数属性。

是否存在可行化松弛结果。

- COPT_INTATTR_ISMINIIS 或 "IsMinIIS"

整数属性。

计算出的 IIS 是否为极小。

- COPT_DBLATTR_LPOBJVAL 或 "LpObjval"

浮点数属性。

线性规划目标函数值。

- COPT_DBLATTR_BESTOBJ 或 "BestObj"

浮点数属性。

整数规划求解结束时最好的目标函数值。

- COPT_DBLATTR_BESTBND 或 "BestBnd"

浮点数属性。

整数规划求解结束时最好的下界。

- COPT_DBLATTR_BESTGAP 或 "BestGap"

浮点数属性。

整数规划求解结束时最好的相对容差。

- COPT_DBLATTR_FEASRELAXOBJ 或 "FeasRelaxObj"

浮点数属性。

可行化松弛值。

- COPT_DBLATTR_SOLVINGTIME 或 "SolvingTime"

浮点数属性。

求解所使用的时间（秒）。

第八章 C++ API 参考手册

杉数优化求解器提供了 C++ API 库函数，适用于基于 COPT 的 C++ 应用程序。本章节描述了 C++ 方面的常量、类、参数、属性。

8.1 常量

所有的 C++ 常量都和 C API 里描述的一样。请参看[常量](#)。

8.2 参数

所有的 C++ 参数都和 C API 里描述的一样。请参看[参数](#)。

8.3 属性

所有的 C++ 属性都和 C API 里描述的一样。请参看[属性](#)。

8.4 C++ 优化建模类

本章节详细描述杉数优化求解器 C++ 接口的优化建模类，方便用户在快速构建复杂场景下的优化模型时对其功能和使用的查询。

8.4.1 Envr 类

创建求解环境对象是每个求解过程中必不可少的第一步。而每个求解模型都和一个 Envr 类关联。用户必须首先创建一个求解环境，才能在此基础上创建一个或者多个求解模型。

Envr::Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

Envr()

Envr::Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

```
Envr(const char *szLicDir)
```

参量

szLicDir: 用户指定的路径, 包含本地授权文档或者客户端配置文件。

Envr::Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

```
Envr(const EnvrConfig &config)
```

参量

config: COPT Envr 配置类, 包含远程连接的设置。

Envr::Close()

关闭远程连接。之前获得的远程授权失效, 对当前环境类下创建的全部问题立即生效。

概要

```
void Close()
```

Envr::CreateModel()

创建 COPT 模型。

概要

```
Model CreateModel(const char *szName)
```

参量

szName: 自定义的模型名称。

返回值

COPT 优化模型。

8.4.2 EnvrConfig 类

如果用户通过连接远程服务的方式启动杉数优化求解器, 可以创建环境配置类来设置 COPT 作为客户端的配置。

EnvrConfig::EnvrConfig()

COPT 环境配置类的构造函数。

概要

```
EnvrConfig()
```

EnvrConfig::Set()

设置环境配置类里的内容。

概要

```
void Set(const char *szName, const char *szValue)
```

参量

szName: 配置的关键词。

szValue: 配置的内容。

8.4.3 Model 类

Model 类是杉数优化求解器模型相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Model::AddCone()

向模型中增加一个给定大小锥约束。

概要

```
Cone AddCone(
    int dim,
    int type,
    char *pvtype,
    const char *szPrefix)
```

参量

dim: 锥约束的维度。

type: 锥约束的类型。

pvtype: 锥约束中变量的类型。

szPrefix: 锥约束中变量的名称前缀。

返回值

新的锥约束。

Model::AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(const ConeBuilder &builder)
```

参量

builder: 锥约束生成器。

返回值

新的锥约束。

Model::AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(const VarArray &vars, int type)
```

参量

vars: 参与锥约束的变量。

type: 锥约束的类型。

返回值

新的锥约束。

Model::AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    const Expr &expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    const char *szName)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

szName: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model::AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    const Expr &lhs,  
    char sense,  
    const Expr &rhs,  
    const char *szName)
```

参量

lhs: 新约束的左侧值。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

szName: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model::AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    const Expr &expr,  
    double lb,  
    double ub,  
    const char *szName)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

lb: 约束的下界。

ub: 约束的上界。

szName: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model::AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(const ConstrBuilder &builder, const char
*szName)
```

参量

builder: 新约束生成器。

szName: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model::AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(
    int count,
    char *pSense,
    double *pRhs,
    const char *szPrefix)
```

参量

count: 添加的线性约束数目。

pSense: 约束类型, 而不是范围类型。

pRhs: 新约束的右侧值。

szPrefix: 新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model::AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(
```

```

    int count,

    double *pLower,

    double *pUpper,

    const char *szPrefix)

```

参量

count: 添加的线性约束数目。

pLower: 新约束的下界。

pUpper: 新约束的上界。

szPrefix: 新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model::AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```

ConstrArray AddConstrs(

    int count,

    double *pLower,

    double *pUpper,

    const char *szNames,

    int len)

```

参量

count: 添加的线性约束数目。

pLower: 新约束的下界。

pUpper: 新约束的上界。

szNames: 新约束的名称缓冲区。

len: 名称缓冲区的长度。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model::AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(const ConstrBuilderArray &builders, const
char *szPrefix)
```

参量

builders: 线性约束生成器。

szPrefix: 新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model::AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(
    const ConstrBuilderArray &builders,
    const char *szNames,
    int len)
```

参量

builders: 线性约束生成器。

szNames: 新约束的名称缓冲区。

len: 名称缓冲区的长度。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model::AddDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDenseMat(
    int dim,
    double *pVals,
    int len)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

pVals: 非零元值数组。按列次序填充非零元, 到数组长度或者对称矩阵最大长度位置。

`len`: 数组长度。

返回值

新对称矩阵对象。

Model::AddDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDenseMat(int dim, double val)
```

参量

`dim`: 密致对称矩阵的维度。

`val`: 同一个非零元值, 用来填充对称矩阵。

返回值

新对称矩阵对象。

Model::AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(int dim, double val)
```

参量

`dim`: 对角矩阵的维度。

`val`: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

返回值

新对角矩阵对象。

Model::AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(
    int dim,
    double *pVals,
    int len)
```

参量

`dim`: 对角矩阵的维度。

`pVals`: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

`len`: 值数组的长度。

返回值

新对角矩阵对象。

Model::AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(  
    int dim,  
    double val,  
    int offset)
```

参量

`dim`: 对角矩阵的维度。

`val`: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

`offset`: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model::AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(  
    int dim,  
    double *pVals,  
    int len,  
    int offset)
```

参量

`dim`: 对角矩阵的维度。

`pVals`: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

`len`: 值数组的长度。

`offset`: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model::AddEyeMat()

向模型中增加一个单位矩阵。

概要

```
SymMatrix AddEyeMat(int dim)
```

参量

dim: 单位矩阵的维度。

返回值

新单位矩阵对象。

Model::AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(const GenConstrBuilder &builder)
```

参量

builder: 一般约束 (GenConstr) 生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model::AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(  
    Var binVar,  
    int binVal,  
    const ConstrBuilder &constr)
```

参量

binVar: 二进制指示变量。

binVal: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

constr: 线性约束生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model::AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(  
    Var binVar,  
    int binVal,  
    const Expr &expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

binVar: 二进制指示变量。

binVal: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

expr: 新的线性约束表达式。

sense: 新的线性约束类型。

rhs: 新的线性约束右侧值。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model::AddOnesMat()

向模型中增加一个用非零元 1 填充的密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddOnesMat(int dim)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

返回值

新对称矩阵对象。

Model::AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(
```

```

    const PsdExpr &expr,
    char sense,
    double rhs,
    const char *szName)

```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧值。

szName: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model::AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```

PsdConstraint AddPsdConstr(
    const PsdExpr &expr,
    double lb,
    double ub,
    const char *szName)

```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

lb: 半定约束的下界。

ub: 半定约束的上界。

szName: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束。

Model::AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```

PsdConstraint AddPsdConstr(

```

```
const PsdExpr &lhs,  
  
char sense,  
  
const PsdExpr &rhs,  
  
const char *szName)
```

参量

lhs: 新半定约束的左侧表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧表达式。

szName: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model::AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(const PsdConstrBuilder &builder, const  
char *szName)
```

参量

builder: 新半定约束生成器。

szName: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model::AddPsdVar()

向模型中增加半定变量。

概要

```
PsdVar AddPsdVar(int dim, const char *szName)
```

参量

dim: 新半定变量的维度。

szName: 新变量的名称。

返回值

新半定变量对象。

Model::AddPsdVars()

向模型中添加一些半定变量。

概要

```
PsdVarArray AddPsdVars(  
    int count,  
    int *pDim,  
    const char *szPrefix)
```

参量

count: 新半定变量的数目。

pDim: 整数数组, 包含了半定变量的维度。

szPrefix: 新半定变量的名称前缀。

返回值

新添加的半定变量数组。

Model::AddPsdVars()

向模型中添加一些半定变量。

概要

```
PsdVarArray AddPsdVars(  
    int count,  
    int *pDim,  
    const char *szNames,  
    int len)
```

参量

count: 新半定变量的数目。

pDim: 整数数组, 包含了半定变量的维度。

szNames: 新半定变量的命名字符串缓冲区。

len: 命名字符串缓冲区的长度。

返回值

新添加的半定变量数组。

Model::AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(  
    const QuadExpr &expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    const char *szName)
```

参量

expr: 新的二次约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

szName: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model::AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(  
    const QuadExpr &lhs,  
    char sense,  
    const QuadExpr &rhs,  
    const char *szName)
```

参量

lhs: 新二次约束的左侧表达式。

sense: 二次约束的类型。

rhs: 新二次约束的右侧表达式。

szName: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model::AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(const QConstrBuilder &builder, const char
*szName)
```

参量

builder: 新二次约束生成器。

szName: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model::AddSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos AddSos(const SosBuilder &builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器。

返回值

新 SOS 约束。

Model::AddSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos AddSos(
    const VarArray &vars,
    const double *pWeights,
    int type)
```

参量

vars: 参与 SOS 约束的变量。

pWeights: 可选, 参与 SOS 约束变量的权重。

type: SOS 约束的类型。

返回值

新 SOS 约束。

Model::AddSparseMat()

向模型中增加一个稀疏对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddSparseMat(  
    int dim,  
    int nElems,  
    int *pRows,  
    int *pCols,  
    double *pVals)
```

参量

dim: 稀疏对称矩阵的维度。

nElems: 稀疏对称矩阵中的非零元个数。

pRows: 整数数组, 保存了非零元的行号。

pCols: 整数数组, 保存了非零元的列号。

pVals: 非零元值数组。

返回值

新对称矩阵对象。

Model::AddSymMat()

根据给定的对称矩阵表达式, 向模型中增加一个对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddSymMat(const SymMatExpr &expr)
```

参量

expr: 对称矩阵表达式对象。

返回值

结果对称矩阵对象。

Model::GetSymMat()

获取模型中指定索引值的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix GetSymMat(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的对称矩阵。

Model::AddVar()

向模型中增加一个变量。

概要

```
Var AddVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    const char *szName)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

szName: 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model::AddVar()

向模型中增加一个变量。

概要

```
Var AddVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    const Column &col,
    const char *szName)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

col: 和添加的变量相关联的列对象。

szName: 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    int count,  
    char vtype,  
    const char *szPrefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

vtype: 新变量的类型。

szPrefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    int count,  
    char vtype,  
    const char *szNames,  
    int len)
```

参量

count: 添加变量的数量。

vtype: 新变量的类型。

szNames: 新变量的名称缓冲区。

len: 名称缓冲区的长度。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(
    int count,
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    const char *szPrefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

szPrefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(
```

```
int count,  
  
double lb,  
  
double ub,  
  
double obj,  
  
char vtype,  
  
const char *szNames,  
  
int len)
```

参量

count: 添加变量的数量。

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

szNames: 新变量的名称缓冲区。

len: 名称缓冲区的长度。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
  
    int count,  
  
    double *plb,  
  
    double *pub,  
  
    double *pobj,  
  
    char *pvtype,  
  
    const char *szPrefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

plb: 新变量的下界, 如果为空, 下界为 0。

pub: 新变量的上界. 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

pobj: 新变量在目标函数中的系数, 如果为空, 则为 0.0。

pvtype: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

szPrefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(
    int count,
    double *plb,
    double *pub,
    double *pobj,
    char *pvtype,
    const char *szNames,
    int len)
```

参量

count: 添加变量的数量。

plb: 新变量的下界, 如果为空, 下界为 0。

pub: 新变量的上界, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

pobj: 新变量在目标函数中的系数, 如果为空, 则为 0。

pvtype: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

szNames: 新变量的名称缓冲区。

len: 名称缓冲区的长度。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(
```

```
int count,  
  
double *plb,  
  
double *pub,  
  
double *pobj,  
  
char *pvtype,  
  
const ColumnArray &cols,  
  
const char *szPrefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

plb: 新变量的下界, 如果为空, 下界为 0。

pub: 新变量的上界. 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

pobj: 新变量在目标函数中的系数, 如果为空, 则为 0。

pvtype: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

cols: 列对象构成的 ColumnArray 类, 用于指定每个新变量所属的一组约束。

szPrefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model::Clear()

删除所有设置以及问题本身。

概要

```
void Clear()
```

Model::Clone()

深拷贝模型。

概要

```
Model Clone()
```

返回值

拷贝的模型对象。

Model::ComputeIIS()

计算不可行模型的 IIS。

概要


```
void ComputeIIS()
```

Model::DelPsdObj()

删除模型目标函数的半定部分（保留线性部分）。

概要

```
void DelPsdObj()
```

Model::DelQuadObj()

删除模型目标函数的二次部分（保留线性部分）。

概要

```
void DelQuadObj()
```

Model::FeasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void FeasRelax(  
    VarArray &vars,  
    double *pColLowPen,  
    double *pColUppPen,  
    ConstrArray &cons,  
    double *pRowBndPen,  
    double *pRowUppPen)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类对象。
pColLowPen: 变量下界的惩罚系数。
pColUppPen: 变量上界的惩罚系数。
cons: 约束构成的 ConstrArray 类对象。
pRowBndPen: 约束右端项的惩罚系数。
pRowUppPen: 约束上界的惩罚系数。

Model::FeasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void FeasRelax(int ifRelaxVars, int ifRelaxCons)
```

参量

ifRelaxVars: 是否松弛变量。

ifRelaxCons: 是否松弛约束。

Model::Get()

查询与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
int Get(  
    const char *szName,  
    const VarArray &vars,  
    double *pOut)
```

参量

szName: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量数组。

pOut: 输出双精度型数组，保存了参数或属性的值。

返回值

被查询的有效变量数目。如果出错，返回-1。

Model::Get()

查询与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
int Get(  
    const char *szName,  
    const ConstrArray &constrs,  
    double *pOut)
```

参量

szName: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定约束数组。

pOut: 输出双精度型数组, 保存了参数或属性的值。

返回值

被查询的有效约束数目。如果出错, 返回-1。

Model::Get()

查询与指定二次约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
int Get(
    const char *szName,
    const QConstrArray &constrs,
    double *pOut)
```

参量

szName: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定二次约束数组。

pOut: 输出双精度型数组, 保存了参数或属性的值。

返回值

被查询的有效二次约束数目。如果出错, 返回-1。

Model::Get()

查询与指定半定约束相关的参数或者属性的值。

概要

```
int Get(
    const char *szName,
    const PsdConstrArray &constrs,
    double *pOut)
```

参量

szName: 参数或者属性的名称。

constrs: 指定半定约束数组。

pOut: 输出双精度型数组, 保存了参数或属性的值。

返回值

被查询的有效半定约束数目。如果出错, 返回-1。

Model::GetCoeff()

获取变量的系数。

概要

```
double GetCoeff(const Constraint &constr, const Var &var)
```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

返回值

指定的变量系数。

Model::GetCol()

获取一个包含指定变量参与的所有约束的列。

概要

```
Column GetCol(const Var &var)
```

参量

var: 指定变量。

返回值

一个关于指定变量的列。

Model::GetColBasis()

获取列的基状态。

概要

```
int GetColBasis(int *pBasis)
```

参量

pBasis: 指向基状态的整型指针。

返回值

列的数量。

Model::GetCone()

获取指定索引值的锥约束。

概要

```
Cone GetCone(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

返回值

想获取的锥约束。

Model::GetConeBuilders()

获取全部锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray GetConeBuilders()
```

返回值

所有锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model::GetConeBuilders()

获取给定锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray GetConeBuilders(const ConeArray &cones)
```

参量

`cones`: 锥约束构成的 `ConeArray` 类。

返回值

想获取的的锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model::GetCones()

获取模型中所有锥约束。

概要

```
ConeArray GetCones()
```

返回值

锥约束构成的 `ConeArray` 类。

Model::GetConstr()

获取模型中指定索引值的约束。

概要

```
Constraint GetConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的约束。

Model::GetConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
ConstrBuilder GetConstrBuilder(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model::GetConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
ConstrBuilderArray GetConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 ConstrBuilderArray 类。

Model::GetConstrByName()

获取模型中指定名称的约束。

概要

```
Constraint GetConstrByName(const char *szName)
```

参量

szName: 指定名称。

返回值

想获取的约束。

Model::GetConstrLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetConstrLowerIIS(const ConstrArray &constrs, int *pLowerIIS)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

pLowerIIS: 约束下界的 IIS 状态。

返回值

约束数目。

Model::GetConstrs()

获取模型所有约束。

概要

```
ConstrArray GetConstrs()
```

返回值

约束构成的 ConstrArray 类。

Model::GetConstrUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetConstrUpperIIS(const ConstrArray &constrs, int *pUpperIIS)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

pUpperIIS: 约束上界的 IIS 状态。

返回值

约束数目。

Model::GetDblAttr()

获取 COPT 双精度型属性的值。

概要

```
double GetDblAttr(const char *szAttr)
```

参量

szAttr: 双精度型属性的名称。

返回值

双精度型属性的值。

Model::GetDblParam()

获取 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
double GetDblParam(const char *szParam)
```

参量

szParam: 双精度型参数的名称。

返回值

双精度型参数的值。

Model::GetGenConstrIndicator()

获取给定类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

概要

```
GenConstrBuilder GetGenConstrIndicator(const GenConstr &indicator)
```

参量

indicator: 类型指示类一般约束（GenConstr）。

返回值

类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

Model::GetIndicatorIIS()

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetIndicatorIIS(const GenConstrArray &genconstrs, int *pIIS)
```

参量

genconstrs: 指定 Indicator 约束构成的 GenConstrArray 类对象。

pIIS: Indicator 约束的 IIS 状态。

返回值

Indicator 约束数目。

Model::GetIntAttr()

获取 COPT 整型属性的值。

概要

```
int GetIntAttr(const char *szAttr)
```


参量

szAttr: 整型属性的名称。

返回值

整型属性的值。

Model::GetIntParam()

获取 COPT 整型参数的值。

概要

```
int GetIntParam(const char *szParam)
```

参量

szParam: 整型参数的名称。

返回值

整型参数的值。

Model::GetLpSolution()

获取 LP 解决方案。

概要

```
void GetLpSolution(
    double *pValue,
    double *pSlack,
    double *pRowDual,
    double *pRedCost)
```

参量

pValue: 可选, 指向解的双精度型指针。

pSlack: 可选, 指向松弛值的双精度型指针。

pRowDual: 可选, 指向对偶值的双精度型指针。

pRedCost: 可选, 指向减少值的双精度型指针。

Model::GetObjective()

获取模型的目标函数的线性表达式。

概要

```
Expr GetObjective()
```

返回值

线性表达式。

Model::GetParamAttrType()

获取 COPT 参数或属性的类型。

概要

```
int GetParamAttrType(const char *szName)
```

参量

szName: COPT 参数或属性的类型。

返回值

参数或属性的类型。

Model::GetParamInfo()

获取当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 整型参数。

概要

```
void GetParamInfo(  
    const char *szParam,  
    int *pnCur,  
    int *pnDef,  
    int *pnMin,  
    int *pnMax)
```

参量

szParam: 整型参数的名称。

pnCur: 整型参数的当前值。

pnDef: 整型参数的默认值。

pnMin: 整型参数的最小值。

pnMax: 整型参数的最大值。

Model::GetParamInfo()

获取当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 双精度型参数。

概要

```
void GetParamInfo(  

```

```

    const char *szParam,

    double *pdCur,

    double *pdDef,

    double *pdMin,

    double *pdMax)

```

参量

szParam: 双精度型参数的名称。

pdCur: 参数的当前值。

pdDef: 双精度型参数的默认值。

pdMin: 双精度型参数的最小值。

pdMax: 双精度型参数的最大值。

Model::GetPoolObjVal()

从解池中获取第 iSol 个解的目标函数值。

概要

```
double GetPoolObjVal(int iSol)
```

参量

iSol: 解的编号。

返回值

指定的目标函数值。

Model::GetPoolSolution()

从解池中获取第 iSol 个解。

概要

```

int GetPoolSolution(
    int iSol,
    const VarArray &vars,
    double *pColVals)

```

参量

iSol: 解的编号。

vars: 指定的变量。

pColVals: 指向解数组的指针。

返回值

解数组的长度。

Model::GetPsdCoeff()

获取半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
SymMatrix GetPsdCoeff(const PsdConstraint &constr, const PsdVar  
&var)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

返回值

对应的半定变量的系数矩阵。

Model::GetPsdConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
PsdConstraint GetPsdConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model::GetPsdConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括半定变量，类型和相关的系数矩阵。

概要

```
PsdConstrBuilder GetPsdConstrBuilder(const PsdConstraint &constr)
```

参量

constr: 指定半定约束。

返回值

半定约束生成器类。

Model::GetPsdConstrBuilders()

获取模型所有半定约束生成器。

概要

```
PsdConstrBuilderArray GetPsdConstrBuilders()
```

返回值

半定约束生成器构成的 PsdConstrBuilderArray 类。

Model::GetPsdConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
PsdConstraint GetPsdConstrByName(const char *szName)
```

参量

szName: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model::GetPsdConstrs()

获取模型所有半定约束。

概要

```
PsdConstrArray GetPsdConstrs()
```

返回值

半定约束构成的 PsdConstrArray 类对象。

Model::GetPsdObjective()

获取模型目标函数的半定目标。

概要

```
PsdExpr GetPsdObjective()
```

返回值

半定目标对应的表达式对象。

Model::GetPsdRow()

获取参与指定半定约束的半定变量，以及相关系数矩阵。

概要

```
PsdExpr GetPsdRow(const PsdConstraint &constr)
```

参量

`constr`: 指定半定约束。

返回值

半定约束的表达式。

Model::GetPsdRow()

获取指定半定约束的半定变量，以及相关系数矩阵。

概要

```
PsdExpr GetPsdRow(  
    const PsdConstraint &constr,  
    double *pLower,  
    double *pUpper)
```

参量

`constr`: 指定的半定约束。

`pLower`: 输出的下界值。

`pUpper`: 输出的上界值。

返回值

半定约束的表达式。

Model::GetPsdVar()

获取模型中指定索引值的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVar(int idx)
```

参量

`idx`: 索引值。

返回值

想获取的半定变量。

Model::GetPsdVarByName()

获取模型中指定名称的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVarByName(const char *szName)
```

参量

szName: 指定名称。

返回值

想获取的半定变量。

Model::GetPsdVars()

获取模型所有半定变量。

概要

```
PsdVarArray GetPsdVars()
```

返回值

半定变量构成的 PsdVarArray 类对象。

Model::GetQConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
QConstraint GetQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model::GetQConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
QConstrBuilder GetQConstrBuilder(const QConstraint &constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model::GetQConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
QConstrBuilderArray GetQConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 QConstrBuilderArray 类。

Model::GetQConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
QConstraint GetQConstrByName(const char *szName)
```

参量

szName: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model::GetQConstrs()

获取模型所有二次约束。

概要

```
QConstrArray GetQConstrs()
```

返回值

二次约束构成的 QConstrArray 类对象。

Model::GetQuadObjective()

获取模型目标函数的二次目标。

概要

```
QuadExpr GetQuadObjective()
```

返回值

二次目标对应的表达式对象。

Model::GetQuadRow()

获取参与指定二次约束的变量，以及相关系数。

概要

```
QuadExpr GetQuadRow(const QConstraint &constr)
```

参量

constr: 指定二次约束。

返回值

二次约束的表达式。

Model::GetQuadRow()

获取参与指定二次约束的变量，以及相关系数。

概要

```
QuadExpr GetQuadRow(
    const QConstraint &constr,
    char *pSense,
    double *pBound)
```

参量

constr: 指定二次约束。

pSense: 二次约束的类型。

pBound: 二次约束的右端项。

返回值

二次约束的表达式。

Model::GetRow()

获取参与指定约束的变量，以及相关的系数。

概要

```
Expr GetRow(const Constraint &constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束的表达式。

Model::GetRowBasis()

获取行的基状态。

概要

```
int GetRowBasis(int *pBasis)
```

参量

pBasis: 指向基状态的整型指针。

返回值

行的数量。

Model::GetSolution()

获取 MIP 解决方案。

概要

```
void GetSolution(double *pValue)
```

参量

pValue: 指向解的双精度型指针。

Model::GetSos()

获取指定索引值的 SOS 约束。

概要

```
Sos GetSos(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的 SOS 约束。

Model::GetSosBuilders()

获取模型中所有 SOS 约束生成器。

概要

```
SosBuilderArray GetSosBuilders()
```

返回值

SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model::GetSosBuilders()

获取给定 SOS 约束的生成器。

概要

```
SosBuilderArray GetSosBuilders(const SosArray &ssoss)
```

参量

ssoss: SOS 约束构成的 SosArray 类。

返回值

想获取的 SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model::GetSOSIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetSOSIIS(const SosArray &ssoss, int *pIIS)
```

参量

ssoss: 指定 SOS 约束构成的 SosArray 类对象。

pIIS: SOS 约束的 IIS 状态。

返回值

SOS 约束数目。

Model::GetSoss()

获取模型中所有 SOS 约束。

概要

```
SosArray GetSoss()
```

返回值

SOS 约束构成的 SosArray 类。

Model::GetVar()

获取模型中指定索引值的变量。

概要

```
Var GetVar(int idx)
```

参量

idx: 索引值。

返回值

想获取的变量。

Model::GetVarByName()

获取模型中指定名称的变量。

概要

```
Var GetVarByName(const char *szName)
```

参量

szName: 指定名称。

返回值

想获取的变量。

Model::GetVarLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetVarLowerIIS(const VarArray &vars, int *pLowerIIS)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

pLowerIIS: 变量下界的 IIS 状态。

返回值

变量数目。

Model::GetVars()

获取模型中所有的变量。

概要

```
VarArray GetVars()
```

返回值

变量构成的 VarArray 类。

Model::GetVarUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetVarUpperIIS(const VarArray &vars, int *pUpperIIS)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

pUpperIIS: 变量上界的 IIS 状态。

返回值

变量数目。

Model::Interrupt()

中断当前问题的求解。

概要

```
void Interrupt()
```

Model::LoadMipStart()

为问题里的变量加载最终初始值。

概要

```
void LoadMipStart()
```

Model::Read()

从文件中读取问题, 解决方案, 基, MIP start 或者 COPT 参数。

概要

```
void Read(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadBasis()

从文件中读取基。

概要

```
void ReadBasis(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadBin()

从文件中读取 COPT 定义的二进制格式的问题。

概要

```
void ReadBin(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadCbf()

从文件中读取 CBF 格式的问题。

概要

```
void ReadCbf(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadLp()

从文件中读取 LP 格式的问题。

概要

```
void ReadLp(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadMps()

从文件中读取 MPS 格式的问题。

概要

```
void ReadMps(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadMst()

从文件中读取 MIP start 信息。

概要

```
void ReadMst(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadParam()

从文件中读取 COPT 参数。

概要

```
void ReadParam(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadSdpa()

从文件中读取 SDPA 格式的问题。

概要

```
void ReadSdpa(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::ReadSol()

从文件中读取解决方案。

概要

```
void ReadSol(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输入的文件名。

Model::Remove()

从模型中删除一系列变量。

概要

```
void Remove(VarArray &vars)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一系列约束。

概要

```
void Remove(ConstrArray &constrs)
```

参量

constrs: 约束构成的 ConstrArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一系列 SOS 约束。

概要

```
void Remove(SosArray &ssoss)
```

参量

ssoss: SOS 约束构成的 SosArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一系列一般约束。

概要

```
void Remove(GenConstrArray &genConstrs)
```

参量

genConstrs: 一般约束构成的 GenConstrArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一系列二阶锥约束。

概要

```
void Remove(ConeArray &cones)
```

参量

cones: 二阶锥约束构成的 ConeArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一系列二次约束。

概要

```
void Remove(QConstrArray &qconstrs)
```


参量

qconstrs: 二次约束构成的 QConstrArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一批半定变量。

概要

```
void Remove(PsdVarArray &vars)
```

参量

vars: 半定变量构成的 PsdVarArray 类。

Model::Remove()

从模型中删除一批半定约束。

概要

```
void Remove(PsdConstrArray &constrs)
```

参量

constrs: 半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

Model::Reset()

只重新设置解。

概要

```
void Reset()
```

Model::ResetAll()

重新设置解与其他信息。

概要

```
void ResetAll()
```

Model::ResetParam()

重新设置参数为默认值。

概要

```
void ResetParam()
```

Model::Set()

设置与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void Set(  
    const char *szName,  
    const VarArray &vars,  
    double *pVals,  
    int len)
```

参量

szName: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

pVals: 双精度型数组，保存了参数的值。

len: 值数组的长度。

Model::Set()

设置与指定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void Set(  
    const char *szName,  
    const ConstrArray &constrs,  
    double *pVals,  
    int len)
```

参量

szName: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类。

pVals: 双精度型数组，保存了参数的值。

len: 值数组的长度。

Model::Set()

设置与指定半定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void Set(  

```

```

    const char *szName,

    const PsdConstrArray &constrs,

    double *pVals,

    int len)

```

参量

szName: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

pVals: 双精度型数组, 保存了参数的值。

len: 值数组的长度。

Model::SetBasis()

设置行和列的基状态。

概要

```
void SetBasis(int *pColBasis, int *pRowBasis)
```

参量

pColBasis: 指向列的基状态的整型指针。

pRowBasis: 指向行的基状态的整型指针。

Model::SetCoeff()

设置变量的系数。

概要

```

void SetCoeff(

    const Constraint &constr,

    const Var &var,

    double newVal)

```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

newVal: 新系数。

Model::SetDblParam()

设置 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
void SetDblParam(const char *szParam, double dVal)
```

参量

szParam: 双精度型参数的名称。

dVal: 双精度型参数的值。

Model::SetIntParam()

设置 COPT 整型参数的值。

概要

```
void SetIntParam(const char *szParam, int nVal)
```

参量

szParam: 整型参数的名称。

nVal: 整型参数的值。

Model::SetLpSolution()

设置 LP 解。

概要

```
void SetLpSolution(  
    double *pValue,  
    double *pSlack,  
    double *pRowDual,  
    double *pRedCost)
```

参量

pValue: 指向解的双精度型指针。

pSlack: 指向松弛值的双精度型指针。

pRowDual: 指向对偶值的双精度型指针。

pRedCost: 指向减少值的双精度型指针。

Model::SetMipStart()

设置给定数目变量的初始值, 从第一个开始。

概要

```
void SetMipStart(int count, double *pVals)
```

参量

`count`: 设置变量的数量。

`pVals`: 指向初始值的指针。

Model::SetMipStart()

设置指定变量的初始值。

概要

```
void SetMipStart(const Var &var, double val)
```

参量

`var`: 指定变量。

`val`: 变量的初始值。

Model::SetMipStart()

设置一系列变量的初始值。

概要

```
void SetMipStart(const VarArray &vars, double *pVals)
```

参量

`vars`: 指定变量构成的 `VarArray` 类。

`pVals`: 指向初始值的指针。

Model::SetObjConst()

设置目标函数里的的常数。

概要

```
void SetObjConst(double constant)
```

参量

`constant`: 常数的值。

Model::SetObjective()

设置模型的目标函数。

概要

```
void SetObjective(const Expr &expr, int sense)
```

参量

`expr`: 目标函数的表达式。

`sense`: 可选, 默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model::SetObjSense()

设置目标函数的优化方向。

概要

```
void SetObjSense(int sense)
```

参量

sense: 目标函数的优化方向。

Model::SetPsdCoeff()

设置半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
void SetPsdCoeff(  
    const PsdConstraint &constr,  
    const PsdVar &var,  
    const SymMatrix &mat)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

mat: 新系数矩阵。

Model::SetPsdObjective()

设置模型的半定目标。

概要

```
void SetPsdObjective(const PsdExpr &expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的半定表达式。

sense: 可选，默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model::SetQuadObjective()

设置模型的二次目标。

概要

```
void SetQuadObjective(const QuadExpr &expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的二次表达式。

sense: 可选, 默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model::SetSlackBasis()

设置松弛状态。

概要

```
void SetSlackBasis()
```

Model::SetSolverLogCallback()

为 COPT 设置日志回调。

概要

```
void SetSolverLogCallback(ILogCallback *pcb)
```

参量

pcb: 日志回调类指针。

Model::SetSolverLogFile()

为 COPT 设置日志文件。

概要

```
void SetSolverLogFile(const char *szLogFile)
```

参量

szLogFile: 日志文件名。

Model::Solve()

求解当前的 MIP 问题。

概要

```
void Solve()
```

Model::SolveLp()

求解当前的 LP 问题。

概要

```
void SolveLp()
```

Model::Write()

将问题, 解决方案, 基, MIP start 或者更改后的 COPT 参数输出到文件中。

概要

```
void Write(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteBasis()

将最优基输出到“.bas”文件。

概要

```
void WriteBasis(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteBin()

将问题以 COPT 二进制格式输出到文件中。

概要

```
void WriteBin(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteIIS()

将 IIS 输出到文件中。

概要

```
void WriteIIS(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出文件名。

Model::WriteLp()

将问题以 LP 格式输出到文件中。

概要

```
void WriteLp(const char *szFileName)
```


参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteMps()

将问题以 MPS 格式输出到文件中。

概要

```
void WriteMps(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteMpsStr()

将问题以 MPS 格式输出到缓存对象。

概要

```
ProbBuffer WriteMpsStr()
```

返回值

输出的缓存对象。

Model::WriteMst()

将整数模型初始解信息输出到“.mst”文件。

概要

```
void WriteMst(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteParam()

将更改后的 COPT 参数输出到“.par”文件。

概要

```
void WriteParam(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

Model::WritePoolSol()

将指定的解池中的结果输出到“.sol”文件。

概要

```
void WritePoolSol(int iSol, const char *szFileName)
```

参量

iSol: 解池中解的索引。

szFileName: 输出的文件名。

Model::WriteRelax()

将可行化松弛模型输出到文件中。

概要

```
void WriteRelax(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出文件名。

Model::WriteSol()

将求解结果输出到“.sol”文件。

概要

```
void WriteSol(const char *szFileName)
```

参量

szFileName: 输出的文件名。

8.4.4 Var 类

Var 类是杉数优化求解器变量的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Var::Get()

获取变量的属性值。支持“Value”，“RedCost”，“LB”，“UB”，and “Obj”属性。

概要

```
double Get(const char *szAttr)
```

参量

szAttr: 属性的名称。

返回值

属性的值。

Var::GetIdx()

获取变量的索引值。

概要

```
inline int GetIdx()
```

返回值

索引值。

Var::GetLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetLowerIIS()
```

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Var::GetName()

获取变量的名称。

概要

```
const char *GetName()
```

返回值

变量名称。

Var::GetType()

获取变量的类型。

概要

```
char GetType()
```

返回值

变量类型。

Var::GetUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetUpperIIS()
```

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Var::Remove()

从模型中删除变量。

概要

```
void Remove()
```

Var::Set()

设置变量的属性值。支持”LB”, “UB”和“Obj”属性。

概要

```
void Set(const char *szAttr, double value)
```

参量

szAttr: 属性的名称。

value: 新的值。

Var::SetName()

设置变量的名称。

概要

```
void SetName(const char *szName)
```

参量

szName: 变量名称。

Var::SetType()

设置变量的类型。

概要

```
void SetType(char type)
```

参量

`type`: 变量类型。

8.4.5 VarArray 类

为方便用户对一组 *Var* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 *VarArray* 类, 提供了以下成员方法:

VarArray::GetVar()

获取 *VarArray* 类中指定索引值的变量。

概要

```
Var &GetVar(int i)
```

参量

`i`: 指定索引值。

返回值

指定索引值的变量。

VarArray::PushBack()

向 *VarArray* 类中添加一个变量。

概要

```
void PushBack(const Var &var)
```

参量

`var`: 变量。

VarArray::Reserve()

预分配大小为 `n` 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

`n`: 容纳 `n` 项的空间。

VarArray::Size()

获取 *VarArray* 类中变量的数目。

概要

```
int Size()
```

返回值

VarArray 类中变量的数目。

8.4.6 Expr 类

Expr 类是杉数求解器中用于构建线性表达式时变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

Expr::Expr()

Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(double constant)
```

参量

constant: Expr 中的常值。

Expr::Expr()

只有一项的 Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

Expr::AddConstant()

增加表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数。

Expr::AddExpr()

添加一个表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddExpr(const Expr &expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的表达式。

mult: 可选的系数倍数, 默认值为 1.0。

Expr::AddTerm()

向表达式中添加一项。

概要

```
void AddTerm(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 新项中的变量。

coeff: 新项中的系数。

Expr::AddTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
int AddTerms(  
    const VarArray &vars,  
    double *pCoeff,  
    int len)
```

参量

vars: 新项中的变量。

pCoeff: 新项中的系数数组。

len: 系数数组的长度。

返回值

增加的项数。

Expr::Clone()

深拷贝表达式。

概要

```
Expr Clone()
```

返回值

表达式的深拷贝。

Expr::Evaluate()

求解后对线性表达式估值。

概要

```
double Evaluate()
```

返回值

表达式估值。

Expr::GetCoeff()

获取表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的系数。

Expr::GetConstant()

获取表达式中的常数。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

表达式中的常数。

Expr::GetVar()

获取表达式指定索引值项数中的变量。

概要

```
Var &GetVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的变量。

Expr::operator*=()

自乘一个常数。

概要

```
void operator*=(double c)
```

参量

c: 对应的双精度常数。

Expr::operator*()

乘以一个常数并返回新的表达式。

概要

```
Expr operator*(double c)
```

参量

c: 乘以的常数。

返回值

结果表达式。

Expr::operator*()

乘以一个变量并返回新的二次表达式。

概要

```
QuadExpr operator*(const Var &var)
```

参量

var: 变量对象。

返回值

二次结果表达式。

Expr::operator*()

乘以一个线性表达式并返回新的二次表达式。

概要

```
QuadExpr operator*(const Expr &other)
```

参量

other: 线性表达式对象。

返回值

二次结果表达式。

Expr::operator+=()

自加一个表达式。

概要

```
void operator+=(const Expr &expr)
```

参量

expr: 需要添加的表达式。

Expr::operator+()

增加一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
Expr operator+(const Expr &other)
```

参量

other: 加上的表达式。

返回值

结果表达式。

Expr::operator-=()

自减一个表达式。

概要

```
void operator-=(const Expr &expr)
```

参量

expr: 需要减去的表达式。

Expr::operator-()

减去一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
Expr operator-(const Expr &other)
```

参量

other: 减去的表达式。

返回值

结果表达式。

Expr::Remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

Expr::Remove()

删除表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(const Var &var)
```

参量

var: 指定变量。

Expr::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(size_t n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

Expr::SetCoeff()

设置表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

Expr::SetConstant()

设置表达式中的常数。

概要

```
void SetConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数。

Expr::Size()

获取表达式中的项数。

概要

```
size_t Size()
```

返回值

表达式中的项数。

8.4.7 Constraint 类

Constraint 类是杉数求解器线性约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Constraint::Get()

获得 Constriant 的属性值。支持”Dual”, ”Slack”, ”LB”, ”UB”属性。

概要

```
double Get(const char *szAttr)
```

参量

szAttr: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

Constraint::GetBasis()

获得 Constriant 的基状态。

概要

```
int GetBasis()
```

返回值

Constriant 的基状态。

Constraint::GetIdx()

获取 Constraint 的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

Constraint 的索引值。

Constraint::GetLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetLowerIIS()
```

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Constraint::GetName()

获取 Constraint 的名称。

概要

```
const char *GetName()
```

返回值

Constraint 的名称。

Constraint::GetUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetUpperIIS()
```

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Constraint::Remove()

从模型中删除当前的 Constraint。

概要

```
void Remove()
```

Constraint::Set()

设置 Constraint 的属性值。支持“LB”, “UB”属性。

概要

```
void Set(const char *szAttr, double value)
```

参量

szAttr: 所需要设置的属性名称。

value: 所需要设置的属性值。

Constraint::SetName()

设置 Constraint 的名称。

概要

```
void SetName(const char *szName)
```

参量

szName: Constraint 的名称。

8.4.8 ConstrArray 类

为方便用户对一组 C++ *Constraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 ConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

ConstrArray::GetConstr()

获取 ConstrArray 中的指定索引值的 Constraint。

概要

```
Constraint &GetConstr(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定的 Constraint。

ConstrArray::PushBack()

向 ConstrArray 中添加一个 Constraint。

概要

```
void PushBack(const Constraint &constr)
```

参量

`constr`: 待添加的 Constraint。

ConstrArray::Reserve()

预分配大小为 `n` 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

`n`: 容纳 `n` 项的空间。

ConstrArray::Size()

获取 `ConstrArray` 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

`ConstrArray` 中的元素个数。

8.4.9 ConstrBuilder 类

`ConstrBuilder` 类是杉数优化求解器中构建线性约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConstrBuilder::GetExpr()

获取线性约束构建器对象的表达式。

概要

```
const Expr &GetExpr()
```

返回值

Expression 对象。

ConstrBuilder::GetRange()

获取线性约束构建器对象的约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

概要

```
double GetRange()
```

返回值

约束范围的长度（从下界到上界的长度）。

ConstrBuilder::GetSense()

获取线性约束构建器对象的约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

ConstrBuilder::Set()

设置一个约束构造类的内容。

概要

```
void Set(  
    const Expr &expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项

ConstrBuilder::SetRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void SetRange(const Expr &expr, double range)
```

参量

expr: 约束表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

8.4.10 ConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C++ *ConstraBuilder* 类 对象进行操作，杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 ConstrBuilderArray 类，提供了以下成员方法：

ConstrBuilderArray::GetBuilder()

获取 ConstrBuilderArray 中的指定索引值的 Constraint。

概要

```
ConstrBuilder &GetBuilder(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定的 ConstrBuilder。

ConstrBuilderArray::PushBack()

向 ConstrBuilderArray 中添加一个约束生成器。

概要

```
void PushBack(const ConstrBuilder &builder)
```

参量

builder: 待添加的约束生成器。

ConstrBuilderArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

ConstrBuilderArray::Size()

获取 ConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ConstrBuilderArray 中的元素个数。

8.4.11 Column 类

为了方便用户采用按列建模的方式, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 Column 类, 提供了以下成员方法:

Column::Column()

Column 的构造函数。

概要

```
Column()
```

Column::AddColumn()

添加一个列的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddColumn(const Column &col, double mult)
```

参量

col: 需要添加的列对象。

mult: 系数倍数。

Column::AddTerm()

添加一个新的项。

概要

```
void AddTerm(const Constraint &constr, double coeff)
```

参量

constr: 待添加项的线性约束。

coeff: 待添加项的系数。

Column::AddTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
int AddTerms(  
    const ConstrArray &constrs,  
    double *pCoeff,  
    int len)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束。

pCoeff: 待添加项的系数。

len: 待添加项的数量。

返回值

添加项的数量。

Column::Clear()

清空 Column 的内容。

概要

```
void Clear()
```

Column::Clone()

创建 Column 的深拷贝。

概要

```
Column Clone()
```

返回值

Column 的深拷贝。

Column::GetCoeff()

获得 Column 中第 i 项的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的系数。

Column::GetConstr()

获得 Column 中第 i 项的线性约束。

概要

```
Constraint GetConstr(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的线性约束。

Column::Remove()

从 Column 中移除指定的项。

概要

```
void Remove(int i)
```

参量

i: 待移除项的索引值。

Column::Remove()

从 Column 中移除指定线性约束所在的项。

概要

```
bool Remove(const Constraint &constr)
```

参量

constr: 指定线性约束。

返回值

当该线性约束存在于 Column 的时候返回值为真。

Column::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

Column::Size()

获取 Column 中元素的个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

Column 中元素的个数。

8.4.12 ColumnArray 类

为方便用户对一组 C++ *Column* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 ColumnArray 类, 提供了以下成员方法:

ColumnArray::Clear()

清空所有的 Column。

概要

```
void Clear()
```

ColumnArray::GetColumn()

获取 ColumnArray 中的指定索引值的 Column。

概要

```
Column &GetColumn(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定的 Column。

ColumnArray::PushBack()

向 ColumnArray 中添加一个 Column。

概要

```
void PushBack(const Column &col)
```

参量

col: 待添加的 Column。

ColumnArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

ColumnArray::Size()

获取 ColumnArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ColumnArray 中的元素个数。

8.4.13 Sos 类

SOS 类是杉数求解器的 SOS 约束的相关操作的封装, 目前提供了以下成员方法:

Sos::GetIdx()

获取 SOS 约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

SOS 约束的索引值。

Sos::GetIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetIIS()
```

返回值

IIS 状态。

Sos::Remove()

从模型中删除 SOS 约束。

概要

```
void Remove()
```

8.4.14 SosArray 类

为方便用户对一组 C++ *Sos* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 SosArray 类, 提供了以下成员方法:

SosArray::GetSos()

获取 SosArray 里指定索引的 SOS 约束。

概要

```
Sos &GetSos(int i)
```

参量

i: SOS 约束的索引。

返回值

指定索引的 SOS 约束。

SosArray::PushBack()

向 SosArray 里添加 SOS 约束。

概要

```
void PushBack(const Sos &sos)
```

参量

sos: SOS 约束。

SosArray::Size()

获取 SosArray 里 SOS 约束个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

SOS 约束个数。

8.4.15 SosBuilder 类

SosBuilder 类是杉数优化求解器中构建 SOS 约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

SosBuilder::GetSize()

获取 SOS 约束中元素个数。

概要

```
int GetSize()
```

返回值

元素个数。

SosBuilder::GetType()

获取 SOS 约束类型。

概要

```
int GetType()
```

返回值

SOS 约束类型。

SosBuilder::GetVar()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取变量。

概要

```
Var GetVar(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素对应的变量。

SosBuilder::GetVars()

获取 SOS 约束中所有元素对应的变量。

概要

```
VarArray GetVars()
```

返回值

变量构成的 VarArray 对象。

SosBuilder::GetWeight()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取权重。

概要

```
double GetWeight(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素中对应的权重。

SosBuilder::GetWeights()

获取 SOS 约束中所有元素对应的权重。

概要

```
double GetWeights()
```

返回值

指向权重数组的指针。

SosBuilder::Set()

设置 SOS 约束的变量和权重。

概要

```
void Set(
    const VarArray &vars,
    const double *pWeights,
    int type)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

pWeights: 指向权重的指针。

type: SOS 约束的类型。

8.4.16 SosBuilderArray 类

为方便用户对一组 C++ *SosBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 SosBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

SosBuilderArray::GetBuilder()

获取指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
SosBuilder &GetBuilder(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray::PushBack()

向 SosBuilderArray 类中添加 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
void PushBack(const SosBuilder &builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray::Size()

获取 SosBuilderArray 类中元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

SosBuilderArray 类中元素个数。

8.4.17 GenConstr 类

GenConstr 类是杉数优化求解器的 Indicator 约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

GenConstr::GetIdx()

获取 GenConstr 的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

GenConstr 的索引值。

GenConstr::GetIIS()

获取一般约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetIIS()
```

返回值

IIS 状态。

GenConstr::Remove()

从模型中删除 GenConstr。

概要

```
void Remove()
```

8.4.18 GenConstrArray 类

为方便用户对一组 C++ *GenConstr* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 GenConstrArray 类，提供了以下成员方法：

GenConstrArray::GetGenConstr()

获取 GenConstrArray 中的指定索引值的 GenConstr。

概要

```
GenConstr &GetGenConstr(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定的 GenConstr。

GenConstrArray::PushBack()

向 GenConstrArray 中添加一个 GenConstr。

概要

```
void PushBack(const GenConstr &constr)
```

参量

constr: 待添加的 GenConstr。

GenConstrArray::Size()

获取 GenConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

GenConstrArray 中的元素个数。

8.4.19 GenConstrBuilder 类

GenConstrBuilder 类是杉数优化求解器中构建 Indicator 约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

GenConstrBuilder::GetBinVal()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制值。

概要

```
int GetBinVal()
```

返回值

二进制值。

GenConstrBuilder::GetBinVar()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制变量。

概要

```
Var GetBinVar()
```

返回值

二进制变量。

GenConstrBuilder::GetExpr()

获取与 GenConstr 的相关联的表达式。

概要

```
const Expr &GetExpr()
```

返回值

表达式对象。

GenConstrBuilder::GetSense()

获取与 GenConstr 的相关联的约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

GenConstrBuilder::Set()

设置 GenConstr 二进制变量, 二进制值, 表达式, 约束类型。

概要

```
void Set(  
    Var var,  
    int val,  
    const Expr &expr,  
    char sense)
```

参量

var: 二进制变量。

val: 二进制值。

expr: 表达式。

sense: 约束类型。

8.4.20 GenConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C++ *GenConstrBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 *GenConstrBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

GenConstrBuilderArray::GetBuilder()

获取 *GenConstrBuilderArray* 中的指定索引值的 *GenConstrBuilder*。

概要

```
GenConstrBuilder &GetBuilder(int i)
```

参量

i: 指定的索引值。

返回值

指定的 *GenConstrBuilder*。

GenConstrBuilderArray::PushBack()

向 *GenConstrBuilderArray* 中添加一个 *GenConstrBuilder*。

概要

```
void PushBack(const GenConstrBuilder &builder)
```

参量

builder: 待添加的 *GenConstrBuilder*。

GenConstrBuilderArray::Size()

获取 *GenConstrBuilderArray* 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

GenConstrBuilderArray 中的元素个数。

8.4.21 Cone 类

Cone 类是杉数求解器的二阶锥约束的相关操作的封装, 目前提供了以下成员方法:

Cone::GetIdx()

获取锥约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

锥约束的索引值。

Cone::Remove()

从模型中删除锥约束。

概要

```
void Remove()
```

8.4.22 ConeArray 类

为方便用户对一组 C++ *Cone* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 ConeArray 类, 提供了以下成员方法:

ConeArray::GetCone()

获取 ConeArray 里指定下标的锥约束。

概要

```
Cone &GetCone(int i)
```

参量

i: 锥约束的下标。

返回值

指定下标的锥约束。

ConeArray::PushBack()

向 ConeArray 里添加锥约束。

概要

```
void PushBack(const Cone &cone)
```

参量

cone: 锥约束。

ConeArray::Size()

获取 ConeArray 里锥约束个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

锥约束个数。

8.4.23 ConeBuilder 类

ConeBuilder 类是杉数优化求解器中构建二阶锥约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConeBuilder::GetSize()

获取锥约束中变量个数。

概要

```
int GetSize()
```

返回值

变量个数。

ConeBuilder::GetType()

获取锥约束类型。

概要

```
int GetType()
```

返回值

锥约束类型。

ConeBuilder::GetVar()

从锥约束中获取指定下标的变量。

概要

```
Var GetVar(int i)
```

参量

i: 指定的下标值。

返回值

指定下标的变量。

ConeBuilder::GetVars()

获取锥约束中所有对应的变量。

概要

```
VarArray GetVars()
```

返回值

变量构成的 VarArray 对象。

ConeBuilder::Set()

设置锥约束的变量。

概要

```
void Set(const VarArray &vars, int type)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

type: 锥约束的类型。

8.4.24 ConeBuilderArray 类

为方便用户对一组 C++ *ConeBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 ConeBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

ConeBuilderArray::GetBuilder()

获取指定索引值的 cone 约束生成器 (ConeBuilder)。

概要

```
ConeBuilder &GetBuilder(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值的 cone 约束生成器 (ConeBuilder)。

ConeBuilderArray::PushBack()

向 ConeBuilderArray 类中添加锥约束生成器 (ConeBuilder)。

概要

```
void PushBack(const ConeBuilder &builder)
```

参量

builder: 锥约束生成器 (ConeBuilder)。

ConeBuilderArray::Size()

获取 ConeBuilderArray 类中元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ConeBuilderArray 类中元素个数。

8.4.25 QuadExpr 类

COPT 二次表达式包括一个线性表达式, 一些二次项相关的变量和对应系数。QuadExpr 类是杉数求解器中用于构建二次表达式时对变量的相关组合操作, 提供了以下成员方法:

QuadExpr::QuadExpr()

QuadExpr 的构造函数。

概要

```
QuadExpr(double constant)
```

参量

constant: QuadExpr 中的常值。

QuadExpr::QuadExpr()

使用变量和其系数构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

QuadExpr::QuadExpr()

使用线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(const Expr &expr)
```

参量

`expr`: 初始的线性表达式

QuadExpr::QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(const Expr &expr, const Var &var)
```

参量

`expr`: 一个初始的线性表达式。

`var`: 另一个初始的变量。

QuadExpr::QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(const Expr &left, const Expr &right)
```

参量

`left`: 一个初始的线性表达式。

`right`: 另一个初始的线性表达式。

QuadExpr::AddConstant()

增加表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

`constant`: 表达式中的常数。

QuadExpr::AddLinExpr()

添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddLinExpr(const Expr &expr, double mult)
```

参量

`expr`: 需要添加的线性表达式。

`mult`: 可选的系数倍数，默认值为 1.0。

QuadExpr::AddQuadExpr()

添加一个二次表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddQuadExpr(const QuadExpr &expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的二次表达式。

mult: 可选的系数倍数，默认值为 1.0。

QuadExpr::AddTerm()

向表达式中添加一线性项。

概要

```
void AddTerm(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数。

QuadExpr::AddTerm()

向表达式中添加一个二次项。

概要

```
void AddTerm(  
    const Var &var1,  
    const Var &var2,  
    double coeff)
```

参量

var1: 新二次项中的变量 1。

var2: 新二次项中的变量 2。

coeff: 新二次项中的系数。

QuadExpr::AddTerms()

向表达式中添加一些线性项。

概要

```
int AddTerms(  

```

```
    const VarArray &vars,  
    double *pCoeff,  
    int len)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

pCoeff: 新线性项中的系数数组。

len: 系数数组的长度。

返回值

增加的线性项个数。

QuadExpr::AddTerms()

向表达式中添加一些二次项。

概要

```
int AddTerms(  
    const VarArray &vars1,  
    const VarArray &vars2,  
    double *pCoeff,  
    int len)
```

参量

vars1: 新二次项中的变量数组 1。

vars2: 新二次项中的变量数组 2。

pCoeff: 新二次项中的系数数组。

len: 系数数组的长度。

返回值

增加的二次项个数。

QuadExpr::Clone()

深度拷贝二次表达式。

概要

```
QuadExpr Clone()
```

返回值

新的二次表达式。

QuadExpr::Evaluate()

求解后对二次表达式估值。

概要

```
double Evaluate()
```

返回值

表达式估值。

QuadExpr::GetCoeff()

获取二次表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的二次表达式项的系数。

QuadExpr::GetConstant()

获取二次表达式中的常数。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

二次表达式中的常数。

QuadExpr::GetLinExpr()

获取二次表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr &GetLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

QuadExpr::GetVar1()

获取二次表达式指定索引值对应项中的第一个变量。

概要

```
Var &GetVar1(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的第一个变量对象。

QuadExpr::GetVar2()

获取二次表达式指定索引值对应项中的第二个变量。

概要

```
Var &GetVar2(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的第二个变量对象。

QuadExpr::operator*=()

自乘一个常数。

概要

```
void operator*=(double c)
```

参量

c: 需要乘以一个常数。

QuadExpr::operator*()

乘以一个常数并返回新的表达式。

概要

```
QuadExpr operator*(double c)
```

参量

c: 乘以的常数。

返回值

结果表达式。

QuadExpr::operator+=(())

自增一个表达式。

概要

```
void operator+=(const QuadExpr &expr)
```

参量

expr: 需要增加的表达式。

QuadExpr::operator+()

增加一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
QuadExpr operator+(const QuadExpr &other)
```

参量

other: 加上的表达式。

返回值

结果表达式。

QuadExpr::operator-=(())

自减一个表达式。

概要

```
void operator-=(const QuadExpr &expr)
```

参量

expr: 需要减去的表达式。

QuadExpr::operator-()

减去一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
QuadExpr operator-(const QuadExpr &other)
```

参量

other: 减去的表达式。

返回值

结果表达式。

QuadExpr::Remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

QuadExpr::Remove()

删除表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(const Var &var)
```

参量

var: 指定变量。

QuadExpr::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(size_t n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

QuadExpr::SetCoeff()

设置二次表达式指定索引值对应项的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值对应项的参数。

QuadExpr::SetConstant()

设置表达式中的常数。

概要


```
void SetConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数。

QuadExpr::Size()

获取表达式中的项数。

概要

```
size_t Size()
```

返回值

表达式中的项数。

8.4.26 QConstraint 类

QConstraint 类是杉数求解器对二次约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

QConstraint::Get()

获得二次约束的属性值。支持二次相关的属性。

概要

```
double Get(const char *szAttr)
```

参量

szAttr: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

QConstraint::GetIdx()

获取二次约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

二次约束的索引值。

QConstraint::GetName()

获取二次约束的名称。

概要

```
const char *GetName()
```

返回值

二次约束的名称。

QConstraint::GetRhs()

获得二次约束的右端值。

概要

```
double GetRhs()
```

返回值

二次约束的右端值。

QConstraint::GetSense()

获得二次约束的类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

二次约束的类型。

QConstraint::Remove()

从模型中删除当前的二次约束。

概要

```
void Remove()
```

QConstraint::Set()

设置二次约束的属性值。支持二次相关的属性。

概要

```
void Set(const char *szAttr, double value)
```

参量

szAttr: 所需要设置的属性名称。

value: 所需要设置的属性值。

QConstraint::SetName()

设置二次约束的名称。

概要

```
void SetName(const char *szName)
```

参量

szName: 二次约束的名称。

QConstraint::SetRhs()

设置二次约束的右端值。

概要

```
void SetRhs(double rhs)
```

参量

rhs: 二次约束的右端值。

QConstraint::SetSense()

设置二次约束的类型。

概要

```
void SetSense(char sense)
```

参量

sense: 二次约束的类型。

8.4.27 QConstrArray 类

为方便用户对一组 C++ *QConstraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 *QConstrArray* 类, 提供了以下成员方法:

QConstrArray::GetQConstr()

获取 *QConstrArray* 中的指定索引值的 *QConstraint*。

概要

```
QConstraint &GetQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 QConstraint。

QConstrArray::PushBack()

向 QConstrArray 中添加一个 QConstraint。

概要

```
void PushBack(const QConstraint &constr)
```

参量

constr: 待添加的 QConstraint。

QConstrArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

QConstrArray::Size()

获取 QConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

QConstrArray 中的元素个数。

8.4.28 QConstrBuilder 类

QConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建二次约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

QConstrBuilder::GetQuadExpr()

获取二次约束相关的表达式。

概要

```
const QuadExpr &GetQuadExpr()
```

返回值

二次表达式对象。

QConstrBuilder::GetSense()

获取二次约束相关约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

QConstrBuilder::Set()

设置一个二次约束的表达式，类型和边界值。

概要

```
void Set(
    const QuadExpr &expr,
    char sense,
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的二次表达式。

sense: 二次约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

8.4.29 QConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C++ *QConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 *QConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

QConstrBuilderArray::GetBuilder()

获取 *QConstrBuilderArray* 中的指定索引值的二次约束。

概要

```
QConstrBuilder &GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 *ConstrBuilder*。

QConstrBuilderArray::PushBack()

向 QConstrBuilderArray 中添加一个二次约束生成器。

概要

```
void PushBack(const QConstrBuilder &builder)
```

参量

builder: 待添加的二次约束生成器。

QConstrBuilderArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

QConstrBuilderArray::Size()

获取 QConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

QConstrBuilderArray 中的元素个数。

8.4.30 PsdVar

PsdVar 类是杉数优化求解器对半定变量的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

PsdVar::Get()

获取半定变量的属性值。

概要

```
double Get(const char *szAttr, int sz)
```

参量

szAttr: 属性的名称。

sz: 输出数组长度。

返回值

输出双精度型数组, 保存了属性值。

PsdVar::GetDim()

获取半定变量的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

半定变量的维度。

PsdVar::GetIdx()

获取半定变量的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

半定变量的索引值。

PsdVar::GetLen()

获取半定变量展开后的长度。

概要

```
int GetLen()
```

返回值

半定变量展开后的长度。

PsdVar::GetName()

获取半定变量的名称。

概要

```
const char *GetName()
```

返回值

半定变量名称。

PsdVar::Remove()

从模型中删除半定变量。

概要

```
void Remove()
```

PsdVar::SetName()

设置半定变量的名称。

概要

```
void SetName(const char *szName)
```

参量

`szName`: 半定变量名称。

8.4.31 PsdVarArray

为方便用户对一组 *PsdVar* 对象进行操作, 杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 `PsdVarArray` 类, 提供了以下成员方法:

PsdVarArray::GetPsdVar()

获取半定变量数组里指定索引的半定变量。

概要

```
PsdVar &GetPsdVar(int idx)
```

参量

`idx`: 半定变量的索引。

返回值

指定索引的半定变量。

PsdVarArray::PushBack()

向半定变量数组里添加半定变量。

概要

```
void PushBack(const PsdVar &var)
```

参量

`var`: 半定变量。

PsdVarArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdVarArray::Size()

获取半定变量数组里半定变量个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定变量个数。

8.4.32 PsdExpr

COPT 半定表达式包括一个线性表达式，一些半定变量和对应的系数矩阵。PsdExpr 类是杉数求解器中用于构建半定表达式时对半定变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

PsdExpr::PsdExpr()

PsdExpr 的构造函数。

概要

```
PsdExpr(double constant)
```

参量

constant: PsdExpr 中的常值。

PsdExpr::PsdExpr()

使用变量和其系数构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

PsdExpr::PsdExpr()

使用线性表达式构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(const Expr &expr)
```

参量

expr: 初始的线性表达式。

PsdExpr::PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(const PsdVar &var, const SymMatrix &mat)
```

参量

var: 添加的这一项对应的半定变量。

mat: 添加的这一项对应的系数矩阵。

PsdExpr::PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵表达式构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(const PsdVar &var, const SymMatExpr &expr)
```

参量

var: 添加的这一项对应的半定变量。

expr: 添加的这一项对应的系数矩阵表达式。

PsdExpr::AddConstant()

增加半定表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式中的常数改变量。

PsdExpr::AddLinExpr()

添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddLinExpr(const Expr &expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

mult: 可选的系数倍数，默认值为 1.0。

PsdExpr::AddPsdExpr()

添加一个半定表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddPsdExpr(const PsdExpr &expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的半定表达式。

mult: 可选的系数倍数，默认值为 1.0。

PsdExpr::AddTerm()

向半定表达式中添加一线性项。

概要

```
void AddTerm(const Var &var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数。

PsdExpr::AddTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void AddTerm(const PsdVar &var, const SymMatrix &mat)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

mat: 新半定项中的系数矩阵。

PsdExpr::AddTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void AddTerm(const PsdVar &var, const SymMatExpr &expr)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

expr: 新半定项中对称矩阵的表达式。

PsdExpr::AddTerms()

向表达式中添加一些线性项。

概要

```
int AddTerms(  
    const VarArray &vars,  
    double *pCoeff,  
    int len)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

pCoeff: 新线性项中的系数数组。

len: 系数数组的长度。

返回值

增加的线性项个数。

PsdExpr::AddTerms()

向表达式中添加一些半定项。

概要

```
int AddTerms(const PsdVarArray &vars, const SymMatrixArray &mats)
```

参量

vars: 新半定项中的半定变量数组。

mats: 新半定项中的系数矩阵数组。

返回值

增加的半定项个数。

PsdExpr::Clone()

深度拷贝半定表达式。

概要

```
PsdExpr Clone()
```

返回值

新的半定表达式对象。

PsdExpr::Evaluate()

求解后对半定表达式估值。

概要

```
double Evaluate()
```

返回值

表达式估值。

PsdExpr::GetCoeff()

获取半定表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
SymMatExpr &GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的半定表达式项的系数。

PsdExpr::GetConstant()

获取半定表达式中的常数项。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

半定表达式中的常数项。

PsdExpr::GetLinExpr()

获取半定表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr &GetLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

PsdExpr::GetPsdVar()

获取半定表达式指定索引值对应项中的半定变量。

概要

```
PsdVar &GetPsdVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的半定变量对象。

PsdExpr::operator*=()

自乘一个常数。

概要

```
void operator*=(double c)
```

参量

c: 需要乘以一个常数。

PsdExpr::operator*()

乘以一个常数并返回新的表达式。

概要

```
PsdExpr operator*(double c)
```

参量

c: 乘以的常数。

返回值

结果表达式。

PsdExpr::operator+=()

自增一个表达式。

概要

```
void operator+=(const PsdExpr &expr)
```

参量

expr: 需要增加的表达式。

PsdExpr::operator+()

增加一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
PsdExpr operator+(const PsdExpr &other)
```

参量

other: 加上的表达式。

返回值

结果表达式。

PsdExpr::operator-=()

自减一个表达式。

概要

```
void operator-=(const PsdExpr &expr)
```

参量

expr: 需要减去的表达式。

PsdExpr::operator-()

减去一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
PsdExpr operator-(const PsdExpr &other)
```

参量

other: 减去的表达式。

返回值

结果表达式。

PsdExpr::Remove()

删除半定表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

PsdExpr::Remove()

删除半定表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(const Var &var)
```

参量

var: 指定变量。

PsdExpr::Remove()

删除半定表达式中与指定半定变量相关的项。

概要

```
void Remove(const PsdVar &var)
```

参量

var: 指定半定变量。

PsdExpr::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(size_t n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdExpr::SetCoeff()

设置半定表达式指定索引值对应项的系数矩阵。

概要

```
void SetCoeff(int i, const SymMatrix &mat)
```


参量

i: 指定索引值。

mat: 指定索引值对应项的系数矩阵。

PsdExpr::SetConstant()

设置半定表达式中的常数。

概要

```
void SetConstant(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式中的常数。

PsdExpr::Size()

获取半定表达式中的半定项数。

概要

```
size_t Size()
```

返回值

半定表达式中的半定项数。

8.4.33 PsdConstraint

PsdConstraint 类是杉数求解器对半定约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

PsdConstraint::Get()

获得半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
double Get(const char *szAttr)
```

参量

szAttr: 所需要获得的属性名称。

返回值

双精度属性值。

PsdConstraint::GetIdx()

获取半定约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

半定约束的索引值。

PsdConstraint::GetName()

获取半定约束的名称。

概要

```
const char *GetName()
```

返回值

半定约束的名称。

PsdConstraint::Remove()

从模型中删除当前的半定约束。

概要

```
void Remove()
```

PsdConstraint::Set()

设置半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
void Set(const char *szAttr, double value)
```

参量

szAttr: 所需要设置的属性名称。

value: 所需要设置的属性值。

PsdConstraint::SetName()

设置半定约束的名称。

概要

```
void SetName(const char *szName)
```

参量

szName: 半定约束的名称。

8.4.34 PsdConstrArray

为方便用户对一组 C++ *PsdConstraint* 对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 PsdConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

PsdConstrArray::GetPsdConstr()

获取半定约束数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstraint &GetPsdConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束。

PsdConstrArray::PushBack()

向半定约束数组中添加一个半定约束。

概要

```
void PushBack(const PsdConstraint &constr)
```

参量

constr: 待添加的半定约束。

PsdConstrArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrArray::Size()

获取半定约束数组中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定约束数组中的元素个数。

8.4.35 PsdConstrBuilder

PsdConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建半定约束的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

PsdConstrBuilder::GetPsdExpr()

获取半定约束相关的表达式。

概要

```
const PsdExpr &GetPsdExpr()
```

返回值

半定表达式对象。

PsdConstrBuilder::GetRange()

获取半定约束生成器对象的约束范围的长度 (从下界到上界的长度, 必须大于 0)。

概要

```
double GetRange()
```

返回值

半定约束范围的长度 (从下界到上界的长度)。

PsdConstrBuilder::GetSense()

获取半定约束相关约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

半定约束类型。

PsdConstrBuilder::Set()

设置一个半定约束的表达式, 类型和边界值。

概要

```
void Set(
```

```

    const PsdExpr &expr,
    char sense,
    double rhs)

```

参量

expr: 约束一侧的半定表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的半定约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

PsdConstrBuilder::SetRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void SetRange(const PsdExpr &expr, double range)
```

参量

expr: 半定表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

8.4.36 PsdConstrBuilderArray

为方便用户对一组 C++ *PsdConstrBuilder* 对象进行操作，杉数优化求解器的 C++ 接口设计了 PsdConstrBuilderArray 类，提供了以下成员方法：

PsdConstrBuilderArray::GetBuilder()

获取半定约束生成器数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstrBuilder &GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray::PushBack()

向半定约束生成器数组中添加一个半定约束生成器。

概要

```
void PushBack(const PsdConstrBuilder &builder)
```

参量

builder: 待添加的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrBuilderArray::Size()

获取半定约束生成器数组中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定约束生成器数组中的元素个数。

8.4.37 SymMatrix

对称矩阵作为半定项中的系数矩阵，常用在半定表达式，半定约束和半定目标函数中。SymMatrix 类是杉数优化求解器中对称矩阵的封装，提供了以下成员方法：

SymMatrix::GetDim()

获取对称矩阵的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatrix::GetIdx()

获取对称矩阵的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

对称矩阵的索引值。

8.4.38 SymMatrixArray

为方便用户对一组 C++ *SymMatrix* 对象进行操作, 杉数求解器的 C++ 接口设计了 SymMatrixArray 类, 提供了以下成员方法:

SymMatrixArray::GetMatrix()

获取对称矩阵数组里指定下标的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix &GetMatrix(int idx)
```

参量

idx: 对称矩阵的下标。

返回值

指定下标的对称矩阵。

SymMatrixArray::PushBack()

向对称矩阵数组里附加一个对称矩阵。

概要

```
void PushBack(const SymMatrix &mat)
```

参量

mat: 对称矩阵。

SymMatrixArray::Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

SymMatrixArray::Size()

获取对称矩阵数组里对称矩阵个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

对称矩阵个数。

8.4.39 SymMatExpr

对称矩阵表达式对于对称矩阵的线性组合，其计算结果实际还是一个对称矩阵。表达式的好处是可以延迟计算结果矩阵，直到设置半定约束或者半定目标函数时。SymMatExpr 类是杉数优化求解器中对称矩阵表达式的封装，提供了以下成员方法：

SymMatExpr::SymMatExpr()

对称矩阵表达式的默认构造函数。

概要

```
SymMatExpr()
```

SymMatExpr::SymMatExpr()

使用对称矩阵和其系数构造的表达式。

概要

```
SymMatExpr(const SymMatrix &mat, double coeff)
```

参量

mat: 添加的这一项对应的对称矩阵。

coeff: 可选，添加的这一项对应的参数。默认值为 1.0。

SymMatExpr::AddSymMatExpr()

添加一个对称矩阵表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddSymMatExpr(const SymMatExpr &expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的对称矩阵表达式。

mult: 可选的系数倍数，默认值为 1.0。

SymMatExpr::AddTerm()

向对称矩阵表达式中添加一项。

概要

```
bool AddTerm(const SymMatrix &mat, double coeff)
```


参量

mat: 新项中的对称矩阵。

coeff: 新项中的系数。

返回值

布尔值, 表示新项是否成功添加。

SymMatExpr::AddTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int AddTerms(
    const SymMatrixArray &mats,
    double *pCoeff,
    int len)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

pCoeff: 新项中的系数数组。

len: 系数数组的长度。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr::Clone()

深度拷贝对称矩阵表达式。

概要

```
SymMatExpr Clone()
```

返回值

新的表达式对象。

SymMatExpr::GetCoeff()

获取表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的表达式项的系数。

SymMatExpr::GetDim()

获取表达式中对称矩阵的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatExpr::GetSymMat()

获取表达式指定索引值对应项中的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix &GetSymMat(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的对称矩阵对象。

SymMatExpr::operator*=()

自乘一个常数。

概要

```
void operator*=(double c)
```

参量

c: 需要乘以一个常数。

SymMatExpr::operator*()

乘以一个常数并返回新的表达式。

概要

```
SymMatExpr operator*(double c)
```

参量

c: 乘以的常数。

返回值

结果表达式。

SymMatExpr::operator+=()

自增一个对称矩阵表达式。

概要

```
void operator+=(const SymMatExpr &expr)
```

参量

expr: 需要增加的对称矩阵表达式。

SymMatExpr::operator+()

增加一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
SymMatExpr operator+(const SymMatExpr &other)
```

参量

other: 加上的表达式。

返回值

结果表达式。

SymMatExpr::operator-=(())

自减一个对称矩阵表达式。

概要

```
void operator-=(const SymMatExpr &expr)
```

参量

expr: 需要减去的对称矩阵表达式。

SymMatExpr::operator-()

减去一个表达式并返回新的表达式。

概要

```
SymMatExpr operator-(const SymMatExpr &other)
```

参量

other: 减去的表达式。

返回值

结果表达式。

SymMatExpr::Remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

SymMatExpr::Remove()

删除对称矩阵表达式中与指定对称矩阵相关的项。

概要

```
void Remove(const SymMatrix &mat)
```

参量

`mat`: 指定的对称矩阵。

SymMatExpr::Reserve()

预分配大小为 `n` 项的空间。

概要

```
void Reserve(size_t n)
```

参量

`n`: 容纳 `n` 项的空间。

SymMatExpr::SetCoeff()

设置表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

`i`: 指定索引值。

`val`: 指定索引值项数中的参数。

SymMatExpr::Size()

获取对称矩阵表达式中的项数。

概要

```
size_t Size()
```

返回值

对称矩阵表达式中的项数。

8.4.40 ProbBuffer 类

ProbBuffer 类是字符流缓冲区的封装，提供了以下成员方法：

ProbBuffer::ProbBuffer()

ProbBuffer 的构造函数。

概要

```
ProbBuffer(int sz)
```

参量

sz: ProbBuffer 的初始大小

ProbBuffer::GetData()

获取在缓存里的问题字符流。

概要

```
char *GetData()
```

返回值

缓存中的问题字符流。

ProbBuffer::Resize()

调整缓存到给定大小。

概要

```
void Resize(int sz)
```

参量

sz: 指定的缓存大小。

ProbBuffer::Size()

获取缓存大小。

概要

```
int Size()
```

返回值

缓存大小。

第九章 C# API 参考手册

为了方便用户对复杂应用场景进行建模并调用求解器进行求解，杉数求解器设计并提供了 C# 接口，本章节将对 C# 接口的常量和功能进行阐述。

9.1 C# 常量类

常量类定义了使用 C# 接口建模时必要的常数，包括一般常数、信息常数、参数和属性四大类常数。本节将依次阐述上述四类常数的内容与使用方法。

9.1.1 一般常数

一般常数定义在 `Consts` 类里。用户可以通过 `Copt` 命名空间的前缀访问一般常数，如 `Copt.Consts.XXXX`。

- 优化方向
 - `MINIMIZE`
最大化目标函数。
 - `MAXIMIZE`
最小化目标函数。
- 无穷量
 - `INFINITY`
无穷量的默认值为 $(1e30)$ 。
- 未定义量
 - `UNDEFINED`
未定义量的默认值为 $(1e40)$ 。
- 约束类型
 - `LESS_EQUAL`
形如 $g(x) \leq b$ 的约束。
 - `GREATER_EQUAL`
形如 $g(x) \geq b$ 的约束。

- EQUAL
形如 $g(x) = b$ 的约束。
- FREE
无边界约束的表达式。
- RANGE
同时有上下边界的, 形如 $l \leq g(x) \leq u$ 的约束。
- 变量类型
 - CONTINUOUS
连续变量。
 - BINARY
二进制变量。
 - INTEGER
整数变量。
- SOS 约束类型
 - SOS_TYPE1
SOS1 约束。
 - SOS_TYPE2
SOS2 约束。
- 二阶锥约束类型
 - CONE_QUAD
标准二阶锥
 - CONE_RQUAD
旋转二阶锥
- 基状态
 - BASIS_LOWER
非基变量, 取值下边界。
 - BASIS_BASIC
基变量。
 - BASIS_UPPER
非基变量, 取值上边界。
 - BASIS_SUPERBASIC
非基变量, 但取值非上下边界。

- BASIS_FIXED

非基变量, 固定在它唯一的边界 (上下边界相等)。

- 客户端配置参数

对于浮动和集群服务器的客户端, 用户可以通过调用接口函数设置客户端配置参数, 目前提供的配置参数有:

- CLIENT_CLUSTER

远程服务器的 IP 地址。

- CLIENT_FLOATING

令牌服务器的 IP 地址。

- CLIENT_PASSWORD

远程服务器的密码。

- CLIENT_PORT

令牌服务器的通信端口。

- CLIENT_WAITTIME

客户端连接等待时间。

9.1.2 解状态

关于解状态的常数定义在 `Status` 类里. 用户可以通过 `Copt` 命名空间的前缀访问解状态常数, 如 `Copt.Status.XXXX`。

- UNSTARTED

尚未开始求解。

- OPTIMAL

找到了最优解。

- INFEASIBLE

模型是无解的。

- UNBOUNDED

目标函数在优化方向没有边界。

- INF_OR_UNB

模型无解或目标函数在优化方向没有边界。

- NUMERICAL

求解遇到数值问题。

- NODELIMIT

在节点限制到达前未能完成求解。

- **TIMEOUT**

在时间限制到达前未能完成求解。

- **UNFINISHED**

求解终止。但是由于数值问题，求解器无法给出结果。

9.1.3 信息常数

信息常数定义在 `DblInfo` 类里。用户可以通过 `Copt` 命名空间的前缀访问信息常数，如 `Copt.DblInfo.XXXX`。

- 模型相关信息

- **Obj**

变量（列）的目标函数系数。

- **LB**

变量（列）或者约束（行）的下界。

- **UB**

变量（列）或者约束（行）的上界。

- 求解结果相关信息

- **Value**

变量（列）的取值。

- **Slack**

松弛变量的取值，也叫做约束的活跃程度（activities）。仅适用于线性规划模型。

- **Dual**

对偶变量的取值。仅适用于线性规划模型。

- **RedCost**

变量的 Reduced cost。仅适用于线性规划模型。

- 对偶 Farkas 和主元射线

进阶话题。

当线性规划问题无可行解或者无界时，求解器可以返回对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）作为证明。

- **DualFarkas**

线性规划问题无可行解时，线性约束的对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）。请设置 `"ReqFarkasRay"` 这一参数，以确保求解器可以返回对偶 Farkas。

对偶 Farkas 的作用可以用形如 $Ax = 0$ and $l \leq x \leq u$ 的线性规划约束解释。当该线性规划无可行解时，使用对偶 Farkas 向量 y 可以证明线性约束系统存在冲突： $\max y^T Ax < y^T b = 0$ 。

如何计算 $\max y^T Ax$: 使用向量 $\hat{a} = y^T A$, 当 $\hat{a}_i < 0$ 时选择 $x_i = l_i$ 或者 $\hat{a}_i > 0$ 时选择 $x_i = u_i$, 可以计算出表达式 $y^T Ax$ 的最大可能取值。

有些应用依赖于另一种等价的线性系统冲突证明: $\min \bar{y}^T Ax > \bar{y}^T b = 0$ 。对于此种情况, 可以对求解器返回的对偶 Farkas 取负值实现, 即 $\bar{y} = -y$ 。

在极端情况下, 求解器可能无法返回有效的对偶 Farkas。例如当线性规划问题的不可行性微乎其微时。此时, 我们建议用 FeasRelax 功能研究或者修复线性规划的不可行性。

– PrimalRay

线性规划问题无界时, 变量的主元射线 (也叫做极射线)。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数, 以确保求解器可以返回主元射线。

对于一个求解最小值的线性规划问题 $\min c^T x, Ax = b \text{ and } x \geq 0$, 主元射线向量 r 满足以下条件: $r \geq 0, Ar = 0$ 以及 $c^T r < 0$ 。

• 可行化松弛结果相关信息

– RelaxLB

变量 (列) 或者约束 (行) 下界的可行化松弛量。

– RelaxUB

变量 (列) 或者约束 (行) 上界的可行化松弛量。

9.1.4 属性

所有的 COPT 属性都定义在 DblAttr 和 IntAttr 类里. 用户可以通过 `Copt.DblAttr.XXXX` 的形式访问 COPT 浮点型属性, 以及通过 `Copt.IntAttr.XXXX` 的形式访问 COPT 整型属性。

• 优化模型相关属性

– Cols

整数属性。

变量 (系数矩阵列) 的个数。

– PSDCols

整数属性。

半定变量的个数。

– Rows

整数属性。

约束 (系数矩阵行) 的个数。

– Elms

整数属性。

系数矩阵的非零元素个数。

- **QElem**s
整数属性。
二次目标函数中非零二次项个数。
- **PSDElem**s
整数属性。
目标函数中半定项个数。
- **SymMats**
整数属性。
模型中对称矩阵的个数。
- **Bins**
整数属性。
二进制变量（列）的个数。
- **Ints**
整数属性。
整数变量（列）的个数。
- **Soss**
整数属性。
SOS 约束的个数。
- **Cones**
整数属性。
二阶锥约束的个数。
- **QConstr**s
整数属性。
二次约束的个数。
- **PSDConstr**s
整数属性。
半定约束的个数。
- **Indicators**
整数属性。
Indicator 约束的个数。
- **ObjSense**
整数属性。

优化方向。

- **ObjConst**

浮点属性。

目标函数的常数部分。

- **HasQObj**

整数属性。

模型是否包含二次项目标函数。

- **HasPSDObj**

整数属性。

模型是否包含半定项目标函数。

- **IsMIP**

整数属性。

模型是否为整数规划模型。

- 求解结果相关属性

- **LpStatus**

整数属性。

线性规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。

- **MipStatus**

整数属性。

整数规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。

- **SimplexIter**

整数属性。

单纯形法迭代循环数。

- **BarrierIter**

整数属性。

内点法迭代循环数。

- **NodeCnt**

整数属性。

分支定界搜索的节点数。

- **PoolSols**

整数属性。

解池中解的数目。

- **HasLpSol**
整数属性。
是否可以提供线性规划的解值。
- **HasBasis**
整数属性。
是否可以提供线性规划的基。
- **HasDualFarkas**
整数属性。
当线性规划问题无可行解时, 是否返回对偶 Farkas (也叫做对偶极射线)。
- **HasPrimalRay**
整数属性。
当线性规划问题无界时, 是否返回主元射线 (也叫做极射线)。
- **HasMipSol**
整数属性。
是否存在整数解。
- **IISCols**
整数属性。
IIS 中变量边界的数目。
- **IISRows**
整数属性。
IIS 中约束的数目。
- **IISOSs**
整数属性。
IIS 中 SOS 约束的数目。
- **IISIndicators**
整数属性。
IIS 中 Indicator 约束的数目。
- **HasIIS**
整数属性。
是否存在 IIS。
- **HasFeasRelaxSol**
整数属性。

是否存在可行化松弛结果。

– **IsMinIIS**

整数属性。

计算出的 IIS 是否为极小。

– **LpObjVal**

浮点属性。

线性规划目标函数值。

– **BestObj**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的目标函数值。

– **BestBnd**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的下界。

– **BestGap**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的相对容差。

– **FeasRelaxObj**

浮点数属性。

可行化松弛值。

– **SolvingTime**

浮点属性。

求解所使用的时间（秒）。

9.1.5 参数

所有的 COPT 参数都定义在 `DblParam` 和 `IntParam` 类里. 用户可以通过 `Copt.DblParam.XXXX` 的形式访问 COPT 浮点型参数, 以及通过 `Copt.IntParam.XXXX` 的形式访问 COPT 整型参数。

- 限制和容差

– **TimeLimit**

浮点参数。

优化求解的时间限制（秒）。

– **NodeLimit**

浮点参数。

整数规划求解的节点数限制。

- **BarIterLimit**

浮点参数。

内点法求解时的迭代数限制。

- **MatrixTol**

浮点参数。

输入矩阵的系数容差。

- **FeasTol**

浮点参数。

变量、约束取值的可行性容差。

- **DualTol**

浮点参数。

对偶解的可行性容差。

- **IntTol**

浮点参数。

变量的整数解容差。

- **RelGap**

浮点参数。

整数规划的最优相对容差。

- 预求解相关

- **Presolve**

整数参数。

是否在求解一个模型前，进行预求解。

- **Scaling**

整数参数。

是否在求解一个模型前，调整系数矩阵的数值（Scaling）。

- **Dualize**

整数参数。

是否构建并求解对偶模型。

- 线性规划相关

- **LpMethod**

整数参数。

求解线性规划问题的算法。

- **DualPrice**

整数参数。

选定对偶单纯形法的 Pricing 算法。

- **DualPerturb**

整数参数。

是否允许对偶单纯性算法使用目标函数摄动。

- **BarHomogeneous**

整数参数。

是否使用齐次自对偶方法。

- **BarOrder**

整数参数。

内点法矩阵排列算法。

- **Crossover**

整数参数。

是否使用 Crossover。

- **ReqFarkasRay**

整数参数。

进阶话题。当线性规划问题无可行解或者无界时，是否计算对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）。

- 半定规划相关

- **SDPMethod**

整数参数。

求解半定规划问题的算法。

- 整数规划相关

- **CutLevel**

整数参数。

生成割平面的强度。

- **RootCutLevel**

整数参数。

根节点生成割平面的强度。

- **TreeCutLevel**

整数参数。

搜索树生成割平面的强度。

- **RootCutRounds**

整数参数。

根节点生成割平面的次数。

- **NodeCutRounds**

整数参数。

搜索树节点生成割平面的次数。

- **HeurLevel**

整数参数。

启发式算法的强度。

- **RoundingHeurLevel**

整数参数。

Rounding 启发式算法的强度。

- **DivingHeurLevel**

整数参数。

Diving 启发式算法的强度。

- **SubMipHeurLevel**

整数参数。

基于子 MIP 的启发式算法的强度。

- **StrongBranching**

整数参数。

Strong Branching 的强度。

- **ConflictAnalysis**

整数参数。

是否使用冲突分析。

- **MipStartMode**

整数参数。

处理初始解的方式。

- **MipStartNodeLimit**

整数参数。

补全不完整的初始解时，求解的子 MIP 的节点数限制。

- 并行计算相关

- **Threads**
整数参数。
问题求解时使用的线程数。
- **BarThreads**
整数参数。
内点法使用的线程数。
- **SimplexThreads**
整数参数。
对偶单纯形法使用的线程数。
- **CrossoverThreads**
整数参数。
Crossover 使用的线程数。
- **MipTasks**
整数参数。
MIP 求解使用的任务数。
- IIS 计算相关
 - **IISMethod**
整数参数
计算 IIS 的方法。
- 可行化松弛计算相关
 - **FeasRelaxMode**
整数参数。
计算可行化松弛的方法。
- 其它参数
 - **Logging**
整数参数。
是否显示求解日志。
 - **LogToConsole**
整数参数。
是否显示求解日志到控制台。

9.2 C# 优化建模类

本章节详细描述杉数优化求解器的 C# 接口的优化建模类, 方便用户在快速构建复杂场景下的优化模型时对其功能和使用的查询。

9.2.1 Envr 类

创建求解环境对象是每个求解过程中必不可少的第一步。而每个求解模型都和一个环境类 `Envr` 关联。用户必须首先创建一个求解环境, 才能在此基础上创建一个或者多个求解模型。

`Envr.Envr()`

COPT `Envr` 类的构造函数。

概要

```
Envr()
```

`Envr.Envr()`

COPT `Envr` 类的构造函数。

概要

```
Envr(string licDir)
```

参量

`licDir`: 用户指定的路径, 包含本地授权文档或者客户端配置文件。

`Envr.Envr()`

COPT `Envr` 类的构造函数。

概要

```
Envr(EnvrConfig config)
```

参量

`config`: COPT `Envr` 配置类, 包含远程连接的设置。

`Envr.Close()`

关闭远程连接。之前获得的远程授权失效, 对当前环境类下创建的全部问题立即生效。

概要

```
void Close()
```

Envr.CreateModel()

创建模型对象。

概要

```
Model CreateModel(string name)
```

参量

name: 自定义的模型名称。

返回值

模型对象。

9.2.2 EnvrConfig 类

如果用户通过连接远程服务的方式启动杉数优化求解器，可以创建环境配置类来设置 COPT 作为客户端的配置。

EnvrConfig.EnvrConfig()

Envr 配置类的构造函数。

概要

```
EnvrConfig()
```

EnvrConfig.Set()

设置 Envr 配置类里的内容。

概要

```
void Set(string name, string value)
```

参量

name: 配置的关键词。

value: 配置的内容。

9.2.3 Model 类

Model 类是杉数优化求解器模型相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Model.Model()

模型的构造函数。

概要

```
Model(Envr env, string name)
```

参量

env: 关联的环境对象。

name: 模型名。

Model.AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(ConeBuilder builder)
```

参量

builder: 锥约束生成器。

返回值

新锥约束。

Model.AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(Var[] vars, int type)
```

参量

vars: 参与锥约束的变量数组。

type: 锥约束的类型。

返回值

新的锥约束。

Model.AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(VarArray vars, int type)
```

参量

vars: 参与锥约束的变量构成的 VarArray 类。

type: 锥约束的类型。

返回值

新的锥约束。

Model.AddCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone AddCone(  
    int dim,  
    int type,  
    char[] pvttype,  
    string prefix)
```

参量

dim: 锥约束的维度。

type: 锥约束的类型。

pvttype: 锥约束中变量的类型。

prefix: 可选, 锥约束中变量的名称前缀, 默认值为“ConeV”。

返回值

新的锥约束。

Model.AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    string name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    Var var,  
    string name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

sense: 约束的类型。

var: 作为右侧值的变量, 而不是约束范围类型。

name: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    Expr lhs,  
    char sense,  
    Expr rhs,  
    string name)
```

参量

lhs: 新约束的左侧值。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(  
    Expr expr,  
    double lb,  
    double rb,  
    string name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

lb: 约束的下界。

rb: 约束的上界。

name: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.AddConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint AddConstr(ConstrBuilder builder, string name)
```

参量

builder: 新约束生成器。

name: 可选, 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(  
    int count,  
    char[] senses,
```

```
double[] rhss,  
string prefix)
```

参量

count: 添加的线性约束数目。

senses: 约束类型的数组, 而不是范围类型。

rhss: 新约束的右侧值。

prefix: 新约束的名称前缀, 默认值为“R”。

返回值

新约束构成的 `ConstrArray` 类。

Model.AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(  
    int count,  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    string prefix)
```

参量

count: 添加的线性约束数目。

lbs: 新约束的下界数组。

ubs: 新约束的上界数组。

prefix: 可选, 新约束的名称前缀, 默认值为“R”。

返回值

新约束构成的 `ConstrArray` 类。

Model.AddConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray AddConstrs(ConstrBuilderArray builders, string prefix)
```

参量

builders: 线性约束生成器。

prefix: 可选, 新约束的名称前缀, 默认值为“R”。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model.AddDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDenseMat(int dim, double[] vals)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

vals: 非零元值数组。按列次序填充非零元, 到数组长度或者对称矩阵最大长度位置。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.AddDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDenseMat(int dim, double val)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对称矩阵。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(int dim, double val)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(int dim, double[] vals)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

vals: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(  
    int dim,  
    double val,  
    int offset)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

offset: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.AddDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix AddDiagMat(  
    int dim,  
    double[] vals,  
    int offset)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

vals: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

offset: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.AddEyeMat()

向模型中增加一个单位矩阵。

概要

```
SymMatrix AddEyeMat(int dim)
```

参量

dim: 单位矩阵的维度。

返回值

新单位矩阵对象。

Model.AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(GenConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 一般约束 (GenConstr) 生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(
    Var binvar,
    int binval,
    ConstrBuilder builder)
```

参量

binvar: 二进制指示变量。

binval: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

builder: 线性约束生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.AddGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr AddGenConstrIndicator(  
    Var binvar,  
    int binval,  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

binvar: 二进制指示变量。

binval: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

expr: 新的线性约束表达式。

sense: 新的线性约束类型。

rhs: 新的线性约束右侧值。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.AddOnesMat()

向模型中增加一个用非零元 1 填充的密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddOnesMat(int dim)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(  
    PsdExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    string name)
```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧值。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(  
    PsdExpr expr,  
    double lb,  
    double ub,  
    string name)
```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

lb: 半定约束的下界。

ub: 半定约束的上界。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束。

Model.AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(  
    PsdExpr lhs,  
    char sense,  
    PsdExpr rhs,  
    string name)
```

参量

lhs: 新半定约束的左侧表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧表达式。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.AddPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint AddPsdConstr(PsdConstrBuilder builder, string name)
```

参量

builder: 新半定约束生成器。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.AddPsdVar()

向模型中增加半定变量。

概要

```
PsdVar AddPsdVar(int dim, string name)
```

参量

dim: 新半定变量的维度。

name: 新半定变量的名称。

返回值

新半定变量对象。

Model.AddPsdVars()

向模型中添加一些半定变量。

概要

```
PsdVarArray AddPsdVars(
    int count,
    int[] dims,
    string prefix)
```

参量

count: 新半定变量的数目。

dims: 整数数组, 包含了半定变量的维度。

prefix: 新半定变量的名称前缀, 默认前缀是 PSD_V。

返回值

新添加的半定变量数组。

Model.AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(
    QuadExpr expr,
    char sense,
    double rhs,
    string name)
```

参量

expr: 新的二次约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(  
    QuadExpr lhs,  
    char sense,  
    QuadExpr rhs,  
    string name)
```

参量

lhs: 新二次约束的左侧表达式。
sense: 二次约束的类型。
rhs: 新二次约束的右侧表达式。
name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.AddQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint AddQConstr(QConstrBuilder builder, string name)
```

参量

builder: 新二次约束生成器。
name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.AddSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos AddSos(SosBuilder builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器。

返回值

新 SOS 约束。

Model.AddSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos AddSos(  
    Var[] vars,  
    double[] weights,  
    int type)
```

参量

vars: 参与 SOS 约束的变量数组。

weights: 参与 SOS 约束变量的权重数组。

type: SOS 约束的类型。

返回值

新 SOS 约束。

Model.AddSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos AddSos(  
    VarArray vars,  
    double[] weights,  
    int type)
```

参量

vars: 参与 SOS 约束的变量构成的 VarArray 类。

weights: 参与 SOS 约束变量的权重数组。

type: SOS 约束的类型。

返回值

新 SOS 约束。

Model.AddSparseMat()

向模型中增加一个稀疏对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddSparseMat(  
    int dim,  
    int nElems,  
    int[] rows,  
    int[] cols,  
    double[] vals)
```

参量

dim: 稀疏对称矩阵的维度。

nElems: 稀疏对称矩阵中的非零元个数。

rows: 整数数组, 保存了非零元的行号。

cols: 整数数组, 保存了非零元的列号。

vals: 非零元值数组。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.AddSymMat()

根据给定的对称矩阵表达式, 向模型中增加一个对称矩阵。

概要

```
SymMatrix AddSymMat(SymMatExpr expr)
```

参量

expr: 对称矩阵表达式对象。

返回值

结果对称矩阵对象。

Model::GetSymMat()

获取模型中指定索引值的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix GetSymMat(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的对称矩阵。

Model.AddVar()

向模型中增加一个变量以及相关不为零的系数作为列。

概要

```
Var AddVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    string name)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

name: 可选, 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model.AddVar()

向模型中增加一个变量以及相关不为零的系数作为列。

概要

```
Var AddVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    Column col,
    string name)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

col: 列对象, 用于指定新变量所属的一组约束。

name: 可选, 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model.AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    int count,  
    char vtype,  
    string prefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

vtype: 新变量的类型。

prefix: 可选, 新变量的名称前缀, 默认为 C。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    int count,  
    double lb,  
    double ub,  
    double obj,  
    char vtype,  
    string prefix)
```

参量

- count**: 添加变量的数量。
- lb**: 新变量的下界。
- ub**: 新变量的上界。
- obj**: 新变量在目标函数里的系数。
- vtype**: 新变量的类型。
- prefix**: 可选, 新变量的名称前缀, 默认为"C"。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(
    int count,
    double[] lbs,
    double[] ubs,
    double[] objs,
    char[] types,
    string prefix)
```

参量

- count**: 添加变量的数量。
- lbs**: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。
- ubs**: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。
- objs**: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。
- types**: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。
- prefix**: 可选, 新变量的名称前缀, 默认为 C。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    double[] objs,  
    char[] types,  
    Column[] cols,  
    string prefix)
```

参量

lbs: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。

ubs: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

objs: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。

types: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

cols: 列对象数组, 用于指定每个新变量所属的一组约束。

prefix: 可选, 新变量的名称前缀, 默认为 C。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.AddVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray AddVars(  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    double[] objs,  
    char[] types,  
    ColumnArray cols,  
    string prefix)
```

参量

lbs: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。

ubs: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

objs: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。

types: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

cols: 列对象构成的 ColumnArray 类, 用于指定每个新变量所属的一组约束。

prefix: 可选, 新变量的名称前缀, 默认为 C。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.Clear()

删除所有设置以及问题本身。

概要

```
void Clear()
```

Model.Clone()

深拷贝模型。

概要

```
Model Clone()
```

返回值

拷贝的模型。

Model.ComputeIIS()

计息模型的 IIS。

概要

```
void ComputeIIS()
```

Model.DelPsdObj()

删除模型目标函数的半定部分（保留线性部分）。

概要

```
void DelPsdObj()
```

Model.DelQuadObj()

删除模型目标函数的二次部分（保留线性部分）。

概要

```
void DelQuadObj()
```

Model.FeasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void FeasRelax(  
    VarArray vars,  
    double[] colLowPen,  
    double[] colUppPen,  
    ConstrArray cons,  
    double[] rowBndPen,  
    double[] rowUppPen)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类对象。

colLowPen: 变量下界的惩罚系数。

colUppPen: 变量上界的惩罚系数。

cons: 约束构成的 ConstrArray 类对象。

rowBndPen: 约束右端项的惩罚系数。

rowUppPen: 约束上界的惩罚系数。

Model.FeasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void FeasRelax(int ifRelaxVars, int ifRelaxCons)
```

参量

ifRelaxVars: 是否松弛变量。

ifRelaxCons: 是否松弛约束。

Model.Get()

查询与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, Var[] vars)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, VarArray vars)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, Constraint[] constra)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constra: 指定约束数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, ConstrArray constra)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constra: 指定约束构成的 ConstrArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定二次约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, QConstraint[] constrs)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定二次约束数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定二次约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, QConstrArray constrs)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定二次约束构成的 QConstrArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定半定约束相关的参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, PsdConstraint[] constrs)
```

参量

name: 参数或者属性的名称。

constrs: 指定半定约束数组。

返回值

输出双精度型数组，保存了参数或属性的值。

Model.Get()

查询与指定半定约束相关的参数或者属性的值。

概要

```
double[] Get(string name, PsdConstrArray constrs)
```

参量

name: 参数或者属性的名称。

constrs: 指定半定约束数组。

返回值

输出双精度型数组，保存了参数或属性的值。

Model.GetCoeff()

获取变量在约束中的系数。

概要

```
double GetCoeff(Constraint constr, Var var)
```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

返回值

指定的变量在约束中的系数。

Model.GetCol()

获取一个包含指定变量参与的所有约束的列。

概要

```
Column GetCol(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

返回值

一个关于指定变量的列。

Model.GetColBasis()

获取列的基状态。

概要

```
int[] GetColBasis()
```

返回值

列的基状态。

Model.GetCone()

获取指定索引值的锥约束。

概要

```
Cone GetCone(int idx)
```

参量

`idx`: 指定下标值。

返回值

想获取的锥约束。

Model.GetConeBuilders()

获取模型中所有锥约束生成器。

概要

```
ConeBuilderArray GetConeBuilders()
```

返回值

锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model.GetConeBuilders()

获取给定锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray GetConeBuilders(Cone[] cones)
```

参量

`cones`: 锥约束数组。

返回值

想获取的的锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model.GetConeBuilders()

获取给定锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray GetConeBuilders(ConeArray cones)
```

参量

cones: 锥约束构成的 ConeArray 类。

返回值

想获取的锥约束生成器构成的 ConeBuilderArray 类。

Model.GetCones()

获取模型中所有锥约束。

概要

```
ConeArray GetCones()
```

返回值

锥约束构成的 ConeArray 类。

Model.GetConstr()

获取模型中指定索引值的约束。

概要

```
Constraint GetConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的约束。

Model.GetConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
ConstrBuilder GetConstrBuilder(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model.GetConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
ConstrBuilderArray GetConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 ConstrBuilderArray 类。

Model.GetConstrByName()

获取模型中指定名称的约束。

概要

```
Constraint GetConstrByName(string name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的约束。

Model.GetConstrLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetConstrLowerIIS(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Model.GetConstrLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetConstrLowerIIS(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Model.GetConstrs()

获取模型所有约束。

概要

```
ConstrArray GetConstrs()
```

返回值

约束构成的 ConstrArray 类。

Model.GetConstrUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetConstrUpperIIS(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Model.GetConstrUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetConstrUpperIIS(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Model.GetDblAttr()

获取 COPT 双精度型属性的值。

概要

```
double GetDblAttr(string attr)
```

参量

attr: 双精度型属性的名称。

返回值

双精度型属性的值。

Model.GetDblParam()

获取 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
double GetDblParam(string param)
```

参量

param: 双精度型参数的名称。

返回值

双精度型参数的值。

Model.GetGenConstrIndicator()

获取给定类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

概要

```
GenConstrBuilder GetGenConstrIndicator(GenConstr indicator)
```

参量

indicator: 类型指示类一般约束（GenConstr）。

返回值

类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

Model.GetIndicatorIIS()

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetIndicatorIIS(GenConstrArray genconstrs)
```

参量

genconstrs: 指定 Indicator 约束构成的 GenConstrArray 类对象。

返回值

Indicator 约束的 IIS 状态。

Model.GetIndicatorIIS()

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetIndicatorIIS(GenConstr[] genconstrs)
```

参量

genconstrs: 指定 Indicator 约束构成的 GenConstrArray 类对象。

返回值

Indicator 约束的 IIS 状态。

Model.GetIntAttr()

获取 COPT 整型属性的值。

概要

```
int GetIntAttr(string attr)
```

参量

attr: 整型属性的名称。

返回值

整型属性的值。

Model.GetIntParam()

获取 COPT 整型参数的值。

概要

```
int GetIntParam(string param)
```

参量

param: 整型参数的名称。

返回值

整型参数的值。

Model.GetLpSolution()

获取 LP 解决方案。

概要

```
void GetLpSolution(
```

```
    out double[] value,  
    out double[] slack,  
    out double[] rowDual,  
    out double[] redCost)
```

参量

value: 输出, 解的值数组。

slack: 输出, 松弛值的数组。

rowDual: 输出, 对偶值的数组。

redCost: 输出, 减少值的数组。

Model.GetObjective()

获取模型的目标函数的线性表达式。

概要

```
Expr GetObjective()
```

返回值

线性表达式。

Model.GetParamInfo()

获取当下的, 默认的, 最小的, 最大的 COPT 整型参数的值。

概要

```
void GetParamInfo(  
    string name,  
    out int cur,  
    out int def,  
    out int min,  
    out int max)
```

参量

name: 整型参数的名称。

cur: 整型参数的当前值。

def: 整型参数的默认值。

min: 整型参数的最小值。

max: 整型参数的最大值。

Model.GetParamInfo()

获取当下的, 默认的, 最小的, 最大的 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
void GetParamInfo(  
    string name,  
    out double cur,  
    out double def,  
    out double min,  
    out double max)
```

参量

name: 双精度型参数的名称。
cur: 参数的当前值。
def: 双精度型参数的默认值。
min: 双精度型参数的最小值。
max: 双精度型参数的最大值。

Model.GetPoolObjVal()

从解池中获取第 idx 个解的目标函数值。

概要

```
double GetPoolObjVal(int idx)
```

参量

idx: 解的编号。

返回值

指定的目标函数值。

Model.GetPoolSolution()

从解池中获取第 idx 个解。

概要

```
double[] GetPoolSolution(int idx, VarArray vars)
```

参量

idx: 解的编号。
vars: 指定的变量。

返回值

指定的解。

Model.GetPoolSolution()

从解池中获取第 idx 个解。

概要

```
double[] GetPoolSolution(int idx, Var[] vars)
```

参量

idx: 解的编号。

vars: 指定的变量。

返回值

指定的解。

Model.GetPsdCoeff()

获取半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
SymMatrix GetPsdCoeff(PsdConstraint constr, PsdVar var)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

返回值

对应的半定变量的系数矩阵。

Model.GetPsdConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
PsdConstraint GetPsdConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model.GetPsdConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括半定变量，类型和相关的系数矩阵。

概要

```
PsdConstrBuilder GetPsdConstrBuilder(PsdConstraint constr)
```

参量

constr: 指定半定约束。

返回值

半定约束生成器类。

Model.GetPsdConstrBuilders()

获取模型所有半定约束生成器。

概要

```
PsdConstrBuilderArray GetPsdConstrBuilders()
```

返回值

半定约束生成器构成的 PsdConstrBuilderArray 类。

Model.GetPsdConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
PsdConstraint GetPsdConstrByName(string name)
```

参量

name: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model.GetPsdConstrs()

获取模型所有半定约束。

概要

```
PsdConstrArray GetPsdConstrs()
```

返回值

半定约束构成的 PsdConstrArray 类对象。

Model.GetPsdObjective()

获取模型目标函数的半定目标。

概要

```
PsdExpr GetPsdObjective()
```

返回值

半定目标对应的表达式对象。

Model.GetPsdRow()

获取参与指定半定约束的半定变量，以及相关系数矩阵。

概要

```
PsdExpr GetPsdRow(PsdConstraint constr)
```

参量

constr: 指定半定约束。

返回值

半定约束的表达式。

Model.GetPsdVar()

获取模型中指定索引值的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVar(int idx)
```

参量

idx: 索引值。

返回值

想获取的半定变量。

Model.GetPsdVarByName()

获取模型中指定名称的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVarByName(string name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的半定变量。

Model.GetPsdVars()

获取模型所有半定变量。

概要

```
PsdVarArray GetPsdVars()
```

返回值

半定变量构成的 PsdVarArray 类对象。

Model.GetQConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
QConstraint GetQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model.GetQConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
QConstrBuilder GetQConstrBuilder(QConstraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model.GetQConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
QConstrBuilderArray GetQConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 QConstrBuilderArray 类。

Model.GetQConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
QConstraint GetQConstrByName(string name)
```

参量

name: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model.GetQConstrs()

获取模型所有二次约束。

概要

```
QConstrArray GetQConstrs()
```

返回值

二次约束构成的 QConstrArray 类对象。

Model.GetQuadObjective()

获取模型目标函数的二次目标。

概要

```
QuadExpr GetQuadObjective()
```

返回值

二次目标对应的表达式对象。

Model.GetQuadRow()

获取参与指定二次约束的变量，以及相关系数。

概要

```
QuadExpr GetQuadRow(QConstraint constr)
```

参量

constr: 指定二次约束。

返回值

二次约束的表达式。

Model.GetRow()

获取参与指定约束的变量, 以及相关的系数。

概要

```
Expr GetRow(Constraint constr)
```

参量

`constr`: 指定约束。

返回值

约束表达式。

Model.GetRowBasis()

获取行的基状态。

概要

```
int[] GetRowBasis()
```

返回值

行的基状态。

Model.GetSolution()

获取 MIP 解决方案。

概要

```
double[] GetSolution()
```

返回值

解的值数组。

Model.GetSos()

获取指定索引值的 SOS 约束。

概要

```
Sos GetSos(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

返回值

想获取的 SOS 约束。

Model.GetSosBuilders()

获取模型中所有 SOS 约束生成器。

概要

```
SosBuilderArray GetSosBuilders()
```

返回值

SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model.GetSosBuilders()

获取给定 SOS 约束的生成器。

概要

```
SosBuilderArray GetSosBuilders(Sos[] soss)
```

参量

soss: SOS 约束数组。

返回值

想获取的的 SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model.GetSosBuilders()

获取给定 SOS 约束的生成器。

概要

```
SosBuilderArray GetSosBuilders(SosArray soss)
```

参量

soss: SOS 约束构成的 SosArray 类。

返回值

想获取的的 SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model.GetSOSIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetSOSIIS(SosArray soss)
```

参量

soss: 指定 SOS 约束构成的 SosArray 类对象。

返回值

SOS 约束的 IIS 状态。

Model.GetSOSIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetSOSIIS(Sos[] soss)
```

参量

soss: 指定 SOS 约束构成的 SosArray 类对象。

返回值

SOS 约束的 IIS 状态。

Model.GetSoss()

获取模型中所有 SOS 约束。

概要

```
SosArray GetSoss()
```

返回值

SOS 约束构成的 SosArray 类。

Model.GetVar()

获取模型中指定索引值的变量。

概要

```
Var GetVar(int idx)
```

参量

idx: 索引值。

返回值

想获取的变量。

Model.GetVarByName()

获取模型中指定名称的变量。

概要

```
Var GetVarByName(string name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的变量。

Model.GetVarLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetVarLowerIIS(VarArray vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Model.GetVarLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetVarLowerIIS(Var[] vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Model.GetVars()

获取模型中所有的变量。

概要

```
VarArray GetVars()
```

返回值

变量构成的 VarArray 类。

Model.GetVarUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetVarUpperIIS(VarArray vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Model.GetVarUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] GetVarUpperIIS(Var[] vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Model.Interrupt()

中断当前问题的求解。

概要

```
void Interrupt()
```

Model.LoadMipStart()

为问题里的变量加载最终初始值。

概要

```
void LoadMipStart()
```

Model.Read()

从文件中读取问题, 解决方案, 基, MIP start 或者 COPT 参数。

概要

```
void Read(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadBasis()

从文件中读取基。

概要

```
void ReadBasis(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadBin()

从文件中读取 COPT 二进制格式的问题。

概要

```
void ReadBin(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadCbf()

从文件中读取 CBF 格式的问题。

概要

```
void ReadCbf(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadLp()

从文件中读取 LP 格式的问题。

概要

```
void ReadLp(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadMps()

从文件中读取 MPS 格式的问题。

概要

```
void ReadMps(string filename)
```


参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadMst()

从文件中读取 MIP start 信息。

概要

```
void ReadMst(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadParam()

从文件中读取 COPT 参数。

概要

```
void ReadParam(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadSdpa()

从文件中读取 SDPA 格式的问题。

概要

```
void ReadSdpa(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.ReadSol()

从文件中读取解决方案。

概要

```
void ReadSol(string filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.Remove()

从模型中删除一系列变量。

概要

```
void Remove(Var[] vars)
```

参量

vars: 变量数组。

Model.Remove()

从模型中删除一系列变量。

概要

```
void Remove(VarArray vars)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一系列约束。

概要

```
void Remove(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 约束数组。

Model.Remove()

从模型中删除一系列约束。

概要

```
void Remove(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 约束构成的 ConstrArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一系列 SOS 约束。

概要

```
void Remove(Sos[] soss)
```

参量

`sozs`: SOS 约束数组。

Model.Remove()

从模型中删除一系列 SOS 约束。

概要

```
void Remove(SosArray sozs)
```

参量

`sozs`: SOS 约束构成的 `SosArray` 类。

Model.Remove()

从模型中删除一系列二阶锥约束。

概要

```
void Remove(Cone[] cones)
```

参量

`cones`: 二阶锥约束数组。

Model.Remove()

从模型中删除一系列二阶锥约束。

概要

```
void Remove(ConeArray cones)
```

参量

`cones`: 二阶锥约束构成的 `ConeArray` 类。

Model.Remove()

从模型中删除一系列一般约束。

概要

```
void Remove(GenConstr[] genConstrs)
```

参量

`genConstrs`: 一般约束数组。

Model.Remove()

从模型中删除一系列一般约束。

概要

```
void Remove(GenConstrArray genConstrs)
```

参量

genConstrs: 一般约束构成的 GenConstrArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一些二次约束。

概要

```
void Remove(QConstraint[] qconstrs)
```

参量

qconstrs: 二次约束数组。

Model.Remove()

从模型中删除一些二次约束。

概要

```
void Remove(QConstrArray qconstrs)
```

参量

qconstrs: 二次约束构成的 QConstrArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一批半定变量。

概要

```
void Remove(PsdVar[] vars)
```

参量

vars: 半定变量构成的 PsdVarArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一批半定变量。

概要

```
void Remove(PsdVarArray vars)
```

参量

vars: 半定变量构成的 PsdVarArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一批半定约束。

概要

```
void Remove(PsdConstraint[] constrs)
```

参量

constrs: 半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

Model.Remove()

从模型中删除一批半定约束。

概要

```
void Remove(PsdConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

Model.Reset()

只重新设置解。

概要

```
void Reset()
```

Model.ResetAll()

重新设置解与其他信息。

概要

```
void ResetAll()
```

Model.ResetParam()

重新设置参数为默认值。

概要

```
void ResetParam()
```

Model.Set()

设置与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void Set(  
    string name,  
    Var[] vars,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量数组。

vals: 参数或属性的值。

Model.Set()

设置与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void Set(  
    string name,  
    VarArray vars,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

vals: 参数或属性的值。

Model.Set()

设置与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void Set(  
    string name,  
    Constraint[] constrs,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定约束数组。

vals: 参数或属性的值。

Model.Set()

设置与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void Set(
    string name,
    ConstrArray constrs,
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类。

vals: 参数或属性的值。

Model.Set()

设置与指定半定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void Set(
    string name,
    PsdConstraint[] constrs,
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

vals: 双精度型数组，保存了参数的值。

Model.Set()

设置与指定半定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void Set(
```

```
    string name,  
    PsdConstrArray constrs,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

vals: 双精度型数组, 保存了参数的值。

Model.SetBasis()

设置行和列的基状态。

概要

```
void SetBasis(int[] colbasis, int[] rowbasis)
```

参量

colbasis: 列的基状态。

rowbasis: 行的基状态。

Model.SetCoeff()

设置变量的系数。

概要

```
void SetCoeff(  
    Constraint constr,  
    Var var,  
    double newVal)
```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

newVal: 新系数。

Model.SetDblParam()

设置 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
void SetDblParam(string param, double val)
```

参量

param: 双精度型参数的名称。

val: 双精度型参数的值。

Model.SetIntParam()

设置 COPT 整型参数的值。

概要

```
void SetIntParam(string param, int val)
```

参量

param: 整型参数的名称。

val: 整型参数的值。

Model.SetLpSolution()

设置 LP 解。

概要

```
void SetLpSolution(  
    double[] value,  
    double[] slack,  
    double[] rowDual,  
    double[] redCost)
```

参量

value: 解的值数组。

slack: 松弛值的数组。

rowDual: 对偶值的数组。

redCost: 减少值的数组。

Model.SetMipStart()

设置给定数目变量的初始值，从第一个开始。

概要

```
void SetMipStart(int count, double[] vals)
```

参量

count: 设置变量的数量。

vals: 变量的值。

Model.SetMipStart()

设置指定变量的初始值。

概要

```
void SetMipStart(Var var, double val)
```

参量

var: 指定变量。

val: 变量的初始值。

Model.SetMipStart()

设置一系列变量的初始值。

概要

```
void SetMipStart(Var[] vars, double[] vals)
```

参量

vars: 指定变量数组。

vals: 变量的初始值。

Model.SetMipStart()

设置一系列变量的初始值。

概要

```
void SetMipStart(VarArray vars, double[] vals)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

vals: 变量的初始值。

Model.SetObjConst()

设置目标函数里的的常数。

概要

```
void SetObjConst(double constant)
```

参量

constant: 常数的值。

Model.SetObjective()

设置模型的目标函数。

概要

```
void SetObjective(Expr expr, int sense)
```

参量

expr: 目标函数的表达式。

sense: 可选, 默认值 0 不改变模型当前的优化方向。

Model.SetObjSense()

设置目标函数的优化方向。

概要

```
void SetObjSense(int sense)
```

参量

sense: 目标函数的优化方向。

Model.SetPsdCoeff()

设置半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
void SetPsdCoeff(  
    PsdConstraint constr,  
    PsdVar var,  
    SymMatrix mat)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

mat: 新系数矩阵。

Model.SetPsdObjective()

设置模型的半定目标。

概要

```
void SetPsdObjective(PsdExpr expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的半定表达式。

sense: 可选, 默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model.SetQuadObjective()

设置模型的二次目标。

概要

```
void SetQuadObjective(QuadExpr expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的二次表达式。

sense: 默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model.SetSlackBasis()

设置松弛状态。

概要

```
void SetSlackBasis()
```

Model.SetSolverLogFile()

为 COPT 设置日志文件。

概要

```
void SetSolverLogFile(string filename)
```

参量

filename: 日志文件名。

Model.Solve()

求解当前的 MIP 问题。

概要

```
void Solve()
```

Model.SolveLp()

求解当前的 LP 问题。

概要

```
void SolveLp()
```

Model.Write()

向文件中输出问题, 解决方案, 基, MIP start 或者改变后的 COPT 参数。

概要

```
void Write(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WriteBasis()

将最优基输出到“.bas”文件。

概要

```
void WriteBasis(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名

Model.WriteBin()

将问题以 COPT 二进制格式输出到文件中。

概要

```
void WriteBin(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WriteIIS()

将 IIS 输出到文件中。

概要

```
void WriteIIS(string filename)
```

参量

filename: 输出文件名。

Model.WriteLp()

将问题以 LP 格式输出到文件中。

概要

```
void WriteLp(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WriteMps()

将问题以 MPS 格式输出到文件中。

概要

```
void WriteMps(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WriteMpsStr()

将问题以 MPS 格式输出到问题缓存中。

概要

```
ProbBuffer WriteMpsStr()
```

返回值

输出的 MPS 问题缓存对象。

Model.WriteMst()

将 MIP start 信息输出到“.mst”文件。

概要

```
void WriteMst(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WriteParam()

将更改后的 COPT 参数输出到“.par”文件。

概要

```
void WriteParam(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.WritePoolSol()

将指定的解池中的结果输出到“.sol”文件。

概要

```
void WritePoolSol(int idx, string filename)
```

参量

idx: 解池中解的索引。

filename: 输出的文件名。

Model.WriteRelax()

将可行化松弛模型输出到文件中。

概要

```
void WriteRelax(string filename)
```

参量

filename: 输出文件名。

Model.WriteSol()

将解决方案输出到“.sol”文件。

概要

```
void WriteSol(string filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

9.2.4 Var 类

Var 类是杉数优化求解器变量的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Var.Get()

获取变量的属性值。支持“Value”，“RedCost”，“LB”，“UB”，and “Obj”属性。

概要

```
double Get(string attr)
```

参量

attr: 属性的名称。

返回值

属性的值。

Var.GetBasis()

获取变量的基状态。

概要

```
int GetBasis()
```

返回值

变量的基状态。

Var.GetIdx()

获取变量的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

索引值。

Var.GetLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetLowerIIS()
```

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Var.GetName()

获取变量的名称。

概要

```
string GetName()
```

返回值

变量名称。

Var.GetType()

获取变量的类型。

概要

```
char GetType()
```

返回值

变量类型。

Var.GetUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetUpperIIS()
```

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Var.Remove()

从模型中删除变量。

概要

```
void Remove()
```

Var.Set()

设置变量的属性值。支持“LB”, “UB”和“Obj”属性。

概要

```
void Set(string attr, double val)
```

参量

attr: 属性的名称。

val: 新的值。

Var.SetName()

设置变量的名称。

概要

```
void SetName(string name)
```

参量

name: 变量名称。

Var.SetType()

设置变量的类型。

概要

```
void SetType(char vtype)
```

参量

vtype: 变量类型。

9.2.5 VarArray 类

为方便用户对一组 C# *Var* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C# 接口设计了 VarArray 类, 提供了以下成员方法:

VarArray.VarArray()

VarArray 的构造函数。

概要

```
VarArray()
```

VarArray.GetVar()

获取 VarArray 类中指定索引值的变量。

概要

```
Var GetVar(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

指定索引值的变量。

VarArray.PushBack()

向 VarArray 类中添加一个变量。

概要

```
void PushBack(Var var)
```

参量

var: 变量。

VarArray.Size()

获取 VarArray 类中变量的数目。

概要

```
int Size()
```

返回值

VarArray 类中变量的数目。

9.2.6 Expr 类

Expr 类是杉数求解器中用于构建线性表达式时变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

Expr.Expr()

线性表达式的构造函数。

概要

```
Expr(double constant)
```

参量

constant: 表达式对象中的常量。

Expr.Expr()

只有一项的 Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(Var var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

Expr.AddConstant()

增加表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数改变量。

Expr.AddExpr()

添加一个表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的表达式。

mult: 系数倍数。

Expr.AddTerm()

向表达式中添加一项。

概要

```
void AddTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新项中的变量。

coeff: 新项中的系数。

Expr.AddTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double coeff)
```

参量

vars: 新项中的变量数组。

coeff: 新项中的系数。

Expr.AddTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新项中的变量数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

Expr.AddTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double coeff)
```

参量

vars: 新项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新项中的系数。

Expr.AddTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新项中的系数数组。

Expr.Clone()

深拷贝表达式。

概要

```
Expr Clone()
```

返回值

复制的表达式对象。

Expr.GetCoeff()

获取表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的系数。

Expr.GetConstant()

获取表达式中的常数。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

表达式中的常数。

Expr.GetVar()

获取表达式指定索引值项数中的变量。

概要

```
Var GetVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的变量。

Expr.Remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

Expr.Remove()

删除表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

Expr.SetCoeff()

获取表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

Expr.SetConstant()

设置表达式中的常数。

概要

```
void SetConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数。

Expr.Size()

获取表达式中的项数。

概要

```
long Size()
```

返回值

表达式中的项数。

9.2.7 Constraint 类

Constraint 类是杉数求解器线性约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

Constraint.Get()

获得 Constriant 的属性值。支持”Dual”, ”Slack”, ”LB”, ”UB”属性。

概要

```
double Get(string attr)
```

参量

attr: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

Constraint.GetBasis()

获得 Constriant 的基状态。

概要

```
int GetBasis()
```

返回值

Constriant 的基状态。

Constraint.GetIdx()

获取 Constriant 的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

Constriant 的索引值。

Constraint.GetLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int GetLowerIIS()
```

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Constraint.GetName()

获取 Constriant 的名称。

概要

```
string GetName()
```

返回值

Constriant 的名称。

Constraint.GetUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int GetUpperIIS()
```

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Constraint.Remove()

从模型中删除当前的 Constraint。

概要

```
void Remove()
```

Constraint.Set()

设置 Constraint 的属性值。支持“LB”, “UB”属性。

概要

```
void Set(string attr, double val)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

val: 所需要设置的属性值。

Constraint.SetName()

设置 Constraint 的名称。

概要

```
void SetName(string name)
```

参量

name: Constraint 的名称。

9.2.8 ConstrArray 类

为方便用户对一组 C# *Constraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C# 接口设计了 ConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

ConstrArray.ConstrArray()

ConstrArray 的构造函数。

概要

```
ConstrArray()
```

ConstrArray.GetConstr()

获取 ConstrArray 中的指定索引值的 Constraint。

概要

```
Constraint GetConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 Constraint。

ConstrArray.PushBack()

向 ConstrArray 中添加一个 Constraint。

概要

```
void PushBack(Constraint constr)
```

参量

constr: 待添加的 Constraint。

ConstrArray.Size()

获取 ConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ConstrArray 中的元素个数。

9.2.9 ConstrBuilder 类

ConstrBuilder 类是杉数优化求解器中构建线性约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConstrBuilder.ConstrBuilder()

ConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
ConstrBuilder()
```

ConstrBuilder.GetExpr()

获取线性约束构建器对象的表达式。

概要

```
Expr GetExpr()
```

返回值

Expression 对象。

ConstrBuilder.GetRange()

获取线性约束构建器对象的约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

概要

```
double GetRange()
```

返回值

约束范围的长度（从下界到上界的长度）。

ConstrBuilder.GetSense()

获取线性约束构建器对象的约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

ConstrBuilder.Set()

设置一个约束构造类的内容。

概要

```
void Set(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项

ConstrBuilder.SetRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void SetRange(Expr expr, double range)
```

参量

expr: 约束表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

9.2.10 ConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C# *ConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 *ConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

ConstrBuilderArray.ConstrBuilderArray()

ConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
ConstrBuilderArray()
```

ConstrBuilderArray.GetBuilder()

获取 *ConstrBuilderArray* 中的指定索引值的 *Constraint*。

概要

```
ConstrBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 *ConstrBuilder*。

ConstrBuilderArray.PushBack()

向 ConstrBuilderArray 中添加一个 ConstrBuilder。

概要

```
void PushBack(ConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 ConstrBuilder。

ConstrBuilderArray.Size()

获取 ConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ConstrBuilderArray 中的元素个数。

9.2.11 Column 类

为了方便用户采用按列建模的方式，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 Column 类，提供了以下成员方法：

Column.Column()

Column 的构造函数。

概要

```
Column()
```

Column.AddColumn()

添加一个列的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddColumn(Column col, double mult)
```

参量

col: 需要添加的列对象。

mult: 系数倍数。

Column.AddTerm()

添加一个新的项。

概要

```
void AddTerm(Constraint constr, double coeff)
```

参量

constr: 待添加项的线性约束。

coeff: 待添加项的系数。

Column.AddTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void AddTerms(Constraint[] constrs, double[] coeffs)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束数组。

coeffs: 待添加项的系数数组。

Column.AddTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void AddTerms(ConstrArray constrs, double coeff)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束构成的 ConstrArray 类。

coeff: 待添加项的系数。

Column.AddTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void AddTerms(ConstrArray constrs, double[] coeffs)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束构成的 ConstrArray 类。

coeffs: 待添加项的系数数组。

Column.AddTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void AddTerms(Constraint[] constrs, double coeff)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束数组。

coeff: 待添加项的系数。

Column.Clear()

清空 Column 的内容。

概要

```
void Clear()
```

Column.Clone()

创建 Column 的深度拷贝。

概要

```
Column Clone()
```

返回值

Column 的深度拷贝对象。

Column.GetCoeff()

获得 Column 中第 i 项的线性约束。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的线性约束。

Column.GetConstr()

获得 Column 中第 i 项的系数。

概要

```
Constraint GetConstr(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的系数。

Column.Remove()

从 Column 中移除指定的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 待移除项的索引值。

Column.Remove()

从 Column 中移除指定线性约束所在的项。

概要

```
void Remove(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定线性约束。

Column.Size()

获取 Column 中元素的个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

Column 中元素的个数。

9.2.12 ColumnArray 类

为方便用户对一组 C# *Column* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C# 接口设计了 ColumnArray 类, 提供了以下成员方法:

ColumnArray.ColumnArray()

ColumnArray 的构造函数。

概要

```
ColumnArray()
```

ColumnArray.Clear()

清空所有的 Column。

概要

```
void Clear()
```

ColumnArray.GetColumn()

获取 ColumnArray 中的指定索引值的 Column。

概要

```
Column GetColumn(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 Column。

ColumnArray.PushBack()

向 ColumnArray 中添加一个 Column。

概要

```
void PushBack(Column col)
```

参量

col: 待添加的 Column。

ColumnArray.Size()

获取 ColumnArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

ColumnArray 中的元素个数。

9.2.13 Sos 类

SOS 类是杉数求解器的 SOS 约束的相关操作的封装, 目前提供了以下成员方法:

Sos.GetIdx()

获取 SOS 约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

SOS 约束的索引值。

Sos.GetIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetIIS()
```

返回值

IIS 状态。

Sos.Remove()

从模型中删除 SOS 约束。

概要

```
void Remove()
```

9.2.14 SosArray 类

为方便用户对一组 C# *Sos* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C# 接口设计了 SosArray 类, 提供了以下成员方法:

SosArray.SosArray()

SosArray 的构造函数。

概要

```
SosArray()
```

SosArray.PushBack()

向 SosArray 里添加 SOS 约束。

概要

```
void PushBack(Sos sos)
```

参量

sos: SOS 约束。

SosArray.Size()

获取 SosArray 里 SOS 约束个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

SOS 约束个数。

9.2.15 SosBuilder 类

SosBuilder 类是杉数优化求解器中构建 SOS 约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

SosBuilder.SosBuilder()

SosBuilder 的构造函数。

概要

```
SosBuilder()
```

SosBuilder.GetSize()

获取 SOS 约束中元素个数。

概要

```
int GetSize()
```

返回值

元素个数。

SosBuilder.GetType()

获取 SOS 约束类型。

概要

```
int GetType()
```

返回值

SOS 约束类型。

SosBuilder.GetVar()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取变量。

概要

```
Var GetVar(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素对应的变量。

SosBuilder.GetWeight()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取权重。

概要

```
double GetWeight(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素中对应的权重。

SosBuilder.GetWeights()

获取 SOS 约束中所有元素对应的权重。

概要

```
double[] GetWeights()
```

返回值

权重数组。

SosBuilder.Set()

设置 SOS 约束的变量和权重。

概要

```
void Set(
```

```

    VarArray vars,
    double[] weights,
    int type)

```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

weights: 权重数组。

type: SOS 约束的类型。

9.2.16 SosBuilderArray 类

为方便用户对一组 C# *SosBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C# 接口设计了 SosBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

SosBuilderArray.SosBuilderArray()

SosBuilderArray 的构造函数。

概要

```
SosBuilderArray()
```

SosBuilderArray.GetBuilder()

获取指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
SosBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray.PushBack()

向 SosBuilderArray 类中添加 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
void PushBack(SosBuilder builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray.Size()

获取 SosBuilderArray 类中元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

SosBuilderArray 类中元素个数。

9.2.17 GenConstr 类

GenConstr 类是杉数优化求解器的 Indicator 约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

GenConstr.GetIdx()

获取 GenConstr 的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

GenConstr 的索引值。

GenConstr.GetIIS()

获取一般约束的 IIS 状态。

概要

```
int GetIIS()
```

返回值

IIS 状态。

GenConstr.Remove()

从模型中删除 GenConstr。

概要

```
void Remove()
```

9.2.18 GenConstrArray 类

为方便用户对一组 C# *GenConstr* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 GenConstrArray 类，提供了以下成员方法：

GenConstrArray.GenConstrArray()

GenConstrArray 的构造函数。

概要

```
GenConstrArray()
```

GenConstrArray.GetGenConstr()

获取 GenConstrArray 中的指定索引值的 GenConstr。

概要

```
GenConstr GetGenConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 GenConstr。

GenConstrArray.PushBack()

向 GenConstrArray 中添加一个 GenConstr。

概要

```
void PushBack(GenConstr genconstr)
```

参量

genconstr: 待添加的 GenConstr。

GenConstrArray.Size()

获取 GenConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

GenConstrArray 中的元素个数。

9.2.19 GenConstrBuilder 类

GenConstrBuilder 类是杉数优化求解器中构建 Indicator 约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

GenConstrBuilder.GenConstrBuilder()

GenConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
GenConstrBuilder()
```

GenConstrBuilder.GetBinVal()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制值。

概要

```
int GetBinVal()
```

返回值

二进制值。

GenConstrBuilder.GetBinVar()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制变量。

概要

```
Var GetBinVar()
```

返回值

二进制变量。

GenConstrBuilder.GetExpr()

获取与 GenConstr 的相关联的表达式。

概要

```
Expr GetExpr()
```

返回值

表达式对象。

GenConstrBuilder.GetSense()

获取与 GenConstr 的相关联的约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

GenConstrBuilder.Set()

设置 GenConstr 二进制变量, 二进制变量取值, 表达式, 约束类型。

概要

```
void Set(
    Var binvar,
    int binval,
    Expr expr,
    char sense)
```

参量

binvar: 二进制变量。

binval: 二进制变量取值。

expr: 表达式。

sense: 约束类型。

9.2.20 GenConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C# *GenConstrBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C# 接口设计了 GenConstrBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

GenConstrBuilderArray.GenConstrBuilderArray()

GenConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
GenConstrBuilderArray()
```

GenConstrBuilderArray.GetBuilder()

获取 GenConstrBuilderArray 中的指定索引值的 GenConstrBuilder。

概要

```
GenConstrBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 GenConstrBuilder。

GenConstrBuilderArray.PushBack()

向 GenConstrBuilderArray 中添加一个 GenConstrBuilder。

概要

```
void PushBack(GenConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 GenConstrBuilder。

GenConstrBuilderArray.Size()

获取 GenConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

GenConstrBuilderArray 中的元素个数。

9.2.21 Cone 类

Cone 类是杉数求解器的二阶锥约束的相关操作的封装，目前提供了以下成员方法：

Cone.GetIdx()

获取锥约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

锥约束的索引值。

Cone.Remove()

从模型中删除锥约束。

概要

```
void Remove()
```

9.2.22 ConeArray 类

为方便用户对一组 C# *Cone* 类对象进行操作，杉数求解器的 C# 接口设计了 ConeArray 类，提供了以下成员方法：

ConeArray.ConeArray()

ConeArray 的构造函数。

概要

```
ConeArray()
```

ConeArray.PushBack()

向 ConeArray 里添加锥约束。

概要

```
void PushBack(Cone cone)
```

参量

cone: 锥约束。

ConeArray.Size()

获取 ConeArray 里锥约束个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

锥约束个数。

9.2.23 ConeBuilder 类

ConeBuilder 类是杉数优化求解器中构建二阶锥约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConeBuilder.ConeBuilder()

ConeBuilder 的构造函数。

概要

```
ConeBuilder()
```

ConeBuilder.GetSize()

获取锥约束中变量个数。

概要

```
int GetSize()
```

返回值

变量个数。

ConeBuilder.GetType()

获取锥约束类型。

概要

```
int GetType()
```

返回值

锥约束类型。

ConeBuilder.GetVar()

从锥约束中指定下标的变量。

概要

```
Var GetVar(int idx)
```

参量

`idx`: 指定的下标值。

返回值

指定下标对应的变量。

ConeBuilder.Set()

设置锥约束的变量和类型。

概要

```
void Set(VarArray vars, int type)
```

参量

`vars`: 变量构成的 `VarArray` 类。

`type`: 锥约束的类型。

9.2.24 ConeBuilderArray 类

为方便用户对一组 C# *ConeBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 C# 接口设计了 *ConeBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

ConeBuilderArray.ConeBuilderArray()

ConeBuilderArray 的构造函数。

概要

`ConeBuilderArray()`

`ConeBuilderArray.GetBuilder()`

获取指定索引值的锥约束生成器 (`ConeBuilder`)。

概要

```
ConeBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

返回值

指定索引值的锥约束生成器 (`ConeBuilder`)。

`ConeBuilderArray.PushBack()`

向 `ConeBuilderArray` 类中添加锥约束生成器 (`ConeBuilder`)。

概要

```
void PushBack(ConeBuilder builder)
```

参量

`builder`: 锥约束生成器 (`ConeBuilder`)。

`ConeBuilderArray.Size()`

获取 `ConeBuilderArray` 类中元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

`ConeBuilderArray` 类中元素个数。

9.2.25 QuadExpr 类

COPT 二次表达式包括一个线性表达式，一些二次项相关的变量和对应系数。`QuadExpr` 类是杉数求解器中用于构建二次表达式时对变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

`QuadExpr.QuadExpr()`

二次表达式的构造函数。

概要

```
QuadExpr(double constant)
```

参量

`constant`: 二次表达式对象中的常量。

QuadExpr.QuadExpr()

包含一线性项的二次表达式的构造函数。

概要

```
QuadExpr(Var var, double coeff)
```

参量

`var`: 添加的一线性项对应的变量。

`coeff`: 添加的一线性项对应的参数, 默认值为 1.0。

QuadExpr.QuadExpr()

二次表达式的构造函数, 初始值是给定的线性表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr expr)
```

参量

`expr`: 二次表达式中的线性部分。

QuadExpr.QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr expr, Var var)
```

参量

`expr`: 一个初始的线性表达式。

`var`: 另一个初始的变量。

QuadExpr.QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr left, Expr right)
```

参量

`left`: 一个初始的线性表达式。

`right`: 另一个初始的线性表达式。

QuadExpr.AddConstant()

增加二次表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

constant: 二次表达式中的常数改变量。

QuadExpr.AddLinExpr()

在二次表达式中添加一个线性表达式。

概要

```
void AddLinExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

QuadExpr.AddLinExpr()

添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddLinExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式

mult: 倍数参数。

QuadExpr.AddQuadExpr()

在二次表达式中添加一个二次表达式。

概要

```
void AddQuadExpr(QuadExpr expr)
```

参量

expr: 需要添加的二次表达式。

QuadExpr.AddQuadExpr()

添加一个二次表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddQuadExpr(QuadExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的二次表达式

mult: 倍数参数。

QuadExpr.AddTerm()

向二次表达式中添加一线性项。

概要

```
void AddTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数。

QuadExpr.AddTerm()

向二次表达式中添加一个二次项。

概要

```
void AddTerm(  
    Var var1,  
    Var var2,  
    double coeff)
```

参量

var1: 新二次项中的变量 1。

var2: 新二次项中的变量 2。

coeff: 新二次项中的系数。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加一些线性项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeff: 新线性项中的公共系数。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加一些线性项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加线性项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新线性项中的公共系数。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加线性项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加一些二次项。

概要

```
void AddTerms(
    VarArray vars1,
    VarArray vars2,
    double[] coeffs)
```

参量

vars1: 新二次项中的变量数组 1。

vars2: 新二次项中的变量数组 2。

coeffs: 新二次项中的系数数组。

QuadExpr.AddTerms()

向二次表达式中添加一些二次项。

概要

```
void AddTerms(  
    Var[] vars1,  
    Var[] vars2,  
    double[] coeffs)
```

参量

vars1: 新二次项中的变量数组 1。

vars2: 新二次项中的变量数组 2。

coeffs: 新二次项中的系数数组。

QuadExpr.Clone()

深度拷贝二次表达式对象。

概要

```
QuadExpr Clone()
```

返回值

复制的二次表达式对象。

QuadExpr.Evaluate()

求解后对二次表达式估值。

概要

```
double Evaluate()
```

返回值

表达式估值。

QuadExpr.GetCoeff()

获取二次表达式指定索引值对应项数中的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的系数。

QuadExpr.GetConstant()

获取二次表达式中的常数。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

二次表达式中的常数。

QuadExpr.GetLinExpr()

获取二次表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr GetLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

QuadExpr.GetVar1()

获取二次表达式指定索引值对应项数中的第一个变量。

概要

```
Var GetVar1(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的第一个变量。

QuadExpr.GetVar2()

获取表达式指定索引值对应项数中的第二个变量。

概要

```
Var GetVar2(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的第二个变量。

QuadExpr.Remove()

删除二次表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

QuadExpr.Remove()

删除二次表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(Var var)
```

参量

var: 指定删除的变量。

QuadExpr.SetCoeff()

设置二次表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

QuadExpr.SetConstant()

设置二次表达式中的常数。

概要

```
void SetConstant(double constant)
```

参量

`constant`: 二次表达式中的常数。

QuadExpr.Size()

获取二次表达式中的项数。

概要

```
long Size()
```

返回值

二次表达式中的二次项数。

9.2.26 QConstraint 类

QConstraint 类是杉数求解器对二次约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

QConstraint.Get()

获得二次约束的属性值。

概要

```
double Get(string attr)
```

参量

`attr`: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

QConstraint.GetIdx()

获取二次约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

二次约束的索引值。

QConstraint.GetName()

获取二次约束的名称。

概要

```
string GetName()
```

返回值

二次约束的名称。

QConstraint.GetRhs()

获得二次约束的右端值。

概要

```
double GetRhs()
```

返回值

二次约束的右端值。

QConstraint.GetSense()

获得二次约束的右端值。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

二次约束的右端值。

QConstraint.Remove()

从模型中删除当前的 Constraint。

概要

```
void Remove()
```

QConstraint.Set()

设置 Constraint 的属性值。

概要

```
void Set(string attr, double val)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

val: 所需要设置的属性值。

QConstraint.SetName()

设置二次约束的名称。

概要

```
void SetName(string name)
```

参量

name: 二次约束的名称。

QConstraint.SetRhs()

设置二次约束的右端值。

概要

```
void SetRhs(double rhs)
```

参量

rhs: 二次约束的右端值。

QConstraint.SetSense()

设置二次约束的类型。

概要

```
void SetSense(char sense)
```

参量

sense: 二次约束的类型。

9.2.27 QConstrArray 类

为方便用户对一组 C# *QConstraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 C# 接口设计了 *QConstrArray* 类, 提供了以下成员方法:

QConstrArray.QConstrArray()

QConstrArray 的构造函数。

概要

```
QConstrArray()
```

QConstrArray.GetQConstr()

获取 QConstrArray 中的指定索引值的二次约束。

概要

```
QConstraint GetQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的二次约束。

QConstrArray.PushBack()

向 QConstrArray 中添加一个二次约束。

概要

```
void PushBack(QConstraint constr)
```

参量

constr: 待添加的二次约束。

QConstrArray.Size()

获取 QConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

QConstrArray 中的元素个数。

9.2.28 QConstrBuilder 类

QConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建二次约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

QConstrBuilder.QConstrBuilder()

QConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
QConstrBuilder()
```


QConstrBuilder.GetQuadExpr()

获取对应的二次表达式。

概要

```
QuadExpr GetQuadExpr()
```

返回值

二次表达式对象。

QConstrBuilder.GetSense()

获取二次约束构建器对象的约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

约束类型。

QConstrBuilder.Set()

设置一个二次约束的表达式，类型和边界值。

概要

```
void Set(  
    QuadExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的二次表达式。

sense: 二次约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

9.2.29 QConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 C# *QConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 *QConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

QConstrBuilderArray.QConstrBuilderArray()

QConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
QConstrBuilderArray()
```

QConstrBuilderArray.GetBuilder()

获取 QConstrBuilderArray 中的指定索引值的 QConstraintBuilder 对象。

概要

```
QConstrBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 QConstrBuilder 对象。

QConstrBuilderArray.PushBack()

向 QConstrBuilderArray 中添加一个 QConstrBuilder。

概要

```
void PushBack(QConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 QConstrBuilder。

QConstrBuilderArray.Size()

获取 QConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

QConstrBuilderArray 中的元素个数。

9.2.30 PsdVar

PsdVar 类是杉数优化求解器对半定变量的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

PsdVar.Get()

获取半定变量的属性值。

概要

```
double[] Get(string attr)
```

参量

attr: 属性的名称。

返回值

输出双精度型数组，保存了属性值。

PsdVar.GetDim()

获取半定变量的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

半定变量的维度。

PsdVar.GetIdx()

获取半定变量展开后的长度。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

半定变量展开后的长度。

PsdVar.GetLen()

获取半定变量展开后的长度。

概要

```
int GetLen()
```

返回值

半定变量展开后的长度。

PsdVar.GetName()

获取半定变量的名称。

概要

```
string GetName()
```

返回值

半定变量名称。

PsdVar.Remove()

从模型中删除半定变量。

概要

```
void Remove()
```

9.2.31 PsdVarArray

为方便用户对一组 *PsdVar* 对象进行操作，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 PsdVarArray 类，提供了以下成员方法：

PsdVarArray.PsdVarArray()

PsdVarArray 的构造函数。

概要

```
PsdVarArray()
```

PsdVarArray.GetPsdVar()

获取半定变量数组里指定索引的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVar(int idx)
```

参量

idx: 半定变量的索引。

返回值

指定索引的半定变量。

PsdVarArray.PushBack()

向半定变量数组里添加半定变量。

概要

```
void PushBack(PsdVar var)
```

参量

var: 半定变量。

PsdVarArray.Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdVarArray.Size()

获取半定变量数组里半定变量个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定变量个数。

9.2.32 PsdExpr

COPT 半定表达式包括一个线性表达式，一些半定变量和对应的系数矩阵。PsdExpr 类是杉数求解器中用于构建半定表达式时对半定变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

PsdExpr.PsdExpr()

半定表达式的构造函数。

概要

```
PsdExpr(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式对象中的常量。

PsdExpr.PsdExpr()

使用变量和其系数构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(Var var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数, 默认值为 1.0。

PsdExpr.PsdExpr()

使用线性表达式构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 初始的线性表达式。

PsdExpr.PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(PsdVar var, SymMatrix mat)
```

参量

var: 添加的这一项对应的半定变量。

mat: 添加的这一项对应的系数矩阵。

PsdExpr.PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(PsdVar var, SymMatExpr expr)
```

参量

var: 添加的这一项对应的半定变量。

expr: 新半定项中对称矩阵的表达式。

PsdExpr.AddConstant()

增加半定表达式中的常数。

概要

```
void AddConstant(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式中的常数改变量。

PsdExpr.AddLinExpr()

在半定表达式中添加一个线性表达式。

概要

```
void AddLinExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

PsdExpr.AddLinExpr()

在半定表达式中添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddLinExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式

mult: 倍数参数。

PsdExpr.AddPsdExpr()

添加一个半定表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddPsdExpr(PsdExpr expr)
```

参量

expr: 需要添加的半定表达式。

PsdExpr.AddPsdExpr()

添加一个半定表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void AddPsdExpr(PsdExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的半定表达式。

mult: 倍数参数。

PsdExpr.AddTerm()

向半定表达式中添加一线性项。

概要

```
void AddTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数, 默认值为 1.0。

PsdExpr.AddTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void AddTerm(PsdVar var, SymMatrix mat)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

mat: 新半定项中的系数矩阵。

PsdExpr.AddTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void AddTerm(PsdVar var, SymMatExpr expr)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

expr: 新半定项中对称矩阵的表达式。

PsdExpr.AddTerms()

向半定表达式中添加一些线性项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double coeff)
```


参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeff: 新线性项中的公共系数, 默认值为 1.0。

PsdExpr.AddTerms()

向表达式中添加一些线性项。

概要

```
void AddTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

PsdExpr.AddTerms()

向半定表达式中添加线性项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新线性项中的公共系数, 默认值为 1.0。

PsdExpr.AddTerms()

向半定表达式中添加线性项。

概要

```
void AddTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

PsdExpr.AddTerms()

向表达式中添加一些半定项。

概要

```
void AddTerms(PsdVarArray vars, SymMatrixArray mats)
```

参量

vars: 新半定项中的半定变量数组。

mats: 新半定项中的系数矩阵数组。

PsdExpr.AddTerms()

向表达式中添加一些半定项。

概要

```
void AddTerms(PsdVar[] vars, SymMatrix[] mats)
```

参量

vars: 新半定项中的半定变量数组。

mats: 新半定项中的系数矩阵数组。

PsdExpr.Clone()

深度拷贝半定表达式对象。

概要

```
PsdExpr Clone()
```

返回值

复制的半定表达式对象。

PsdExpr.Evaluate()

求解后对半定表达式估值。

概要

```
double Evaluate()
```

返回值

表达式估值。

PsdExpr.GetCoeff()

获取半定表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
SymMatExpr GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的半定表达式项的系数矩阵表达式。

PsdExpr.GetConstant()

获取半定表达式中的常数项。

概要

```
double GetConstant()
```

返回值

半定表达式中的常数项。

PsdExpr.GetLinExpr()

获取半定表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr GetLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

PsdExpr.GetPsdVar()

获取半定表达式指定索引值对应项中的半定变量。

概要

```
PsdVar GetPsdVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的半定变量对象。

PsdExpr.Multiply()

对半定表达式乘以常数。

概要

```
void Multiply(double c)
```

参量

c: 常数操作数。

PsdExpr.Remove()

删除半定表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

PsdExpr.Remove()

删除半定表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void Remove(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

PsdExpr.Remove()

删除半定表达式中与指定半定变量相关的项。

概要

```
void Remove(PsdVar var)
```

参量

var: 指定半定变量。

PsdExpr.SetCoeff()

设置半定表达式指定索引值对应项的系数矩阵。

概要

```
void SetCoeff(int i, SymMatrix mat)
```

参量

i: 指定索引值。

mat: 指定索引值对应项的系数矩阵。

PsdExpr.SetConstant()

设置半定表达式中的常数。

概要

```
void SetConstant(double constant)
```

参量

`constant`: 半定表达式中的常数。

PsdExpr.Size()

获取半定表达式中的半定项数。

概要

```
long Size()
```

返回值

半定表达式中的半定项数。

9.2.33 PsdConstraint

`PsdConstraint` 类是杉数求解器对半定约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

PsdConstraint.Get()

获得半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
double Get(string attr)
```

参量

`attr`: 所需要获得的属性名称。

返回值

双精度属性值。

PsdConstraint.GetIdx()

获取半定约束的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

半定约束的索引值。

PsdConstraint.GetName()

获取半定约束的名称。

概要

```
string GetName()
```

返回值

半定约束的名称。

PsdConstraint.Remove()

从模型中删除当前的半定约束。

概要

```
void Remove()
```

PsdConstraint.Set()

设置半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
void Set(string attr, double value)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

value: 所需要设置的属性值。

PsdConstraint.SetName()

设置半定约束的名称。

概要

```
void SetName(string name)
```

参量

name: 半定约束的名称。

9.2.34 PsdConstrArray

为方便用户对一组 C# *PsdConstraint* 对象进行操作, 杉数求解器的 C# 接口设计了 PsdConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

PsdConstrArray.PsdConstrArray()

PsdConstrArray 的构造函数。

概要

```
PsdConstrArray()
```

PsdConstrArray.GetPsdConstr()

获取半定约束数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstraint GetPsdConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束。

PsdConstrArray.PushBack()

向半定约束数组中添加一个半定约束。

概要

```
void PushBack(PsdConstraint constr)
```

参量

constr: 待添加的半定约束。

PsdConstrArray.Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrArray.Size()

获取半定约束数组中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定约束数组中的元素个数。

9.2.35 PsdConstrBuilder

PsdConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建半定约束的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

PsdConstrBuilder.PsdConstrBuilder()

PsdConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
PsdConstrBuilder()
```

PsdConstrBuilder.GetPsdExpr()

获取半定约束相关的表达式。

概要

```
PsdExpr GetPsdExpr()
```

返回值

半定表达式对象。

PsdConstrBuilder.GetRange()

获取半定约束生成器对象的约束范围的长度 (从下界到上界的长度, 必须大于 0)。

概要

```
double GetRange()
```

返回值

半定约束范围的长度 (从下界到上界的长度)。

PsdConstrBuilder.GetSense()

获取半定约束相关约束类型。

概要

```
char GetSense()
```

返回值

半定约束类型。

PsdConstrBuilder.Set()

设置一个半定约束的表达式，类型和边界值。

概要

```
void Set(
    PsdExpr expr,
    char sense,
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的半定表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的半定约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

PsdConstrBuilder.SetRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void SetRange(PsdExpr expr, double range)
```

参量

expr: 半定表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

9.2.36 PsdConstrBuilderArray

为方便用户对一组 C# *PsdConstrBuilder* 对象进行操作，杉数优化求解器的 C# 接口设计了 *PsdConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

PsdConstrBuilderArray.PsdConstrBuilderArray()

PsdConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
PsdConstrBuilderArray()
```

PsdConstrBuilderArray.GetBuilder()

获取半定约束生成器数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstrBuilder GetBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray.PushBack()

向半定约束生成器数组中添加一个半定约束生成器。

概要

```
void PushBack(PsdConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray.Reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrBuilderArray.Size()

获取半定约束生成器数组中的元素个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

半定约束生成器数组中的元素个数。

9.2.37 SymMatrix

对称矩阵作为半定项中的系数矩阵，常用在半定表达式，半定约束和半定目标函数中。SymMatrix 类是杉数优化求解器中对称矩阵的封装，提供了以下成员方法：

SymMatrix.GetDim()

获取对称矩阵的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatrix.GetIdx()

获取对称矩阵的索引值。

概要

```
int GetIdx()
```

返回值

对称矩阵的索引值。

9.2.38 SymMatrixArray

为方便用户对一组 C# *SymMatrix* 对象进行操作, 杉数求解器的 C# 接口设计了 SymMatrixArray 类, 提供了以下成员方法:

SymMatrixArray.SymMatrixArray()

SymMatrixArray 的构造函数。

概要

```
SymMatrixArray()
```

SymMatrixArray.GetMatrix()

获取对称矩阵数组里指定下标的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix GetMatrix(int idx)
```

参量

idx: 对称矩阵的下标。

返回值

指定下标的对称矩阵。

SymMatrixArray.PushBack()

向对称矩阵数组里附加一个对称矩阵。

概要

```
void PushBack(SymMatrix mat)
```

参量

`mat`: 对称矩阵。

SymMatrixArray.Reserve()

预分配大小为 `n` 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

`n`: 容纳 `n` 项的空间。

SymMatrixArray.Size()

获取对称矩阵数组里对称矩阵个数。

概要

```
int Size()
```

返回值

对称矩阵个数。

9.2.39 SymMatExpr

对称矩阵表达式对于对称矩阵的线性组合，其计算结果实际还是一个对称矩阵。表达式的好处是可以延迟计算结果矩阵，直到设置半定约束或者半定目标函数时。`SymMatExpr` 类是杉数优化求解器中对称矩阵表达式的封装，提供了以下成员方法：

SymMatExpr.SymMatExpr()

对称矩阵表达式的默认构造函数。

概要

```
SymMatExpr()
```

SymMatExpr.SymMatExpr()

使用对称矩阵和其系数构造的表达式。

概要

```
SymMatExpr(SymMatrix mat, double coeff)
```

参量

mat: 添加的这一项对应的对称矩阵。

coeff: 可选, 添加的这一项对应的参数。默认值为 1.0。

SymMatExpr.AddSymMatExpr()

添加一个对称矩阵表达式的项, 并乘以倍数。

概要

```
void AddSymMatExpr(SymMatExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的对称矩阵表达式。

mult: 可选的系数倍数, 默认值为 1.0。

SymMatExpr.AddTerm()

向对称矩阵表达式中添加一项。

概要

```
bool AddTerm(SymMatrix mat, double coeff)
```

参量

mat: 新项中的对称矩阵。

coeff: 新项中的系数。

返回值

布尔值, 表示新项是否成功添加。

SymMatExpr.AddTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int AddTerms(SymMatrixArray mats, double[] coeffs)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.AddTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int AddTerms(SymMatrix[] mats, double[] coeffs)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.AddTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int AddTerms(SymMatrix[] mats, double coeff)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeff: 新项中的公用系数, 默认值为 1.0。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.Clone()

深度拷贝对称矩阵表达式。

概要

```
SymMatExpr Clone()
```

返回值

新的表达式对象。

SymMatExpr.GetCoeff()

获取表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
double GetCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的表达式项的系数。

SymMatExpr.GetDim()

获取表达式中对称矩阵的维度。

概要

```
int GetDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatExpr.GetSymMat()

获取表达式指定索引值对应项中的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix GetSymMat(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的对称矩阵对象。

SymMatExpr.Multiply()

对对称矩阵表达式乘以常数。

概要

```
void Multiply(double c)
```

参量

c: 常数操作数。

SymMatExpr.Remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void Remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

SymMatExpr.Remove()

删除对称矩阵表达式中与指定对称矩阵相关的项。

概要

```
void Remove(SymMatrix mat)
```

参量

mat: 指定的对称矩阵。

SymMatExpr.Reserve()

预分配大小为 *n* 项的空间。

概要

```
void Reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 *n* 项的空间。

SymMatExpr.SetCoeff()

设置表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void SetCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

SymMatExpr.Size()

获取对称矩阵表达式中的项数。

概要

```
long Size()
```

返回值

对称矩阵表达式中的项数。

9.2.40 ProbBuffer 类

ProbBuffer 类是字符流缓冲区的封装，提供了以下成员方法：

ProbBuffer.ProbBuffer()

ProbBuffer 的构造函数。

概要

```
ProbBuffer(int sz)
```

参量

sz: ProbBuffer 的初始大小

ProbBuffer.GetData()

获取在缓存里的问题字符流。

概要

```
string GetData()
```

返回值

缓存中的问题字符流。

ProbBuffer.Resize()

调整缓存到给定大小。

概要

```
void Resize(int sz)
```

参量

sz: 指定的缓存大小。

ProbBuffer.Size()

获取缓存大小。

概要

```
int Size()
```

返回值

缓存大小。

9.2.41 CoptException 类

CoptException 类是杉数优化求解器的错误处理相关操作的封装。当方法调用对应的杉数求解器底层接口发生错误时, 则抛出 CoptException 类的异常, 提供了以下属性值访问相应的错误信息:

CoptException.CoptException()

CoptException 的构造函数。

概要

```
CoptException(int code, string msg)
```

参量

code: 异常错误代码。

msg: 异常的错误信息。

CoptException.GetCode()

获取异常错误代码。

概要

```
int GetCode()
```

返回值

异常错误代码。

第十章 Java API 参考手册

为了方便用户对复杂应用场景进行建模并调用求解器进行求解，杉数求解器设计并提供了 Java 接口，本章节将对 Java 接口的常量和功能进行阐述。

10.1 Java 常量类

常数类定义了使用 Java 接口建模时必要的常数，包括一般常数、信息常数、参数和属性四大类常数。本节将依次阐述上述四类常数的内容与使用方法。

10.1.1 一般常数

一般常数定义在 `Consts` 类里。用户可以通过 `copt` 导入包名作为前缀访问一般常数，如 `copt.Consts.XXXX`。

- 优化方向
 - `MINIMIZE`
最大化目标函数。
 - `MAXIMIZE`
最小化目标函数。
- 无穷量
 - `INFINITY`
无穷量的默认值为 $(1e30)$ 。
- 未定义量
 - `UNDEFINED`
未定义量的默认值为 $(1e40)$ 。
- 约束类型
 - `LESS_EQUAL`
形如 $g(x) \leq b$ 的约束。
 - `GREATER_EQUAL`
形如 $g(x) \geq b$ 的约束。

- EQUAL
形如 $g(x) = b$ 的约束。
- FREE
无边界约束的表达式。
- RANGE
同时有上下边界的, 形如 $l \leq g(x) \leq u$ 的约束。
- 变量类型
 - CONTINUOUS
连续变量。
 - BINARY
二进制变量。
 - INTEGER
整数变量。
- SOS 约束类型
 - SOS_TYPE1
SOS1 约束。
 - SOS_TYPE2
SOS2 约束。
- 二阶锥约束类型
 - CONE_QUAD
标准二阶锥
 - CONE_RQUAD
旋转二阶锥
- 基状态
 - BASIS_LOWER
非基变量, 取值下边界。
 - BASIS_BASIC
基变量。
 - BASIS_UPPER
非基变量, 取值上边界。
 - BASIS_SUPERBASIC
非基变量, 但取值非上下边界。

- BASIS_FIXED

非基变量, 固定在它唯一的边界 (上下边界相等)。

- 客户端配置参数

对于浮动和集群服务器的客户端, 用户可以通过调用接口函数设置客户端配置参数, 目前提供的配置参数有:

- CLIENT_CLUSTER

远程服务器的 IP 地址。

- CLIENT_FLOATING

令牌服务器的 IP 地址。

- CLIENT_PASSWORD

远程服务器的密码。

- CLIENT_PORT

令牌服务器的通信端口。

- CLIENT_WAITTIME

客户端连接等待时间。

10.1.2 解状态

关于解状态的常数定义在 `Status` 类里. 用户可以通过 `copt` 导入包名的前缀访问解状态常数, 如 `copt.Status.XXXX`。

- UNSTARTED

尚未开始求解。

- OPTIMAL

找到了最优解。

- INFEASIBLE

模型是无解的。

- UNBOUNDED

目标函数在优化方向没有边界。

- INF_OR_UNB

模型无解或目标函数在优化方向没有边界。

- NUMERICAL

求解遇到数值问题。

- NODELIMIT

在节点限制到达前未能完成求解。

- **TIMEOUT**

在时间限制到达前未能完成求解。

- **UNFINISHED**

求解终止。但是由于数值问题，求解器无法给出结果。

10.1.3 信息常数

信息常数定义在 `DblInfo` 类里. 用户可以通过 `copt` 导入包名的前缀访问信息常数，如 `copt.DblInfo.XXXX`。

- 模型相关信息

- **Obj**

变量（列）的目标函数系数。

- **LB**

变量（列）或者约束（行）的下界。

- **UB**

变量（列）或者约束（行）的上界。

- 求解结果相关信息

- **Value**

变量（列）的取值。

- **Slack**

松弛变量的取值，也叫做约束的活跃程度（activities）。仅适用于线性规划模型。

- **Dual**

对偶变量的取值。仅适用于线性规划模型。

- **RedCost**

变量的 Reduced cost。仅适用于线性规划模型。

- 对偶 Farkas 和主元射线

进阶话题。

当线性规划问题无可行解或者无界时，求解器可以返回对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）作为证明。

- **DualFarkas**

线性规划问题无可行解时，线性约束的对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）。请设置 `"ReqFarkasRay"` 这一参数，以确保求解器可以返回对偶 Farkas。

对偶 Farkas 的作用可以用形如 $Ax = 0$ and $l \leq x \leq u$ 的线性规划约束解释。当该线性规划无可行解时，使用对偶 Farkas 向量 y 可以证明线性约束系统存在冲突： $\max y^T Ax < y^T b = 0$ 。

如何计算 $\max y^T Ax$: 使用向量 $\hat{a} = y^T A$, 当 $\hat{a}_i < 0$ 时选择 $x_i = l_i$ 或者 $\hat{a}_i > 0$ 时选择 $x_i = u_i$, 可以计算出表达式 $y^T Ax$ 的最大可能取值。

有些应用依赖于另一种等价的线性系统冲突证明: $\min \bar{y}^T Ax > \bar{y}^T b = 0$ 。对于此种情况, 可以对求解器返回的对偶 Farkas 取负值实现, 即 $\bar{y} = -y$ 。

在极端情况下, 求解器可能无法返回有效的对偶 Farkas。例如当线性规划问题的不可行性微乎其微时。此时, 我们建议用 FeasRelax 功能研究或者修复线性规划的不可行性。

– PrimalRay

线性规划问题无界时, 变量的主元射线 (也叫做极射线)。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数, 以确保求解器可以返回主元射线。

对于一个求解最小值的线性规划问题 $\min c^T x, Ax = b \text{ and } x \geq 0$, 主元射线向量 r 满足以下条件: $r \geq 0, Ar = 0$ 以及 $c^T r < 0$ 。

• 可行化松弛结果相关信息

– RelaxLB

变量 (列) 或者约束 (行) 下界的可行化松弛量。

– RelaxUB

变量 (列) 或者约束 (行) 上界的可行化松弛量。

10.1.4 属性

所有的 COPT 属性都定义在 DblAttr 和 IntAttr 类里. 用户可以通过 `copt.DblAttr.XXXX` 的形式访问 COPT 浮点型属性, 以及通过 `copt.IntAttr.XXXX` 的形式访问 COPT 整型属性。

• 优化模型相关属性

– Cols

整数属性。

变量 (系数矩阵列) 的个数。

– PSDCols

整数属性。

半定变量的个数。

– Rows

整数属性。

约束 (系数矩阵行) 的个数。

– Elms

整数属性。

系数矩阵的非零元素个数。

- **QElem**s
整数属性。
二次目标函数中非零二次项个数。
- **PSDElem**s
整数属性。
目标函数中半定项个数。
- **SymMats**
整数属性。
模型中对称矩阵的个数。
- **Bins**
整数属性。
二进制变量（列）的个数。
- **Ints**
整数属性。
整数变量（列）的个数。
- **Soss**
整数属性。
SOS 约束的个数。
- **Cones**
整数属性。
二阶锥约束的个数。
- **QConstr**s
整数属性。
二次约束的个数。
- **PSDConstr**s
整数属性。
半定约束的个数。
- **Indicators**
整数属性。
Indicator 约束的个数。
- **ObjSense**
整数属性。

优化方向。

- **ObjConst**

浮点属性。

目标函数的常数部分。

- **HasQObj**

整数属性。

模型是否包含二次项目标函数。

- **HasPSDObj**

整数属性。

模型是否包含半定项目标函数。

- **IsMIP**

整数属性。

模型是否为整数规划模型。

- 求解结果相关属性

- **LpStatus**

整数属性。

线性规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。

- **MipStatus**

整数属性。

整数规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。

- **SimplexIter**

整数属性。

单纯形法迭代循环数。

- **BarrierIter**

整数属性。

内点法迭代循环数。

- **NodeCnt**

整数属性。

分支定界搜索的节点数。

- **PoolSols**

整数属性。

解池中解的数目。

- **HasLpSol**
整数属性。
是否可以提供线性规划的解值。
- **HasBasis**
整数属性。
是否可以提供线性规划的基。
- **HasDualFarkas**
整数属性。
当线性规划问题无可行解时, 是否返回对偶 Farkas (也叫做对偶极射线)。
- **HasPrimalRay**
整数属性。
当线性规划问题无界时, 是否返回主元射线 (也叫做极射线)。
- **HasMipSol**
整数属性。
是否存在整数解。
- **IISCols**
整数属性。
IIS 中变量边界的数目。
- **IISRows**
整数属性。
IIS 中约束的数目。
- **IISOSs**
整数属性。
IIS 中 SOS 约束的数目。
- **IISIndicators**
整数属性。
IIS 中 Indicator 约束的数目。
- **HasIIS**
整数属性。
是否存在 IIS。
- **HasFeasRelaxSol**
整数属性。

是否存在可行化松弛结果。

– **IsMinIIS**

整数属性。

计算出的 IIS 是否为极小。

– **LpObjVal**

浮点属性。

线性规划目标函数值。

– **BestObj**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的目标函数值。

– **BestBnd**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的下界。

– **BestGap**

浮点属性。

整数规划求解结束时最好的相对容差。

– **FeasRelaxObj**

浮点数属性。

可行化松弛值。

– **SolvingTime**

浮点属性。

求解所使用的时间（秒）。

10.1.5 参数

所有的 COPT 参数都定义在 `DbiParam` 和 `IntParam` 类里. 用户可以通过 `copt.DblParam.XXXX` 的形式访问 COPT 浮点型参数, 以及通过 `copt.IntParam.XXXX` 的形式访问 COPT 整型参数。

- 限制和容差

– **TimeLimit**

浮点参数。

优化求解的时间限制（秒）。

– **NodeLimit**

浮点参数。

整数规划求解的节点数限制。

- **BarIterLimit**

浮点参数。

内点法求解时的迭代数限制。

- **MatrixTol**

浮点参数。

输入矩阵的系数容差。

- **FeasTol**

浮点参数。

变量、约束取值的可行性容差。

- **DualTol**

浮点参数。

对偶解的可行性容差。

- **IntTol**

浮点参数。

变量的整数解容差。

- **RelGap**

浮点参数。

整数规划的最优相对容差。

- 预求解相关

- **Presolve**

整数参数。

是否在求解一个模型前，进行预求解。

- **Scaling**

整数参数。

是否在求解一个模型前，调整系数矩阵的数值（Scaling）。

- **Dualize**

整数参数。

是否构建并求解对偶模型。

- 线性规划相关

- **LpMethod**

整数参数。

求解线性规划问题的算法。

- **DualPrice**

整数参数。

选定对偶单纯形法的 Pricing 算法。

- **DualPerturb**

整数参数。

是否允许对偶单纯性算法使用目标函数摄动。

- **BarHomogeneous**

整数参数。

是否使用齐次自对偶方法。

- **BarOrder**

整数参数。

内点法矩阵排列算法。

- **Crossover**

整数参数。

是否使用 Crossover。

- **ReqFarkasRay**

整数参数。

进阶话题。当线性规划问题无可行解或者无界时，是否计算对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）。

- 半定规划相关

- **SDPMethod**

整数参数。

求解半定规划问题的算法。

- 整数规划相关

- **CutLevel**

整数参数。

生成割平面的强度。

- **RootCutLevel**

整数参数。

根节点生成割平面的强度。

- **TreeCutLevel**

整数参数。

搜索树生成割平面的强度。

- **RootCutRounds**

整数参数。

根节点生成割平面的次数。

- **NodeCutRounds**

整数参数。

搜索树节点生成割平面的次数。

- **HeurLevel**

整数参数。

启发式算法的强度。

- **RoundingHeurLevel**

整数参数。

Rounding 启发式算法的强度。

- **DivingHeurLevel**

整数参数。

Diving 启发式算法的强度。

- **SubMipHeurLevel**

整数参数。

基于子 MIP 的启发式算法的强度。

- **StrongBranching**

整数参数。

Strong Branching 的强度。

- **ConflictAnalysis**

整数参数。

是否使用冲突分析。

- **MipStartMode**

整数参数。

处理初始解的方式。

- **MipStartNodeLimit**

整数参数。

补全不完整的初始解时，求解的子 MIP 的节点数限制。

- 并行计算相关

- **Threads**
整数参数。
问题求解时使用的线程数。
- **BarThreads**
整数参数。
内点法使用的线程数。
- **SimplexThreads**
整数参数。
对偶单纯形法使用的线程数。
- **CrossoverThreads**
整数参数。
Crossover 使用的线程数。
- **MipTasks**
整数参数。
MIP 求解使用的任务数。
- IIS 计算相关
 - **IISMethod**
整数参数
计算 IIS 的方法。
- 可行化松弛计算相关
 - **FeasRelaxMode**
整数参数。
计算可行化松弛的方法。
- 其它参数
 - **Logging**
整数参数。
是否显示求解日志。
 - **LogToConsole**
整数参数。
是否显示求解日志到控制台。

10.2 Java 建模类

本章节详细描述杉数优化求解器的 Java 接口的优化建模类, 方便用户在快速构建复杂场景下的优化模型时对其功能和使用的查询。

10.2.1 Envr 类

创建求解环境对象是每个求解过程中必不可少的第一步。而每个求解模型都和一个 Envr 类关联。用户必须首先创建一个求解环境, 才能在此基础上创建一个或者多个求解模型。

Envr.Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

```
Envr()
```

Envr.Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

```
Envr(String licDir)
```

参量

licDir: 用户指定的路径, 包含本地授权文档或者客户端配置文件。

Envr.Envr()

COPT Envr 类的构造函数。

概要

```
Envr(EnvrConfig config)
```

参量

config: COPT Envr 配置类, 包含远程连接的设置。

Envr.close()

关闭远程连接。之前获得的远程授权失效, 对当前环境类下创建的全部问题立即生效。

概要

```
void close()
```


Envr.createModel()

创建模型。

概要

```
Model createModel(String name)
```

参量

name: 自定义的模型名称。

返回值

模型。

10.2.2 EnvrConfig 类

如果用户通过连接远程服务的方式启动杉数优化求解器，可以创建环境配置类来设置 COPT 作为客户端的配置。

EnvrConfig.EnvrConfig()

Envr 配置类的构造函数。

概要

```
EnvrConfig()
```

EnvrConfig.set()

设置 Envr 配置类里的内容。

概要

```
void set(String name, String value)
```

参量

name: 配置的关键词。

value: 配置的内容。

10.2.3 Model 类

Model 类是杉数优化求解器模型相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Model.Model()

模型的构造函数。

概要

```
Model(Envr env, String name)
```

参量

env: 关联的环境对象。

name: 模型名。

Model.addCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone addCone(  
    int dim,  
    int type,  
    char[] pvtype,  
    String prefix)
```

参量

dim: 锥约束的维度。

type: 锥约束的类型。

pvtype: 锥约束中变量的类型。

prefix: 锥约束中变量的名称前缀。

返回值

新的锥约束。

Model.addCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone addCone(ConeBuilder builder)
```

参量

builder: 锥约束生成器。

返回值

新的锥约束。

Model.addCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone addCone(Var[] vars, int type)
```

参量

vars: 参与锥约束的变量数组。

type: 锥约束的类型。

返回值

新的锥约束。

Model.addCone()

向模型中增加一个锥约束。

概要

```
Cone addCone(VarArray vars, int type)
```

参量

vars: 参与锥约束的变量数组。

type: 锥约束的类型。

返回值

新的锥约束。

Model.addConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint addConstr(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    String name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.addConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint addConstr(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    Var var,  
    String name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

sense: 约束的类型。

var: 作为右侧值的变量，而不是约束范围类型。

name: 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.addConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint addConstr(  
    Expr lhs,  
    char sense,  
    Expr rhs,  
    String name)
```

参量

lhs: 新约束的左侧值。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.addConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint addConstr(  
    Expr expr,  
    double lb,  
    double rb,  
    String name)
```

参量

expr: 新的约束表达式。

lb: 约束的下界。

rb: 约束的上界。

name: 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.addConstr()

向模型中增加一个线性约束。

概要

```
Constraint addConstr(ConstrBuilder builder, String name)
```

参量

builder: 新约束生成器。

name: 新约束的名称。

返回值

新约束。

Model.addConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray addConstrs(  
    int count,  
    char[] senses,
```

```
double[] rhss,  
String prefix)
```

参量

count: 添加的线性约束数目。

senses: 约束类型的数组，而不是范围类型。

rhss: 新约束的右侧值。

prefix: 新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model.addConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray addConstrs(  
    int count,  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    String prefix)
```

参量

count: 添加的线性约束数目。

lbs: 新约束的下界数组。

ubs: 新约束的上界数组。

prefix: 可选，新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model.addConstrs()

向模型中增加线性约束。

概要

```
ConstrArray addConstrs(ConstrBuilderArray builders, String prefix)
```

参量

builders: 线性约束生成器。

prefix: 新约束的名称前缀。

返回值

新约束构成的 ConstrArray 类。

Model.addDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix addDenseMat(int dim, double[] vals)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

vals: 非零元值数组。按列次序填充非零元, 到数组长度或者对称矩阵最大长度位置。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.addDenseMat()

向模型中增加一个密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix addDenseMat(int dim, double val)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对称矩阵。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.addDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix addDiagMat(int dim, double val)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.addDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix addDiagMat(int dim, double[] vals)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

vals: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.addDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix addDiagMat(  
    int dim,  
    double val,  
    int offset)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

val: 同一个非零元值, 用来填充对角元素。

offset: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.addDiagMat()

向模型中增加一个对角矩阵。

概要

```
SymMatrix addDiagMat(  
    int dim,  
    double[] vals,  
    int offset)
```

参量

dim: 对角矩阵的维度。

vals: 双精度值数组, 用来填充对角元素。

offset: 相对于标准对角线的平移量。

返回值

新对角矩阵对象。

Model.addEyeMat()

向模型中增加一个单位矩阵。

概要

```
SymMatrix addEyeMat(int dim)
```

参量

dim: 单位矩阵的维度。

返回值

新单位矩阵对象。

Model.addGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr addGenConstrIndicator(GenConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 一般约束 (GenConstr) 生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.addGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr addGenConstrIndicator(
    Var binvar,
    int binval,
    ConstrBuilder builder)
```

参量

binvar: 二进制指示变量。

binval: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

builder: 线性约束生成器。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.addGenConstrIndicator()

向模型中增加一个类型指示型的一般约束 (GenConstr)。

概要

```
GenConstr addGenConstrIndicator(  
    Var binvar,  
    int binval,  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

binvar: 二进制指示变量。

binval: 要求线性约束必须满足的二进制指示变量的值 (0 或 1)。

expr: 新的线性约束表达式。

sense: 新的线性约束类型。

rhs: 新的线性约束右侧值。

返回值

类型指示型的新一般约束 (GenConstr)。

Model.addOnesMat()

向模型中增加一个用非零元 1 填充的密致对称矩阵。

概要

```
SymMatrix addOnesMat(int dim)
```

参量

dim: 密致对称矩阵的维度。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.addPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint addPsdConstr(  
    PsdExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    String name)
```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧值。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.addPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint addPsdConstr(  
    PsdExpr expr,  
    double lb,  
    double ub,  
    String name)
```

参量

expr: 新的半定约束表达式。

lb: 半定约束的下界。

ub: 半定约束的上界。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束。

Model.addPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint addPsdConstr(  
    PsdExpr lhs,  
    char sense,  
    PsdExpr rhs,  
    String name)
```

参量

lhs: 新半定约束的左侧表达式。

sense: 半定约束的类型。

rhs: 新半定约束的右侧表达式。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.addPsdConstr()

向模型中增加一个半定约束。

概要

```
PsdConstraint addPsdConstr(PsdConstrBuilder builder, String name)
```

参量

builder: 新半定约束生成器。

name: 可选, 新半定约束的名称。

返回值

新半定约束对象。

Model.addPsdVar()

向模型中增加半定变量。

概要

```
PsdVar addPsdVar(int dim, String name)
```

参量

dim: 新半定变量的维度。

name: 新半定变量的名称。

返回值

新半定变量对象。

Model.addPsdVars()

向模型中添加一些半定变量。

概要

```
PsdVarArray addPsdVars(
    int count,
    int[] dims,
    String prefix)
```

参量

count: 新半定变量的数目。

dims: 整数数组, 包含了半定变量的维度。

prefix: 新半定变量的名称前缀。

返回值

新添加的半定变量数组。

Model.addQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint addQConstr(
    QuadExpr lhs,
    char sense,
    QuadExpr rhs,
    String name)
```

参量

lhs: 新二次约束的左侧表达式。

sense: 二次约束的类型。

rhs: 新二次约束的右侧表达式。

name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.addQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint addQConstr(QConstrBuilder builder, String name)
```

参量

builder: 新二次约束生成器。

name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.addQConstr()

向模型中增加一个二次约束。

概要

```
QConstraint addQConstr(  
    QuadExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs,  
    String name)
```

参量

expr: 新的二次约束表达式。

sense: 约束的类型。

rhs: 新约束的右侧值。

name: 可选, 新二次约束的名称。

返回值

新二次约束对象。

Model.addSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos addSos(SosBuilder builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器。

返回值

新 SOS 约束。

Model.addSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos addSos(  
    Var[] vars,  
    double[] weights,  
    int type)
```

参量

vars: 参与 SOS 约束的变量数组。

weights: 参与 SOS 约束变量的权重数组。

type: SOS 约束的类型。

返回值

新 SOS 约束。

Model.addSos()

向模型中增加一个 SOS 约束。

概要

```
Sos addSos(  
    VarArray vars,  
    double[] weights,  
    int type)
```

参量

vars: 参与 SOS 约束的变量构成的 VarArray 类。

weights: 参与 SOS 约束变量的权重数组。

type: SOS 约束的类型。

返回值

新 SOS 约束。

Model.addSparseMat()

向模型中增加一个稀疏对称矩阵。

概要

```
SymMatrix addSparseMat(  
    int dim,  
    int nElems,  
    int[] rows,  
    int[] cols,  
    double[] vals)
```

参量

dim: 稀疏对称矩阵的维度。
nElems: 稀疏对称矩阵中的非零元个数。
rows: 整数数组, 保存了非零元的行号。
cols: 整数数组, 保存了非零元的列号。
vals: 非零元值数组。

返回值

新对称矩阵对象。

Model.addSymMat()

根据给定的对称矩阵表达式, 向模型中增加一个对称矩阵。

概要

```
SymMatrix addSymMat(SymMatExpr expr)
```

参量

expr: 对称矩阵表达式对象。

返回值

结果对称矩阵对象。

Model::getSymMat()

获取模型中指定索引值的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix getSymMat(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的对称矩阵。

Model.addVar()

向模型中增加一个变量以及相关不为零的系数作为列。

概要

```
Var addVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    String name)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

name: 可选, 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model.addVar()

向模型中增加一个变量以及相关不为零的系数作为列。

概要

```
Var addVar(
    double lb,
    double ub,
    double obj,
    char vtype,
    Column col,
    String name)
```

参量

lb: 新变量的下界。

ub: 新变量的上界。

obj: 新变量在目标函数里的系数。

vtype: 新变量的类型。

col: 列对象, 用于指定新变量所属的一组约束。

name: 新变量的名称。

返回值

新变量。

Model.addVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray addVars(  
    int count,  
    char vtype,  
    String prefix)
```

参量

count: 添加变量的数量。

vtype: 新变量的类型。

prefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.addVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray addVars(  
    int count,  
    double lb,  
    double ub,  
    double obj,  
    char vtype,  
    String prefix)
```

参量

- count**: 添加变量的数量。
- lb**: 新变量的下界。
- ub**: 新变量的上界。
- obj**: 新变量在目标函数里的系数。
- vtype**: 新变量的类型。
- prefix**: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.addVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray addVars(
    int count,
    double[] lbs,
    double[] ubs,
    double[] objs,
    char[] types,
    String prefix)
```

参量

- count**: 添加变量的数量。
- lbs**: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。
- ubs**: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。
- objs**: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。
- types**: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。
- prefix**: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.addVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray addVars(  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    double[] objs,  
    char[] types,  
    Column[] cols,  
    String prefix)
```

参量

lbs: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。

ubs: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

objs: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。

types: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

cols: 列对象数组, 用于指定每个新变量所属的一组约束。

prefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.addVars()

向模型中增加变量。

概要

```
VarArray addVars(  
    double[] lbs,  
    double[] ubs,  
    double[] objs,  
    char[] types,  
    ColumnArray cols,  
    String prefix)
```

参量

lbs: 新变量的下界数组, 如果为空, 下界为 0。

ubs: 新变量的上界数组, 如果为空, 上界为正无穷或者 1 对于二进制变量。

objs: 新变量在目标函数中的系数数组, 如果为空, 则为 0。

types: 新变量的类型, 如果为空, 则为连续变量。

cols: 列对象构成的 ColumnArray 类, 用于指定每个新变量所属的一组约束。

prefix: 新变量的名称前缀。

返回值

新变量构成的 VarArray 类。

Model.clear()

删除所有设置以及问题本身。

概要

```
void clear()
```

Model.clone()

深拷贝模型。

概要

```
Model clone()
```

返回值

拷贝的模

Model.computeIIS()

计算不可行模型的 IIS。

概要

```
void computeIIS()
```

Model.delPsdObj()

删除模型目标函数的半定部分（保留线性部分）。

概要

```
void delPsdObj()
```

Model.delQuadObj()

删除模型目标函数的二次部分（保留线性部分）。

概要

```
void delQuadObj()
```

Model.feasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void feasRelax(  
    VarArray vars,  
    double[] colLowPen,  
    double[] colUppPen,  
    ConstrArray cons,  
    double[] rowBndPen,  
    double[] rowUppPen)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类对象。

colLowPen: 变量下界的惩罚系数。

colUppPen: 变量上界的惩罚系数。

cons: 约束构成的 ConstrArray 类对象。

rowBndPen: 约束右端项的惩罚系数。

rowUppPen: 约束上界的惩罚系数。

Model.feasRelax()

计算不可行模型的可行化松弛。

概要

```
void feasRelax(int ifRelaxVars, int ifRelaxCons)
```

参量

ifRelaxVars: 是否松弛变量。

ifRelaxCons: 是否松弛约束。

Model.get()

查询与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, Var[] vars)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, VarArray vars)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, Constraint[] constra)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constra: 指定约束数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, ConstrArray constra)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constra: 指定约束构成的 ConstrArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定二次约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, QConstraint[] constrs)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定二次约束数组。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定二次约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, QConstrArray constrs)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定二次约束构成的 QConstrArray 类。

返回值

参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定半定约束相关的参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, PsdConstraint[] constrs)
```

参量

name: 参数或者属性的名称。

constrs: 指定半定约束数组。

返回值

输出双精度型数组，保存了参数或属性的值。

Model.get()

查询与指定半定约束相关的参数或者属性的值。

概要

```
double[] get(String name, PsdConstrArray constrs)
```

参量

name: 参数或者属性的名称。

constrs: 指定半定约束数组。

返回值

输出双精度型数组，保存了参数或属性的值。

Model.getCoeff()

获取变量在约束中的系数。

概要

```
double getCoeff(Constraint constr, Var var)
```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

返回值

指定的变量在约束中的系数。

Model.getCol()

获取一个包含指定变量参与的所有约束的列。

概要

```
Column getCol(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

返回值

一个关于指定变量的列。

Model.getColBasis()

获取列的基状态。

概要

```
int[] getColBasis()
```

返回值

列的基状态。

Model.getCone()

获取指定下标值的锥约束。

概要

```
Cone getCone(int idx)
```

参量

`idx`: 指定下标值。

返回值

想获取的锥约束。

Model.getConeBuilders()

获取模型中所有锥约束生成器。

概要

```
ConeBuilderArray getConeBuilders()
```

返回值

锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model.getConeBuilders()

获取给定锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray getConeBuilders(Cone[] cones)
```

参量

`cones`: 锥约束数组。

返回值

想获取的的锥约束生成器构成的 `ConeBuilderArray` 类。

Model.getConeBuilders()

获取给定锥约束的生成器。

概要

```
ConeBuilderArray getConeBuilders(ConeArray cones)
```

参量

cones: 锥约束构成的 ConeArray 类。

返回值

想获取的锥约束生成器构成的 ConeBuilderArray 类。

Model.getCones()

获取模型中所有锥约束。

概要

```
ConeArray getCones()
```

返回值

锥约束构成的 ConeArray 类。

Model.getConstr()

获取模型中指定索引值的约束。

概要

```
Constraint getConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的约束。

Model.getConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
ConstrBuilder getConstrBuilder(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model.getConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
ConstrBuilderArray getConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 ConstrBuilderArray 类。

Model.getConstrByName()

获取模型中指定名称的约束。

概要

```
Constraint getConstrByName(String name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的约束。

Model.getConstrLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getConstrLowerIIS(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Model.getConstrLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getConstrLowerIIS(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Model.getConstrs()

获取模型所有约束。

概要

```
ConstrArray getConstrs()
```

返回值

约束构成的 ConstrArray 类。

Model.getConstrUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getConstrUpperIIS(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Model.getConstrUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getConstrUpperIIS(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类对象。

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Model.getDblAttr()

获取 COPT 双精度型属性的值。

概要

```
double getDblAttr(String attr)
```

参量

attr: 双精度型属性的名称。

返回值

双精度型属性的值。

Model.getDblParam()

获取 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
double getDblParam(String param)
```

参量

`param`: 双精度型参数的名称。

返回值

双精度型参数的值。

Model.getDblParamInfo()

获取当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
double[] getDblParamInfo(String name)
```

参量

`name`: 整型参数的名称。

返回值

当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 双精度型参数的值。

Model.getGenConstrIndicator()

获取给定类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

概要

```
GenConstrBuilder getGenConstrIndicator(GenConstr indicator)
```

参量

`indicator`: 类型指示类一般约束（GenConstr）。

返回值

类型指示类一般约束（GenConstr）的生成器。

Model.getIndicatorIIS()

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] getIndicatorIIS(GenConstrArray genconstrs)
```

参量

genconstrs: 指定 Indicator 约束构成的 GenConstrArray 类对象。

返回值

Indicator 约束的 IIS 状态。

Model.getIndicatorIIS()

获取 Indicator 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] getIndicatorIIS(GenConstr[] genconstrs)
```

参量

genconstrs: 指定 Indicator 约束构成的 GenConstrArray 类对象。

返回值

Indicator 约束的 IIS 状态。

Model.getIntAttr()

获取 COPT 整型属性的值。

概要

```
int getIntAttr(String attr)
```

参量

attr: 整型属性的名称。

返回值

整型属性的值。

Model.getIntParam()

获取 COPT 整型参数的值。

概要

```
int getIntParam(String param)
```

参量

param: 整型参数的名称。

返回值

整型参数的值。

Model.getIntParamInfo()

获取当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 整型参数的值。

概要

```
int[] getIntParamInfo(String name)
```

参量

name: 整型参数的名称。

返回值

当下的，默认的，最小的，最大的 COPT 整型参数的值。

Model.getLpSolution()

获取 LP 解决方案。

概要

```
Object[] getLpSolution()
```

返回值

value - 解的值，松弛值，对偶值，减少值。

Model.getObjective()

获取模型的目标函数的线性表达式。

概要

```
Expr getObjective()
```

返回值

线性表达式。

Model.getPoolObjVal()

从解池中获取第 idx 个解的目标函数值。

概要

```
double getPoolObjVal(int idx)
```

参量

idx: 解的编号。

返回值

指定的目标函数值。

Model.getPoolSolution()

从解池中获取第 idx 个解。

概要

```
double[] getPoolSolution(int idx, VarArray vars)
```

参量

idx: 解的编号。

vars: 指定的变量。

返回值

指定的解。

Model.getPoolSolution()

从解池中获取第 idx 个解。

概要

```
double[] getPoolSolution(int idx, Var[] vars)
```

参量

idx: 解的编号。

vars: 指定的变量。

返回值

指定的解。

Model.getPsdCoeff()

获取半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
SymMatrix getPsdCoeff(PsdConstraint constr, PsdVar var)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

返回值

对应的半定变量的系数矩阵。

Model.getPsdConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
PsdConstraint getPsdConstr(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model.getPsdConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括半定变量，类型和相关的系数矩阵。

概要

```
PsdConstrBuilder getPsdConstrBuilder(PsdConstraint constr)
```

参量

`constr`: 指定半定约束。

返回值

半定约束生成器类。

Model.getPsdConstrBuilders()

获取模型所有半定约束生成器。

概要

```
PsdConstrBuilderArray getPsdConstrBuilders()
```

返回值

半定约束生成器构成的 `PsdConstrBuilderArray` 类。

Model.getPsdConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
PsdConstraint getPsdConstrByName(String name)
```

参量

`name`: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model.getPsdConstrs()

获取模型所有半定约束。

概要

```
PsdConstrArray getPsdConstrs()
```

返回值

半定约束构成的 PsdConstrArray 类对象。

Model.getPsdObjective()

获取模型目标函数的半定目标。

概要

```
PsdExpr getPsdObjective()
```

返回值

半定目标对应的表达式对象。

Model.getPsdRow()

获取参与指定半定约束的半定变量，以及相关系数矩阵。

概要

```
PsdExpr getPsdRow(PsdConstraint constr)
```

参量

`constr`: 指定半定约束。

返回值

半定约束的表达式。

Model.getPsdVar()

获取模型中指定索引值的半定变量。

概要

```
PsdVar getPsdVar(int idx)
```

参量

`idx`: 索引值。

返回值

想获取的半定变量。

Model.getPsdVarByName()

获取模型中指定名称的半定变量。

概要

```
PsdVar getPsdVarByName(String name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的半定变量。

Model.getPsdVars()

获取模型所有半定变量。

概要

```
PsdVarArray getPsdVars()
```

返回值

半定变量构成的 PsdVarArray 类对象。

Model.getQConstr()

获取模型中指定索引值的二次约束。

概要

```
QConstraint getQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

想获取的二次约束。

Model.getQConstrBuilder()

获取指定约束的生成器，包括变量，相关的系数，类型和 RHS。

概要

```
QConstrBuilder getQConstrBuilder(QConstraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束生成器类。

Model.getQConstrBuilders()

获取模型所有约束生成器。

概要

```
QConstrBuilderArray getQConstrBuilders()
```

返回值

约束生成器构成的 QConstrBuilderArray 类。

Model.getQConstrByName()

获取模型中指定名称的二次约束。

概要

```
QConstraint getQConstrByName(String name)
```

参量

name: 指定二次约束的名称。

返回值

想获取的二次约束对象。

Model.getQConstrs()

获取模型所有二次约束。

概要

```
QConstrArray getQConstrs()
```

返回值

二次约束构成的 QConstrArray 类对象。

Model.getQuadObjective()

获取模型目标函数的二次目标。

概要

```
QuadExpr getQuadObjective()
```

返回值

二次目标对应的表达式对象。

Model.getQuadRow()

获取参与指定二次约束的变量, 以及相关系数。

概要

```
QuadExpr getQuadRow(QConstraint constr)
```

参量

constr: 指定二次约束。

返回值

二次约束的表达式。

Model.getRow()

获取参与指定约束的变量, 以及相关的系数。

概要

```
Expr getRow(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定约束。

返回值

约束表达式。

Model.getRowBasis()

获取行的基状态。

概要

```
int[] getRowBasis()
```

返回值

行的基状态。

Model.getSolution()

获取 MIP 解决方案。

概要

```
double[] getSolution()
```

返回值

解的值数组。

Model.getSos()

获取指定索引值的 SOS 约束。

概要

```
Sos getSos(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

返回值

想获取的 SOS 约束。

Model.getSosBuilders()

获取模型中所有 SOS 约束生成器。

概要

```
SosBuilderArray getSosBuilders()
```

返回值

SOS 约束生成器构成的 `SosBuilderArray` 类。

Model.getSosBuilders()

获取给定 SOS 约束的生成器。

概要

```
SosBuilderArray getSosBuilders(Sos[] soss)
```

参量

`soss`: SOS 约束数组。

返回值

想获取的的 SOS 约束生成器构成的 `SosBuilderArray` 类。

Model.getSosBuilders()

获取给定 SOS 约束的生成器。

概要

```
SosBuilderArray getSosBuilders(SosArray soss)
```

参量

`soss`: SOS 约束构成的 `SosArray` 类。

返回值

想获取的 SOS 约束生成器构成的 SosBuilderArray 类。

Model.getSOSIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] getSOSIIS(SosArray soss)
```

参量

soss: 指定 SOS 约束构成的 SosArray 类对象。

返回值

SOS 约束的 IIS 状态。

Model.getSOSIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int[] getSOSIIS(Sos[] soss)
```

参量

soss: 指定 SOS 约束构成的 SosArray 类对象。

返回值

SOS 约束的 IIS 状态。

Model.getSoss()

获取模型中所有 SOS 约束。

概要

```
SosArray getSoss()
```

返回值

SOS 约束构成的 SosArray 类。

Model.getVar()

获取模型中指定索引值的变量。

概要

```
Var getVar(int idx)
```

参量

idx: 索引值。

返回值

想获取的变量。

Model.getVarByName()

获取模型中指定名称的变量。

概要

```
Var getVarByName(String name)
```

参量

name: 指定名称。

返回值

想获取的变量。

Model.getVarLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getVarLowerIIS(VarArray vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Model.getVarLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getVarLowerIIS(Var[] vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Model.getVars()

获取模型中所有的变量。

概要

```
VarArray getVars()
```

返回值

变量构成的 VarArray 类。

Model.getVarUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getVarUpperIIS(VarArray vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Model.getVarUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int[] getVarUpperIIS(Var[] vars)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类对象。

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Model.interrupt()

中断当前问题的求解。

概要

```
void interrupt()
```

Model.loadMipStart()

为问题里的变量加载最终初始值。

概要

```
void loadMipStart()
```

Model.read()

从文件中读取问题, 解决方案, 基, MIP start 或者 COPT 参数。

概要

```
void read(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readBasis()

从文件中读取基。

概要

```
void readBasis(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readBin()

从文件中读取 COPT 二进制格式的问题。

概要

```
void readBin(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名

Model.readCbf()

从文件中读取 CBF 格式的问题。

概要

```
void readCbf(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readLp()

从文件中读取 LP 格式的问题。

概要

```
void readLp(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readMps()

从文件中读取 MPS 格式的问题。

概要

```
void readMps(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名

Model.readMst()

从文件中读取 MIP start 信息。

概要

```
void readMst(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readParam()

从文件中读取 COPT 参数。

概要

```
void readParam(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readSdpa()

从文件中读取 SDPA 格式的问题。

概要

```
void readSdpa(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.readSol()

从文件中读取解决方案。

概要

```
void readSol(String filename)
```

参量

filename: 输入的文件名。

Model.remove()

从模型中删除一系列变量。

概要

```
void remove(Var[] vars)
```

参量

vars: 变量数组。

Model.remove()

从模型中删除一系列变量。

概要

```
void remove(VarArray vars)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一系列约束。

概要

```
void remove(Constraint[] constrs)
```

参量

constrs: 约束数组。

Model.remove()

从模型中删除一系列约束。

概要

```
void remove(ConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 约束构成的 ConstrArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一系列 SOS 约束。

概要

```
void remove(Sos[] soss)
```

参量

soss: SOS 约束数组。

Model.remove()

从模型中删除一系列 SOS 约束。

概要

```
void remove(SosArray soss)
```

参量

soss: SOS 约束构成的 SosArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一系列二阶锥约束。

概要

```
void remove(Cone[] cones)
```

参量

cones: 二阶锥约束数组。

Model.remove()

从模型中删除一系列二阶锥约束。

概要

```
void remove(ConeArray cones)
```

参量

cones: 二阶锥约束构成的 ConeArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一系列一般约束。

概要

```
void remove(GenConstr[] genConstrs)
```

参量

genConstrs: 一般约束数组。

Model.remove()

从模型中删除一系列一般约束。

概要

```
void remove(GenConstrArray genConstrs)
```

参量

genConstrs: 一般约束构成的 GenConstrArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一些二次约束。

概要

```
void remove(QConstraint[] qconstrs)
```

参量

qconstrs: 二次约束数组。

Model.remove()

从模型中删除一些二次约束。

概要

```
void remove(QConstrArray qconstrs)
```

参量

qconstrs: 二次约束构成的 QConstrArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一批半定变量。

概要

```
void remove(PsdVar[] vars)
```

参量

vars: 半定变量构成的 PsdVarArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一批半定变量。

概要

```
void remove(PsdVarArray vars)
```

参量

vars: 半定变量构成的 PsdVarArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一批半定约束。

概要

```
void remove(PsdConstraint[] constrs)
```

参量

constrs: 半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

Model.remove()

从模型中删除一批半定约束。

概要

```
void remove(PsdConstrArray constrs)
```

参量

constrs: 半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

Model.reset()

只重新设置解。

概要

```
void reset()
```


Model.resetAll()

重新设置解与其他信息。

概要

```
void resetAll()
```

Model.resetParam()

重新设置参数为默认值。

概要

```
void resetParam()
```

Model.set()

设置与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void set(  
    String name,  
    Var[] vars,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量数组。

vals: 参数或属性的值。

Model.set()

设置与指定变量相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void set(  
    String name,  
    VarArray vars,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

vals: 参数或属性的值。

Model.set()

设置与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void set(  
    String name,  
    Constraint[] constrs,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定约束数组。

vals: 参数或属性的值。

Model.set()

设置与指定约束相关的双精度型参数或者属性的值。

概要

```
void set(  
    String name,  
    ConstrArray constrs,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数或者属性的名称。

constrs: 指定约束构成的 ConstrArray 类。

vals: 参数或属性的值。

Model.set()

设置与指定半定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void set(  
    String name,  
    PsdConstraint[] constrs,  
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

vals: 双精度型数组, 保存了参数的值。

Model.set()

设置与指定半定约束相关的双精度型参数的值。

概要

```
void set(
    String name,
    PsdConstrArray constrs,
    double[] vals)
```

参量

name: 双精度型参数的名称。

constrs: 指定半定约束构成的 PsdConstrArray 类。

vals: 双精度型数组, 保存了参数的值。

Model.setBasis()

设置行和列的基状态。

概要

```
void setBasis(int[] colbasis, int[] rowbasis)
```

参量

colbasis: 列的基状态。

rowbasis: 行的基状态。

Model.setCoeff()

设置变量的系数。

概要

```
void setCoeff(
    Constraint constr,
    Var var,
    double newVal)
```

参量

constr: 指定的约束。

var: 指定的变量。

newVal: 新系数。

Model.setDblParam()

设置 COPT 双精度型参数的值。

概要

```
void setDblParam(String param, double val)
```

参量

param: 双精度型参数的名称。

val: 双精度型参数的值。

Model.setIntParam()

设置 COPT 整型参数的值。

概要

```
void setIntParam(String param, int val)
```

参量

param: 整型参数的名称。

val: 整型参数的值。

Model.setLpSolution()

设置 LP 解。

概要

```
void setLpSolution(  
    double[] value,  
    double[] slack,  
    double[] rowDual,  
    double[] redCost)
```

参量

value: 变量的解。

slack: 松弛变量的解。

rowDual: 松弛变量的对偶值。

redCost: 变量的对偶值。

Model.setMipStart()

设置给定数目变量的初始值, 从第一个开始。

概要

```
void setMipStart(int count, double[] vals)
```

参量

count: 设置变量的数量。

vals: 变量的值。

Model.setMipStart()

设置指定变量的初始值。

概要

```
void setMipStart(Var var, double val)
```

参量

var: 指定变量。

val: 变量的初始值。

Model.setMipStart()

设置一系列变量的初始值。

概要

```
void setMipStart(Var[] vars, double[] vals)
```

参量

vars: 指定变量数组。

vals: 变量的初始值。

Model.setMipStart()

设置一系列变量的初始值。

概要

```
void setMipStart(VarArray vars, double[] vals)
```

参量

vars: 指定变量构成的 VarArray 类。

vals: 变量的初始值。

Model.setObjConst()

设置目标函数里的的常数。

概要

```
void setObjConst(double constant)
```

参量

constant: 常数的值。

Model.setObjective()

设置模型的目标函数。

概要

```
void setObjective(Expr expr, int sense)
```

参量

expr: 目标函数的表达式。

sense: 对最小化问题设置 COPT_MINIMIZE; 对最大化问题设置 COPT_MAXIMIZE。

Model.setObjSense()

设置目标函数的类型。

概要

```
void setObjSense(int sense)
```

参量

sense: 目标函数的类型。

Model.setPsdCoeff()

设置半定约束中指定半定变量的系数矩阵。

概要

```
void setPsdCoeff(  
    PsdConstraint constr,  
    PsdVar var,  
    SymMatrix mat)
```

参量

constr: 给定的半定约束。

var: 指定的半定变量。

mat: 新系数矩阵。

Model.setPsdObjective()

设置模型的半定目标。

概要

```
void setPsdObjective(PsdExpr expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的半定表达式。

sense: 模型当前的优化方向。

Model.setQuadObjective()

设置模型的二次目标。

概要

```
void setQuadObjective(QuadExpr expr, int sense)
```

参量

expr: 模型目标函数的二次表达式。

sense: 默认值 0 表示不改变模型当前的优化方向。

Model.setSlackBasis()

设置松弛状态。

概要

```
void setSlackBasis()
```

Model.setSolverLogFile()

设置 COPT 的日志文件

概要

```
void setSolverLogFile(String filename)
```

参量

filename: 日志文件名

Model.solve()

求解当前的 MIP 问题。

概要

```
void solve()
```

Model.solveLp()

求解当前的 LP 问题。

概要

```
void solveLp()
```

Model.write()

向文件中输出问题, 解决方案, 基, MIP start 或者改变后的 COPT 参数。

概要

```
void write(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writeBasis()

将最优基输出到“.bas”文件。

概要

```
void writeBasis(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名

Model.writeBin()

将问题以 COPT 二进制格式输出到文件中。

概要

```
void writeBin(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writeIIS()

将 IIS 输出到文件中。

概要

```
void writeIIS(String filename)
```

参量

filename: 输出文件名。

Model.writeLp()

将问题以 LP 格式输出到文件中。

概要

```
void writeLp(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writeMps()

将问题以 MPS 格式输出到文件中。

概要

```
void writeMps(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writeMpsStr()

将问题以 MPS 格式输出到问题缓存中。

概要

```
ProbBuffer writeMpsStr()
```

返回值

输出的 MPS 问题缓存对象。

Model.writeMst()

将 MIP start 信息输出到“.mst”文件。

概要

```
void writeMst(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writeParam()

将更改后的 COPT 参数输出到“.par”文件。

概要

```
void writeParam(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

Model.writePoolSol()

将指定的解池中的结果输出到“.sol”文件。

概要

```
void writePoolSol(int idx, String filename)
```

参量

idx: 解池中解的索引。

filename: 输出的文件名。

Model.writeRelax()

将可行化松弛模型输出到文件中。

概要

```
void writeRelax(String filename)
```

参量

filename: 输出文件名。

Model.writeSol()

将解决方案输出到“.sol”文件。

概要

```
void writeSol(String filename)
```

参量

filename: 输出的文件名。

10.2.4 Var 类

Var 类是杉数优化求解器变量的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

Var.get()

获取变量的属性值。支持"Value", "RedCost", "LB", "UB", and "Obj"属性。

概要

```
double get(String attr)
```

参量

attr: 属性的名称。

返回值

属性的值。

Var.getBasis()

获取变量的基状态。

概要

```
int getBasis()
```

返回值

变量的基状态。

Var.getIdx()

获取变量的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

索引值。

Var.getLowerIIS()

获取变量下界的 IIS 状态。

概要

```
int getLowerIIS()
```

返回值

变量下界的 IIS 状态。

Var.getName()

获取变量的名称。

概要

```
String getName()
```

返回值

变量名称。

Var.getType()

获取变量的类型。

概要

```
char getType()
```

返回值

变量类型。

Var.getUpperIIS()

获取变量上界的 IIS 状态。

概要

```
int getUpperIIS()
```

返回值

变量上界的 IIS 状态。

Var.remove()

从模型中删除变量。

概要

```
void remove()
```

Var.set()

设置变量的属性值。支持“LB”, “UB”和“Obj”属性。

概要

```
void set(String attr, double val)
```

参量

attr: 属性的名称。

val: 新的值。

Var.setName()

设置变量的名称。

概要

```
void setName(String name)
```

参量

name: 变量名称。

Var.setType()

设置变量的类型。

概要

```
void setType(char vtype)
```

参量

vtype: 变量类型。

10.2.5 VarArray 类

为方便用户对一组 Java *Var* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 VarArray 类, 提供了以下成员方法:

VarArray.VarArray()

VarArray 的构造函数。

概要

```
VarArray()
```

VarArray.getVar()

获取 VarArray 类中指定索引值的变量。

概要

```
Var getVar(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

指定索引值的变量。

VarArray.pushBack()

向 VarArray 类中添加一个变量。

概要

```
void pushBack(Var var)
```

参量

var: 变量。

VarArray.size()

获取 VarArray 类中变量的数目。

概要

```
int size()
```

返回值

VarArray 类中变量的数目。

10.2.6 Expr 类

Expr 类是杉数求解器中用于构建线性表达式时变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

Expr.Expr()

Expr 的构造函数。

概要

```
Expr()
```

Expr.Expr()

Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(double constant)
```

参量

constant: Expr 中的常值。

Expr.Expr()

只有一项的 Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(Var var)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

Expr.Expr()

只有一项的 Expr 的构造函数。

概要

```
Expr(Var var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

Expr.addConstant()

增加表达式中的常数。

概要

```
void addConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数改变量。

Expr.addExpr()

添加一个线性表达式的项。

概要

```
void addExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

Expr.addExpr()

添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

mult: 倍数参数。

Expr.addTerm()

向表达式中添加一项。

概要

```
void addTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新项中的变量。

coeff: 新项中的系数。

Expr.addTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double coeff)
```

参量

vars: 新项中的变量数组。

coeff: 新项中的公共系数。

Expr.addTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新项中的变量数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

Expr.addTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double coeff)
```


参量

vars: 新项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新项中的公共系数。

Expr.addTerms()

向表达式中添加项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新项中的系数数组。

Expr.clone()

深度拷贝表达式对象。

概要

```
Expr clone()
```

返回值

复制的表达式对象。

Expr.evaluate()

求解后对线性表达式估值。

概要

```
double evaluate()
```

返回值

表达式估值。

Expr.getCoeff()

获取表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
double getCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的系数。

Expr.getConstant()

获取表达式中的常数。

概要

```
double getConstant()
```

返回值

表达式中的常数。

Expr.getVar()

获取表达式指定索引值项数中的变量。

概要

```
Var getVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值项数中的变量。

Expr.remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

Expr.remove()

删除表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void remove(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

Expr.setCoeff()

设置表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void setCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

Expr.setConstant()

设置表达式中的常数。

概要

```
void setConstant(double constant)
```

参量

constant: 表达式中的常数。

Expr.size()

获取表达式中的项数。

概要

```
long size()
```

返回值

表达式中的项数。

10.2.7 Constraint 类

Constraint 类是杉数求解器线性约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

Constraint.get()

获得 Constraint 的属性值。支持“Dual”, “Slack”, “LB”, “UB”属性。

概要

```
double get(String attr)
```

参量

attr: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

Constraint.getBasis()

获得 Constriant 的基状态。

概要

```
int getBasis()
```

返回值

Constriant 的基状态。

Constraint.getIdx()

获取 Constriant 的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

Constriant 的索引值。

Constraint.getLowerIIS()

获取约束下界的 IIS 状态。

概要

```
int getLowerIIS()
```

返回值

约束下界的 IIS 状态。

Constraint.getName()

获取 Constriant 的名称。

概要

```
String getName()
```

返回值

Constriant 的名称。

Constraint.getUpperIIS()

获取约束上界的 IIS 状态。

概要

```
int getUpperIIS()
```

返回值

约束上界的 IIS 状态。

Constraint.remove()

从模型中删除当前的 Constraint。

概要

```
void remove()
```

Constraint.set()

设置 Constraint 的属性值。支持“LB”, “UB”属性。

概要

```
void set(String attr, double val)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

val: 所需要设置的属性值。

Constraint.setName()

设置 Constraint 的名称。

概要

```
void setName(String name)
```

参量

name: Constraint 的名称。

10.2.8 ConstrArray 类

为方便用户对一组 Java *Constraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Java 接口设计了 ConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

ConstrArray.ConstrArray()

ConstrArray 的构造函数。

概要

```
ConstrArray()
```

ConstrArray.getConstr()

获取 ConstrArray 中的指定索引值的 Constraint。

概要

```
Constraint getConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 Constraint。

ConstrArray.pushBack()

向 ConstrArray 中添加一个 Constraint。

概要

```
void pushBack(Constraint constr)
```

参量

constr: 待添加的 Constraint。

ConstrArray.size()

获取 ConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

ConstrArray 中的元素个数。

10.2.9 ConstrBuilder 类

ConstrBuilder 类是杉数优化求解器中构建线性约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConstrBuilder.ConstrBuilder()

ConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
ConstrBuilder()
```

ConstrBuilder.getExpr()

获取线性约束构建器对象的表达式。

概要

```
Expr getExpr()
```

返回值

Expression 对象。

ConstrBuilder.getRange()

获取线性约束构建器对象的约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

概要

```
double getRange()
```

返回值

约束范围的长度（从下界到上界的长度）。

ConstrBuilder.getSense()

获取线性约束构建器对象的约束类型。

概要

```
char getSense()
```

返回值

约束类型。

ConstrBuilder.set()

设置一个约束构造类的内容。

概要

```
void set(  
    Expr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项

ConstrBuilder.setRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void setRange(Expr expr, double range)
```

参量

expr: 约束表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

10.2.10 ConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 Java *ConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 Java 接口设计了 *ConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

ConstrBuilderArray.ConstrBuilderArray()

ConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
ConstrBuilderArray()
```

ConstrBuilderArray.getBuilder()

获取 *ConstrBuilderArray* 中的指定索引值的 *Constraint*。

概要

```
ConstrBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 *ConstrBuilder*。

ConstrBuilderArray.pushBack()

向 ConstrBuilderArray 中添加一个 ConstrBuilder。

概要

```
void pushBack(ConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 ConstrBuilder。

ConstrBuilderArray.size()

获取 ConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

ConstrBuilderArray 中的元素个数。

10.2.11 Column 类

为了方便用户采用按列建模的方式, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 Column 类, 提供了以下成员方法:

Column.Column()

Column 的构造函数。

概要

```
Column()
```

Column.addColumn()

添加一个列的项, 并乘以倍数。

概要

```
void addColumn(Column col)
```

参量

col: 需要添加的列对象。

Column.addColumn()

添加一个列的项，并乘以倍数。

概要

```
void addColumn(Column col, double mult)
```

参量

col: 需要添加的列对象。

mult: 系数倍数。

Column.addTerm()

添加一个新的项。

概要

```
void addTerm(Constraint constr, double coeff)
```

参量

constr: 待添加项的线性约束。

coeff: 待添加项的系数。

Column.addTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void addTerms(ConstrArray constra, double coeff)
```

参量

constra: 待添加项的线性约束构成的 ConstrArray 类。

coeff: 待添加项的系数。

Column.addTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void addTerms(ConstrArray constra, double[] coeffs)
```

参量

constra: 待添加项的线性约束构成的 ConstrArray 类。

coeffs: 待添加项的系数数组。

Column.addTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void addTerms(Constraint[] constrs, double coeff)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束数组。

coeff: 待添加项的系数。

Column.addTerms()

添加一个或多个新的项。

概要

```
void addTerms(Constraint[] constrs, double[] coeffs)
```

参量

constrs: 待添加项的线性约束数组。

coeffs: 待添加项的系数数组。

Column.clear()

清空 Column 的内容。

概要

```
void clear()
```

Column.clone()

创建 Column 的深度拷贝。

概要

```
Column clone()
```

返回值

Column 的深度拷贝对象。

Column.getCoeff()

获得 Column 中第 i 项的系数。

概要

```
double getCoeff(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的系数。

Column.getConstr()

获得 Column 中第 i 项的线性约束。

概要

```
Constraint getConstr(int i)
```

参量

i: 第 i 项的索引值。

返回值

Column 中第 i 项的线性约束。

Column.remove()

从 Column 中移除指定的项。

概要

```
void remove(int idx)
```

参量

idx: 待移除项的索引值。

Column.remove()

从 Column 中移除指定线性约束所在的项。

概要

```
void remove(Constraint constr)
```

参量

constr: 指定线性约束。

Column.size()

获取 Column 中元素的个数。

概要

```
int size()
```

返回值

Column 中元素的个数。

10.2.12 ColumnArray 类

为方便用户对一组 Java *Column* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 ColumnArray 类, 提供了以下成员方法:

ColumnArray.ColumnArray()

ColumnArray 的构造函数。

概要

```
ColumnArray()
```

ColumnArray.clear()

清空所有的 Column。

概要

```
void clear()
```

ColumnArray.getColumn()

获取 ColumnArray 中的指定索引值的 Column。

概要

```
Column getColumn(int idx)
```

参量

`idx`: 指定的索引值。

返回值

指定的 Column。

ColumnArray.pushBack()

向 ColumnArray 中添加一个 Column。

概要

```
void pushBack(Column col)
```

参量

`col`: 待添加的 Column。

ColumnArray.size()

获取 ColumnArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

ColumnArray 中的元素个数。

10.2.13 Sos 类

SOS 类是杉数求解器的 SOS 约束的相关操作的封装，目前提供了以下成员方法：

Sos.getIdx()

获取 SOS 约束的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

SOS 约束的索引值。

Sos.getIIS()

获取 SOS 约束的 IIS 状态。

概要

```
int getIIS()
```

返回值

IIS 状态。

Sos.remove()

从模型中删除 SOS 约束。

概要

```
void remove()
```

10.2.14 SosArray 类

为方便用户对一组 Java *Sos* 类对象进行操作，杉数求解器的 Java 接口设计了 SosArray 类，提供了以下成员方法：

SosArray.SosArray()

SosArray 的构造函数。

概要

```
SosArray()
```

SosArray.pushBack()

向 SosArray 里添加 SOS 约束。

概要

```
void pushBack(Sos sos)
```

参量

sos: SOS 约束。

SosArray.size()

获取 SosArray 里 SOS 约束个数。

概要

```
int size()
```

返回值

SOS 约束个数。

10.2.15 SosBuilder 类

SosBuilder 类是杉数优化求解器中构建 SOS 约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

SosBuilder.SosBuilder()

SosBuilder 的构造函数。

概要

```
SosBuilder()
```

SosBuilder.getSize()

获取 SOS 约束中元素个数。

概要

```
int getSize()
```

返回值

元素个数。

SosBuilder.getType()

获取 SOS 约束类型。

概要

```
int getType()
```

返回值

SOS 约束类型。

SosBuilder.getVar()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取变量。

概要

```
Var getVar(int idx)
```

参量

`idx`: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素对应的变量。

SosBuilder.getWeight()

从 SOS 约束中指定索引的元素中获取权重。

概要

```
double getWeight(int idx)
```

参量

`idx`: 指定的索引值。

返回值

指定索引元素中对应的权重。

SosBuilder.getWeights()

获取 SOS 约束中所有元素对应的权重。

概要

```
double[] getWeights()
```

返回值

权重数组。

SosBuilder.set()

设置 SOS 约束的变量和权重。

概要

```
void set(
    VarArray vars,
    double[] weights,
    int type)
```

参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

weights: 权重数组。

type: SOS 约束的类型。

10.2.16 SosBuilderArray 类

为方便用户对一组 Java *SosBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 SosBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

SosBuilderArray.SosBuilderArray()

SosBuilderArray 的构造函数。

概要

```
SosBuilderArray()
```

SosBuilderArray.getBuilder()

获取指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
SosBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

指定索引值的 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray.pushBack()

向 SosBuilderArray 类中添加 SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

概要

```
void pushBack(SosBuilder builder)
```

参量

builder: SOS 约束生成器 (SosBuilder)。

SosBuilderArray.size()

获取 SosBuilderArray 类中元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

SosBuilderArray 类中元素个数。

10.2.17 GenConstr 类

GenConstr 类是杉数优化求解器的 Indicator 约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

GenConstr.getIdx()

获取 GenConstr 的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

GenConstr 的索引值。

GenConstr.getIIS()

获取一般约束的 IIS 状态。

概要

```
int getIIS()
```

返回值

IIS 状态。

GenConstr.remove()

从模型中删除 GenConstr。

概要

```
void remove()
```

10.2.18 GenConstrArray 类

为方便用户对一组 Java *GenConstr* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 GenConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

GenConstrArray.GenConstrArray()

GenConstrArray 的构造函数。

概要

```
GenConstrArray()
```

GenConstrArray.getGenConstr()

获取 GenConstrArray 中的指定索引值的 GenConstr。

概要

```
GenConstr getGenConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 GenConstr。

GenConstrArray.pushBack()

向 GenConstrArray 中添加一个 GenConstr。

概要

```
void pushBack(GenConstr genconstr)
```

参量

genconstr: 待添加的 GenConstr。

GenConstrArray.size()

获取 GenConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

GenConstrArray 中的元素个数。

10.2.19 GenConstrBuilder 类

GenConstrBuilder 类是杉数优化求解器中构建 Indicator 约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

GenConstrBuilder.GenConstrBuilder()

GenConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
GenConstrBuilder()
```

GenConstrBuilder.getBinVal()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制值。

概要

```
int getBinVal()
```

返回值

二进制值。

GenConstrBuilder.getBinVar()

获取与 GenConstr 的相关联的二进制变量。

概要

```
Var getBinVar()
```

返回值

二进制变量。

GenConstrBuilder.getExpr()

获取与 GenConstr 的相关联的表达式。

概要

```
Expr getExpr()
```

返回值

表达式对象。

GenConstrBuilder.getSense()

获取与 GenConstr 的相关联的约束类型。

概要

```
char getSense()
```

返回值

约束类型。

GenConstrBuilder.set()

设置 GenConstr 二进制变量，二进制变量取值，表达式，约束类型。

概要

```
void set(
    Var binvar,
    int binval,
    Expr expr,
    char sense)
```

参量

binvar: 二进制变量。

binval: 二进制变量取值。

expr: 表达式。

sense: 约束类型。

10.2.20 GenConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 Java *GenConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 Java 接口设计了 GenConstrBuilderArray 类，提供了以下成员方法：

GenConstrBuilderArray.GenConstrBuilderArray()

GenConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
GenConstrBuilderArray()
```

GenConstrBuilderArray.getBuilder()

获取 GenConstrBuilderArray 中的指定索引值的 GenConstrBuilder。

概要

```
GenConstrBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 GenConstrBuilder。

GenConstrBuilderArray.pushBack()

向 GenConstrBuilderArray 中添加一个 GenConstrBuilder。

概要

```
void pushBack(GenConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 GenConstrBuilder。

GenConstrBuilderArray.size()

获取 GenConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

GenConstrBuilderArray 中的元素个数。

10.2.21 Cone 类

Cone 类是杉数求解器的二阶锥约束的相关操作的封装，目前提供了以下成员方法：

Cone.getIdx()

获取锥约束的下标值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

锥约束的下标值。

Cone.remove()

从模型中删除锥约束。

概要

```
void remove()
```

10.2.22 ConeArray 类

为方便用户对一组 Java *Cone* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Java 接口设计了 ConeArray 类, 提供了以下成员方法:

ConeArray.ConeArray()

ConeArray 的构造函数。

概要

```
ConeArray()
```

ConeArray.pushBack()

向 ConeArray 里添加锥约束。

概要

```
void pushBack(Cone cone)
```

参量

cone: 锥约束。

ConeArray.size()

获取 ConeArray 里锥约束个数。

概要

```
int size()
```

返回值

锥约束个数。

10.2.23 ConeBuilder 类

ConeBuilder 类是杉数优化求解器中构建二阶锥约束的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

ConeBuilder.ConeBuilder()

ConeBuilder 的构造函数。

概要

```
ConeBuilder()
```

ConeBuilder.getSize()

获取锥约束中变量个数。

概要

```
int getSize()
```

返回值

变量个数。

ConeBuilder.getType()

获取锥约束类型。

概要

```
int getType()
```

返回值

锥约束类型。

ConeBuilder.getVar()

从锥约束中指定下标的变量。

概要

```
Var getVar(int idx)
```

参量

idx: 指定的下标值。

返回值

指定下标对应的变量。

ConeBuilder.set()

设置锥约束的变量和类型。

概要

```
void set(VarArray vars, int type)
```


参量

vars: 变量构成的 VarArray 类。

type: 锥约束的类型。

10.2.24 ConeBuilderArray 类

为方便用户对一组 Java *ConeBuilder* 类对象进行操作, 杉数优化求解器的 Java 接口设计了 ConeBuilderArray 类, 提供了以下成员方法:

ConeBuilderArray.ConeBuilderArray()

ConeBuilderArray 的构造函数。

概要

```
ConeBuilderArray()
```

ConeBuilderArray.getBuilder()

获取指定索引值的锥约束生成器 (ConeBuilder)。

概要

```
ConeBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

返回值

指定索引值的锥约束生成器 (ConeBuilder)。

ConeBuilderArray.pushBack()

向 ConeBuilderArray 类中添加锥约束生成器 (ConeBuilder)。

概要

```
void pushBack(ConeBuilder builder)
```

参量

builder: 锥约束生成器 (ConeBuilder)。

ConeBuilderArray.size()

获取 ConeBuilderArray 类中元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

ConeBuilderArray 类中元素个数。

10.2.25 QuadExpr 类

COPT 二次表达式包括一个线性表达式，一些二次项相关的变量和对应系数。QuadExpr 类是杉数求解器中用于构建二次表达式时对变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

QuadExpr.QuadExpr()

二次表达式的构造函数。

概要

QuadExpr()

QuadExpr.QuadExpr()

二次表达式的构造函数。

概要

QuadExpr(double constant)

参量

constant: 二次表达式中的常值。

QuadExpr.QuadExpr()

只有一线性项的二次表达式的构造函数。

概要

QuadExpr(Var var)

参量

var: 添加的一线性项对应的变量。

QuadExpr.QuadExpr()

只有一线性项的二次表达式的构造函数。

概要

QuadExpr(Var var, double coeff)

参量

var: 添加的一线性项对应的变量。

coeff: 添加的一线性项对应的参数。

QuadExpr.QuadExpr()

二次表达式的构造函数，初始值是给定的线性表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 二次表达式中的线性部分。

QuadExpr.QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr expr, Var var)
```

参量

expr: 一个初始的线性表达式。

var: 另一个初始的变量。

QuadExpr.QuadExpr()

使用两个线性表达式构造的二次表达式。

概要

```
QuadExpr(Expr left, Expr right)
```

参量

left: 一个初始的线性表达式。

right: 另一个初始的线性表达式。

QuadExpr.addConstant()

增加二次表达式中的常数。

概要

```
void addConstant(double constant)
```

参量

constant: 二次表达式中的常数改变量。

QuadExpr.addLinExpr()

在二次表达式中添加一个线性表达式。

概要

```
void addLinExpr(Expr expr)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式。

QuadExpr.addLinExpr()

添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addLinExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式

mult: 倍数参数。

QuadExpr.addQuadExpr()

在二次表达式中添加一个二次表达式。

概要

```
void addQuadExpr(QuadExpr expr)
```

参量

expr: 需要添加的二次表达式。

QuadExpr.addQuadExpr()

添加一个二次表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addQuadExpr(QuadExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的二次表达式

mult: 倍数参数。

QuadExpr.addTerm()

向二次表达式中添加一线性项。

概要

```
void addTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数。

QuadExpr.addTerm()

向二次表达式中添加一个二次项。

概要

```
void addTerm(  
    Var var1,  
    Var var2,  
    double coeff)
```

参量

var1: 新二次项中的变量 1。

var2: 新二次项中的变量 2。

coeff: 新二次项中的系数。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加一些线性项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeff: 新线性项中的公共系数。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加一些线性项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加线性项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新线性项中的公共系数。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加线性项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加一些二次项。

概要

```
void addTerms(  
    VarArray vars1,  
    VarArray vars2,  
    double[] coeffs)
```

参量

vars1: 新二次项中的变量数组 1。

vars2: 新二次项中的变量数组 2。

coeffs: 新二次项中的系数数组。

QuadExpr.addTerms()

向二次表达式中添加一些二次项。

概要

```
void addTerms(  
    Var[] vars1,  
    Var[] vars2,  
    double[] coeffs)
```

参量

vars1: 新二次项中的变量数组 1。

vars2: 新二次项中的变量数组 2。

coeffs: 新二次项中的系数数组。

QuadExpr.clone()

深度拷贝二次表达式对象。

概要

```
QuadExpr clone()
```

返回值

复制的二次表达式对象。

QuadExpr.evaluate()

求解后对二次表达式估值。

概要

```
double evaluate()
```

返回值

表达式估值。

QuadExpr.getCoeff()

获取二次表达式指定索引值对应项数中的系数。

概要

```
double getCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的系数。

QuadExpr.getConstant()

获取二次表达式中的常数。

概要

```
double getConstant()
```

返回值

二次表达式中的常数。

QuadExpr.getLinExpr()

获取二次表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr getLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

QuadExpr.getVar1()

获取二次表达式指定索引值对应项数中的第一个变量。

概要

```
Var getVar1(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的第一个变量。

QuadExpr.getVar2()

获取表达式指定索引值对应项数中的第二个变量。

概要

```
Var getVar2(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项数中的第二个变量。

QuadExpr.remove()

删除二次表达式中指定索引值的项。

概要

```
void remove(int idx)
```

参量

`idx`: 指定索引值。

QuadExpr.remove()

删除二次表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void remove(Var var)
```

参量

`var`: 指定删除的变量。

QuadExpr.setCoeff()

设置二次表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void setCoeff(int i, double val)
```

参量

`i`: 指定索引值。

`val`: 指定索引值项数中的参数。

QuadExpr.setConstant()

设置二次表达式中的常数。

概要

```
void setConstant(double constant)
```

参量

`constant`: 二次表达式中的常数。

QuadExpr.size()

获取二次表达式中的项数。

概要

```
long size()
```

返回值

二次表达式中的二次项数。

10.2.26 QConstraint 类

QConstraint 类是杉数求解器对二次约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

QConstraint.get()

获得二次约束的属性值。

概要

```
double get(String attr)
```

参量

attr: 所需要获得的属性名称。

返回值

属性值。

QConstraint.getIdx()

获取二次约束的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

二次约束的索引值。

QConstraint.getName()

获取二次约束的名称。

概要

```
String getName()
```

返回值

二次约束的名称。

QConstraint.getRhs()

获得二次约束的右端值。

概要

```
double getRhs()
```

返回值

二次约束的右端值。

QConstraint.getSense()

获得二次约束的右端值。

概要

```
char getSense()
```

返回值

二次约束的右端值。

QConstraint.remove()

从模型中删除当前的 QConstriant。

概要

```
void remove()
```

QConstraint.set()

设置 QConstriant 的属性值。

概要

```
void set(String attr, double val)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

val: 所需要设置的属性值。

QConstraint.setName()

设置二次约束的名称。

概要

```
void setName(String name)
```

参量

name: 二次约束的名称。

QConstraint.setRhs()

设置二次约束的右端值。

概要

```
void setRhs(double rhs)
```

参量

rhs: 二次约束的右端值。

QConstraint.setSense()

设置二次约束的类型。

概要

```
void setSense(char sense)
```

参量

sense: 二次约束的类型。

10.2.27 QConstrArray 类

为方便用户对一组 Java *QConstraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Java 接口设计了 QConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

QConstrArray.QConstrArray()

QConstrArray 的构造函数。

概要

```
QConstrArray()
```

QConstrArray.getQConstr()

获取 QConstrArray 中的指定索引值的 QConstraint。

概要

```
QConstraint getQConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 QConstraint。

QConstrArray.pushBack()

向 QConstrArray 中添加一个 QConstraint。

概要

```
void pushBack(QConstraint constr)
```

参量

constr: 待添加的 QConstraint。

QConstrArray.size()

获取 QConstrArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

QConstrArray 中的元素个数。

10.2.28 QConstrBuilder 类

QConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建二次约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

QConstrBuilder.QConstrBuilder()

QConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
QConstrBuilder()
```

QConstrBuilder.getQuadExpr()

获取二次约束构建器对象的表达式。

概要

```
QuadExpr getQuadExpr()
```

返回值

二次表达式对象。

QConstrBuilder.getSense()

获取二次约束构建器对象的约束类型。

概要

```
char getSense()
```

返回值

约束类型。

QConstrBuilder.set()

设置一个二次约束的表达式，类型和边界值。

概要

```
void set(  
    QuadExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的二次表达式。

sense: 二次约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

10.2.29 QConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 Java *QConstrBuilder* 类对象进行操作，杉数优化求解器的 Java 接口设计了 *QConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

QConstrBuilderArray.QConstrBuilderArray()

QConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
QConstrBuilderArray()
```

QConstrBuilderArray.getBuilder()

获取 *QConstrBuilderArray* 中的指定索引值的 *QConstraint*。

概要

```
QConstrBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的 *QConstrBuilder*。

QConstrBuilderArray.pushBack()

向 QConstrBuilderArray 中添加一个 QConstrBuilder。

概要

```
void pushBack(QConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的 QConstrBuilder。

QConstrBuilderArray.size()

获取 QConstrBuilderArray 中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

QConstrBuilderArray 中的元素个数。

10.2.30 PsdVar

PsdVar 类是杉数优化求解器对半定变量的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

PsdVar.get()

获取半定变量的属性值。

概要

```
double[] get(String attr)
```

参量

attr: 属性的名称。

返回值

输出双精度型数组，保存了属性值。

PsdVar.getDim()

获取半定变量的维度。

概要

```
int getDim()
```

返回值

半定变量的维度。

PsdVar.getIdx()

获取半定变量展开后的长度。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

半定变量展开后的长度。

PsdVar.getLen()

获取半定变量展开后的长度。

概要

```
int getLen()
```

返回值

半定变量展开后的长度。

PsdVar.getName()

获取半定变量的名称。

概要

```
String getName()
```

返回值

半定变量名称。

PsdVar.remove()

从模型中删除半定变量。

概要

```
void remove()
```

10.2.31 PsdVarArray

为方便用户对一组 *PsdVar* 对象进行操作，杉数优化求解器的 Java 接口设计了 PsdVarArray 类，提供了以下成员方法：

PsdVarArray.PsdVarArray()

PsdVarArray 的构造函数。

概要

```
PsdVarArray()
```

PsdVarArray.getPsdVar()

获取半定变量数组里指定索引的半定变量。

概要

```
PsdVar getPsdVar(int idx)
```

参量

idx: 半定变量的索引。

返回值

指定索引的半定变量。

PsdVarArray.pushBack()

向半定变量数组里添加半定变量。

概要

```
void pushBack(PsdVar var)
```

参量

var: 半定变量。

PsdVarArray.reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdVarArray.size()

获取半定变量数组里半定变量个数。

概要

```
int size()
```

返回值

半定变量个数。

10.2.32 PsdExpr

COPT 半定表达式包括一个线性表达式，一些半定变量和对应的系数矩阵。PsdExpr 类是杉数求解器中用于构建半定表达式时对半定变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

PsdExpr.PsdExpr()

半定表达式的构造函数。

概要

```
PsdExpr(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式对象中的常量。

PsdExpr.PsdExpr()

使用变量和其系数构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(Var var)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

PsdExpr.PsdExpr()

使用变量和其系数构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(Var var, double coeff)
```

参量

var: 添加的这一项对应的变量。

coeff: 添加的这一项对应的参数，默认值为 1.0。

PsdExpr.PsdExpr()

使用线性表达式构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(Expr expr)
```

参量

`expr`: 初始的线性表达式。

PsdExpr.PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(PsdVar var, SymMatrix mat)
```

参量

`var`: 添加的这一项对应的半定变量。

`mat`: 添加的这一项对应的系数矩阵。

PsdExpr.PsdExpr()

使用半定变量和其系数矩阵表达式构造的半定表达式。

概要

```
PsdExpr(PsdVar var, SymMatExpr expr)
```

参量

`var`: 添加的这一项对应的半定变量。

`expr`: 新半定项中对称矩阵的表达式。

PsdExpr.addConstant()

增加半定表达式中的常数。

概要

```
void addConstant(double constant)
```

参量

`constant`: 半定表达式中的常数改变量。

PsdExpr.addLinExpr()

在半定表达式中添加一个线性表达式。

概要

```
void addLinExpr(Expr expr)
```

参量

`expr`: 需要添加的线性表达式。

PsdExpr.addLinExpr()

在半定表达式中添加一个线性表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addLinExpr(Expr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的线性表达式

mult: 倍数。

PsdExpr.addPsdExpr()

添加一个半定表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addPsdExpr(PsdExpr expr)
```

参量

expr: 需要添加的半定表达式。

PsdExpr.addPsdExpr()

添加一个半定表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addPsdExpr(PsdExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的半定表达式。

mult: 倍数。

PsdExpr.addTerm()

向半定表达式中添加一线性项。

概要

```
void addTerm(Var var, double coeff)
```

参量

var: 新线性项中的变量。

coeff: 新线性项中的系数。

PsdExpr.addTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void addTerm(PsdVar var, SymMatrix mat)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

mat: 新半定项中的系数矩阵。

PsdExpr.addTerm()

向半定表达式中添加一个半定项。

概要

```
void addTerm(PsdVar var, SymMatExpr expr)
```

参量

var: 新半定项中的半定变量。

expr: 新半定项中对称矩阵的表达式。

PsdExpr.addTerms()

向半定表达式中添加一些线性项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeff: 新线性项中的公共系数。

PsdExpr.addTerms()

向表达式中添加一些线性项。

概要

```
void addTerms(Var[] vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量数组。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

PsdExpr.addTerms()

向半定表达式中添加线性项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double coeff)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeff: 新线性项中的公共系数。

PsdExpr.addTerms()

向半定表达式中添加线性项。

概要

```
void addTerms(VarArray vars, double[] coeffs)
```

参量

vars: 新线性项中的变量构成的 VarArray 类。

coeffs: 新线性项中的系数数组。

PsdExpr.addTerms()

向表达式中添加一些半定项。

概要

```
void addTerms(PsdVarArray vars, SymMatrixArray mats)
```

参量

vars: 新半定项中的半定变量数组。

mats: 新半定项中的系数矩阵数组。

PsdExpr.addTerms()

向表达式中添加一些半定项。

概要

```
void addTerms(PsdVar[] vars, SymMatrix[] mats)
```

参量

vars: 新半定项中的半定变量数组。

mats: 新半定项中的系数矩阵数组。

PsdExpr.clone()

深度拷贝半定表达式对象。

概要

```
PsdExpr clone()
```

返回值

复制的半定表达式对象。

PsdExpr.evaluate()

求解后对半定表达式估值。

概要

```
double evaluate()
```

返回值

表达式估值。

PsdExpr.getCoeff()

获取半定表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
SymMatExpr getCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的半定表达式项的系数矩阵表达式。

PsdExpr.getConstant()

获取半定表达式中的常数项。

概要

```
double getConstant()
```

返回值

半定表达式中的常数项。

PsdExpr.getLinExpr()

获取半定表达式中的线性表达式。

概要

```
Expr getLinExpr()
```

返回值

线性表达式对象。

PsdExpr.getPsdVar()

获取半定表达式指定索引值对应项中的半定变量。

概要

```
PsdVar getPsdVar(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的半定变量对象。

PsdExpr.multiply()

对半定表达式乘以常数。

概要

```
void multiply(double c)
```

参量

c: 常数操作数。

PsdExpr.remove()

删除半定表达式中指定索引值的项。

概要

```
void remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

PsdExpr.remove()

删除半定表达式中与指定变量相关的项。

概要

```
void remove(Var var)
```

参量

var: 指定变量。

PsdExpr.remove()

删除半定表达式中与指定半定变量相关的项。

概要

```
void remove(PsdVar var)
```

参量

var: 指定半定变量。

PsdExpr.setCoeff()

设置半定表达式指定索引值对应项的系数矩阵。

概要

```
void setCoeff(int i, SymMatrix mat)
```

参量

i: 指定索引值。

mat: 指定索引值对应项的系数矩阵。

PsdExpr.setConstant()

设置半定表达式中的常数。

概要

```
void setConstant(double constant)
```

参量

constant: 半定表达式中的常数。

PsdExpr.size()

获取半定表达式中的半定项数。

概要

```
long size()
```

返回值

半定表达式中的半定项数。

10.2.33 PsdConstraint

PsdConstraint 类是杉数求解器对半定约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

PsdConstraint.get()

获得半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
double get(String attr)
```

参量

attr: 所需要获得的属性名称。

返回值

双精度属性值。

PsdConstraint.getIdx()

获取半定约束的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

半定约束的索引值。

PsdConstraint.getName()

获取半定约束的名称。

概要

```
String getName()
```

返回值

半定约束的名称。

PsdConstraint.remove()

从模型中删除当前的半定约束。

概要

```
void remove()
```

PsdConstraint.set()

设置半定约束的属性值。支持半定相关的属性。

概要

```
void set(String attr, double value)
```

参量

attr: 所需要设置的属性名称。

value: 所需要设置的属性值。

PsdConstraint.setName()

设置半定约束的名称。

概要

```
void setName(String name)
```

参量

name: 半定约束的名称。

10.2.34 PsdConstrArray

为方便用户对一组 Java *PsdConstraint* 对象进行操作, 杉数求解器的 Java 接口设计了 PsdConstrArray 类, 提供了以下成员方法:

PsdConstrArray.PsdConstrArray()

PsdConstrArray 的构造函数。

概要

```
PsdConstrArray()
```

PsdConstrArray.getPsdConstr()

获取半定约束数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstraint getPsdConstr(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束。

PsdConstrArray.pushBack()

向半定约束数组中添加一个半定约束。

概要

```
void pushBack(PsdConstraint constr)
```

参量

constr: 待添加的半定约束。

PsdConstrArray.reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrArray.size()

获取半定约束数组中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

半定约束数组中的元素个数。

10.2.35 PsdConstrBuilder

PsdConstrBuilder 类是杉数优化求解器中对构建半定约束的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

PsdConstrBuilder.PsdConstrBuilder()

PsdConstrBuilder 的构造函数。

概要

```
PsdConstrBuilder()
```

PsdConstrBuilder.getPsdExpr()

获取半定约束相关的表达式。

概要

```
PsdExpr getPsdExpr()
```

返回值

半定表达式对象。

PsdConstrBuilder.getRange()

获取半定约束生成器对象的约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

概要

```
double getRange()
```

返回值

半定约束范围的长度（从下界到上界的长度）。

PsdConstrBuilder.getSense()

获取半定约束相关约束类型。

概要

```
char getSense()
```

返回值

半定约束类型。

PsdConstrBuilder.set()

设置一个半定约束的表达式，类型和边界值。

概要

```
void set(  
    PsdExpr expr,  
    char sense,  
    double rhs)
```

参量

expr: 约束一侧的半定表达式。

sense: 除了 COPT_RANGE 外的半定约束类型。

rhs: 约束另一侧的常数项。

PsdConstrBuilder.setRange()

设置一个范围约束（带有上下界）。

概要

```
void setRange(PsdExpr expr, double range)
```

参量

expr: 半定表达式。其表达式的常数项的负数其实是这个约束的上界。

range: 约束范围的长度（从下界到上界的长度，必须大于 0）。

10.2.36 PsdConstrBuilderArray

为方便用户对一组 Java *PsdConstrBuilder* 对象进行操作，杉数优化求解器的 Java 接口设计了 *PsdConstrBuilderArray* 类，提供了以下成员方法：

PsdConstrBuilderArray.PsdConstrBuilderArray()

PsdConstrBuilderArray 的构造函数。

概要

```
PsdConstrBuilderArray()
```

PsdConstrBuilderArray.getBuilder()

获取半定约束生成器数组中的指定索引值的半定约束。

概要

```
PsdConstrBuilder getBuilder(int idx)
```

参量

idx: 指定的索引值。

返回值

指定的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray.pushBack()

向半定约束生成器数组中添加一个半定约束生成器。

概要

```
void pushBack(PsdConstrBuilder builder)
```

参量

builder: 待添加的半定约束生成器。

PsdConstrBuilderArray.reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

PsdConstrBuilderArray.size()

获取半定约束生成器数组中的元素个数。

概要

```
int size()
```

返回值

半定约束生成器数组中的元素个数。

10.2.37 SymMatrix

对称矩阵作为半定项中的系数矩阵，常用在半定表达式，半定约束和半定目标函数中。SymMatrix 类是杉数优化求解器中对称矩阵的封装，提供了以下成员方法：

SymMatrix.getDim()

获取对称矩阵的维度。

概要

```
int getDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatrix.getIdx()

获取对称矩阵的索引值。

概要

```
int getIdx()
```

返回值

对称矩阵的索引值。

10.2.38 SymMatrixArray

为方便用户对一组 Java *SymMatrix* 对象进行操作, 杉数求解器的 Java 接口设计了 SymMatrixArray 类, 提供了以下成员方法:

SymMatrixArray.SymMatrixArray()

SymMatrixArray 的构造函数。

概要

```
SymMatrixArray()
```

SymMatrixArray.getMatrix()

获取对称矩阵数组里指定下标的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix getMatrix(int idx)
```

参量

`idx`: 对称矩阵的下标。

返回值

指定下标的对称矩阵。

SymMatrixArray.pushBack()

向对称矩阵数组里附加一个对称矩阵。

概要

```
void pushBack(SymMatrix mat)
```

参量

`mat`: 对称矩阵。

SymMatrixArray.reserve()

预分配大小为 `n` 项的空间。

概要

```
void reserve(int n)
```

参量

`n`: 容纳 `n` 项的空间。

SymMatrixArray.size()

获取对称矩阵数组里对称矩阵个数。

概要

```
int size()
```

返回值

对称矩阵个数。

10.2.39 SymMatExpr

对称矩阵表达式对于对称矩阵的线性组合，其计算结果实际还是一个对称矩阵。表达式的好处是可以延迟计算结果矩阵，直到设置半定约束或者半定目标函数时。SymMatExpr 类是杉数优化求解器中对称矩阵表达式的封装，提供了以下成员方法：

SymMatExpr.SymMatExpr()

对称矩阵表达式的默认构造函数。

概要

```
SymMatExpr()
```

SymMatExpr.SymMatExpr()

使用对称矩阵和其系数构造的表达式。

概要

```
SymMatExpr(SymMatrix mat, double coeff)
```

参量

mat: 添加的这一项对应的对称矩阵。

coeff: 添加的这一项对应的参数。

SymMatExpr.addSymMatExpr()

添加一个对称矩阵表达式的项，并乘以倍数。

概要

```
void addSymMatExpr(SymMatExpr expr, double mult)
```

参量

expr: 需要添加的对称矩阵表达式。

mult: 系数倍数。

SymMatExpr.addTerm()

向对称矩阵表达式中添加一项。

概要

```
Boolean addTerm(SymMatrix mat, double coeff)
```

参量

mat: 新项中的对称矩阵。

coeff: 新项中的系数。

返回值

布尔值, 表示新项是否成功添加。

SymMatExpr.addTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int addTerms(SymMatrixArray mats, double[] coeffs)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.addTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int addTerms(SymMatrix[] mats, double[] coeffs)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeffs: 新项中的系数数组。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.addTerms()

向表达式中添加多个项。

概要

```
int addTerms(SymMatrix[] mats, double coeff)
```

参量

mats: 新项中的对称矩阵数组。

coeff: 新项中的公用系数。

返回值

增加的项数。如果返回负值, 至少有一项添加失败。

SymMatExpr.clone()

深度拷贝对称矩阵表达式。

概要

```
SymMatExpr clone()
```

返回值

新的表达式对象。

SymMatExpr.getCoeff()

获取表达式中指定索引值对应项的系数。

概要

```
double getCoeff(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应的表达式项的系数。

SymMatExpr.getDim()

获取表达式中对称矩阵的维度。

概要

```
int getDim()
```

返回值

对称矩阵的维度。

SymMatExpr.getSymMat()

获取表达式指定索引值对应项中的对称矩阵。

概要

```
SymMatrix getSymMat(int i)
```

参量

i: 指定索引值。

返回值

指定索引值对应项的对称矩阵对象。

SymMatExpr.multiply()

对对称矩阵表达式乘以常数。

概要

```
void multiply(double c)
```

参量

c: 常数操作数。

SymMatExpr.remove()

删除表达式中指定索引值的项。

概要

```
void remove(int idx)
```

参量

idx: 指定索引值。

SymMatExpr.remove()

删除对称矩阵表达式中与指定对称矩阵相关的项。

概要

```
void remove(SymMatrix mat)
```

参量

mat: 指定的对称矩阵。

SymMatExpr.reserve()

预分配大小为 n 项的空间。

概要

```
void reserve(int n)
```

参量

n: 容纳 n 项的空间。

SymMatExpr.setCoeff()

设置表达式指定索引值项数中的系数。

概要

```
void setCoeff(int i, double val)
```

参量

i: 指定索引值。

val: 指定索引值项数中的参数。

SymMatExpr.size()

获取对称矩阵表达式中的项数。

概要

```
long size()
```

返回值

对称矩阵表达式中的项数。

10.2.40 ProbBuffer 类

ProbBuffer 类是字符流缓冲区的封装，提供了以下成员方法：

ProbBuffer.ProbBuffer()

ProbBuffer 的构造函数。

概要

```
ProbBuffer(int sz)
```

参量

sz: ProbBuffer 的初始大小

ProbBuffer.getData()

获取在缓存里的问题字符流。

概要

```
String getData()
```

返回值

缓存中的问题字符流。

ProbBuffer.resize()

调整缓存到给定大小。

概要

```
void resize(int sz)
```

参量

sz: 指定的缓存大小。

ProbBuffer.size()

获取缓存大小。

概要

```
int size()
```

返回值

缓存大小。

10.2.41 CoptException 类

CoptException 类是杉数优化求解器的错误处理相关操作的封装。当方法调用对应的杉数求解器底层接口发生错误时，则抛出 CoptException 类的异常，提供了以下属性值访问相应的错误信息：

CoptException.CoptException()

CoptException 的构造函数。

概要

```
CoptException(int code, String msg)
```

参量

code: 异常错误代码。

msg: 异常的错误信息。

CoptException.getCode()

获取异常错误代码。

概要

```
int getCode()
```

返回值

异常错误代码。

第十一章 Python API 参考手册

为了方便用户对复杂应用场景进行建模并调用求解器进行求解，杉数求解器设计并提供了 Python 接口，本章节将对 Python 接口的功能进行阐述。

11.1 COPT 常数类

常数类定义了使用 Python 接口建模时必要的常数，包括一般常数、信息、参数和属性四大类常数。本节将依次阐述上述四类常数的内容与使用方法。

11.1.1 一般常数

一般常数主要定义了建模中常用的常数，包括优化方向、变量类型和求解状态等。用户通过 `COPT` 前缀访问一般常数，如 `COPT.VERSION_MAJOR` 表示软件大版本号信息。

- 版本信息：
 - `VERSION_MAJOR`
软件大版本号
 - `VERSION_MINOR`
软件小版本号
 - `VERSION_TECHNICAL`
软件修复版本编号
- 优化方向
 - `MAXIMIZE`
最大化目标函数
 - `MINIMIZE`
最小化目标函数
- 无边界
 - `INFINITY`
无边界量默认值 (`1e30`)
- 未定义

- UNDEFINED

未定义量的默认值为 ($1e40$)

- 约束类型

- LESS_EQUAL

形如 $g(x) \leq b$ 的约束

- GREATER_EQUAL

形如 $g(x) \geq b$ 的约束

- EQUAL

形如 $g(x) = b$ 的约束

- FREE

无边界约束的表达式

- RANGE

同时有上下边界的, 形如 $l \leq g(x) \leq u$ 的约束

- 变量类型

- CONTINUOUS

连续变量

- BINARY

二进制变量

- INTEGER

整数变量

- SOS 约束类型

- SOS_TYPE1

SOS1 约束

- SOS_TYPE2

SOS2 约束

- 二阶锥约束类型

- CONE_QUAD

标准二阶锥

- CONE_RQUAD

旋转二阶锥

- 基状态

- BASIS_LOWER

非基变量, 取值下边界。

– BASIS_BASIC

基变量。

– BASIS_UPPER

非基变量, 取值上边界。

– BASIS_SUPERBASIC

非基变量, 但取值非上下边界。

– BASIS_FIXED

非基变量, 固定在它唯一的边界 (上下边界相等)。

• 解状态

– UNSTARTED

尚未开始求解。

– OPTIMAL

找到了最优解。

– INFEASIBLE

模型是无解的。

– UNBOUNDED

目标函数在优化方向没有边界。

– INF_OR_UNB

模型无解或目标函数在优化方向没有边界。

– NUMERICAL

求解遇到数值问题。

– NODELIMIT

在节点限制到达前未能完成求解。

– TIMEOUT

在时间限制到达前未能完成求解。

– UNFINISHED

求解终止。但是由于数值问题, 求解器无法给出结果。

– INTERRUPTED

用户中止。

• 客户端配置参数

– CLIENT_CLUSTER

远程服务器的 IP 地址。

- **CLIENT_FLOATING**

令牌服务器的 IP 地址。

- **CLIENT_PASSWORD**

远程服务器的密码。

- **CLIENT_PORT**

令牌服务器的通信端口。

- **CLIENT_WAITTIME**

客户端连接等待时间。

11.1.2 信息

信息类常数包括模型信息和求解结果相关信息。用户可通过 `COPT.Info` 前缀访问信息常数, 如 `COPT.Info.Obj` 表示变量的目标函数系数。信息常数可用于 `Model.getInfo()` 和 `Model.setInfo()` 方法、`Var.getInfo()` 和 `Var.setInfo()` 方法、`Constraint.getInfo()` 和 `Constraint.setInfo()` 方法中, 获取或设置相关信息。

- 模型相关信息

- **Obj**

- 变量（列）的目标函数系数。

- **LB**

- 变量（列）或者约束（行）的下界。

- **UB**

- 变量（列）或者约束（行）的上界。

- 求解结果相关信息

- **Value**

- 变量（列）的取值。

- **Slack**

- 松弛变量的取值, 也叫做约束的活跃程度 (activities)。仅适用于线性规划模型。

- **Dual**

- 对偶变量的取值。仅适用于线性规划模型。

- **RedCost**

- 变量的 Reduced cost。仅适用于线性规划模型。

- 对偶 Farkas 和主元射线

进阶话题。

当线性规划问题无可行解或者无界时, 求解器可以返回对偶 Farkas (也叫做对偶极射线) 或者主元射线 (也叫做极射线) 作为证明。

– DualFarkas

线性规划问题无可行解时, 线性约束的对偶 Farkas (也叫做对偶极射线)。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数, 以确保求解器可以返回对偶 Farkas。

对偶 Farkas 的作用可以用形如 $Ax = 0$ and $l \leq x \leq u$ 的线性规划约束解释。当该线性规划无可行解时, 使用对偶 Farkas 向量 y 可以证明线性约束系统存在冲突: $\max y^T Ax < y^T b = 0$ 。如何计算 $\max y^T Ax$: 使用向量 $\hat{a} = y^T A$, 当 $\hat{a}_i < 0$ 时选择 $x_i = l_i$ 或者 $\hat{a}_i > 0$ 时选择 $x_i = u_i$, 可以计算出表达式 $y^T Ax$ 的最大可能取值。

有些应用依赖于另一种等价的线性系统冲突证明: $\min \bar{y}^T Ax > \bar{y}^T b = 0$ 。对于此种情况, 可以对求解器返回的对偶 Farkas 取负值实现, 即 $\bar{y} = -y$ 。

在极端情况下, 求解器可能无法返回有效的对偶 Farkas。例如当线性规划问题的不可行性微乎其微时。此时, 我们建议用 FeasRelax 功能研究或者修复线性规划的不可行性。

– PrimalRay

线性规划问题无界时, 变量的主元射线 (也叫做极射线)。请设置 "ReqFarkasRay" 这一参数, 以确保求解器可以返回主元射线。

对于一个求解最小值的线性规划问题 $\min c^T x, Ax = b$ and $x \geq 0$, 主元射线向量 r 满足以下条件: $r \geq 0, Ar = 0$ 以及 $c^T r < 0$ 。

• 可行化松弛结果相关信息

– RelaxLB

变量 (列) 或者约束 (行) 下界的可行化冲突量。

– RelaxUB

变量 (列) 或者约束 (行) 上界的可行化冲突量。

11.1.3 参数

参数类常数表示杉数求解器的优化参数。用户可通过 `COPT.Param` 前缀访问参数常数, 如 `COPT.Param.TimeLimit` 表示模型的求解时间限制。参数类常数可用于 `Model.getParam()`、`Model.setParam()` 和 `Model.getParamInfo()` 方法中, 获取或设置优化求解参数值。参数的具体定义详见 [参数](#) 章节介绍。

• 限制和容差

– TimeLimit

优化求解的时间限制 (秒)。

– NodeLimit

整数规划求解的节点数限制。

- **BarIterLimit**

内点法求解时的迭代数限制。

- **MatrixTol**

输入矩阵的系数容差。

- **FeasTol**

变量、约束取值的可行性容差。

- **DualTol**

对偶解的可行性容差。

- **IntTol**

变量的整数解容差。

- **RelGap**

整数规划的最优相对容差。

- 预求解相关

- **Presolve**

是否在求解一个模型前, 进行预求解。

- **Scaling**

是否在求解一个模型前, 调整系数矩阵的数值 (Scaling)。

- **Dualize**

是否构建并求解对偶模型。

- 线性规划相关

- **LpMethod**

求解线性规划问题的算法。

- **DualPrice**

选定对偶单纯形法的 Pricing 算法。

- **DualPerturb**

是否允许对偶单纯形算法使用目标函数摄动。

- **BarHomogeneous**

是否使用齐次自对偶方法。

- **BarOrder**

内点法矩阵排列算法。

- **Crossover**

是否进行 Crossover。

- ReqFarkasRay

进阶话题。当线性规划问题无可行解或者无界时，是否计算对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）或者主元射线（也叫做极射线）。

- 半定规划相关

- SDPMethod

半定规划求解方法。

- 整数规划相关

- CutLevel

生成割平面的强度。

- RootCutLevel

根节点生成割平面的强度。

- TreeCutLevel

搜索树生成割平面的强度。

- RootCutRounds

根节点生成割平面的次数。

- NodeCutRounds

搜索树节点生成割平面的次数。

- HeurLevel

启发式算法的强度。

- RoundingHeurLevel

Rounding 启发式算法的强度。

- DivingHeurLevel

Diving 启发式算法的强度。

- SubMipHeurLevel

基于子 MIP 的启发式算法的强度。

- StrongBranching

Strong Branching 的强度。

- ConflictAnalysis

是否使用冲突分析。

- MipStartMode

处理初始解的方式。

- MipStartNodeLimit

补全不完整的初始解时，求解的子 MIP 的节点数限制。

- 并行计算相关
 - **Threads**
问题求解时使用的线程数。
 - **BarThreads**
内点法使用的线程数。
 - **SimplexThreads**
对偶单纯形法使用的线程数。
 - **CrossoverThreads**
Crossover 使用的线程数。
 - **MipTasks**
MIP 求解使用的任务数。
- IIS 计算相关
 - **IISMethod**
计算 IIS 时使用的方法。
- 可行化松弛计算相关
 - **FeasRelaxMode**
计算可行化松弛时使用的方法。
- 其它参数
 - **Logging**
是否显示求解日志。
 - **LogToConsole**
是否显示求解日志到控制台。

11.1.4 属性

属性类常数包括优化模型和求解结果相关属性。用户通过 `COPT.Attr` 前缀访问属性常数, 如 `COPT.Attr.Cols` 表示模型中的变量数目。属性类常数用于 `Model.getAttr()` 方法中, 获取相关属性值。

- 优化模型相关属性
 - **Cols**
变量（系数矩阵列）的个数。
 - **PSDCols**
半定变量的个数。
 - **Rows**
约束（系数矩阵行）的个数。

- **Elms**
系数矩阵的非零元素个数。
- **QElms**
二次目标函数中非零二次项个数。
- **PSDElms**
目标函数中半定项的个数。
- **SymMats**
模型中对称矩阵的个数。
- **Bins**
二进制变量（列）的个数。
- **Ints**
整数变量（列）的个数。
- **Soss**
SOS 约束的个数。
- **Cones**
二阶锥约束的个数。
- **QConstrs**
二次约束的个数。
- **PSDConstrs**
半定约束的个数。
- **Indicators**
Indicator 约束的个数。
- **ObjSense**
优化方向。
- **ObjConst**
目标函数的常数部分。
- **HasQObj**
模型是否包含二次项目标函数。
- **HasPSDObj**
模型是否包含半定项目标函数。
- **IsMIP**
模型是否为整数规划模型。

- 求解结果相关属性
 - **LpStatus**

线性规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。
 - **MipStatus**

整数规划求解状态。请参考相关的求解状态常数文档。
 - **SimplexIter**

单纯形法迭代循环数。
 - **BarrierIter**

内点法迭代循环数。
 - **NodeCnt**

分支定界搜索的节点数。
 - **PoolSols**

解池中解的数目。
 - **HasLpSol**

是否可以提供线性规划的解值。
 - **HasBasis**

是否可以提供线性规划的基。
 - **HasDualFarkas**

当线性规划问题无可行解时，是否返回对偶 Farkas（也叫做对偶极射线）。
 - **HasPrimalRay**

当线性规划问题无界时，是否返回主元射线（也叫做极射线）。
 - **HasMipSol**

是否存在整数解。
 - **IISCols**

IIS 中变量边界的数目。
 - **IISRows**

IIS 中约束的数目。
 - **IISSOSs**

IIS 中 SOS 约束的数目。
 - **IISIndicators**

IIS 中 Indicator 约束的数目。
 - **HasIIS**

是否存在 IIS。

– `HasFeasRelaxSol`

是否存在可行化松弛解。

– `IsMinIIS`

计算出的 IIS 是否为极小。

– `LpObjVal`

线性规划目标函数值。

– `BestObj`

整数规划求解结束时最好的目标函数值。

– `BestBnd`

整数规划求解结束时最好的下界。

– `BestGap`

整数规划求解结束时最好的相对容差。

– `FeasRelaxObj`

可行化松弛值。

– `SolvingTime`

求解所使用的时间（秒）。

11.2 优化建模类

优化建模类是杉数求解器的 Python 接口的主要功能类，它提供了丰富且易用的方法，便于用户快速构建复杂的实际场景下的优化模型。本节内容中将详细阐述各方法的功能与使用方式。

11.2.1 `EnvrConfig` 类

`EnvrConfig` 类是杉数求解器的客户端配置相关操作的封装，提供了以下成员方法：

`EnvrConfig()`

摘要

`EnvrConfig()`

描述

`EnvrConfig` 类的构造函数，该方法将创建并返回一个 *EnvrConfig* 类对象。

示例

```
# 创建杉数求解器客户端配置
envconfig = EnvrConfig()
```

EnvrConfig.set()

摘要

```
set(name, value)
```

描述

设置客户端配置参数。

参量

name

客户端配置参数名。

value

客户端配置参数值。

示例

```
# 设置客户端配置参数
envconfig.set(COPT.CLIENT_WAITTIME, 600)
```

11.2.2 Envr 类

Envr 类是杉数求解器的求解环境相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Envr()

摘要

```
Envr(arg=None)
```

描述

Envr 类的构造函数，该方法将创建并返回一个 *Envr* 类对象。

参量

arg

授权文件的路径或客户端配置。可选参数，默认为 `None`。

示例

```
# 创建杉数求解器求解环境
env = Envr()
```

Envr.createModel()**摘要**

```
createModel(name="")
```

描述

创建优化模型，返回一个 *Model* 类对象。

参量

`name`

待创建优化模型的名称。可选参数，默认为 ""。

示例

```
# 创建杉数求解器求解模型
model = env.createModel("coptprob")
```

Envr.close()**摘要**

```
close()
```

描述

关闭与远程服务器的连接。

示例

```
# 关闭与远程服务器的连接
env.close()
```

11.2.3 Model 类

为了方便用户访问模型的相关属性和优化参数值，Model 类提供了形如 `Model.Rows` 的访问方式。目前支持的属性详见 [属性](#) 部分，对于每个属性名，其大小写无关。

需要指出的是，对于线性或者整数规划模型，均通过 `Model.objval` 和 `Model.status` 获取模型的目标函数值和求解状态。

对于优化求解参数，用户还可以通过形如 `"Model.Param.TimeLimit = 10"` 的方式设置优化参数。目前支持的参数名称详见 [参数](#) 部分，

Model 类是杉数求解器模型相关操作的封装，提供了以下成员方法：

Model.addVar()**摘要**

```
addVar(lb=0.0, ub=COPT.INFINITY, obj=0.0, vtype=COPT.CONTINUOUS,
name="", column=None)
```

描述

添加一个变量到模型中，并返回创建的一个 *Var* 类对象。

参量

lb

变量的下界。可选参量，默认为 0.0。

ub

变量的上界。可选参量，默认为 COPT.INFINITY。

obj

变量的目标函数系数。可选参量，默认为 0.0。

vtype

变量类型。可选参量，默认为 COPT.CONTINUOUS，可取值详见 [变量类型](#)。

name

变量的名字。可选参量，默认为 ""，由求解器内部自动生成。

column

变量对应的列。可选参量，默认为 None。

示例

```
# 添加一个连续变量
x = m.addVar()
# 添加一个二进制变量
y = m.addVar(vtype=COPT.BINARY)
# 添加一个整数变量，下界为 -1.0，上界为 1.0，目标函数系数为 1.0，变量名为 "z"
z = m.addVar(-1.0, 1.0, 1.0, COPT.INTEGER, "z")
```

Model.addVars()

摘要

```
addVars(*indices, lb=0.0, ub=COPT.INFINITY, obj=0.0, vtype=COPT.
CONTINUOUS, nameprefix="C")
```

描述

添加一组变量到模型中，并返回一个 *tuple dict* 类对象，其键为变量的下标，值为相应的 *Var* 类对象。

参量

***indices**

变量的下标。

lb

变量的下界。可选参量，默认为 0.0。

ub

变量的上界。可选参量，默认为 COPT.INFINITY。

obj

变量的目标函数系数。可选参量，默认为 0.0。

vtype

变量的类型。可选参量，默认为 COPT.CONTINUOUS，可取值详见变量类型。

nameprefix

变量的名称前缀。可选参量，默认为 "C"，其实际名称结合变量的下标自动生成。

示例

```
# 添加三维整数变量 x, 共计 6 个变量
x = m.addVars(1, 2, 3, vtype=COPT.INTEGER)
# 添加 2 个连续变量 y, 其下标由 tl 中的元素指定, 变量名前缀为 "tl"
tl = tuplelist([(0, 1), (1, 2)])
y = m.addVars(tl, nameprefix="tl")
```

Model.addConstr()

摘要

`addConstr(lhs, sense=None, rhs=None, name="")`

描述

添加一个线性约束、半定约束或 Indicator 约束到模型中，并返回添加的 *Constraint* 类对象、*PsdConstraint* 类对象或 *GenConstr* 类对象。

若添加线性约束，则参数 **lhs** 可取值为 *Var* 类对象、*LinExpr* 类对象或 *ConstrBuilder* 类对象；若添加半定约束，则参数 **lhs** 可取值为 *PsdExpr* 类对象或 *PsdConstrBuilder* 类对象；若添加 Indicator 约束，则参数 **lhs** 为 *GenConstrBuilder* 类对象，并忽略其它参数。

参量

lhs

线性约束的左端项或约束构建器。

sense

线性约束的类型。可选参量，默认为 **None**。可取值详见约束类型。

rhs

线性约束的右端项。可选参量，默认为 `None`。可取值为常数、*Var* 类对象或 *LinExpr* 类对象。

`name`

线性约束的名称。可选参量，默认为 `""`，由求解器内部自动生成。

示例

```
# 添加一个线性等式约束:  $x + y == 2$ 
m.addConstr(x + y, COPT.EQUAL, 2)
# 添加一个线性大于等于约束:  $x + 2*y \geq 3$ 
m.addConstr(x + 2*y >= 3.0)
# 添加一个 Indicator 约束
m.addConstr((x == 1) >> (2*y + 3*z <= 4))
```

Model.addBoundConstr()

摘要

```
addBoundConstr(expr, lb=-COPT.INFINITY, ub=COPT.INFINITY, name="")
```

描述

添加一个带上下界的线性约束到模型中，并返回添加的 *Constraint* 类对象。

参量

`expr`

线性约束的表达式。可取值为 *Var* 类对象或 *LinExpr* 类对象。

`lb`

线性约束的下界。可选参量，默认为 `-COPT.INFINITY`。

`ub`

线性约束的上界。可选参量，默认为 `COPT.INFINITY`。

`name`

线性约束的名称。可选参量，默认为 `""`，由求解器内部自动生成。

示例

```
# 添加线性双边约束:  $-1 \leq x + y \leq 1$ 
m.addBoundConstr(x + y, -1.0, 1.0)
```

Model.addConstrs()

摘要

```
addConstrs(generator, nameprefix="R")
```

描述

添加一组线性约束到模型中。

若参数 `generator` 为整数, 则返回一个 `ConstrArray` 类对象, 其元素为 `generator` 个空 `Constraint` 类对象, 用户需要进一步指定这些约束的具体信息; 若参数 `generator` 为表达式生成器, 则返回一个 `tupledict` 类对象, 其键为线性约束的下标, 值为相应的 `Constraint` 类对象, 每个迭代生成一个 `Constraint` 类对象。

参量

`generator`

整数或表达式生成器。

`nameprefix`

线性约束的名称前缀。可选参量, 默认为 "C", 其实际名称结合线性约束的下标自动生成。

示例

```
# 添加 10 个线性约束, 每个约束形如:  $x[0] + y[0] \geq 2.0$ 
m.addConstrs(x[i] + y[i] >= 2.0 for i in range(10))
```

Model.addSOS()

摘要

`addSOS(sostype, vars, weights=None)`

描述

添加一个 SOS 约束到模型中, 并返回添加的 `SOS` 类对象。

若参数 `sostype` 为 `SOSBuilder` 类对象, 则参数 `vars` 和参数 `weights` 的取值将被忽略; 若参数 `sostype` 为 SOS 约束类型, 可取值为 `SOS 约束类型`, 则参数 `vars` 表示 SOS 约束的变量, 可取值为 `VarArray` 类对象、列表、字典或 `tupledict` 类对象; 若参数 `weights` 为 `None`, 则 SOS 约束的变量权重由求解器自动生成, 否则采用用户传入的数据作为权重, 可取值为列表、字典或 `tupledict` 类对象。

参量

`sostype`

SOS 约束类型或 SOS 约束构建器。

`vars`

SOS 约束的变量。

`weights`

SOS 约束的变量的权重。可选取值, 默认为 `None`。

示例

```
# 添加一个 SOS1 约束, 包括变量 x 和 y, 权重分别为 1 和 2
m.addSOS(COPT.SOS_TYPE1, [x, y], [1, 2])
```

Model.addGenConstrIndicator()

摘要

```
addGenConstrIndicator(binvar, binval, lhs, sense=None, rhs=None)
```

描述

添加一个 Indicator 约束到模型中, 并返回添加的 *GenConstr* 类对象。

若参数 *lhs* 为 *ConstrBuilder* 类对象, 则参数 *sense* 和参数 *rhs* 的取值将被忽略;

若参数 *lhs* 表示线性约束左端项, 可取值为 *Var* 类对象或 *LinExpr* 类对象。

参量

binvar

Indicator 变量。

binval

Indicator 变量的取值, 可取值为 **True** 或 **False**。

lhs

Indicator 约束中线性约束的左端项或线性约束构建器。

sense

Indicator 约束中线性约束的类型。可选参量, 默认为 **None**。可取值详见 [约束类型](#)。

rhs

Indicator 约束中线性约束的右端项。可选参量, 默认为 **None**。可取值为常数。

示例

```
# 添加一个 Indicator 约束, 当 x 为真时, 线性约束 y + 2*z >= 3 成立
m.addGenConstrIndicator(x, True, y + 2*z >= 3)
```

Model.addConeByDim()

摘要

```
addConeByDim(dim, ctype, vtype, nameprefix="ConeV")
```

描述

添加一个指定维度的二阶锥约束到模型中, 并返回添加的 *Cone* 类对象。

参量

dim

二阶锥约束的维度。

ctype

二阶锥约束的类型。

vtype

二阶锥约束中变量的类型。

nameprefix

二阶锥约束中变量名称的前缀。可选取值，默认为 "ConeV"。

示例

```
# 添加一个 5 维的旋转二阶锥
m.addConeByDim(5, COPT.CONE_RQUAD, None)
```

Model.addCone()**摘要****addCone(vars, ctype)****描述**

添加一个指定变量构成的二阶锥约束。

若参数 **vars** 为 *ConeBuilder* 类对象，则参数 **ctype** 的值将被忽略；若参数 **vars** 为变量，可取值为 *VarArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象，参数 **ctype** 表示二阶锥约束的类型。

参量**vars**

构成二阶锥约束的变量。

ctype

二阶锥约束的类型。

示例

```
# 添加由 [z, x, y] 构成的标准二阶锥约束
m.addCone([z, x, y], COPT.CONE_QUAD)
```

Model.addQConstr()**摘要****addQConstr(lhs, sense=None, rhs=None, name="")****描述**

添加一个线性约束或二次约束到模型中, 并返回添加的 *Constraint* 类对象或 *QConstraint* 类对象。

若添加线性约束, 则参数 **lhs** 可取值为 *Var* 类对象、*LinExpr* 类对象或 *ConstrBuilder* 类对象; 若添加二次约束, 则参数 **lhs** 为 *QConstrBuilder* 类对象, 并忽略其它参数。

参量

lhs

约束的左端项或约束构建器。

sense

约束的类型。可选参量, 默认为 `None`。可取值详见 [约束类型](#)。

rhs

约束的右端项。可选参量, 默认为 `None`。可取值为常数、*Var* 类对象、*LinExpr* 类对象或 *QuadExpr* 类对象。

name

约束的名称。可选参量, 默认为 `""`, 由求解器内部自动生成。

示例

```
# 添加一个线性等式约束:  $x + y == 2$ 
m.addQConstr(x + y, COPT.EQUAL, 2)
# 添加一个二次约束:  $x*x + y*y \leq 3$ 
m.addQConstr(x*x + y*y <= 3.0)
```

Model.addPsdVar()

摘要

`addPsdVar(dim, name="")`

描述

添加一个半定变量。

参量

dim

半定变量的维度。

name

半定变量的名字。

示例

```
# 添加维度为 3, 名称为 "X" 的半定变量
m.addPsdVar(3, "X")
```

Model.addPsdVars()

摘要

```
addPsdVars(dims, nameprefix="PSDV")
```

描述

添加一组半定变量。

参量

`dim`

半定变量的维度。

`nameprefix`

半定变量名字的前缀。

示例

```
# 添加 2 个维度均为 3 的半定变量
m.addPsdVars([3, 3])
```

Model.addSparseMat()

摘要

```
addSparseMat(dim, rows, cols=None, vals=None)
```

描述

添加稀疏矩阵表示的对称矩阵。

参量

`dim`

对称矩阵的维度。

`rows`

对称矩阵非零元素的行索引。

`cols`

对称矩阵非零元素的列索引。

`vals`

对称矩阵非零元素值。

示例

```
# 添加维度为 3 的对称矩阵
m.addSparseMat(3, [0, 1, 2], [0, 1, 2], [2.0, 5.0, 8.0])
```

Model.addDenseMat()

摘要

```
addDenseMat(dim, vals)
```

描述

添加致密矩阵表示的对称矩阵。

参量

`dim`

对称矩阵的维度。

`vals`

对称矩阵非零元素值。可取值为：常数、列表。

示例

```
# 添加维度为 3 的全 1 对称矩阵
m.addDenseMat(3, 1.0)
```

Model.addDiagMat()

摘要

```
addDiagMat(dim, vals, offset=None)
```

描述

添加对角对称矩阵。

参量

`dim`

对称矩阵的维度。

`vals`

对称矩阵非零元素值。可取值为：常数、列表。

`offset`

对角元素位置偏移量，若为正值，则对角线向上偏移；若为负值，则对角线向下偏移。

示例

```
# 添加维度为 3 的单位矩阵
m.addDiagMat(3, 1.0)
```

Model.addOnesMat()

摘要

`addOnesMat(dim)`

描述

添加全 1 矩阵。

参量

`dim`

全 1 矩阵的维度。

示例

```
# 添加维度为 3 的全 1 矩阵
m.addOnesMat(3)
```

Model.addEyeMat()

摘要

`addEyeMat(dim)`

描述

添加单位矩阵。

参量

`dim`

单位矩阵的维度。

示例

```
# 添加维度为 3 的单位矩阵
m.addEyeMat(3)
```

Model.setObjective()

摘要

`setObjective(expr, sense=None)`

描述

设置模型的目标函数。

参量

`expr`

目标函数的表达式。可取值为常数、*Var* 类 对象、*LinExpr* 类 对象和 *QuadExpr* 类 对象。

sense

目标函数的优化方向。可选参量，默认为 `None`，表示不改动模型的优化方向。模型的当前优化方向通过属性 `ObjSense` 查看。可取值详见[优化方向](#)。

示例

```
# 设置目标函数为  $x + y$ ，优化方向为最大化
m.setObjective(x + y, COPT.MAXIMIZE)
```

Model.setObjSense()

摘要

`setObjSense(sense)`

描述

设置目标函数的优化方向。

参量

sense

目标函数的优化方向。可取值详见[优化方向](#)。

示例

```
# 设置优化方向为最大化
m.setObjSense(COPT.MAXIMIZE)
```

Model.setObjConst()

摘要

`setObjConst(const)`

描述

设置目标函数的常数偏移量。

参量

const

目标函数常数偏移量。

示例

```
# 设置目标函数常数偏移为 1.0
m.setObjConst(1.0)
```


Model.getObjective()

摘要

`getObjective()`

描述

获取模型的目标函数，返回一个 *LinExpr* 类 对象。

示例

```
# 获取模型的目标函数表达式
obj = m.getObjective()
```

Model.delQuadObj()

摘要

`delQuadObj()`

描述

删除二次目标函数中的二次项。

示例

```
# 删除目标函数中的二次项
m.delQuadObj()
```

Model.delPsdObj()

摘要

`delPsdObj()`

描述

删除目标函数中的半定项。

示例

```
# 删除目标函数中的半定项
m.delPsdObj()
```

Model.getCol()

摘要

`getCol(var)`

描述

获取指定变量对应的列，返回一个 *Column* 类 对象。

示例

```
# 获取变量  $x$  相应的列  
col = m.getCol(x)
```

Model.getRow()

摘要

getRow(constr)

描述

获取指定线性约束对应的行, 返回一个 *LinExpr* 类对象。

示例

```
# 获取线性约束  $conx$  相应的行  
linexpr = m.getRow(conx)
```

Model.getQuadRow()

摘要

getQuadRow(qconstr)

描述

获取指定二次约束对应的行, 返回一个 *QuadExpr* 类对象。

示例

```
# 获取二次约束  $qconx$  相应的行  
quadexpr = m.getQuadRow(qconx)
```

Model.getPsdRow()

摘要

getPsdRow(constr)

描述

获取指定半定约束对应的行, 返回一个 *PsdExpr* 类对象。

示例

```
# 获取半定约束  $psdcon$  相应的行  
psdexpr = m.getPsdRow(psdcon)
```

Model.getVar()

摘要

`getVar(idx)`

描述

根据变量在模型中的下标获取相应的变量，返回一个 *Var* 类 对象。

参量

`idx`

变量在系数矩阵中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取下标为 1 的变量
x = m.getVar(1)
```

Model.getVarByName()

摘要

`getVarByName(name)`

描述

根据变量的名称获取相应的变量，返回一个 *Var* 类 对象。

参量

`name`

变量的名称。

示例

```
# 获取名称为 "x" 的变量
x = m.getVarByName("x")
```

Model.getVars()

摘要

`getVars()`

描述

获取模型中的全部变量，返回一个 *VarArray* 类 对象。

示例

```
# 获取模型中的全部变量
vars = m.getVars()
```

Model.getConstr()

摘要

`getConstr(idx)`

描述

根据线性约束在模型中的下标获取相应的线性约束，返回一个 *Constraint* 类 对象。

参量

`idx`

线性约束在系数矩阵中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取下标为 1 的线性约束
r = m.getConstr(1)
```

Model.getConstrByName()

摘要

`getConstrByName(name)`

描述

根据线性约束的名称获取相应的线性约束，返回一个 *Constraint* 类 对象。

参量

`name`

线性约束的名称。

示例

```
# 获取名称为 "r" 的线性约束
r = m.getConstrByName("r")
```

Model.getConstrs()

摘要

`getConstrs()`

描述

获取模型中的全部线性约束，返回一个 *ConstrArray* 类 对象。

示例

```
# 获取模型中的全部线性约束
cons = m.getConstrs()
```

Model.getConstrBuilders()

摘要

`getConstrBuilders(constrs=None)`

描述

获取当前模型中的线性约束相应的构建器。

若参数 `constrs` 为 `None`, 则返回全部线性约束相应构建器组成的一个 *ConstrBuilderArray* 类对象; 若参数 `constrs` 为 *Constraint* 类对象, 则返回指定约束相应的 *ConstrBuilder* 类对象; 若参数 `constrs` 为列表或 *ConstrArray* 类对象, 则返回指定约束相应构建器组成的一个 *ConstrBuilderArray* 类对象; 若参数 `constrs` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定约束的下标, 值为指定约束相应的构建器组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`constrs`

指定的线性约束。可选参量, 默认为 `None`。

示例

```
# 获取所有的线性约束构建器
conbuilders = m.getConstrBuilders()
# 获取线性约束 x 相应的构建器
conbuilders = m.getConstrBuilders(x)
# 获取线性约束 x 和 y 相应的构建器
conbuilders = m.getConstrBuilders([x, y])
# 获取 tupledict 对象 xx 中的线性约束相应的构建器
conbuilders = m.getConstrBuilders(xx)
```

Model.getSOS(sos)

摘要

`getSOS(sos)`

描述

根据指定的 SOS 约束获取相应的 SOS 约束构建器, 返回一个 *SOSBuilder* 类对象。

参量

`sos`

指定的 SOS 约束。

示例

```
# 获取 SOS 约束 sosx 相应的构建器
sosbuilder = m.getSOS(sosx)
```

Model.getSOSs()

摘要

`getSOSs()`

描述

获取模型中的全部 SOS 约束，返回一个 *SOSArray* 类对象。

示例

```
# 获取模型中的全部 SOS 约束
soss = m.getSOSs()
```

Model.getSOSBuilders()

摘要

`getSOSBuilders(soss=None)`

描述

获取指定 SOS 约束相应的 SOS 约束构建器。

若参数 `soss` 为 `None`，则返回全部 SOS 约束相应构建器组成的一个 *SOSBuilderArray* 类对象；若参数 `soss` 为 *SOS* 类对象，则返回指定 SOS 约束相应的 *SOSBuilder* 类对象；若参数 `soss` 为列表或 *SOSArray* 类对象，则返回指定 SOS 约束相应构建器组成的一个 *SOSBuilderArray* 类对象。

参量

`soss`

指定的 SOS 约束。可选参量，默认为 `None`。

示例

```
# 获取模型中所有 SOS 约束相应的构建器
soss = m.getSOSBuilders()
```

Model.getGenConstrIndicator()

摘要

`getGenConstrIndicator(genconstr)`

描述

获取指定 Indicator 约束相应的 Indicator 约束构建器，返回一个 *GenConstrBuilder* 类对象。

参量

`genconstr`

指定的 Indicator 约束。

示例

```
# 获取 Indicator 约束 genx 相应的构建器
indic = m.getGenConstrIndicator(genx)
```

Model.getCones()

摘要

getCones()

描述

获取模型中的全部二阶锥约束，返回一个 *ConeArray* 类对象。

示例

```
# 获取模型中的全部二阶锥约束
cones = m.getCones()
```

Model.getConeBuilders()

摘要

getConeBuilders(cones=None)

描述

获取指定二阶锥约束相应的二阶锥约束构建器。

若参数 `cones` 为 `None`，则返回全部二阶锥约束相应构建器组成的一个 *ConeBuilderArray* 类对象；若参数 `cones` 为 *Cone* 类对象，则返回指定二阶锥约束相应的 *ConeBuilder* 类对象；若参数 `cones` 为列表或 *ConeArray* 类对象，则返回指定二阶锥约束相应构建器组成的一个 *ConeBuilderArray* 类对象。

参量

`cones`

指定的二阶锥约束。可选参量，默认为 `None`。

示例

```
# 获取模型中所有二阶锥约束相应的构建器
cones = m.getConeBuilders()
```

Model.getQConstr()

摘要

getQConstr(idx)

描述

根据二次约束在模型中的下标获取相应的二次约束, 返回一个 *QConstraint* 类对象。

参量

`idx`

二次约束在模型中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取下标为 1 的二次约束
qr = m.getQConstr(1)
```

Model.getQConstrByName()

摘要

`getQConstrByName(name)`

描述

根据二次约束的名称获取相应的二次约束, 返回一个 *QConstraint* 类对象。

参量

`name`

二次约束的名称。

示例

```
# 获取名称为 "qr" 的二次约束
qr = m.getQConstrByName("qr")
```

Model.getQConstrs()

摘要

`getQConstrs()`

描述

获取模型中的全部二次约束, 返回一个 *QConstrArray* 类对象。

示例

```
# 获取模型中的全部二次约束
qcons = m.getQConstrs()
```

Model.getQConstrBuilders()

摘要


```
getQConstrBuilders(qconstrs=None)
```

描述

获取当前模型中的二次约束相应的构建器。

若参数 `qconstrs` 为 `None`, 则返回全部二次约束相应构建器组成的一个 *QConstrBuilderArray* 类对象; 若参数 `qconstrs` 为 *QConstraint* 类对象, 则返回指定约束相应的 *QConstrBuilder* 类对象; 若参数 `qconstrs` 为列表或 *QConstrArray* 类对象, 则返回指定约束相应构建器组成的一个 *QConstrBuilderArray* 类对象; 若参数 `qconstrs` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定约束的下标, 值为指定约束相应的构建器组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`qconstrs`

指定的二次约束。可选参量, 默认为 `None`。

示例

```
# 获取所有的二次约束构建器
qconbuilders = m.getQConstrBuilders()
# 获取二次约束 qx 相应的构建器
qconbuilders = m.getQConstrBuilders(qx)
# 获取二次约束 x 和 y 相应的构建器
qconbuilders = m.getQConstrBuilders([qx, qy])
# 获取 tupledict 对象 qxx 中的二次约束相应的构建器
qconbuilders = m.getQConstrBuilders(qxx)
```

Model.getPsdVar()

摘要

```
getPsdVar(idx)
```

描述

根据半定变量在模型中的下标获取相应的半定变量, 返回一个 *PsdVar* 类对象。

参量

`idx`

半定变量在模型中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取下标为 1 的半定变量
x = m.getPsdVar(1)
```

Model.getPsdVarByName()

摘要

```
getPsdVarByName(name)
```

描述

根据半定变量的名称获取相应的半定变量，返回一个 *PsdVar* 类对象。

参量

`name`

半定变量的名称。

示例

```
# 获取名称为 "x" 的半定变量
x = m.getPsdVarByName("x")
```

Model.getPsdVars()

摘要

```
getPsdVars()
```

描述

获取模型中的全部半定变量，返回一个 *PsdVarArray* 类对象。

示例

```
# 获取模型中的全部半定变量
vars = m.getPsdVars()
```

Model.getPsdConstr()

摘要

```
getPsdConstr(idx)
```

描述

根据半定约束在模型中的下标获取相应的半定约束，返回一个 *PsdConstraint* 类对象。

参量

`idx`

半定约束在模型中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取下标为 1 的半定约束
r = m.getPsdConstr(1)
```

Model.getPsdConstrByName()

摘要

```
getPsdConstrByName(name)
```

描述

根据半定约束的名称获取相应的半定约束，返回一个 *PsdConstraint* 类对象。

参量

name

半定约束的名称。

示例

```
# 获取名称为 "r" 的半定约束
r = m.getPsdConstrByName("r")
```

Model.getPsdConstrs()

摘要

```
getPsdConstrs()
```

描述

获取模型中的全部半定约束，返回一个 *PsdConstrArray* 类对象。

示例

```
# 获取模型中的全部半定约束
cons = m.getPsdConstrs()
```

Model.getPsdConstrBuilders()

摘要

```
getPsdConstrBuilders(constrs=None)
```

描述

获取当前模型中的半定约束相应的构建器。

若参数 `constrs` 为 `None`，则返回全部半定约束相应构建器组成的一个 *PsdConstrBuilderArray* 类对象；若参数 `constrs` 为 *PsdConstraint* 类对象，则返回指定半定约束相应的 *PsdConstrBuilder* 类对象；若参数 `constrs` 为列表或 *PsdConstrArray* 类对象，则返回指定半定约束相应构建器组成的一个 *PsdConstrBuilderArray* 类对象；若参数 `constrs` 为字典或 *tupledict* 类对象，则返回键为指定半定约束的下标，值为指定半定约束相应的构建器组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`constrs`

指定的半定约束。可选参量，默认为 `None`。

示例

```
# 获取所有的半定约束构建器
conbuilders = m.getPsdConstrBuilders()
# 获取半定约束 x 相应的构建器
conbuilders = m.getPsdConstrBuilders(x)
# 获取半定约束 x 和 y 相应的构建器
conbuilders = m.getPsdConstrBuilders([x, y])
# 获取 tupledict 对象 xx 中的半定约束相应的构建器
conbuilders = m.getPsdConstrBuilders(xx)
```

Model.getCoeff()

摘要

`getCoeff(constr, var)`

描述

获取变量在线性约束中的系数。

参量

`constr`

指定的线性约束。

`var`

指定的变量。

示例

```
# 获取变量 x 在约束 c 中的系数
coeff = m.getCoeff(c, x)
```

Model.setCoeff()

摘要

`setCoeff(constr, var, newval)`

描述

设置变量在线性约束中的系数。

参量

`constr`

指定的线性约束。

`var`

指定的变量。

`newval`

待设置的新系数。

示例

```
# 设置变量  $x$  在约束  $c$  中的系数为 1.0
m.setCoeff(c, x, 1.0)
```

Model.getA()

摘要

`getA()`

描述

获取模型的系数矩阵，返回一个 `scipy.sparse.csc_matrix` 对象。该方法依赖 `scipy` 工具包。

示例

```
# 获取模型的系数矩阵
A = model.getA()
```

Model.loadMatrix()

摘要

`loadMatrix(c, A, lhs, rhs, lb, ub, vtype=None)`

描述

加载矩阵和向量信息构建模型。该方法依赖 `scipy` 工具包。

参量

`c`

目标函数系数。若为 `None`，则表示目标函数系数全为 0。

`A`

系数矩阵。类型要求为 `scipy.sparse.csc_matrix`。

`lhs`

约束的下边界。

`rhs`

约束的上边界。

`lb`

变量的下边界。若为 `None`，则表示下边界全为 0。

`ub`

变量的上边界。若为 `None`，则表示上边界全为 `COPT.INFINITY`。

`vtype`

变量类型。默认为 `None`，表示全部为连续变量。

示例

```
# 矩阵数据构建模型
m.loadMatrix(c, A, lhs, rhs, lb, ub)
```

Model.getLpSolution()

摘要

`getLpSolution()`

描述

获取线性规划模型的变量取值、松弛变量取值、对偶变量取值和变量的 Reduced cost，返回一个四元元组对象，元组中每个元素为一个列表对象。

示例

```
# 获取线性规划模型的解
values, slacks, duals, redcosts = m.getLpSolution()
```

Model.setLpSolution()

摘要

`setLpSolution(values, slack, duals, redcost)`

描述

设置线性规划模型的变量取值、松弛变量取值、对偶变量取值和变量的 Reduced cost。

参量

`values`

变量取值。

`slack`

松弛变量取值。

`duals`

对偶变量取值。

redcost

变量的 Reduced cost。

示例

```
# 设置线性规划模型的解
m.setLpSolution(values, slack, duals, redcost)
```

Model.getValues()

摘要

getValues()

描述

获取线性或整数规划模型的全部变量取值，返回一个列表对象。

示例

```
# 获取模型中所有变量的取值
values = m.getValues()
```

Model.getRedcosts()

摘要

getRedcosts()

描述

获取线性规划模型全部变量的 Reduced cost，返回一个列表对象。

示例

```
# 获取模型中所有变量的 Reduced cost
redcosts = m.getRedcosts()
```

Model.getSlacks()

摘要

getSlacks()

描述

获取线性规划全部松弛变量的取值，返回一个列表对象。

示例

```
# 获取模型中所有松弛变量的取值
slacks = m.getSlacks()
```

Model.getDUALS()

摘要

```
getDuals()
```

描述

获取线性规划全部对偶变量的取值，返回一个列表对象。

示例

```
# 获取模型中所有对偶变量的取值
duals = m.getDuals()
```

Model.getVarBasis()

摘要

```
getVarBasis(vars=None)
```

描述

获取指定变量的基状态。

若参数 `vars` 为 `None`，则返回全部变量的基状态组成的一个列表对象；若参数 `vars` 为 `Var` 类对象，则返回指定变量的基状态；若参数 `vars` 为列表或 `VarArray` 类对象，则返回指定变量的基状态组成的一个列表对象；若参数 `vars` 为字典或 `tupledict` 类对象，则返回键为指定变量的下标，值为指定变量的基状态组成的一个 `tupledict` 类对象。

参量

`vars`

指定的变量。可选参量，默认为 `None`。

示例

```
# 获取模型中全部变量的基状态
varbasis = m.getVarBasis()
# 获取变量 x 和 y 的基状态
varbasis = m.getVarBasis([x, y])
# 获取 tupledict 对象 xx 中的变量相应的基状态
varbasis = m.getVarBasis(xx)
```

Model.getConstrBasis()

摘要

```
getConstrBasis(constrs=None)
```

描述

获取线性规划中线性约束的基状态。

若参数 `constrs` 为 `None`, 则返回全部线性约束的基状态组成的一个列表对象; 若参数 `constrs` 为 `Constraint` 类对象, 则返回指定线性约束的基状态; 若参数 `constrs` 为列表或 `ConstrArray` 类对象, 则返回指定线性约束的基状态组成的一个列表对象; 若参数 `constrs` 为字典或 `tupledict` 类对象, 则返回键为指定线性约束的下标, 值为指定约束的基状态组成的一个 `tupledict` 类对象。

参量

`constrs`

指定的线性约束。可选参量, 默认为 `None`。

示例

```
# 获取模型中全部线性约束的基状态
conbasis = m.getConstrBasis()
# 获取模型中线性约束 r0 和 r1 相应的基状态
conbasis = m.getConstrBasis([r0, r1])
# 获取 tupledict 对象 rr 中的线性约束相应的基状态
conbasis = m.getConstrBasis(rr)
```

Model.getPoolObjVal()

摘要

`getPoolObjVal(isol)`

描述

获取解池中第 `isol` 个解的目标函数值, 返回一个常数。

参量

`isol`

解池中解的索引。

示例

```
# 获取第 2 个解的目标函数值
objval = m.getPoolObjVal(2)
```

Model.getPoolSolution()

摘要

`getPoolSolution(isol, vars)`

描述

获取解池中第 `isol` 个解中指定变量的取值。

若参数 `vars` 为 *Var* 类 对象, 则返回指定变量的取值; 若参数 `vars` 为列表或 *VarArray* 类 对象, 则返回指定变量的取值组成的一个列表对象; 若参数 `vars` 为字典或 *tupledict* 类 对象, 则返回键为指定变量的下标, 值为指定变量的取值组成的一个 *tupledict* 类 对象。

参量

`isol`

解池中解的索引。

`vars`

指定的变量。

示例

```
# 获取第 2 个解中变量 x 的值
xval = m.getPoolSolution(2, x)
```

Model.getVarLowerIIS()

摘要

`getVarLowerIIS(vars)`

描述

获取指定变量下边界的 IIS 状态。

若参数 `vars` 为 *Var* 类 对象, 则返回指定变量下边界的 IIS 状态; 若参数 `vars` 为列表或 *VarArray* 类 对象, 则返回指定变量下边界的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `vars` 为字典或 *tupledict* 类 对象, 则返回键为指定变量的下标, 值为指定变量下边界的 IIS 状态组成的一个 *tupledict* 类 对象。

参量

`vars`

指定的变量。

示例

```
# 获取变量 x 和 y 的下边界的 IIS 状态
lowerIIS = m.getVarLowerIIS([x, y])
# 获取 tupledict 对象 xx 中的变量下边界相应的 IIS 状态
lowerIIS = m.getVarLowerIIS(xx)
```

Model.getVarUpperIIS()

摘要

`getVarUpperIIS(vars)`

描述

获取指定变量上边界的 IIS 状态。

若参数 `vars` 为 `Var` 类对象, 则返回指定变量上边界的 IIS 状态; 若参数 `vars` 为列表或 `VarArray` 类对象, 则返回指定变量上边界的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `vars` 为字典或 `tupledict` 类对象, 则返回键为指定变量的下标, 值为指定变量上边界的 IIS 状态组成的一个 `tupledict` 类对象。

参量

`vars`

指定的变量。

示例

```
# 获取变量 x 和 y 的上边界的 IIS 状态
upperIIS = m.getVarUpperIIS([x, y])
# 获取 tupledict 对象 xx 中的变量上边界相应的 IIS 状态
upperIIS = m.getVarUpperIIS(xx)
```

Model.getConstrLowerIIS()

摘要

`getConstrLowerIIS(constrs)`

描述

获取指定约束下边界的 IIS 状态。

若参数 `constrs` 为 `Constraint` 类对象, 则返回指定约束下边界的 IIS 状态; 若参数 `constrs` 为列表或 `ConstrArray` 类对象, 则返回指定约束下边界的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `constrs` 为字典或 `tupledict` 类对象, 则返回键为指定约束的下标, 值为指定约束下边界的 IIS 状态组成的一个 `tupledict` 类对象。

参量

`constrs`

指定的约束。

示例

```
# 获取模型中约束 r0 和 r1 相应下边界的 IIS 状态
lowerIIS = m.getConstrLowerIIS([r0, r1])
# 获取 tupledict 对象 rr 中的约束下边界相应的 IIS 状态
lowerIIS = m.getConstrLowerIIS(rr)
```

Model.getConstrUpperIIS()

摘要

`getConstrUpperIIS(constrs)`

描述

获取指定约束上边界的 IIS 状态。

若参数 `constrs` 为 *Constraint* 类对象, 则返回指定约束上边界的 IIS 状态; 若参数 `constrs` 为列表或 *ConstrArray* 类对象, 则返回指定约束上边界的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `constrs` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定约束的下标, 值为指定约束上边界的 IIS 状态组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`constrs`

指定的约束。

示例

```
# 获取模型中约束 r0 和 r1 相应上边界的 IIS 状态
upperIIS = m.getConstrUpperIIS([r0, r1])
# 获取 tupledict 对象 rr 中的约束上边界相应的 IIS 状态
upperIIS = m.getConstrUpperIIS(rr)
```

Model.getSOSIIS()

摘要

`getSOSIIS(soss)`

描述

获取指定 SOS 约束的 IIS 状态。

若参数 `soss` 为 *SOS* 类对象, 则返回指定 SOS 约束的 IIS 状态; 若参数 `soss` 为列表或 *SOSArray* 类对象, 则返回指定 SOS 约束的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `soss` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定 SOS 约束的下标, 值为指定 SOS 约束的 IIS 状态组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`soss`

指定的 SOS 约束。

示例

```
# 获取模型中 SOS 约束 r0 和 r1 相应的 IIS 状态
sosIIS = m.getSOSIIS([r0, r1])
# 获取 tupledict 对象 rr 中的 SOS 约束相应的 IIS 状态
sosIIS = m.getSOSIIS(rr)
```

Model.getIndicatorIIS()

摘要

```
getIndicatorIIS(genconstrs)
```

描述

获取指定 Indicator 约束的 IIS 状态。

若参数 `genconstrs` 为 *GenConstr* 类对象, 则返回指定 Indicator 约束的 IIS 状态;
若参数 `genconstrs` 为列表或 *GenConstrArray* 类对象, 则返回指定 Indicator 约束的 IIS 状态组成的一个列表对象; 若参数 `genconstrs` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定 Indicator 约束的下标, 值为指定 Indicator 约束的 IIS 状态组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`genconstrs`

指定的 Indicator 约束。

示例

```
# 获取模型中 Indicator 约束 r0 和 r1 相应的 IIS 状态
indicatorIIS = m.getIndicatorIIS([r0, r1])
# 获取 tupledict 对象 rr 中的 Indicator 约束相应的 IIS 状态
indicatorIIS = m.getIndicatorIIS(rr)
```

Model.getAttr()

摘要

```
getAttr(attrname)
```

描述

获取指定的模型属性值, 返回一个常数。

参量

`attrname`

指定的属性名。可取值详见 [属性](#) 部分。

示例

```
# 获取目标函数的常数项
objconst = m.getAttr(COPT.Attr.ObjConst)
```

Model.getInfo()

摘要

```
getInfo(infoname, args)
```

描述

获取指定的信息值。

若参数 `args` 为 *Var* 类对象或 *Constraint* 类对象, 则返回指定变量或约束的信息值常数; 若参数 `args` 为列表、*VarArray* 类对象或 *ConstrArray* 类对象, 则返回指定变量或约束的信息值组成的一个列表对象; 若参数 `args` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定变量或约束的下标, 值为指定变量或约束的信息值组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`infoname`

待获取信息名。可取值详见[信息](#)部分。

`args`

待获取信息的变量或者约束。

示例

```
# 获取模型中全部线性约束的下界信息
lb = m.getInfo(COPT.Info.LB, m.getConstrs())
# 获取变量 x 和 y 的取值信息
sol = m.getInfo(COPT.Info.Value, [x, y])
# 获取 tupledict 对象 shipconstr 中的线性约束相应的对偶变量取值信息
dual = m.getInfo(COPT.Info.Dual, shipconstr)
```

Model.getVarType()

摘要

`getVarType(vars)`

描述

获取指定变量的类型。

若参数 `vars` 为 *Var* 类对象, 则返回指定变量的类型; 若参数 `vars` 为列表或 *VarArray* 类对象, 则返回指定变量的类型组成的一个列表对象; 若参数 `vars` 为字典或 *tupledict* 类对象, 则返回键为指定变量的下标, 值为指定变量的类型组成的一个 *tupledict* 类对象。

参量

`vars`

指定的变量。

示例

```
# 获取变量 x 的类型
xtype = m.getVarType(x)
# 获取变量 x、y 和 z 的类型
xtype = m.getVarType([x, y, z])
```

(下页继续)

(续上页)

```
# 获取 tupledict 对象 xdict 中的变量的类型
xtype = m.getVarType(xdict)
```

Model.getParam()

摘要

```
getParam(paramname)
```

描述

获取指定的优化参数的当前值，返回一个常数。

参量

`paramname`

指定的优化参数名。可取值详见 [参数](#) 部分。

示例

```
# 获取优化求解时间限制的当前值
timelimit = m.getParam(COPT.Param.TimeLimit)
```

Model.getParamInfo()

摘要

```
getParamInfo(paramname)
```

描述

获取指定的优化参数的信息，返回一个元组对象，其元素分别为：参数名、当前值、默认值、最小值和最大值。

参量

`paramname`

指定的优化参数名。可取值详见 [参数](#) 部分。

示例

```
# 获取优化求解时间限制参数的信息
pname, pcur, pdef, pmin, pmax = m.getParamInfo(COPT.Param.TimeLimit)
```

Model.setBasis()

摘要

```
setBasis(varbasis, constrbasis)
```

描述

设置线性规划中全部变量和线性约束的基状态。参数 `varbasis` 和 `constrbasis` 为列表对象，其元素数目分别为模型中的变量总数和线性约束总数。

参量

`varbasis`

变量的基状态。

`constrbasis`

线性约束的基状态。

示例

```
# 设置模型中全部变量和线性约束的基状态
m.setBasis(varbasis, constrbasis)
```

Model.setSlackBasis()

摘要

`setSlackBasis()`

描述

设置线性规划的基为松弛基。

示例

```
# 设置基状态为松弛基
m.setSlackBasis()
```

Model.setVarType()

摘要

`setVarType(vars, vartypes)`

描述

设置指定变量的类型。

若参数 `vars` 为 *Var* 类对象，则参数 `vartypes` 为变量类型常量；若参数 `vars` 为字典或 *tupledict* 类对象，则参数 `vartypes` 可为变量类型常量、字典或 *tupledict* 类对象；若参数 `vars` 为列表或 *VarArray* 类对象，则参数 `vartypes` 可为变量类型常量或列表对象。

参量

`vars`

指定的变量。

`vartypes`

指定的变量类型。

示例

```
# 设置变量  $x$  为整数变量
m.setVarType(x, COPT.INTEGER)
# 设置变量  $x$  和  $y$  为二进制变量
m.setVarType([x, y], COPT.BINARY)
# 设置 tupledict 对象 xdict 中的变量为连续变量
m.setVarType(xdict, COPT.CONTINUOUS)
```

Model.setMipStart()

摘要

setMipStart(vars, startvals)

描述

设置指定变量的初始值，仅对整数规划模型有效。

若参数 **vars** 为 *Var* 类对象，则参数 **startvals** 为常量；若参数 **vars** 为字典或 *tupledict* 类对象，则参数 **startvals** 可为常量、字典或 *tupledict* 类对象；若参数 **vars** 为列表或 *VarArray* 类对象，则参数 **startvals** 可为常量或列表对象。

注意：可以通过多次调用该方法来输入不同的初始解。请务必在输入结束后，调用 loadMipStart()。

参量

vars

指定的变量。

startvals

指定的变量初始值。

示例

```
# 设置变量  $x$  的初始解为 1
m.setMipStart(x, 1)
# 设置变量  $x$  和  $y$  的初始解分别为 2 和 3
m.setMipStart([x, y], [2, 3])
# 设置 tupledict 对象 xdict 中的变量的初始解均为 1
m.setMipStart(xdict, 1)

# 加载初始解信息到模型
m.loadMipStart()
```

Model.loadMipStart()

摘要

```
loadMipStart()
```

描述

将当前已指定的初始值作为一组初始值设置加载到模型中。

注意：调用该方法后，将清空之前指定的初始值信息，用户可以继续指定新的初始解。

Model.setInfo()

摘要

```
setInfo(infoname, args, newvals)
```

描述

设置指定变量或线性约束的信息值。

若参数 `args` 为 *Var* 类对象或 *Constraint* 类对象，则参数 `newvals` 为常量；若参数 `args` 为字典或 *tupledict* 类对象，则参数 `newvals` 可为常量、字典或 *tupledict* 类对象；若参数 `args` 为列表、*VarArray* 类对象或 *ConstrArray* 类对象，则参数 `newvals` 可为常量或列表对象。

参量

`infoname`

指定信息名。可取值详见[信息](#)部分。

`args`

指定的变量或线性约束。

`newvals`

指定的新信息值。

示例

```
# 设置变量 x 的上界为 1.0
m.setInfo(COPT.Info.UB, x, 1.0)
# 设置变量 x 和 y 的下界分别为 1.0 和 2.0
m.setInfo(COPT.Info.LB, [x, y], [1.0, 2.0])
# 设置 tupledict 对象 xdict 中的变量的目标函数系数均为 0
m.setInfo(COPT.Info.OBJ, xdict, 0.0)
```

Model.setParam()

摘要

```
setParam(paramname, newval)
```

描述

设置优化参数为指定值。

参量

`paramname`

指定的优化参数。可取值详见 [参数](#) 部分。

`newval`

指定的优化参数新值。

示例

```
# 设置优化参数求解时间限制为 1 小时
m.setParam(COPT.Param.TimeLimit, 3600)
```

Model.resetParam()

摘要

`resetParam()`

描述

将模型所有优化参数重置为默认值。

示例

```
# 重置模型所有优化参数为默认值
m.resetParam()
```

Model.read()

摘要

`read(filename)`

描述

根据文件名后缀判断文件类型并读入到模型中。

目前支持 MPS 格式模型文件（后缀为 `'.mps'` 或 `'.mps.gz'`）、LP 格式模型文件（后缀为 `'.lp'` 或 `'.lp.gz'`）、SDPA 格式模型文件（后缀为 `'.dat-s'` 或 `'.dat-s.gz'`）、CBF 格式模型文件（后缀为 `'.cbf'` 或 `'.cbf.gz'`）、COPT 二进制格式文件（后缀为 `'.bin'`）、基解文件（后缀为 `'.bas'`）、结果文件（后缀为 `'.sol'`）、初始解文件（后缀为 `'.mst'`）和参数文件（后缀为 `'.par'`）。

参量

`filename`

待读取文件的名称。

示例

```
# 读取 MPS 格式模型文件
m.read('test.mps.gz')
# 读取 LP 格式模型文件
m.read('test.lp.gz')
# 读取 COPT 二进制格式模型文件
m.read('test.bin')
# 读取基解文件
m.read('testlp.bas')
# 读取结果文件
m.read('testmip.sol')
# 读取初始解文件
m.read('testmip.mst')
# 读取参数设置文件
m.read('test.par')
```

Model.readMps()

摘要

```
readMps(filename)
```

描述

按照 MPS 文件格式读取指定的文件到模型中。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照 MPS 文件格式读取文件 "test.mps.gz"
m.readMps('test.mps.gz')
# 按照 MPS 文件格式读取文件 "test.lp.gz"
m.readMps('test.lp.gz')
```

Model.readLp()

摘要

```
readLp(filename)
```

描述

按照 LP 文件格式读取指定的文件到模型中。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照 LP 文件格式读取文件 "test.mps.gz"
m.readLp('test.mps.gz')
# 按照 LP 文件格式读取文件 "test.lp.gz"
m.readLp('test.lp.gz')
```

Model.readSdpa()

摘要

```
readSdpa(filename)
```

描述

按照 SDPA 文件格式读取指定的文件到模型中。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照 SDPA 文件格式读取文件 "test.dat-s"
m.readSdpa('test.dat-s')
```

Model.readCbf()

摘要

```
readCbf(filename)
```

描述

按照 CBF 文件格式读取指定的文件到模型中。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照 CBF 文件格式读取文件 "test.cbf"
m.readCbf('test.cbf')
```

Model.readBin()

摘要

```
readBin(filename)
```

描述

按照 COPT 二进制文件格式读取指定的文件到模型中。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照 COPT 二进制文件格式读取文件 "test.bin"
m.readBin('test.bin')
```

Model.readSol()

摘要

`readSol(filename)`

描述

按照结果文件格式读取文件到模型中。

注意：若读取成功，则读取的值将作为整数规划模型求解的一组初始解。文件中变量的取值可不完全指定（默认值为 0），若某变量的取值指定了多次，则采用最后一次指定的值。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照结果文件格式读取文件 "testmip.sol"
m.readSol('testmip.sol')
# 按照结果文件格式读取文件 "testmip.txt"
m.readSol('testmip.txt')
```

Model.readBasis()

摘要

`readBasis(filename)`

描述

按照基解文件格式读取变量和线性约束的基状态到模型中，仅适用于线性规划模型。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照基解文件格式读取文件 "testmip.bas"
m.readBasis('testmip.bas')
# 按照基解文件格式读取文件 "testmip.txt"
m.readBasis('testmip.txt')
```

Model.readMst()

摘要

`readMst(filename)`

描述

按照初始解文件格式读取初始解到模型中。

注意：若读取成功，则读取的值将作为整数规划模型求解的一组初始解。文件中变量的取值可不完全指定，若某变量的取值指定了多次，则采用最后一次指定的值。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照初始解文件格式读取文件 "testmip.mst"
m.readMst('testmip.mst')
# 按照初始解文件格式读取文件 "testmip.txt"
m.readMst('testmip.txt')
```

Model.readParam()

摘要

`readParam(filename)`

描述

按照参数文件格式读取优化参数到模型中。

注意：若某优化参数的取值指定了多次，则采用最后一次指定的值。

参量

`filename`

待读取文件名。

示例

```
# 按照参数文件格式读取文件 "testmip.par"
m.readParam('testmip.par')
# 按照参数文件格式读取文件 "testmip.txt"
m.readParam('testmip.txt')
```

Model.write()

摘要

```
write(filename)
```

描述

根据文件后缀名判断文件类型并写出到磁盘。

目前支持 MPS 格式模型文件（后缀为 '.mps'）、LP 格式模型文件（后缀为 '.lp'）、CBF 格式模型文件（后缀为 '.cbf'）、COPT 二进制格式文件（后缀为 '.bin'）、基解文件（后缀为 '.bas'）、结果文件（后缀为 '.sol'）、初始解文件（后缀为 '.mst'）和参数文件（后缀为 '.par'）。

参量

filename

待输出文件名。

示例

```
# 输出 MPS 格式模型文件
m.write('test.mps')
# 输出 LP 格式模型文件
m.write('test.lp')
# 输出 COPT 二进制格式模型文件
m.write('test.bin')
# 输出基解文件
m.write('testlp.bas')
# 输出结果文件
m.write('testmip.sol')
# 输出初始解文件
m.write('testmip.mst')
# 输出参数文件
m.write('test.par')
```

Model.writeMps()

摘要

```
writeMps(filename)
```

描述

将当前模型输出到 MPS 格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 MPS 格式模型文件名。

示例

```
# 输出 MPS 格式模型文件 "test.mps"
m.writeMps('test.mps')
```

Model.writeMpsStr()

摘要

`writeMpsStr()`

描述

将当前模型以 MPS 格式输出到缓存对象。

示例

```
# 将当前模型以 MPS 格式输出到缓存对象 buff 中并打印模型内容
buff = m.writeMpsStr()
print(buff.getData())
```

Model.writeLp()

摘要

`writeLp(filename)`

描述

将当前模型输出到 LP 格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 LP 格式模型文件名。

示例

```
# 输出 LP 格式模型文件 "test.lp"
m.writeLp('test.lp')
```

Model.writeCbf()

摘要

`writeCbf(filename)`

描述

将当前模型输出到 CBF 格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 CBF 格式模型文件名。

示例

```
# 输出 CBF 格式模型文件 "test.cbf"
m.writeCbf('test.cbf')
```

Model.writeBin()

摘要

`writeBin(filename)`

描述

将当前模型输出到 COPT 二进制格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 COPT 二进制格式模型文件名。

示例

```
# 输出 COPT 二进制格式模型文件 "test.bin"
m.writeBin('test.bin')
```

Model.writeIIS()

摘要

`writeIIS(filename)`

描述

将当前最小冲突模型写入 IIS 格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 IIS 格式模型文件名。

示例

```
# 输出 IIS 格式模型文件 "test.iis"
m.writeIIS('test.iis')
```

Model.writeRelax()

摘要

```
writeRelax(filename)
```

描述

将可行化松弛模型输出到 Relax 格式模型文件中。

参量

`filename`

待输出 Relax 格式模型文件名。

示例

```
# 输出 Relax 格式模型文件 "test.relax"
m.writeRelax('test.relax')
```

Model.writeSol()

摘要

```
writeSol(filename)
```

描述

将模型的结果输出到结果文件中。

参量

`filename`

待输出结果文件名。

示例

```
# 输出结果文件 "test.sol"
m.writeSol('test.sol')
```

Model.writePoolSol()

摘要

```
writePoolSol(isol, filename)
```

描述

将指定的解池中的解写到文件中。

参量

`isol`

解池中解的索引。

filename

待输出结果文件名。

示例

```
# 输出解池中第 1 组解到结果文件 "poolsol_1.sol"
m.writePoolSol(1, 'poolsol_1.sol')
```

Model.writeBasis()

摘要

writeBasis(filename)

描述

将线性规划模型的基解输出到基解文件中。

参量

filename

待输出基解文件名。

示例

```
# 输出基解文件 "testlp.bas"
m.writeBasis('testlp.bas')
```

Model.writeMst()

摘要

writeMst(filename)

描述

对于整数规划模型，输出当前最好整数解到初始解文件中。若没有整数解，则输出模型中存储的第一组初始解。

参量

filename

待输出初始解文件名。

示例

```
# 输出初始解文件 "testmip.mst"
m.writeMst('testmip.mst')
```

Model.writeParam()

摘要

```
writeParam(filename)
```

描述

输出与默认参数值不相同的参数到参数文件中。

参量

`filename`

待输出参数文件名。

示例

```
# 输出参数文件 "testmip.par"
m.writeParam('testmip.par')
```

Model.setLogFile()

摘要

```
setLogFile(logfile)
```

描述

设置求解器日志文件。

参量

`logfile`

日志文件。

示例

```
# 设置日志文件为 "copt.log"
m.setLogFile('copt.log')
```

Model.setLogCallback()

摘要

```
setLogCallback(logcb)
```

描述

设置求解日志回调函数。

参量

`logcb`

求解日志回调函数。

示例

```
# 设置日志回调函数为 Python 函数 'logcbfun'  
m.setLogCallback(logcbfun)
```

Model.solve()

摘要

`solve()`

描述

求解优化模型。

示例

```
# 求解优化模型  
m.solve()
```

Model.solveLP()

摘要

`solveLP()`

描述

求解线性规划模型。若是整数规划模型，则当作线性规划模型求解。

示例

```
# 调用线性规划求解器求解模型  
m.solveLP()
```

Model.computeIIS()

摘要

`computeIIS()`

描述

计算不可行模型的 IIS。

示例

```
# 计算不可行模型的 IIS  
m.computeIIS()
```

Model.feasRelax()

摘要

`feasRelax(vars, lbpen, ubpen, constra, rhspen, uppen=None)`

描述

计算不可行模型的可行化松弛。

参量

vars

待松弛变量。

lbpen

变量下界的惩罚因子。若为 **None**, 则表示不松弛下界; 若惩罚因子为 **COPT.INFINITY**, 则表示不松弛相应的变量下界。

ubpen

变量上界的惩罚因子。若为 **None**, 则表示不松弛上界; 若惩罚因子为 **COPT.INFINITY**, 则表示不松弛相应的变量上界。

constra

待松弛约束。

rhspen

约束边界的惩罚因子。若为 **None**, 则表示不松弛约束边界; 若惩罚因子为 **COPT.INFINITY**, 则表示不松弛相应的约束边界。

uppen

若约束存在双边约束, 则表示约束上界的惩罚因子。若为 **None**, 则惩罚因子由 **rhspen** 指定; 若惩罚因子为 **COPT.INFINITY**, 则表示不松弛相应的约束上界。

示例

```
# 计算不可行模型的可行化松弛
m.feasRelax(vars, lbpen, ubpen, constra, rhspen)
```

Model.feasRelaxS()

摘要

`feasRelaxS(vrelax, crelax)`

描述

计算不可行模型的可行化松弛。

参量

`vrelax`

是否松弛变量。

`crelax`

是否松弛约束。

示例

```
# 计算不可行模型的可行化松弛
m.feasRelaxS(True, True)
```

Model.interrupt()

摘要

`interrupt()`

描述

中断当前求解的模型。

示例

```
# 中断当前求解的模型
m.interrupt()
```

Model.remove()

摘要

`remove(args)`

描述

从模型中移除变量或约束。

若移除变量, 则参数 `args` 可取值为 *Var* 类对象、*VarArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除线性约束, 则参数 `args` 可取值为 *Constraint* 类对象、*ConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除 SOS 约束, 则参数 `args` 可取值为 *SOS* 类对象、*SOSArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除二阶锥约束, 则参数 `args` 可取值为 *Cone* 类对象、*ConeArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除二次约束, 则参数 `args` 可取值为 *QConstraint* 类对象、*QConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除半定约束, 则参数 `args` 可取值为 *PsdConstraint* 类对象、*PsdConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象; 若移除 Indicator 约束, 则参数 `args` 可取值为 *GenConstr* 类对象、*GenConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

参量

`args`

待移除变量或约束。

示例

```
# 移除线性约束 conx
m.remove(conx)
# 移除变量 x 和 y
m.remove([x, y])
```

Model.resetAll()

摘要

`resetAll()`

描述

重置模型中的结果信息和初始解信息。

示例

```
# 重置模型中的结果信息和初始解信息
m.resetAll()
```

Model.reset()

摘要

`reset()`

描述

重置模型中的结果信息。

示例

```
# 重置模型中的结果信息
m.reset()
```

Model.clear()

摘要

`clear()`

描述

清空模型中的内容。

示例

```
# 清空模型中的内容
m.clear()
```

Model.clone()

摘要

clone()

描述

创建模型的深拷贝, 返回一个 *Model* 类 对象。

示例

```
# 创建模型的深拷贝
mcopy = m.clone()
```

11.2.4 Var 类

为了方便用户访问变量的相关信息, Var 类提供了形如 `Var.LB` 的访问方式。目前支持的信息详见[信息](#)部分。对于每个信息名, 大小写无关。

此外, 还可以通过 `Var.x` 访问变量的取值, 通过 `Var.vtype` 访问变量类型, 通过 `Var.name` 访问变量的名称, 通过 `Var.rc` 访问线性规划中变量的 Reduced cost 值, 通过 `Var.basis` 访问变量的基状态信息, 以及通过 `Var.index` 访问变量在系数矩阵中的下标。

对于变量的模型相关信息, 以及变量类型和名称, 用户还可以通过形如 "`Var.LB = 0.0`" 的方式设置相应的信息值。

Var 类是杉数求解器变量的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

Var.getType()

摘要

getType()

描述

获取变量的类型。

示例

```
# 获取变量 v 的类型
vtype = v.getType()
```

Var.getName()

摘要

getName()

描述

获取变量的名字。

示例

```
# 获取变量  $v$  的名字  
varname = v.getName()
```

Var.getBasis()

摘要

getBasis()

描述

获取变量的基状态。

示例

```
# 获取变量  $v$  的基状态  
varbasis = v.getBasis()
```

Var.getLowerIIS()

摘要

getLowerIIS()

描述

获取变量下边界的 IIS 状态。

示例

```
# 获取变量  $v$  下边界的 IIS 状态  
lowerIIS = v.getLowerIIS()
```

Var.getUpperIIS()

摘要

getUpperIIS()

描述

获取变量上边界的 IIS 状态。

示例

```
# 获取变量  $v$  上边界的 IIS 状态  
upperIIS = v.getUpperIIS()
```

Var.getIdx()

摘要

`getIdx()`

描述

获取变量在系数矩阵中的下标。

示例

```
# 获取变量 v 的下标
vindex = v.getIdx()
```

Var.setType()

摘要

`setType(newtype)`

描述

设置变量的类型。

参量

`newtype`

变量的新类型。可取值详见[变量类型](#) 部分。

示例

```
# 设置变量 v 的类型
v.setType(COPT.BINARY)
```

Var.setName()

摘要

`setName(newname)`

描述

设置变量的名称。

参量

`newname`

变量的新名称。

示例

```
# 设置变量 v 的名称
v.setName('v')
```

Var.getInfo()

摘要

`getInfo(infoname)`

描述

获取变量指定的信息值, 返回一个常数。

参量

`infoname`

待获取信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

示例

```
# 获取变量 x 的下界
lb = x.getInfo(COPT.Info.LB)
```

Var.setInfo()

摘要

`setInfo(infoname, newval)`

描述

给变量设置新的信息值。

参量

`infoname`

待设置信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

`newval`

待设置新信息值。

示例

```
# 设置变量 x 的下界
x.setInfo(COPT.Info.LB, 1.0)
```

Var.remove()

摘要

`remove()`

描述

从模型中删除当前变量。

示例

```
# 删除变量  $x$ 
x.remove()
```

11.2.5 VarArray 类

为方便用户对一组 *Var* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *VarArray* 类, 提供了以下成员方法:

VarArray()

摘要

`VarArray(vars=None)`

描述

创建一个 *VarArray* 类对象。

若参数 `vars` 为 `None`, 则创建一个空的 *VarArray* 类对象, 否则以参数 `vars` 初始化新创建的 *VarArray* 类对象。

参量

`vars`

待添加变量。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *Var* 类对象、*VarArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 VarArray 类对象
vararr = VarArray()
# 创建一个 VarArray 类对象, 并使用变量  $x$  和  $y$  初始化
vararr = VarArray([x, y])
```

VarArray.pushBack()

摘要

`pushBack(var)`

描述

添加单个或多个 *Var* 类对象。

参量

`var`

待添加变量。可取值为 *Var* 类对象、*VarArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加变量  $x$  到 vararr 中  
vararr.pushBack(x)  
# 添加变量  $x$  和  $y$  到 vararr 中  
vararr.pushBack([x, y])
```

VarArray.getVar()

摘要

getVar(idx)

描述

根据变量在 *VarArray* 类对象中的下标获取相应的变量，返回一个 *Var* 类对象。

参量

idx

变量在 *VarArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 vararr 中下标为 1 的变量  
var = vararr.getVar(1)
```

VarArray.getAll()

摘要

getAll()

描述

获取 *VarArray* 类对象中的全部变量，返回一个列表对象。

示例

```
# 获取 vararr 中的全部变量  
varall = vararr.getAll()
```

VarArray.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取 *VarArray* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 vararr 中变量的个数
arrsize = vararr.getSize()
```

11.2.6 PsdVar 类

PsdVar 类是杉数求解器半定变量的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

PsdVar.getName()

摘要

getName()

描述

获取半定变量的名字。

示例

```
# 获取半定变量 v 的名字
varname = v.getName()
```

PsdVar.getIdx()

摘要

getIdx()

描述

获取半定变量在模型中的下标。

示例

```
# 获取半定变量 v 的下标
vindex = v.getIdx()
```

PsdVar.getDim()

摘要

getDim()

描述

获取半定变量的维度。

示例

```
# 获取半定变量 v 的维度
vdim = v.getDim()
```


PsdVar.getLen()

摘要

`getLen()`

描述

获取半定变量展开后的长度。

示例

```
# 获取半定变量  $v$  展开后的长度
vlen = v.getLen()
```

PsdVar.setName()

摘要

`setName(newname)`

描述

设置半定变量的名称。

参量

`newname`

半定变量的新名称。

示例

```
# 设置半定变量  $v$  的名称
v.setName('v')
```

PsdVar.getInfo()

摘要

`getInfo(infoname)`

描述

获取半定变量指定的信息值，返回一个列表。

参量

`infoname`

待获取信息名。可取值详见[信息](#)部分。

示例

```
# 获取半定变量  $x$  的取值
sol = x.getInfo(COPT.Info.Value)
```

PsdVar.remove()**摘要**

`remove()`

描述

从模型中删除当前半定变量。

示例

```
# 删除半定变量  $x$ 
x.remove()
```

11.2.7 PsdVarArray 类

为方便用户对一组 *PsdVar* 类对象进行操作，杉数求解器的 Python 接口设计了 *PsdVarArray* 类，提供了以下成员方法：

PsdVarArray()**摘要**

`PsdVarArray(vars=None)`

描述

创建一个 *PsdVarArray* 类对象。

若参数 `vars` 为 `None`，则创建一个空的 *PsdVarArray* 类对象，否则以参数 `vars` 初始化新创建的 *PsdVarArray* 类对象。

参量

`vars`

待添加半定变量。可选参量，默认为 `None`。可取值为 *PsdVar* 类对象、*PsdVarArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 PsdVarArray 类对象
vararr = PsdVarArray()
# 创建一个 PsdVarArray 类对象，并使用半定变量  $x$  和  $y$  初始化
vararr = PsdVarArray([x, y])
```

PsdVarArray.pushBack()**摘要**

`pushBack(var)`

描述

添加单个或多个 *PsdVar* 类 对象。

参量

`var`

待添加半定变量。可取值为 *PsdVar* 类 对象、*PsdVarArray* 类 对象、列表、字典或 *tupledict* 类 对象。

示例

```
# 添加半定变量 x 到 vararr 中
vararr.pushBack(x)
# 添加半定变量 x 和 y 到 vararr 中
vararr.pushBack([x, y])
```

PsdVarArray.getPsdVar()

摘要

`getPsdVar(idx)`

描述

根据半定变量在 *PsdVarArray* 类 对象中的下标获取相应的半定变量，返回一个 *PsdVar* 类 对象。

参量

`idx`

半定变量在 *PsdVarArray* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 vararr 中下标为 1 的半定变量
var = vararr.getPsdVar(1)
```

PsdVarArray.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取 *PsdVarArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 vararr 中半定变量的个数
arrsize = vararr.getSize()
```

11.2.8 SymMatrix 类

SymMatrix 类是半定规划模型中对称矩阵相关操作的封装，提供了以下成员方法：

SymMatrix.getIdx()

摘要

getIdx()

描述

获取对称矩阵在模型中的下标。

示例

```
# 获取对称矩阵 mat 的下标
matidx = mat.getIdx()
```

SymMatrix.getDim()

摘要

getDim()

描述

获取对称矩阵在模型中的维度。

示例

```
# 获取对称矩阵 mat 的维度
matdim = mat.getDim()
```

11.2.9 SymMatrixArray 类

为方便用户对一组 *SymMatrix* 类对象进行操作，杉数求解器的 Python 接口设计了 SymMatrixArray 类，提供了以下成员方法：

SymMatrixArray()

摘要

SymMatrixArray(mats=None)

描述

创建一个 *SymMatrixArray* 类对象。

若参数 *mats* 为 *None*，则创建一个空的 *SymMatrixArray* 类对象，否则以参数 *mats* 初始化新创建的 *SymMatrixArray* 类对象。

参量

`mats`

待添加对称矩阵。可选参量，默认为 `None`。可取值为 *SymMatrix* 类对象、*SymMatrixArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 SymMatrixArray 类对象
matarr = SymMatrixArray()
# 创建一个 SymMatrixArray 类对象，并使用对称矩阵 matx 和 maty 初始化
matarr = SymMatrixArray([matx, maty])
```

SymMatrixArray.pushBack()

摘要

`pushBack(mat)`

描述

添加单个或多个 *SymMatrix* 类对象。

参量

`mat`

待添加对称矩阵。可取值为 *SymMatrix* 类对象、*SymMatrixArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加对称矩阵 matx 到 matarr 中
matarr.pushBack(matx)
# 添加对称矩阵 matx 和 maty 到 matarr 中
matarr.pushBack([matx, maty])
```

SymMatrixArray.getMatrix()

摘要

`getMatrix(idx)`

描述

根据对称矩阵在 *SymMatrixArray* 类对象中的下标获取相应的对称矩阵，返回一个 *SymMatrix* 类对象。

参量

`idx`

对称矩阵在 *SymMatrixArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 matarr 中下标为 1 的对称矩阵
mat = matarr.getMatrix(1)
```

SymMatrixArray.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取 *SymMatrixArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 matarr 中对称矩阵的个数
arrsize = matarr.getSize()
```

11.2.10 Constraint 类

为了方便用户访问约束的相关信息, *Constraint* 类提供了形如 *Constraint.LB* 的访问方式。目前支持的信息详见[信息](#) 部分。对于每个信息名, 大小写无关。

此外, 还可以通过 *Constraint.name* 访问约束的名称, 通过 *Constraint.pi* 访问线性规划中对偶变量的取值, 通过 *Constraint.basis* 访问约束的基状态信息, 以及通过 *Constraint.index* 访问约束在系数矩阵中的下标。

对于约束的模型相关信息和约束名称, 用户还可以通过形如 "*Constraint.lb* = -100" 的方式设置相应的信息值。

Constraint 类是杉数求解器线性约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

Constraint.getName()

摘要

getName()

描述

获取线性约束的名称。

示例

```
# 获取线性约束 con 的名称
conname = con.getName()
```

Constraint.getBasis()

摘要

`getBasis()`

描述

获取线性约束的基状态。

示例

```
# 获取线性约束 con 的基状态
conbasis = con.getBasis()
```

Constraint.getLowerIIS()

摘要

`getLowerIIS()`

描述

获取约束下边界的 IIS 状态。

示例

```
# 获取约束 con 下边界的 IIS 状态
lowerIIS = con.getLowerIIS()
```

Constraint.getUpperIIS()

摘要

`getUpperIIS()`

描述

获取约束上边界的 IIS 状态。

示例

```
# 获取约束 con 上边界的 IIS 状态
upperIIS = con.getUpperIIS()
```

Constraint.getIdx()

摘要

`getIdx()`

描述

获取线性约束在系数矩阵中的下标。

示例

```
# 获取线性约束 con 的下标
conidx = con.getIdx()
```

Constraint.setName()

摘要

```
setName(newname)
```

描述

设置线性约束的名称。

参量

`newname`

约束的新名称。

示例

```
# 设置线性约束 con 的名称
con.setName('con')
```

Constraint.getInfo()

摘要

```
getInfo(infename)
```

描述

获取指定的信息值，返回一个常数。

参量

`infename`

待获取信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

示例

```
# 获取线性约束 con 的下界
conlb = con.getInfo(COPT.Info.LB)
```

Constraint.setInfo()

摘要

```
setInfo(infename, newval)
```

描述

设置新的信息值给指定线性约束。

参量

`infoname`

待设置信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

`newval`

待设置新信息值。

示例

```
# 设置线性约束 con 的下界
con.setInfo(COPT.Info.LB, 1.0)
```

Constraint.remove()

摘要

`remove()`

描述

从模型中删除当前线性约束。

示例

```
# 删除线性约束 conx
conx.remove()
```

11.2.11 ConstrArray 类

为方便用户对一组 *Constraint* 类 对象进行操作，杉数求解器的 Python 接口设计了 *ConstrArray* 类，提供了以下成员方法：

ConstrArray()

摘要

`ConstrArray(constrs=None)`

描述

创建一个 *ConstrArray* 类 对象。

若参数 `constrs` 为 `None`，则创建一个空的 *ConstrArray* 类 对象，否则以参数 `constrs` 初始化新创建的 *ConstrArray* 类 对象。

参量

`constrs`

待添加线性约束。可选参量，默认为 `None`。可取值为 *Constraint* 类对象、*ConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 ConstrArray 类对象
conarr = ConstrArray()
# 创建一个 ConstrArray 类对象，并使用线性约束 conx 和 cony 初始化
conarr = ConstrArray([conx, cony])
```

ConstrArray.pushBack()

摘要

`pushBack(constr)`

描述

添加单个或多个 *Constraint* 类对象。

参量

`constr`

待添加线性约束。可取值为 *Constraint* 类对象、*ConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加线性约束 r 到 conarr 中
conarr.pushBack(r)
# 添加线性约束 r0 和 r1 到 conarr 中
conarr.pushBack([r0, r1])
```

ConstrArray.getConstr()

摘要

`getConstr(idx)`

描述

根据线性约束在 *ConstrArray* 类对象中的下标获取相应的线性约束，返回一个 *Constraint* 类对象。

参量

`idx`

线性约束在 *ConstrArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conarr 中下标为 1 的线性约束
con = conarr.getConstr(1)
```

ConstrArray.getAll()

摘要

```
getAll()
```

描述

获取 *ConstrArray* 类对象中的全部线性约束, 返回一个列表对象。

示例

```
# 获取 conarr 中的全部线性约束
cons = conarr.getAll()
```

ConstrArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *ConstrArray* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conarr 中线性约束的个数
arrsize = conarr.getSize()
```

11.2.12 ConstrBuilder 类

ConstrBuilder 类是杉数求解器中构建线性约束时的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

ConstrBuilder()

摘要

```
ConstrBuilder()
```

描述

创建一个空的 *ConstrBuilder* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的线性约束构建器
constrbuilder = ConstrBuilder()
```

ConstrBuilder.setBuilder()

摘要

`setBuilder(expr, sense)`

描述

设置线性约束构建器的表达式和约束类型。

参量

`expr`

待设置表达式。可取值为 *Var* 类 对象或 *LinExpr* 类 对象。

`sense`

约束类型。可取值详见 [约束类型](#) 部分。

示例

```
# 设置线性约束构建器的表达式为:  $x + y - 1$ , 约束类型为等于
constrbuilder.setBuilder(x + y - 1, COPT.EQUAL)
```

ConstrBuilder.getExpr()

摘要

`getExpr()`

描述

获取线性约束构建器对象的表达式。

示例

```
# 获取线性约束构建器的表达式
linexpr = constrbuilder.getExpr()
```

ConstrBuilder.getSense()

摘要

`getSense()`

描述

获取线性约束构建器对象的约束类型。

示例

```
# 获取线性约束构建器的约束类型
consense = constrbuilder.getSense()
```

11.2.13 ConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 *ConstrBuilder* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *ConstrBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

ConstrBuilderArray()

摘要

`ConstrBuilderArray(constrbuilders=None)`

描述

创建一个 *ConstrBuilderArray* 类对象。

若参数 `constrbuilders` 为 `None`, 则创建一个空的 *ConstrBuilderArray* 类对象, 否则以参数 `constrbuilders` 初始化新创建的 *ConstrBuilderArray* 类对象。

参量

`constrbuilders`

待添加线性约束构建器。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *ConstrBuilder* 类对象、*ConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 ConstrBuilderArray 类对象
conbuilderarr = ConstrBuilderArray()
# 创建一个 ConstrBuilderArray 类对象, 并使用构建器对象 conbuilderx 和 conbuildery 初始化
conbuilderarr = ConstrBuilderArray([conbuilderx, conbuildery])
```

ConstrBuilderArray.pushBack()

摘要

`pushBack(constrbuilder)`

描述

添加单个或多个 *ConstrBuilder* 类对象。

参量

`constrbuilder`

待添加线性约束构建器。可取值为 *ConstrBuilder* 类对象、*ConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加线性约束构建器 conbuilderx 到 conbuilderarr 中
conbuilderarr.pushBack(conbuilderx)
```

(下页继续)

(续上页)

```
# 添加线性约束构建器 conbuilderx 和 conbuildery 到 conbuilderarr 中
conbuilderarr.pushBack([conbuilderx, conbuildery])
```

ConstrBuilderArray.getBuilder()

摘要

```
getBuilder(idx)
```

描述

根据线性约束构建器在 *ConstrBuilderArray* 类 对象中的下标获取相应的构建器对象。

参量

idx

线性约束构建器在 *ConstrBuilderArray* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conbuilderarr 中下标为 1 的构建器
conbuilder = conbuilderarr.getBuilder(1)
```

ConstrBuilderArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *ConstrBuilderArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conbuilderarr 中构建器的个数
arrsize = conbuilderarr.getSize()
```

11.2.14 QConstraint 类

为了方便用户访问二次约束的相关信息, QConstraint 类提供了形如 QConstraint.Slack 的访问方式。目前支持的信息详见[信息](#)部分。对于每个信息名, 大小写无关。

此外, 还可以通过 QConstraint.name 访问二次约束的名称, 通过 QConstraint.index 访问二次约束在模型中的下标。

对于二次约束的模型相关信息和名称, 用户还可以通过形如 "QConstraint.rhs = -100 的方式设置相应的信息值。

QConstraint 类是杉数求解器二次约束的相关操作的封装, 提供了以下成员方法:

QConstraint.getName()

摘要

getName()

描述

获取二次约束的名称。

示例

```
# 获取二次约束 qcon 的名称  
qconname = qcon.getName()
```

QConstraint.getRhs()

摘要

getRhs()

描述

获取二次约束的右端项。

示例

```
# 获取二次约束 qcon 的右端项  
qconrhs = qcon.getRhs()
```

QConstraint.getSense()

摘要

getSense()

描述

获取二次约束的约束类型。

示例

```
# 获取二次约束 qcon 的约束类型  
qconsense = qcon.getSense()
```

QConstraint.getIdx()

摘要

getIdx()

描述

获取二次约束的下标。

示例

```
# 获取二次约束 qcon 的下标
qconidx = qcon.getIdx()
```

QConstraint.setName()

摘要

```
setName(newname)
```

描述

设置二次约束的名称。

参量

`newname`

二次约束的新名称。

示例

```
# 设置二次约束 qcon 的名称
qcon.setName('qcon')
```

QConstraint.setRhs()

摘要

```
setRhs(rhs)
```

设置二次约束的右端项。

参量

`rhs`

二次约束的新右端项。

示例

```
# 设置二次约束 qcon 的右端项为 0.0
qcon.setRhs(0.0)
```

QConstraint.setSense()

摘要

```
setSense(sense)
```

描述

设置二次约束的约束类型。

参量

`sense`

二次约束的新约束类型。

示例

```
# 设置二次约束 qcon 的约束类型为小于等于
qcon.setSense(COPT.LESS_EQUAL)
```

QConstraint.getInfo()

摘要

`getInfo(infename)`

描述

获取指定的信息值，返回一个常数。

参量

`infename`

待获取信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

示例

```
# 获取二次约束 qcon 的当前取值
qconlb = qcon.getInfo(COPT.Info.Slack)
```

QConstraint.setInfo()

摘要

`setInfo(infename, newval)`

描述

设置新的信息值给指定二次约束。

参量

`infename`

待设置信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

`newval`

待设置新信息值。

示例

```
# 设置二次约束 qcon 的下界
qcon.setInfo(COPT.Info.LB, 1.0)
```

Constraint.remove()**摘要**

`remove()`

描述

从模型中删除当前二次约束。

示例

```
# 删除二次约束 qconx
qconx.remove()
```

11.2.15 QConstrArray 类

为方便用户对一组 *QConstraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *QConstrArray* 类, 提供了以下成员方法:

QConstrArray()**摘要**

`QConstrArray(qconstrs=None)`

描述

创建一个 *QConstrArray* 类对象。

若参数 `qconstrs` 为 `None`, 则创建一个空的 *QConstrArray* 类对象, 否则以参数 `qconstrs` 初始化新创建的 *QConstrArray* 类对象。

参量

`qconstrs`

待添加二次约束。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *QConstraint* 类对象、*QConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 QConstrArray 类对象
qconarr = QConstrArray()
# 创建一个 QConstrArray 类对象, 并使用二次约束 qconx 和 qcony 初始化
qconarr = QConstrArray([qconx, qcony])
```

QConstrArray.pushBack()**摘要**

`pushBack(constr)`

描述

添加单个或多个 *QConstraint* 类 对象。

参量

`constr`

待添加二次约束。可取值为 *QConstraint* 类 对象、*QConstrArray* 类 对象、列表、字典或 *tupledict* 类 对象。

示例

```
# 添加二次约束 qr 到 qconarr 中
qconarr.pushBack(qr)
# 添加二次约束 qr0 和 qr1 到 qconarr 中
qconarr.pushBack([qr0, qr1])
```

QConstrArray.getQConstr()

摘要

`getQConstr(idx)`

描述

根据二次约束在 *QConstrArray* 类 对象中的下标获取相应的二次约束，返回一个 *QConstraint* 类 对象。

参量

`idx`

二次约束在 *QConstrArray* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 qconarr 中下标为 1 的二次约束
qcon = qconarr.getQConstr(1)
```

QConstrArray.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取 *QConstrArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 qconarr 中二次约束的个数
qarrsize = qconarr.getSize()
```

11.2.16 QConstrBuilder 类

QConstrBuilder 类是杉数求解器中构建二次约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

QConstrBuilder()

摘要

QConstrBuilder()

描述

创建一个空的 *QConstrBuilder* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的二次约束构建器
qconstrbuilder = QConstrBuilder()
```

QConstrBuilder.setBuilder()

摘要

setBuilder(expr, sense, rhs)

描述

设置二次约束构建器的表达式、约束类型和右端项。

参量

expr

待设置表达式。可取值为 *Var* 类对象、*LinExpr* 类对象或 *QuadExpr* 类对象。

sense

二次约束类型。可取值详见 [约束类型](#) 部分。

rhs

二次约束右端项。

示例

```
# 设置二次约束构建器的表达式为:  $x + y$ , 约束类型为小于等于, 右端项为 1.0
qconstrbuilder.setBuilder(x + y, COPT.LESS_EQUAL, 1.0)
```

QConstrBuilder.getQuadExpr()

摘要

getQuadExpr()

描述

获取二次约束构建器对象的表达式。

示例

```
# 获取二次约束构建器的表达式
quadexpr = constrbuilder.getQuadExpr()
```

QConstrBuilder.getSense()**摘要**

`getSense()`

描述

获取二次约束构建器对象的约束类型。

示例

```
# 获取二次约束构建器的约束类型
qconsense = qconstrbuilder.getSense()
```

11.2.17 QConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 *QConstrBuilder* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *QConstrBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

QConstrBuilderArray()**摘要**

`QConstrBuilderArray(qconstrbuilders=None)`

描述

创建一个 *QConstrBuilderArray* 类对象。

若参数 `qconstrbuilders` 为 `None`, 则创建一个空的 *QConstrBuilderArray* 类对象, 否则以参数 `qconstrbuilders` 初始化新创建的 *QConstrBuilderArray* 类对象。

参量

`qconstrbuilders`

待添加二次约束构建器。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *QConstrBuilder* 类对象、*QConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 QConstrBuilderArray 类对象
qconbuilderarr = QConstrBuilderArray()
# 创建一个 QConstrBuilderArray 类对象, 并使用构建器对象 qconbuilderx 和 qconbuildery 初始化
qconbuilderarr = QConstrBuilderArray([qconbuilderx, qconbuildery])
```

QConstrBuilderArray.pushBack()

摘要

```
pushBack(qconstrbuilder)
```

描述

添加单个或多个 *QConstrBuilder* 类对象。

参量

qconstrbuilder

待添加二次约束构建器。可取值为 *QConstrBuilder* 类对象、*QConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加二次约束构建器 qconbuilderx 到 qconbuilderarr 中
qconbuilderarr.pushBack(qconbuilderx)
# 添加二次约束构建器 qconbuilderx 和 qconbuildery 到 qconbuilderarr 中
qconbuilderarr.pushBack([qconbuilderx, qconbuildery])
```

QConstrBuilderArray.getBuilder()

摘要

```
getBuilder(idx)
```

描述

根据二次约束构建器在 *QConstrBuilderArray* 类对象中的下标获取相应的构建器对象。

参量

idx

二次约束构建器在 *QConstrBuilderArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 qconbuilderarr 中下标为 1 的构建器
qconbuilder = qconbuilderarr.getBuilder(1)
```

QConstrBuilderArray.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取 *QConstrBuilderArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 qconbuilderarr 中构建器的个数
qarrsize = qconbuilderarr.getSize()
```

11.2.18 PsdConstraint 类

PsdConstraint 类是杉数求解器半定约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

PsdConstraint.getName()

摘要

getName()

描述

获取半定约束的名称。

示例

```
# 获取半定约束 con 的名称
conname = con.getName()
```

PsdConstraint.getIdx()

摘要

getIdx()

描述

获取半定约束在模型中的下标。

示例

```
# 获取半定约束 con 的下标
conidx = con.getIdx()
```

PsdConstraint.setName()

摘要

```
setName(newname)
```

描述

设置半定约束的名称。

参量

newname

半定约束的新名称。

示例

```
# 设置半定约束 con 的名称
con.setName('con')
```

PsdConstraint.getInfo()

摘要

```
getInfo(infoname)
```

描述

获取指定的信息值，返回一个常数。

参量

infoname

待获取信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

示例

```
# 获取半定约束 con 的下界
conlb = con.getInfo(COPT.Info.LB)
```

PsdConstraint.setInfo()

摘要

```
setInfo(infoname, newval)
```

描述

设置新的信息值给指定半定约束。

参量

infoname

待设置信息名。可取值详见[信息](#) 部分。

`newval`

待设置新信息值。

示例

```
# 设置半定约束 con 的下界
con.setInfo(COPT.Info.LB, 1.0)
```

`PsdConstraint.remove()`

摘要

`remove()`

描述

从模型中删除当前半定约束。

示例

```
# 删除半定约束 conx
conx.remove()
```

11.2.19 `PsdConstrArray` 类

为方便用户对一组 *PsdConstraint* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 `PsdConstrArray` 类, 提供了以下成员方法:

`PsdConstrArray()`

摘要

`PsdConstrArray(constrs=None)`

描述

创建一个 *PsdConstrArray* 类对象。

若参数 `constrs` 为 `None`, 则创建一个空的 *PsdConstrArray* 类对象, 否则以参数 `constrs` 初始化新创建的 *PsdConstrArray* 类对象。

参量

`constrs`

待添加半定约束。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *PsdConstraint* 类对象、*PsdConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 PsdConstrArray 类对象
conarr = PsdConstrArray()
# 创建一个 PsdConstrArray 类对象, 并使用半定约束 conx 和 cony 初始化
conarr = PsdConstrArray([conx, cony])
```

PsdConstrArray.pushBack()

摘要

```
pushBack(constr)
```

描述

添加单个或多个 *PsdConstraint* 类对象。

参量

constr

待添加半定约束。可取值为 *PsdConstraint* 类对象、*PsdConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加半定约束 r 到 conarr 中
conarr.pushBack(r)
# 添加半定约束 r0 和 r1 到 conarr 中
conarr.pushBack([r0, r1])
```

PsdConstrArray.getPsdConstr()

摘要

```
getPsdConstr(idx)
```

描述

根据半定约束在 *PsdConstrArray* 类对象中的下标获取相应的半定约束, 返回一个 *PsdConstraint* 类对象。

参量

idx

半定约束在 *PsdConstrArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conarr 中下标为 1 的半定约束
con = conarr.getPsdConstr(1)
```

PsdConstrArray.getSize()**摘要**`getSize()`**描述**

获取 *PsdConstrArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conarr 中半定约束的个数
arrsize = conarr.getSize()
```

11.2.20 PsdConstrBuilder 类

PsdConstrBuilder 类是杉数求解器中构建线性约束时的构建器的封装，提供了以下成员方法：

PsdConstrBuilder()**摘要**`PsdConstrBuilder()`**描述**

创建一个空的 *PsdConstrBuilder* 类 对象。

示例

```
# 创建一个空的半定约束构建器
constrbuilder = PsdConstrBuilder()
```

PsdConstrBuilder.setBuilder()**摘要**`setBuilder(expr, sense, rhs)`**描述**

设置半定约束构建器的表达式、约束类型和右端项。

参量`expr`

待设置表达式。可取值为 *PsdVar* 类 对象或 *PsdExpr* 类 对象。

`sense`

约束类型。可取值详见 [约束类型](#) 部分。

`rhs`

约束右端项。

示例

```
# 设置半定约束构建器的表达式为:  $x + y == 1$ , 约束类型为等于  
constrbuilder.setBuilder(x + y, COPT.EQUAL, 1)
```

PsdConstrBuilder.setRange()

摘要

setRange(expr, range)

描述

设置半定约束构建器的表达式和右端项, 形式为 **expr** 小于等于 0, 且大于等于 -**range**.

参量

expr

待设置表达式。可取值为 *PsdVar* 类 对象或 *PsdExpr* 类 对象。

range

Range 约束的右端项, 非负。

示例

```
# 设置半定约束构建器的表达式为:  $x + y - 1$ , range 右端项为 1  
constrbuilder.setRange(x + y - 1, 1)
```

PsdConstrBuilder.getPsdExpr()

摘要

getPsdExpr()

描述

获取半定约束构建器对象的表达式。

示例

```
# 获取半定约束构建器的表达式  
psdexpr = constrbuilder.getPsdExpr()
```

PsdConstrBuilder.getSense()

摘要

getSense()

描述

获取半定约束构建器对象的约束类型。

示例

```
# 获取线性约束构建器的约束类型
consense = constrbuilder.getSense()
```

PsdConstrBuilder.getRange()**摘要**

getRange()

描述

获取半定约束构建器对象的 range 右端项, 即约束上下界之差。

示例

```
# 获取线性约束构建器的 range 右端项
rngval = constrbuilder.getRange()
```

11.2.21 PsdConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 *PsdConstrBuilder* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *PsdConstrBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

PsdConstrBuilderArray()**摘要**

PsdConstrBuilderArray(builders=None)

描述

创建一个 *PsdConstrBuilderArray* 类对象。

若参数 *builders* 为 *None*, 则创建一个空的 *PsdConstrBuilderArray* 类对象, 否则以参数 *builders* 初始化新创建的 *PsdConstrBuilderArray* 类对象。

参量

builders

待添加半定约束构建器。可选参量, 默认为 *None*。可取值为 *PsdConstrBuilder* 类对象、*PsdConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 PsdConstrBuilderArray 类对象
conbuilderarr = PsdConstrBuilderArray()
# 创建一个 PsdConstrBuilderArray 类对象, 并使用构建器对象 conbuilderx 和 conbuildery 初始化
conbuilderarr = PsdConstrBuilderArray([conbuilderx, conbuildery])
```

PsdConstrBuilderArray.pushBack()

摘要

`pushBack(builder)`

描述

添加单个或多个 *PsdConstrBuilder* 类对象。

参量

builder

待添加半约束构建器。可取值为 *PsdConstrBuilder* 类对象、*PsdConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加半约束构建器 conbuilderx 到 conbuilderarr 中
conbuilderarr.pushBack(conbuilderx)
# 添加半约束构建器 conbuilderx 和 conbuildery 到 conbuilderarr 中
conbuilderarr.pushBack([conbuilderx, conbuildery])
```

PsdConstrBuilderArray.getBuilder()

摘要

`getBuilder(idx)`

描述

根据半约束构建器在 *PsdConstrBuilderArray* 类对象中的下标获取相应的构建器对象。

参量

idx

半约束构建器在 *PsdConstrBuilderArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conbuilderarr 中下标为 1 的构建器
conbuilder = conbuilderarr.getBuilder(1)
```

PsdConstrBuilderArray.getSize()**摘要**`getSize()`**描述**

获取 *PsdConstrBuilderArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conbuilderarr 中构建器的个数
arrsize = conbuilderarr.getSize()
```

11.2.22 SOS 类

SOS 类是杉数求解器的 SOS 约束的相关操作的封装，目前提供了以下成员方法：

SOS.getIdx()**摘要**`getIdx()`**描述**

获取 SOS 约束在模型中的下标。

示例

```
# 获取 SOS 约束 sosx 的下标
sosidx = sosx.getIdx()
```

SOS.remove()**摘要**`remove()`**描述**

从模型中删除当前 SOS 约束。

示例

```
# 删除 SOS 约束 sosx
sosx.remove()
```

11.2.23 SOSArray 类

为方便用户对一组 *SOS* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *SOSArray* 类, 提供了以下成员方法:

SOSArray()

摘要

SOSArray(*so**ss*=None)

描述

创建一个 *SOSArray* 类对象。

若参数 *so**ss* 为 None, 则创建一个空的 *SOSArray* 类对象, 否则以参数 *so**ss* 初始化新创建的 *SOSArray* 类对象。

参量

*so**ss*

待添加 SOS 约束。可选参量, 默认为 None。可取值为 *SOS* 类对象、*SOSArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个新的 SOSArray 对象
sosarr = SOSArray()
# 创建一个 SOSArray 对象, 并使用 SOS 约束 sosx 和 sosy 初始化
sosarr = SOSArray([sosx, sosy])
```

SOSArray.pushBack()

摘要

pushBack(*sos*)

描述

添加单个或多个 *SOS* 类对象。

参量

sos

待添加 SOS 约束。可取值为 *SOS* 类对象、*SOSArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加 SOS 约束 sosx 到 sosarr 中
sosarr.pushBack(sosx)
```

(下页继续)

(续上页)

```
# 添加 SOS 约束 sosx 和 sosy 到 sosarr 中
sosarr.pushBack([sosx, sosy])
```

SOSArray.getSOS()

摘要

`getSOS(idx)`

描述

根据 SOS 约束在 *SOSArray* 类对象中的下标获取相应的 SOS 约束, 返回一个 *SOS* 类对象。

参量

`idx`

SOS 约束在 *SOSArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 sosarr 中下标为 1 的 SOS 约束
sos = sosarr.getSOS(1)
```

SOSArray.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取 *SOSArray* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 sosarr 中 SOS 约束的个数
arrsize = sosarr.getSize()
```

11.2.24 SOSBuilder 类

SOSBuilder 类是杉数求解器中构建 SOS 约束的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

SOSBuilder()

摘要

`SOSBuilder()`

描述

创建一个空的 *SOSBuilder* 类 对象。

示例

```
# 创建一个空的 SOSBuilder 对象
sosbuilder = SOSBuilder()
```

SOSBuilder.setBuilder()

摘要

`setBuilder(sostype, vars, weights=None)`

描述

设置 *SOSBuilder* 类 对象的类型、变量和变量权重。

参量

sostype

SOS 约束类型，可取值详见 *SOS 约束类型* 。

vars

SOS 约束的变量，可取值为 *VarArray* 类 对象、列表、字典或 *tupledict* 类 对象。

weights

SOS 约束的变量的权重。可选取值，默认为 `None`。可取值为列表、字典或 *tupledict* 类 对象。

示例

```
# 设置 SOS 约束构建器的类型为 SOS1，变量为 x 和 y，变量的权重分别为 1 和 2
sosbuilder.setBuilder(COPT.SOS_TYPE1, [x, y], [1, 2])
```

SOSBuilder.getType()

摘要

`getType()`

描述

获取 *SOSBuilder* 类 对象的 SOS 约束类型。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 的类型
sostype = sosbuilder.getType(sosx)
```

SOSBuilder.getVar()

摘要

getVar(idx)

描述

根据变量在*SOSBuilder* 类对象的下标获取相应的变量, 返回一个*Var* 类对象。

参量

idx

变量在*SOSBuilder* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 中下标为 1 的变量
sosvar = sosx.getVar(1)
```

SOSBuilder.getVars()

摘要

getVars()

描述

获取*SOSBuilder* 类对象的所有变量, 返回一个*VarArray* 类对象。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 中的所有变量
sosvars = sosx.getVars()
```

SOSBuilder.getWeight()

摘要

getWeight(idx)

描述

根据变量在*SOSBuilder* 类对象的下标获取相应的变量权重。

参量

idx

变量在*SOSBuilder* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 中下标为 1 的变量相应的权重
sosweight = sosx.getWeight(1)
```

SOSBuilder.getWeights()

摘要

`getWeights()`

描述

获取*SOSBuilder* 类对象中所有变量的权重。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 中所有变量的权重
sosweights = sosx.getWeights()
```

SOSBuilder.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取*SOSBuilder* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 SOS 约束构建器 sosx 中元素的个数
sossize = sosx.getSize()
```

11.2.25 SOSBuilderArray 类

为方便用户对一组*SOSBuilder* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *SOSBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

SOSBuilderArray()

摘要

`SOSBuilderArray(sosbuilders=None)`

描述

创建一个*SOSBuilderArray* 类对象。

若参数 `sosbuilders` 为 `None`, 则创建一个空的*SOSBuilderArray* 类对象, 否则以参数 `sosbuilders` 初始化新创建的*SOSBuilderArray* 类对象。

参量

`sosbuilders`

待添加 SOS 约束构建器。可选参量, 默认为 `None`。可取值为*SOSBuilder* 类对象、*SOSBuilderArray* 类对象、列表、字典或*tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 SOSBuilderArray 对象
sosbuilderarr = SOSBuilderArray()
# 创建一个 SOSBuilderArray 对象, 并使用 SOS 约束构建器 sosx 和 sosy 初始化
sosbuilderarr = SOSBuilderArray([sosx, sosy])
```

SOSBuilderArray.pushBack()

摘要

```
pushBack(sosbuilder)
```

描述

添加单个或多个 *SOSBuilder* 类对象。

参量

sosbuilder

待添加 SOS 约束构建器。可取值为 *SOSBuilder* 类对象、*SOSBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加 SOS 约束构建器 sosx 到 sosbuilderarr 中
sosbuilderarr.pushBack(sosx)
```

SOSBuilderArray.getBuilder()

摘要

```
getBuilder(idx)
```

描述

根据 SOS 约束构建器在 *SOSBuilderArray* 类对象中的下标获取相应的构建器。

参量

idx

SOS 约束构建器在 *SOSBuilderArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 sosbuilderarr 中下标为 1 的 SOS 约束构建器
sosbuilder = sosbuilderarr.getBuilder(1)
```

SOSBuilderArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取`SOSBuilderArray` 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 sosbuilderarr 中元素的个数
sosbuildersize = sosbuilderarr.getSize()
```

11.2.26 Cone 类

Cone 类是杉数求解器的二阶锥约束的相关操作的封装，目前提供了以下成员方法：

Cone.getIdx()

摘要

```
getIdx()
```

描述

获取二阶锥约束在模型中的下标。

示例

```
# 获取二阶锥约束 cone 的下标
coneidx = cone.getIdx()
```

Cone.remove()

摘要

```
remove()
```

描述

从模型中删除当前二阶锥约束。

示例

```
# 删除二阶锥约束 cone
cone.remove()
```

11.2.27 ConeArray 类

为方便用户对一组 `Cone` 类 对象进行操作，杉数求解器的 Python 接口设计了 `ConeArray` 类，提供了以下成员方法：

ConeArray()

摘要

`ConeArray(cones=None)`

描述

创建一个 *ConeArray* 类对象。

若参数 `cones` 为 `None`, 则创建一个空的 *ConeArray* 类对象, 否则以参数 `cones` 初始化新创建的 *ConeArray* 类对象。

参量

`cones`

待添加二阶锥约束。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *Cone* 类对象、*ConeArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个新的 ConeArray 对象
conearr = ConeArray()
# 创建一个 ConeArray 对象, 并使用二阶锥约束 conex 和 coney 初始化
conearr = ConeArray([conex, coney])
```

ConeArray.pushBack()

摘要

`pushBack(cone)`

描述

添加单个或多个 *Cone* 类对象。

参量

`cone`

待添加二阶锥约束。可取值为 *Cone* 类对象、*ConeArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加二阶锥约束 conex 到 conearr 中
conearr.pushBack(conex)
# 添加二阶锥约束 conex 和 coney 到 conearr 中
conearr.pushBack([conex, coney])
```

ConeArray.getCone()

摘要

```
getCone(idx)
```

描述

根据二阶锥约束在 *ConeArray* 类 对象中的下标获取相应的二阶锥约束，返回一个 *Cone* 类 对象。

参量

`idx`

二阶锥约束在 *ConeArray* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conearr 中下标为 1 的二阶锥约束
cone = conearr.getCone(1)
```

ConeArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *ConeArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conearr 中二阶锥约束的个数
arrsize = conearr.getSize()
```

11.2.28 ConeBuilder 类

ConeBuilder 类是杉数求解器中构建二阶锥约束的构建器的封装，提供了以下成员方法：

ConeBuilder()

摘要

```
ConeBuilder()
```

描述

创建一个空的 *ConeBuilder* 类 对象。

示例

```
# 创建一个空的 ConeBuilder 对象
conebuilder = ConeBuilder()
```


ConeBuilder.setBuilder()

摘要

`setBuilder(conetype, vars)`

描述

设置 *ConeBuilder* 类 对象的类型、变量。

参量

`conetype`

二阶锥约束类型，可取值详见 [二阶锥约束类型](#)。

`vars`

二阶锥约束的变量，可取值为 *VarArray* 类 对象、列表、字典或 *tupledict* 类 对象。

示例

```
# 设置二阶锥约束构建器的类型为标准二阶锥
conebuilder.setBuilder(COPT.CONE_QUAD, [z, x, y])
```

ConeBuilder.getType()

摘要

`getType()`

描述

获取 *ConeBuilder* 类 对象的二阶锥约束类型。

示例

```
# 获取二阶锥约束构建器 conex 的类型
conetype = conebuilder.getType(conex)
```

ConeBuilder.getVar()

摘要

`getVar(idx)`

描述

根据变量在 *ConeBuilder* 类 对象的下标获取相应的变量，返回一个 *Var* 类 对象。

参量

`idx`

变量在 *ConeBuilder* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取二阶锥约束构建器 conex 中下标为 1 的变量
conevar = conex.getVar(1)
```

ConeBuilder.getVars()

摘要

getVars()

描述

获取 *ConeBuilder* 类对象的所有变量, 返回一个 *VarArray* 类对象。

示例

```
# 获取二阶锥约束构建器 conex 中的所有变量
conevars = conex.getVars()
```

ConeBuilder.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取 *ConeBuilder* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取二阶锥约束构建器 conex 中元素的个数
conesize = conex.getSize()
```

11.2.29 ConeBuilderArray 类

为方便用户对一组 *ConeBuilder* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *ConeBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

ConeBuilderArray()

摘要

ConeBuilderArray(conebuilders=None)

描述

创建一个 *ConeBuilderArray* 类对象。

若参数 *conebuilders* 为 *None*, 则创建一个空的 *ConeBuilderArray* 类对象, 否则以参数 *conebuilders* 初始化新创建的 *ConeBuilderArray* 类对象。

参量

`conebuilders`

待添加二阶锥约束构建器。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *ConeBuilder* 类对象、*ConeBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 ConeBuilderArray 对象
conebuilderarr = ConeBuilderArray()
# 创建一个 ConeBuilderArray 对象, 并使用二阶锥约束构建器 conex 和 coney 初始化
conebuilderarr = ConeBuilderArray([conex, coney])
```

ConeBuilderArray.pushBack()

摘要

`pushBack(conebuilder)`

描述

添加单个或多个 *ConeBuilder* 类对象。

参量

`conebuilder`

待添加二阶锥约束构建器。可取值为 *ConeBuilder* 类对象、*ConeBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加二阶锥约束构建器 conex 到 conebuilderarr 中
conebuilderarr.pushBack(conex)
```

ConeBuilderArray.getBuilder()

摘要

`getBuilder(idx)`

描述

根据二阶锥约束构建器在 *ConeBuilderArray* 类对象中的下标获取相应的构建器。

参量

`idx`

二阶锥约束构建器在 *ConeBuilderArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 conebuilderarr 中下标为 1 的二阶锥约束构建器
conebuilder = conebuilderarr.getBuilder(1)
```

ConeBuilderArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *ConeBuilderArray* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 conebuilderarr 中元素的个数
conebuildersize = conebuilderarr.getSize()
```

11.2.30 GenConstr 类

GenConstr 类是杉数求解器的 Indicator 约束的相关操作的封装，提供了以下成员方法：

GenConstr.getIdx()

摘要

```
getIdx()
```

描述

获取 Indicator 约束在模型中的下标。

示例

```
# 获取 Indicator 约束 indicx 的下标
indidx = indicx.getIdx()
```

GenConstr.remove()

摘要

```
remove()
```

描述

从模型中删除当前 Indicator 约束。

示例

```
# 删除 Indicator 约束 indx
indx.remove()
```

11.2.31 GenConstrArray 类

为方便用户对一组 *GenConstr* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *GenConstrArray* 类, 提供了以下成员方法:

GenConstrArray()

摘要

`GenConstrArray(genconstrs=None)`

描述

创建一个 *GenConstrArray* 类对象。

若参数 `genconstrs` 为 `None`, 则创建一个空的 *GenConstrArray* 类对象, 否则以参数 `genconstrs` 初始化新创建的 *GenConstrArray* 类对象。

参量

`genconstrs`

待添加 *Indicator* 约束。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *GenConstr* 类对象、*GenConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个新的 GenConstrArray 对象
genconstrarr = GenConstrArray()
# 创建一个 GenConstrArray 对象, 并使用 Indicator 约束 genx 和 geny 初始化
genconstrarr = GenConstrArray([genx, geny])
```

GenConstrArray.pushBack()

摘要

`pushBack(genconstr)`

描述

添加单个或多个 *GenConstr* 类对象。

参量

`constrs`

待添加 *Indicator* 约束。可取值为 *GenConstr* 类对象、*GenConstrArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加 Indicator 约束 genx 到 genconarr 中
genconarr.pushBack(genx)
```

(下页继续)

(续上页)

```
# 添加 Indicator 约束 genx 和 geny 到 genconarr 中
genconarr.pushBack([genx, geny])
```

GenConstrArray.getGenConstr()

摘要

```
getGenConstr(idx)
```

描述

根据 Indicator 约束在 *GenConstrArray* 类 对象中的下标获取相应的 Indicator 约束, 返回一个 *GenConstr* 类 对象。

参量

idx

Indicator 约束在 *GenConstrArray* 类 对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 genconarr 中下标为 1 的 Indicator 约束
genconstr = genconarr.getGenConstr(1)
```

GenConstrArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *GenConstrArray* 类 对象中的元素个数。

示例

```
# 获取 genconarr 中元素的个数
genconsize = genconarr.getSize()
```

11.2.32 GenConstrBuilder 类

GenConstrBuilder 类是杉数求解器中构建 Indicator 约束时的构建器的封装, 提供了以下成员方法:

GenConstrBuilder()

摘要

```
GenConstrBuilder()
```

描述

创建一个空的 *GenConstrBuilder* 类 对象。

示例

```
# 创建一个空的 GenConstrBuilder 对象
genconbuilder = GenConstrBuilder()
```

GenConstrBuilder.setBuilder()

摘要

setBuilder(var, val, expr, sense)

描述

设置 *GenConstrBuilder* 类 对象的 Indicator 变量、Indicator 变量的取值、线性约束表达式和线性约束的类型。

参量

var

Indicator 变量。

val

Indicator 变量的取值。

expr

线性约束的表达式。可取值为 *Var* 类 对象或 *LinExpr* 类 对象。

sense

线性约束的类型。可取值详见 [约束类型](#) 。

示例

```
# 设置 Indicator 约束构建器的 Indicator 变量为 x, 当 x 为真时, 线性约束 x + y == 1 成立
genconbuilder.setBuilder(x, True, x + y - 1, COPT.EQUAL)
```

GenConstrBuilder.getBinVar()

摘要

getBinVar()

描述

获取 *GenConstrBuilder* 类 对象的 Indicator 变量。

示例

```
# 获取 Indicator 约束构建器 genbuilderx 的 Indicator 变量
indvar = genbuilderx.getBinVar()
```

GenConstrBuilder.getBinVal()

摘要

`getBinVal()`

描述

获取 *GenConstrBuilder* 类 对象的 Indicator 变量的取值。

示例

```
# 获取 Indicator 约束构建器 genbuilderx 的 Indicator 变量有效时的取值
indval = genbuilderx.getBinVal()
```

GenConstrBuilder.getExpr()

摘要

`getExpr()`

描述

获取 *GenConstrBuilder* 类 对象的线性约束表达式。

示例

```
# 获取 Indicator 约束构建器 genbuilderx 的线性约束表达式
linexpr = genbuilderx.getExpr()
```

GenConstrBuilder.getSense()

摘要

`getSense()`

描述

获取 *GenConstrBuilder* 类 对象的线性约束类型。

示例

```
# 获取 Indicator 约束构建器 genbuilderx 的线性约束类型。
linsense = genbuilderx.getSense()
```

11.2.33 GenConstrBuilderArray 类

为方便用户对一组 *GenConstrBuilder* 类 对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *GenConstrBuilderArray* 类, 提供了以下成员方法:

GenConstrBuilderArray()

摘要

`GenConstrBuilderArray(genconstrbuilders=None)`

描述

创建一个 *GenConstrBuilderArray* 类 对象。

若参数 `genconstrbuilders` 为 `None`, 则创建一个空的 *GenConstrBuilderArray* 类对象, 否则以参数 `genconstrbuilders` 初始化新创建的 *GenConstrBuilderArray* 类对象。

参量

`genconstrbuilders`

待添加 `Indicator` 约束构建器。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *GenConstrBuilder* 类对象、*GenConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 GenConstrBuilderArray 对象
genbuilderarr = GenConstrBuilderArray()
# 创建一个 GenConstrBuilderArray 对象, 并使用 Indicator 约束构建器 genbuilderx 和 genbuildery 初始化
genbuilderarr = GenConstrBuilderArray([genbuilderx, genbuildery])
```

GenConstrBuilderArray.pushBack()

摘要

`pushBack(genconstrbuilder)`

描述

添加单个或多个 *GenConstrBuilder* 类 对象。

参量

`genconstrbuilder`

待添加 `Indicator` 约束构建器。可取值为 *GenConstrBuilder* 类对象、*GenConstrBuilderArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加 Indicator 约束构建器到 genbuilderarr 中
genbuilderarr.pushBack(genbuilderx)
# 添加 Indicator 约束构建器 genbuilderx 和 genbuildery 到 genbuilderarr 中
genbuilderarr.pushBack([genbuilderx, genbuildery])
```

GenConstrBuilderArray.getBuilder()**摘要**

```
getBuilder(idx)
```

描述

根据 Indicator 约束构建器在 *GenConstrBuilderArray* 类对象中的下标获取相应的构建器, 返回一个 *GenConstrBuilder* 类对象。

参量

`idx`

Indicator 约束构建器在 *GenConstrBuilderArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 genbuilderarr 中下标为 1 的 Indicator 约束构建器
genbuilder = genbuilderarr.getBuilder(1)
```

GenConstrBuilderArray.getSize()**摘要**

```
getSize()
```

描述

获取 *GenConstrBuilderArray* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 genbuilderarr 中元素的个数
genbuildersize = genbuilderarr.getSize()
```

11.2.34 Column 类

为了方便用户采用按列建模的方式, 杉数求解器的 Python 接口设计了 Column 类, 提供了以下成员方法:

Column()**摘要**

```
Column(constrs=0.0, coeffs=None)
```

描述

创建一个 *Column* 类对象。

若参数 `constrs` 为 `None`, 参数 `coeffs` 为 `None`, 则创建一个空的 *Column* 类对象, 否则采用参数 `constrs` 和 `coeffs` 初始化新创建的 *Column* 类对象。若参数 `constrs` 为 *Constraint* 类对象或 *Column* 类对象, 则参数 `coeffs` 为常数, 当参数 `coeffs` 为 `None`, 则当作常数 1.0; 若参数 `constrs` 为列表对象, 参数 `coeffs` 为 `None`, 则参数 `constrs` 中的元素为约束、系数对; 对于其它参数情形, 则调用成员方法 `addTerms` 初始化新创建的 *Column* 类对象。

参量

`constrs`

线性约束。

`coeffs`

变量在线性约束中的系数。

示例

```
# 创建一个空的 Column 对象
col = Column()
# 创建一个 Column 对象, 并添加两个项: 约束 conx 中变量系数为 2, 约束 cony 中变量系数为 3
col = Column([(conx, 2), (cony, 3)])
# 创建一个 Column 对象, 并添加两个项: 约束 conxx 中变量系数为 1, 约束 conyy 中变量系数为 2
col = Column([conxx, conyy], [1, 2])
```

Column.getCoeff()

摘要

`getCoeff(idx)`

描述

根据元素在 *Column* 类对象中的下标获取相应系数。

参量

`idx`

元素的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 col 中下标为 0 的项对应的系数
coeff = col.getCoeff(0)
```

Column.getConstr()

摘要

`getConstr(idx)`

描述

根据元素在 *Column* 类 对象中的下标获取相应线性约束。

参量

`idx`

元素的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 col 中下标为 1 的项对应的线性约束
constr = col.getConstr(1)
```

Column.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取 *Column* 类 对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 col 中元素的个数
colsize = col.getSize()
```

Column.addTerm()

摘要

`addTerm(constr, coeff=1.0)`

描述

添加一个新的项。

参量

`constr`

待添加项对应的线性约束。

`coeff`

待添加项的系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加一个项到 col, 其约束为 cony, 系数为 2.0
col.addTerm(cony, 2.0)
# 添加一个项到 col, 其约束为 conx, 系数为 1.0
col.addTerm(conx)
```

Column.addTerms()

摘要

```
addTerms(constrs, coeffs)
```

描述

添加单个或多个新项。

若参数 `constrs` 为 *Constraint* 类 对象, 则参数 `coeffs` 为常数; 若参数 `constrs` 为 *ConstrArray* 类 对象或列表对象, 则参数 `coeffs` 为常数或列表对象; 若参数 `constrs` 为字典对象或 *tupledict* 类 对象, 则参数 `coeffs` 为常数、字典或 *tupledict* 类 对象。

参量

`constrs`

待添加项对应的约束。

`coeffs`

待添加项对应的系数。

示例

```
# 添加两个项: 约束 conx 中变量系数为 2.0, 约束 cony 中变量系数为 3.0
col.addTerms([conx, cony], [2.0, 3.0])
```

Column.addColumn()

摘要

```
addColumn(col, mult=1.0)
```

描述

添加新的列到当前列中。

参量

`col`

待添加列对象。

`mult`

待添加列的放大系数。可选参量, 默认值为 1.0。

示例

```
# 添加列 coly 中的项到列 colx 中, coly 中的项放大系数为 2.0
colx.addColumn(coly, 2.0)
```

Column.clone()

摘要

`clone()`

描述

创建列对象的深拷贝。

示例

```
# 创建列 col 的深拷贝
colcopy = col.clone()
```

Column.remove()

摘要

`remove(item)`

描述

从列对象中移除指定的项。

若参数 `item` 为常数，则移除指定下标对应的项；否则参数 `item` 为 *Constraint* 类对象。

参量

`item`

常数下标或待移除项相应的线性约束。

示例

```
# 从列 col 中移除下标为 2 相应的项
col.remove(2)
# 从列 col 中移除线性约束 conx 所在的项
col.remove(conx)
```

Column.clear()

摘要

`clear()`

描述

清空列对象中的内容。

示例

```
# 清空列 col 中的内容
col.clear()
```

11.2.35 ColumnArray 类

为方便用户对一组 *Column* 类对象进行操作, 杉数求解器的 Python 接口设计了 *ColumnArray* 类, 提供了以下成员方法:

ColumnArray()

摘要

`ColumnArray(columns=None)`

描述

创建一个 *ColumnArray* 类对象。

若参数 `columns` 为 `None`, 则创建一个空的 *ColumnArray* 类对象, 否则以参数 `columns` 初始化新创建的 *ColumnArray* 类对象。

参量

`columns`

待添加列。可选参量, 默认为 `None`。可取值为 *Column* 类对象、*ColumnArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 创建一个空的 ColumnArray 对象
colarr = ColumnArray()
# 创建一个 ColumnArray 对象, 并使用列 colx 和 coly 初始化
colarr = ColumnArray([colx, coly])
```

ColumnArray.pushBack()

摘要

`pushBack(column)`

描述

添加单个或多个 *Column* 类对象。

参量

`column`

待添加列。可取值为 *Column* 类对象、*ColumnArray* 类对象、列表、字典或 *tupledict* 类对象。

示例

```
# 添加列 colx 到 colarr 中
colarr.pushBack(colx)
```

(下页继续)

(续上页)

```
# 添加列 colx 和 coly 到 colarr 中
colarr.pushBack([colx, coly])
```

ColumnArray.getColumn()

摘要

```
getColumn(idx)
```

描述

根据列在 *ColumnArray* 类对象中的下标获取相应的列，返回一个 *Column* 类对象。

参量

idx

列在 *ColumnArray* 类对象中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取 colarr 中下标为 1 的列
col = colarr.getColumn(1)
```

ColumnArray.getSize()

摘要

```
getSize()
```

描述

获取 *ColumnArray* 类对象中元素的个数。

示例

```
# 获取 colarr 中元素的个数
colsize = colarr.getSize()
```

ColumnArray.clear()

摘要

```
clear()
```

描述

清空 *ColumnArray* 类对象中的内容。

示例


```
# 清空 colarr 中的内容
colarr.clear()
```

11.2.36 ExprBuilder 类

ExprBuilder 类是杉数求解器中用于构建线性约束的构建器，提供了以下成员方法：

ExprBuilder()

摘要

ExprBuilder(arg1=0.0, arg2=None)

描述

创建一个 *ExprBuilder* 类对象。

若参数 **arg1** 为常数，参数 **arg2** 为 **None**，则创建一个 *ExprBuilder* 类对象，并以参数 **arg1** 的值初始化；若参数 **arg1** 为 *Var* 类对象或 *ExprBuilder* 类对象，则参数 **arg2** 为常数，参数 **arg2** 可为 **None**，此时当作常数 1.0，并以参数 **arg1** 和 **arg2** 初始化新创建的 *ExprBuilder* 类对象；若参数 **arg1** 和 **arg2** 为列表对象，则分别表示组成线性表达式的变量、系数，并初始化新创建的 *ExprBuilder* 类对象。

参量

arg1

可选参量，默认值为 0.0。

arg2

可选参量，默认值为 **None**。

示例

```
# 创建一个新的 ExprBuilder 对象，并初始化为：0.0
expr0 = ExprBuilder()
# 创建一个 ExprBuilder 对象，并初始化为：x + 2*y
expr2 = ExprBuilder([x, y], [1, 2])
```

ExprBuilder.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取表达式构建器中项的个数。

示例

```
# 获取线性表达式构建器 expr 中元素的个数
exprsize = expr.getSize()
```

ExprBuilder.getCoeff()

摘要

```
getCoeff(idx)
```

描述

根据变量在表达式构建器中的下标获取其系数。

参量

`idx`

变量在表达式构建器中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取线性表达式构建器 expr 第 1 项的系数
coeff = expr.getCoeff(1)
```

ExprBuilder.getVar()

摘要

```
getVar(idx)
```

描述

根据变量在表达式中构建器的下标获取相应的变量，返回一个 *Var* 类对象。

参量

`idx`

变量在表达式构建器中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取线性表达式构建器 expr 第 1 项的变量
x = expr.getVar(1)
```

ExprBuilder.getConstant()

摘要

```
getConstant()
```

描述

获取表达式构建器中的常数项。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 的常数项
constant = expr.getConstant()
```

ExprBuilder.addTerm()

摘要

```
addTerm(var, coeff=1.0)
```

描述

添加新的项到当前表达式构建器中。

参量

var

待添加项的变量。

coeff

待添加项的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加项:  $2*x$  到线性表达式构建器 expr 中
expr.addTerm(x, 2.0)
```

ExprBuilder.addExpr()

摘要

```
addExpr(expr, coeff=1.0)
```

描述

添加新的表达式构建器到当前表达式构建器中。

参量

expr

待添加表达式构建器。

coeff

待添加表达式构建器的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加线性表达式构建器对象  $2*x + 2*y$  到线性表达式构建器 expr 中
expr.addExpr(x + y, 2.0)
```

ExprBuilder.clone()**摘要**`clone()`**描述**

创建表达式构建器对象的深拷贝。

示例

```
# 创建线性表达式构建器 expr 的深拷贝
exprcopy = expr.clone()
```

ExprBuilder.getExpr()**摘要**`getExpr()`**描述**

创建并获取线性表达式构建器相应的表达式，返回一个 *LinExpr* 类对象。

示例

```
# 获取线性表达式构建器 exprbuilder 相应的表达式
expr = exprbuilder.getExpr()
```

11.2.37 LinExpr 类

LinExpr 类是杉数求解器中用于构建线性表达式时变量的相关组合操作，提供了以下成员方法：

LinExpr()**摘要**`LinExpr(arg1=0.0, arg2=None)`**描述**

创建一个 *LinExpr* 类对象。

若参数 `arg1` 为常数，参数 `arg2` 为 `None`，则创建一个 *LinExpr* 类对象，并以参数 `arg1` 的值初始化；若参数 `arg1` 为 *Var* 类对象或 *LinExpr* 类对象，则参数 `arg2` 为常数，参数 `arg2` 可为 `None`，此时当作常数 1.0，并以参数 `arg1` 和 `arg2` 初始化新创建的 *LinExpr* 类对象；若参数 `arg1` 为列表对象，参数 `arg2` 为 `None`，则参数 `arg1` 中的元素为变量、系数对，并以参数 `arg1` 和 `arg2` 初始化新创建的 *LinExpr* 类对象；对于其它参数情形，则调用成员方法 `addTerms` 初始化新创建的 *LinExpr* 类对象。

参量

`arg1`

可选参量, 默认值为 0.0。

`arg2`

可选参量, 默认值为 `None`。

示例

```
# 创建一个新的 LinExpr 对象, 并初始化为: 0.0
expr0 = LinExpr()
# 创建一个 LinExpr 对象, 并初始化为: 2*x + 3*y
expr1 = LinExpr([(x, 2), (y, 3)])
# 创建一个 LinExpr 对象, 并初始化为: x + 2*y
expr2 = LinExpr([x, y], [1, 2])
```

LinExpr.setCoeff()

摘要

`setCoeff(idx, newval)`

描述

根据变量在表达式中的下标设置其系数。

参量

`idx`

变量在表达式中的下标。起始为 0。

`newval`

变量的新系数。

示例

```
# 设置线性表达式 expr 第 0 项的系数为 1.0
expr.setCoeff(0, 1.0)
```

LinExpr.getCoeff()

摘要

`getCoeff(idx)`

描述

根据变量在表达式中的下标获取其系数。

参量

`idx`

变量在表达式中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 第 1 项的系数
coeff = expr.getCoeff(1)
```

LinExpr.getVar()

摘要

getVar(idx)

描述

根据变量在表达式中的下标获取相应的变量，返回一个 *Var* 类对象。

参量

idx

变量在表达式中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 第 1 项的变量
x = expr.getVar(1)
```

LinExpr.getConstant()

摘要

getConstant()

描述

获取表达式中的常数项。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 的常数项
constant = expr.getConstant()
```

LinExpr.getValue()

摘要

getValue()

描述

获取以变量的取值计算出的表达式的值。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 的当前值  
val = expr.getValue()
```

LinExpr.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取表达式中项的个数。

示例

```
# 获取线性表达式 expr 中元素的个数  
exprsize = expr.getSize()
```

LinExpr.setConstant()

摘要

setConstant(newval)

描述

设置表达式的常数项。

参量

newval

待设置常数值。

示例

```
# 设置线性表达式 expr 的常数项为 2.0  
expr.setConstant(2.0)
```

LinExpr.addConstant()

摘要

addConstant(newval)

描述

添加常数到表达式。

参量

newval

待添加常数值。

示例

```
# 添加常数 2.0 到线性表达式 expr 中
expr.addConstant(2.0)
```

LinExpr.addTerm()

摘要

```
addTerm(var, coeff=1.0)
```

描述

添加新的项到当前表达式中。

参量

expr

待添加项的变量。

coeff

待添加项的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加项: x 到线性表达式 expr 中
expr.addTerm(x)
```

LinExpr.addTerms()

摘要

```
addTerms(vars, coeffs)
```

描述

添加单个或多个新项到表达式。

若参数 *vars* 为 *Var* 类对象，则参数 *coeffs* 为常数；若参数 *vars* 为 *VarArray* 类对象或列表对象，则参数 *coeffs* 为常数或列表对象；若参数 *vars* 为字典对象或 *tupledict* 类对象，则参数 *coeffs* 为常数、字典或 *tupledict* 类对象。

参量

vars

待添加的变量。

coeffs

待添加项的系数。

示例


```
# 添加项:  $2*x + 2*y$  到线性表达式 expr 中
expr.addTerms([x, y], [2.0, 3.0])
```

LinExpr.addExpr()

摘要

```
addExpr(expr, coeff=1.0)
```

描述

添加新的表达到当前表达式中。

参量

expr

待添加表达式或者表达式构建器对象。

coeff

待添加表达式的放大系数。可选参量, 默认值为 1.0。

示例

```
# 添加线性表达式:  $2*x + 2*y$  到线性表达式 expr 中
expr.addExpr(x + y, 2.0)
```

LinExpr.clone()

摘要

```
clone()
```

描述

创建表达式对象的深拷贝。

示例

```
# 创建线性表达式 expr 的深拷贝
exprcopy = expr.clone()
```

LinExpr.reserve()

摘要

```
reserve(n)
```

描述

为表达式对象预分配空间。

参量

`n`

预分配的表达式中项的数目。

示例

```
# 预分配表达式 expr 中项的数目为 100
expr.reserve(100)
```

LinExpr.remove()

摘要

`remove(item)`

描述

从表达式中移除指定项。

若参数 `item` 为常数, 则移除指定下标对应的项; 否则参数 `item` 为 *Var* 类对象。

参量

`item`

常数下标或待移除项相应的变量。

示例

```
# 从线性表达式 expr 中移除下标为 2 相应的项
expr.remove(2)
# 从线性表达式 expr 中移除变量 x 相应的项
expr.remove(x)
```

11.2.38 QuadExpr 类

QuadExpr 类是杉数求解器中用于构建线性表达式时变量的相关组合操作, 提供了以下成员方法:

QuadExpr()

摘要

`QuadExpr(expr=0.0)`

描述

创建一个 *QuadExpr* 类对象。

参数 `expr` 为常数、*Var* 类对象、*LinExpr* 类对象或 *QuadExpr* 类对象。

参量

`expr`

可选参量, 默认值为 0.0。

示例

```
# 创建一个新的 QuadExpr 对象, 并初始化为: 0.0
quadexpr0 = QuadExpr()
# 创建一个 QuadExpr 对象, 并初始化为: 2*x + 3*y
quadexpr1 = QuadExpr(2*x + 3*y)
# 创建一个 QuadExpr 对象, 并初始化为: x*x + 2*y*z
quadexpr2 = QuadExpr(x*x + 2*y*z)
```

QuadExpr.setCoeff()

摘要

```
setCoeff(idx, newval)
```

描述

根据变量在表达式中的下标设置其系数。

参量

`idx`

变量在表达式中的下标。起始为 0。

`newval`

变量的新系数。

示例

```
# 设置二次表达式 quadexpr 第 0 项的系数为 1.0
quadexpr.setCoeff(0, 1.0)
```

QuadExpr.getCoeff()

摘要

```
getCoeff(idx)
```

描述

根据变量在表达式中的下标获取其系数。

参量

`idx`

变量在表达式中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取二次表达式 quadexpr 第 1 项的系数
coeff = quadexpr.getCoeff(1)
```

QuadExpr.getVar1()

摘要

`getVar1(idx)`

描述

获取指定的二次项的第一个变量, 返回一个 *Var* 类 对象。

参量

`idx`

二次项的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取第 1 个二次项的第 1 个变量
x = expr.getVar1(1)
```

QuadExpr.getVar2()

摘要

`getVar2(idx)`

描述

获取指定的二次项的第二个变量, 返回一个 *Var* 类 对象。

参量

`idx`

二次项的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取第 1 个二次项的第 2 个变量
y = expr.getVar2(1)
```

QuadExpr.getLinExpr()

摘要

`getLinExpr()`

描述

获取二次表达式中的线性表达式。

示例

```
# 获取二次表达式 quadexpr 中的线性表达式 linexpr
linexpr = quadexpr.getLinExpr()
```

QuadExpr.getConstant()

摘要

`getConstant()`

描述

获取表达式中的常数项。

示例

```
# 获取二次表达式 quadexpr 的常数项
constant = quadexpr.getConstant()
```

QuadExpr.getValue()

摘要

`getValue()`

描述

获取以变量的取值计算出的表达式的值。

示例

```
# 获取二次表达式 quadexpr 的当前值
val = quadexpr.getValue()
```

QuadExpr.getSize()

摘要

`getSize()`

描述

获取表达式中项的个数。

示例

```
# 获取二次表达式 quadexpr 中元素的个数
exprsize = quadexpr.getSize()
```

QuadExpr.setConstant()

摘要

`setConstant(newval)`

描述

设置表达式的常数项。

参量

`newval`

待设置常数值。

示例

```
# 设置二次表达式 quadexpr 的常数项为 2.0
quadexpr.setConstant(2.0)
```

QuadExpr.addConstant()

摘要

`addConstant(newval)`

描述

添加常数到表达式。

参量

`newval`

待添加常数值。

示例

```
# 添加常数 2.0 到二次表达式 quadexpr 中
quadexpr.addConstant(2.0)
```

QuadExpr.addTerm()

摘要

`addTerm(coeff, var1, var2=None)`

描述

添加新的项到当前表达式中。

参量

`coeff`

待添加项的系数。

`var1`

待添加项的第一个变量。

`var2`

待添加项的第二个变量。可以为 `None`，表示添加线性项。

示例

```
# 添加项:  $x$  到二次表达式 quadexpr 中
quadexpr.addTerm(1.0, x)
```

QuadExpr.addTerms()

摘要

```
addTerms(coeffs, vars1, vars2=None)
```

描述

添加单个或多个新项到表达式。

若参数 `vars1` 为 `Var` 类对象, 则参数 `vars2` 为 `Var` 类对象或 `None`, 参数 `coeffs` 为常数; 若参数 `vars1` 为 `VarArray` 类对象或列表对象, 则参数 `vars2` 为 `VarArray` 类对象、列表对象或 `None`, 参数 `coeffs` 为常数或列表对象; 若参数 `vars1` 为字典对象或 `tupledict` 类对象, 则参数 `vars2` 为字典对象、`tupledict` 类对象或 `None`, 参数 `coeffs` 为常数、字典或 `tupledict` 类对象。

参量

`coeffs`

待添加项的系数。

`vars1`

待添加项的第一个变量。

`vars2`

待添加项的第二个变量。可以取值 `None`, 表示添加线性项。

示例

```
# 添加项:  $2x + 3y + 2x*x + 3x*y$  到二次表达式 quadexpr 中
# 注意: addTerms 不支持混合线性项和二次项
quadexpr.addTerms([2.0, 3.0], [x, y])
quadexpr.addTerms([2.0, 3.0], [x, x], [x, y])
```

QuadExpr.addLinExpr()

摘要

```
addLinExpr(expr, mult=1.0)
```

描述

添加新的表达到当前表达式中。

参量

`expr`

待添加表达式或者表达式构建器对象。

`mult`

待添加表达式的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加线性表达式:  $2*x + 2*y$  到二次表达式 quadexpr 中
quadexpr.addLinExpr(x + y, 2.0)
```

QuadExpr.addQuadExpr()

摘要

`addQuadExpr(expr, mult=1.0)`

描述

添加新的表达到当前表达式中。

参量

`expr`

待添加表达式或者表达式构建器对象。

`mult`

待添加表达式的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加二次表达式:  $x*x + 2*y$  到二次表达式 quadexpr 中
quadexpr.addQuadExpr(x*x + 2*y, 2.0)
```

QuadExpr.clone()

摘要

`clone()`

描述

创建表达式对象的深拷贝。

示例

```
# 创建二次表达式 quadexpr 的深拷贝
exprcopy = quadexpr.clone()
```

QuadExpr.reserve()

摘要

`reserve(n)`

描述

为表达式对象预分配空间。

参量

`n`

预分配的表达式中项的数目。

示例

```
# 预分配表达式 expr 中项的数目为 100
expr.reserve(100)
```

QuadExpr.remove()**摘要**

`remove(item)`

描述

从表达式中移除指定项。

若参数 `item` 为常数, 则移除指定下标对应的项; 否则参数 `item` 为 *Var* 类对象。

参量

`item`

常数下标或待移除项相应的变量。

示例

```
# 从二次表达式 quadexpr 中移除下标为 2 相应的项
quadexpr.remove(2)
# 从二次表达式 quadexpr 中移除变量 x 相应的项
quadexpr.remove(x)
```

11.2.39 PsdExpr 类

PsdExpr 类是杉数求解器中用于构建半定表达式时变量的相关组合操作, 提供了以下成员方法:

PsdExpr()**摘要**

`PsdExpr(expr=0.0)`

描述

创建一个 *PsdExpr* 类对象。

参量

`expr`

可选参量, 默认值为 0.0。可取值为常数、*Var* 类对象、*LinExpr* 类对象和 *PsdExpr* 类对象。

示例

```
# 创建一个新的 PsdExpr 对象, 并初始化为: 0.0
expr0 = PsdExpr()
# 创建一个 PsdExpr 对象, 并初始化为: 2*x + 3*y
expr1 = PsdExpr(2*x + 3*y)
```

`PsdExpr.setCoeff()`

摘要

`setCoeff(idx, mat)`

描述

根据半定变量在表达式中的下标设置其对称矩阵系数。

参量

`idx`

半定变量在表达式中的下标。起始为 0。

`mat`

半定变量的新对称矩阵系数。

示例

```
# 设置半定表达式 expr 第 0 项的系数为对称矩阵 mat
expr.setCoeff(0, mat)
```

`PsdExpr.getCoeff()`

摘要

`getCoeff(idx)`

描述

根据半定变量在表达式中的下标获取其对称矩阵系数。

参量

`idx`

半定变量在表达式中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 第 1 项的对称矩阵系数  
mat = expr.getCoeff(1)
```

PsdExpr.getPsdVar()

摘要

```
getPsdVar(idx)
```

描述

根据半定变量在表达式中的下标获取相应的半定变量, 返回一个 *PsdVar* 类对象。

参量

idx

半定变量在表达式中的下标。起始为 0。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 第 1 项的半定变量  
x = expr.getPsdVar(1)
```

PsdExpr.getLinExpr()

摘要

```
getLinExpr()
```

描述

获取表达式中的线性表达式。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 的线性表达式  
linexpr = expr.getLinExpr()
```

PsdExpr.getConstant()

摘要

```
getConstant()
```

描述

获取表达式中的常数项。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 的常数项  
constant = expr.getConstant()
```

PsdExpr.getValue()

摘要

getValue()

描述

获取以半定变量和变量的取值计算出的表达式的值。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 的当前值
val = expr.getValue()
```

PsdExpr.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取半定表达式中项的个数。

示例

```
# 获取半定表达式 expr 中元素的个数
exprsize = expr.getSize()
```

PsdExpr.setConstant()

摘要

setConstant(newval)

描述

设置半定表达式的常数项。

参量

newval

待设置常数值。

示例

```
# 设置半定表达式 expr 的常数项为 2.0
expr.setConstant(2.0)
```

PsdExpr.addConstant()

摘要

`addConstant(newval)`

描述

添加常数到半定表达式。

参量

`newval`

待添加常数值。

示例

```
# 添加常数 2.0 到半定表达式 expr 中
expr.addConstant(2.0)
```

PsdExpr.addTerm()

摘要

`addTerm(var, mat)`

描述

添加新的半定项到当前半定表达式中。

参量

`var`

待添加半定项的半定变量。

`mat`

待添加半定项的对称矩阵。

示例

```
# 添加半定项  $C1 * X$  到半定表达式 expr 中
expr.addTerm(X, C1)
```

PsdExpr.addTerms()

摘要

`addTerms(vars, mats)`

描述

添加单个或多个新半定项到半定表达式。

若参数 `vars` 为 *PsdVar* 类对象, 则参数 `mats` 为 *SymMatrix* 类对象; 若参数 `vars` 为 *PsdVarArray* 类对象或列表对象, 则参数 `mats` 为 *SymMatrixArray* 类对象或列表对象;

参量

`vars`

待添加半定项的半定变量。

`mats`

待添加半定项的对称矩阵。

示例

```
# 添加项:  $C1 * X1 + C2 * X2$  到半定表达式 expr 中
expr.addTerms([X1, X2], [C1, C2])
```

PsdExpr.addLinExpr()

摘要

`addLinExpr(expr, mult=1.0)`

描述

添加新的线性表达式到当前半定表达式中。

参量

`expr`

待添加线性表达式或者线性表达式构建器对象。

`mult`

待添加线性表达式的放大系数。可选参量, 默认值为 1.0。

示例

```
# 添加线性表达式:  $2*x + 2*y$  到半定表达式 expr 中
expr.addLinExpr(x + y, 2.0)
```

PsdExpr.addPsdExpr()

摘要

`addPsdExpr(expr, mult=1.0)`

描述

添加新的半定表达式到当前半定表达式中。

参量

`expr`

待添加半定表达式。

`mult`

待添加半定表达式的放大系数。可选参量，默认值为 1.0。

示例

```
# 添加半定表达式:  $C * X$  到半定表达式 expr 中
expr.addPsdExpr(C*X)
```

`PsdExpr.clone()`

摘要

`clone()`

描述

创建表达式对象的深拷贝。

示例

```
# 创建半定表达式 expr 的深拷贝
exprcopy = expr.clone()
```

`PsdExpr.reserve()`

摘要

`reserve(n)`

描述

为半定表达式对象预分配空间。

参量

`n`

预分配的半定表达式中项的数目。

示例

```
# 预分配半定表达式 expr 中项的数目为 100
expr.reserve(100)
```

`PsdExpr.remove()`

摘要

`remove(item)`

描述

从半定表达式中移除指定项。

若参数 `item` 为常数，则移除指定下标对应的项；否则参数 `item` 为 *PsdVar* 类对象。

参量

`item`

常数下标或待移除项相应的半定变量。

示例

```
# 从半定表达式 expr 中移除下标为 2 相应的项
expr.remove(2)
# 从半定表达式 expr 中移除半定变量 x 相应的项
expr.remove(x)
```

11.2.40 CoptError 类

CoptError 类是杉数求解器的错误处理相关操作的封装。当方法调用对应的杉数求解器底层接口发生错误时，则抛出 CoptError 类的异常，提供了以下属性值访问相应的错误信息：

- CoptError.retcode
错误值代码。
- CoptError.message
错误值信息。

11.3 辅助函数与工具类

辅助函数与工具类基于 Python 的基本数据类型进行封装，提供了易用的数据类型，便于快速构建复杂的优化模型。本节将阐述其功能与使用方法。

11.3.1 辅助函数

`multidict()`

摘要

`multidict(data)`

描述

将输入的字典对象拆分为键与多个字典对象并返回。

参量

`data`

待拆分字典对象，该字典对象中每个键映射 n 个值。

示例

```
keys, dict1, dict2 = multidict({
    "hello": [0, 1],
    "world": [2, 3]})
```

quicksum()

摘要

```
quicksum(data)
```

描述

快速构建表达式，返回一个 *LinExpr* 类 对象。

参量

`data`

生成表达式待加项。

示例

```
expr = quicksum(m.getVars())
```

11.3.2 tuplelist 类

`tuplelist` 类是基于 Python 列表类的封装，提供了以下成员方法：

tuplelist()

摘要

```
tuplelist(list)
```

描述

创建并返回一个 *tuplelist* 类 对象。

参量

`list`

Python 列表对象。

示例

```
t1 = tuplelist([(0, 1), (1, 2)])
t1 = tuplelist([('a', 'b'), ('b', 'c')])
```

`tuplelist.add()`

摘要

`add(item)`

描述

向`tuplelist` 类对象中添加项。

参量

`item`

待添加项，可取值为 Python 元组对象。

示例

```
t1 = tuplelist([(0, 1), (1, 2)])
t1.add((2, 3))
```

`tuplelist.select()`

摘要

`select(pattern)`

描述

根据指定的模式筛选得到符合条件的项，返回一个`tuplelist` 类对象。

参量

`pattern`

指定的匹配模式。

示例

```
t1 = tuplelist([(0, 1), (0, 2), (1, 2)])
t1.select(0, '*')
```

11.3.3 tupledict 类

`tupledict` 类是基于 Python 字典类的封装，提供了以下成员方法：

`tupledict()`

摘要

`tupledict(args, kwargs)`

描述

创建并返回一个`tupledict` 类对象。

参量

`args`

位置参量。

`kwargs`

命名参量。

示例

```
d = tupledict([(0, "hello"), (1, "world")])
```

`tupledict.select()`

摘要

`select(pattern)`

描述

根据指定的模式筛选得到符合条件的项，返回一个 *tupledict* 类 对象。

参量

`pattern`

指定的匹配模式。

示例

```
d = tupledict([(0, "hello"), (1, "world")])
d.select()
```

`tupledict.sum()`

摘要

`sum(pattern)`

描述

根据指定的模式筛选累加项，返回一个 *LinExpr* 类 对象。

参量

`pattern`

指定的匹配模式。

示例

```
expr = x.sum()
```

tupledict.prod()**摘要**

```
prod(coeff, pattern)
```

描述

根据指定的模式筛选，并与乘积系数累乘项，返回一个 *LinExpr* 类对象。

参量

coeff

乘积系数。可取值为字典或 *tupledict* 类对象。

pattern

指定的匹配模式。

示例

```
coeff = dict([(1, 0.1), (2, 0.2)])
expr = x.prod(coeff)
```

11.3.4 ProbBuffer 类

ProbBuffer 类是字符流缓冲区的封装，提供了以下成员方法：

ProbBuffer()**摘要**

```
ProbBuffer(buff)
```

描述

创建并返回一个 *ProbBuffer* 类对象。

参量

buff

缓冲区大小，默认为 **None**，即缓冲区大小为 0。

示例

```
# 创建大小为 100 的字符流缓冲区
buff = ProbBuffer(100)
```

ProbBuffer.getData()**摘要**

```
getData()
```

描述

获取字符流缓冲区中的内容。

示例

```
# 打印字符流缓冲区 buff 中的内容  
print(buff.getData())
```

ProbBuffer.getSize()

摘要

getSize()

描述

获取字符流缓冲区的大小。

示例

```
# 获取字符流缓冲区 buff 的大小  
print(buff.getSize())
```

ProbBuffer.resize()

摘要

resize(sz)

描述

调整字符流缓冲区的大小。

参量

sz

缓冲区新的大小。

示例

```
# 调整字符流缓冲区 buff 的大小  
buff.resize(100)
```