

Gurobi 9.0 技术突破和新亮点

网络讲座



GUROBI
OPTIMIZATION

The World's Fastest Solver

顾宗浩 博士
2020年1月8日

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

LP 性能

默认设置: 提速 7%

- 4 线程并发 LP

单纯型: 提速 5% (原始), 保持不变 (对偶)

- 线性系统求解的改进(Ftran/Btran)
- 初始解和边角问题的数值改进

内点法: 提速 7%

- 交叉: 数值改进
- 支持 AVX-512, 对费时的因式分解模型提升 40%
 - 在AVX-512 电脑上产生整体额外 4% 性能提升

MILP: 提速 18% (大于100 秒模型提速 26%)

- 切平面:
 - new RLT cuts
 - new BQP cuts
 - new RelaxLift cuts
 - second type of "SubMIP" cuts
 - use LP to find another aggregation for MIR cut separator
 - randomize aggregation order in MIR cut separator
 - try more scaling factors in MIR cut separator
 - more aggressive cover cut separation
 - occasionally separate "close cuts"
 - tuned cut loop abort criteria for main and parallel cut loops
 - improved dual bound updates from parallel root cut loops
 - improved cut selection
 - improved performance of zero-half and mod-k cut separators
 - limit effort in GUB cover and network cut separation procedures
 - limit effort in some very expensive cut separation procedure
 - fixed a performance issue in symmetry cuts
- 启发算法:
 - new solution improvement heuristic
 - new "lurking bounds" heuristic
 - extended some heuristics to work for models with SOS constraints
- 预优化:
 - implied product detection
 - detect implicit piece-wise linear functions
 - sparsify objective function
 - substitute sub-expressions in presolve to sparsify constraints
 - better work limits in constraint sparsification
 - improved parallel column/row presolve reduction
 - activate SOS2 to big-M translation in some cases
- 其他改进:
 - improved disconnected components
 - extended disconnected components detection to work for models with SOS constraints
 - reduced wait time in parallel synchronization by more flexible work load distribution
 - propagate objective function in node probing

新的解改进启发式算法

启发式算法已经取得显著改善

仍然存在很多进一步改善的机会

- 特别当松弛解无法提供好的指导

更好的改进启发式

- ImproveStartGap, ImproveStartNodes, ImproveStartTime
- 在困难模型集合中，与旧版本对比
 - 新的改进方案可以在 83% 的模型上找到更好结果。

凸 MIQP 和 MIQCP 性能

MIQP: 提速 24%

- 大部分 MILP 改进方法同样适用
- 对于纯粹的 "box QPs" 问题, 将非凸目标的变量转为0-1变量

MIQCP: 提速 6%

- 大部分 MILP 改进方法同样适用
- 对于二次约束, 改进预优化和节点预优化
- 扩充MILP启发式算法到MIQCP
- 等等

主要新功能

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

非线性优化

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

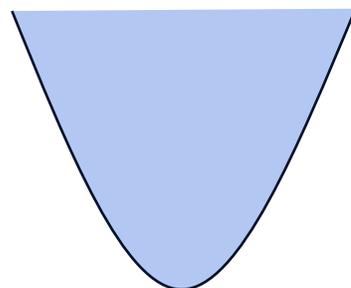
非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

很多应用

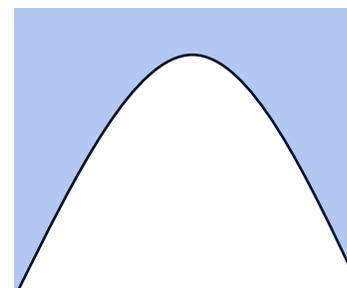
- 混罐问题 (混合问题是 LP, 混罐问题引入了中间罐 → 双线性)
- 石油化工行业 (炼油：罐中成分比例的约束)
- 废水处理
- 排放合规
- 农业和食品行业 (基于预混装产品的混合加工)
- 等等

非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

以往 Gurobi 版本: 预优化之后的约束和目标 Q 矩阵需要是凸的。



$$x^T Q x \leq b$$



convex

$$-y + x^2 \leq 0$$

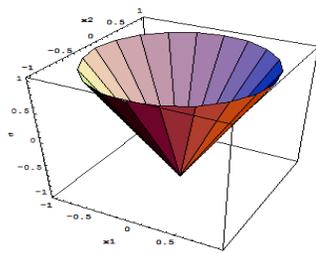
non-convex

$$-y - x^2 \leq 0$$

如果 Q 是半正定 (PSD) 的, 那么 $x^T Q x \leq b$ 是凸的

- Q is PSD if and only if $x^T Q x \geq 0$ for all x

但 $x^T Q x \leq b$ 在其他情况下也可以是凸的, 例如二次锥 (SOCs)



$$\text{SOC: } x_1^2 + \dots + x_n^2 - z^2 \leq 0$$

$$x^2 + y^2 - z^2 \leq 0, z \geq 0: \text{ at level } z, (x, y) \text{ is a disc with radius } z$$

非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

对于非凸的二次约束和目标如何?

- 预优化也许可以使之凸化或者线性化
- 如果不成功的话 `GRB_ERROR_Q_NOT_PSD` or `GRB_ERROR_QCP_EQUALITY_CONSTRAINT`

Gurobi 9.0 可以求解任何二次问题到全局最优

- 不再返回错误, 直接求解(如果 “NonConvex” 参数设定为2)
- 自动将任意非凸二次约束转为双线性约束

$$3x_1^2 - 7x_1x_2 + 2x_1x_3 - x_2^2 + 3x_2x_3 - 5x_3^2 = 12$$

(非凸 Q 约束)

➔ $p_{11} := x_1^2, p_{12} := x_1x_2, p_{13} := x_1x_3, p_{22} := x_2^2, p_{23} := x_2x_3, p_{33} := x_3^2$

$$3p_{11} - 7p_{12} + 2p_{13} - p_{22} + 3p_{23} - 5p_{33} = 12$$

(6 双线性约束)

(线性约束)

- 优化器可以处理双线性约束
 - 切平面
 - 空间分支

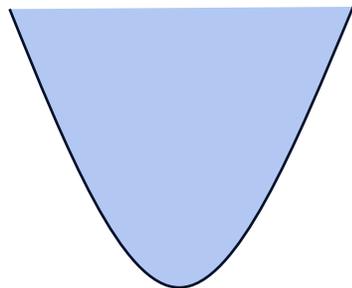
非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

双线性约束的算法处理方法

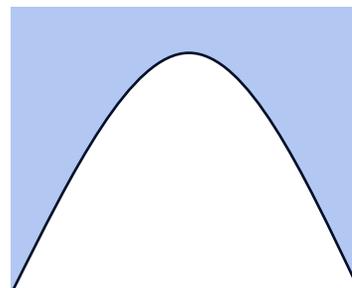
- 广义形式: $a^T z + dxy \leq b$

(线性加单一乘积项, 不等式或等式)

例如平方形式 ($x = y$):



convex
 $-z + x^2 \leq 0$



non-convex
 $-z - x^2 \leq 0$

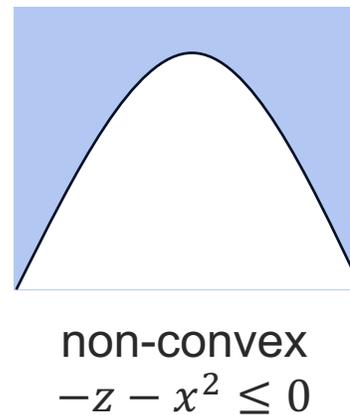
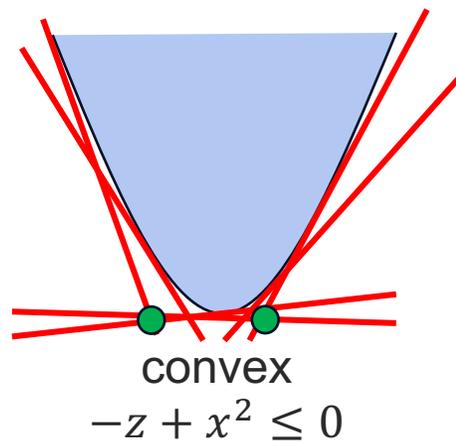
非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

双线性约束的算法处理方法

- 广义形式: $a^T z + dxy \leq b$

(线性加单一乘积项, 不等式或等式)

例如平方形式 ($x = y$):



简单: 加切线割平面

非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

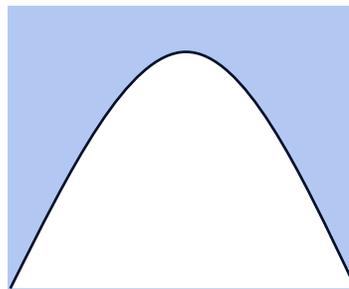
双线性约束的算法处理方法

- 广义形式: $a^T z + dxy \leq b$

(线性加单一乘积项, 不等式或等式)

例如平方形式 ($x = y$):

non-convex
 $-z - x^2 \leq 0$



非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

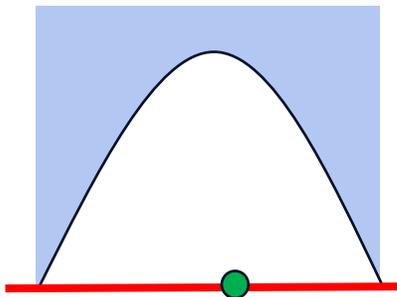
双线性约束的算法处理方法

- 广义形式: $a^T z + dxy \leq b$

(线性加单一乘积项, 不等式或等式)

例如平方形式 ($x = y$):

non-convex
 $-z - x^2 \leq 0$



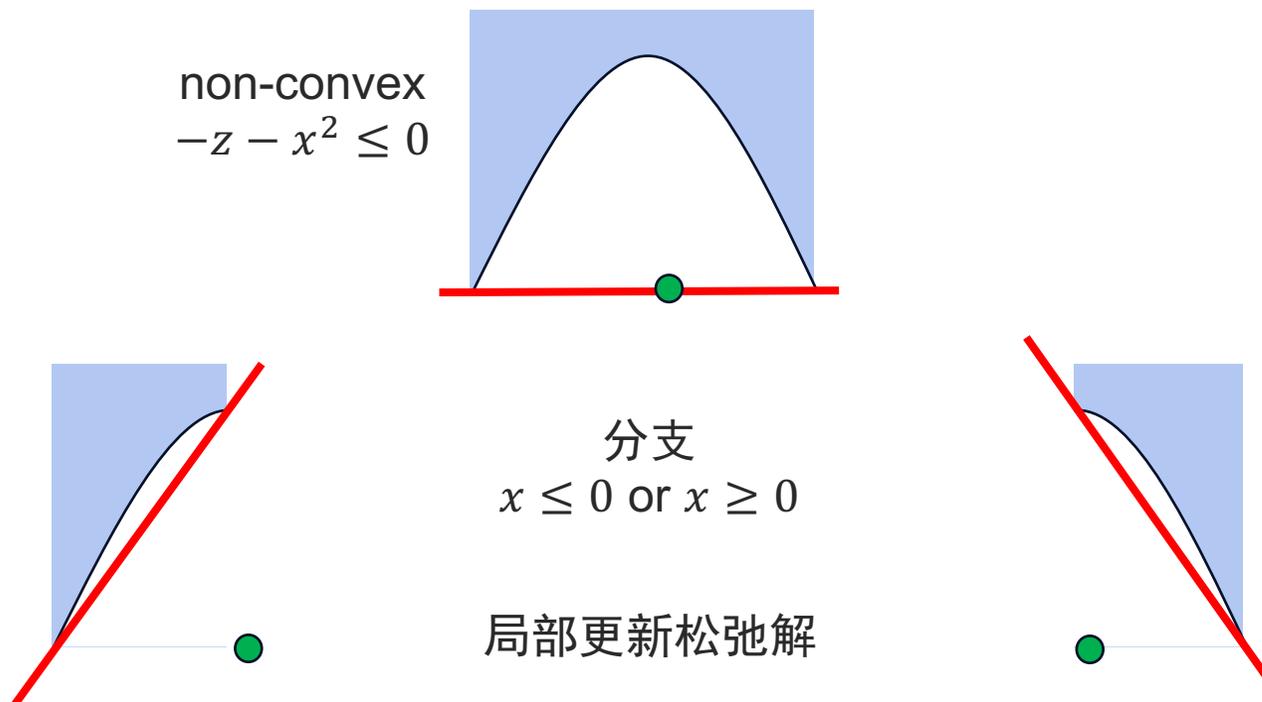
非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

双线性约束的算法处理方法

- 广义形式: $a^T z + dxy \leq b$

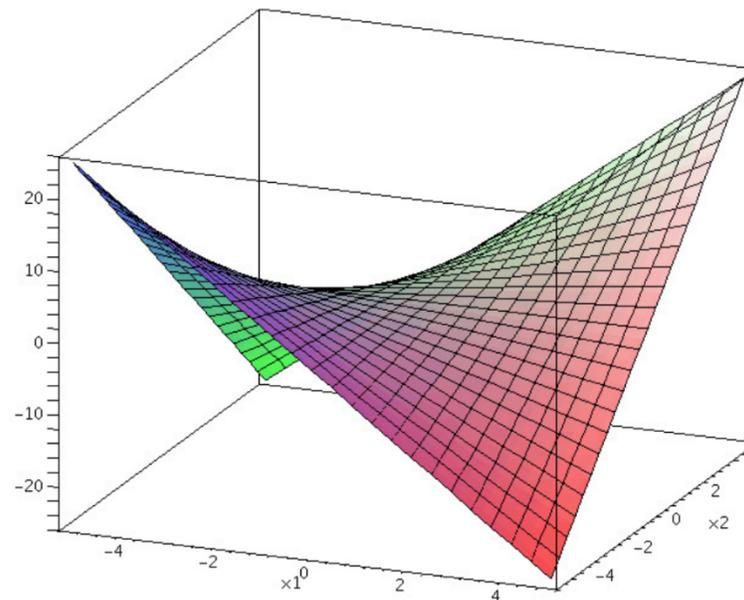
(线性加单一乘积项, 不等式或等式)

例如平方形式 ($x = y$):



非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

混合乘积形式: $-z + xy = 0$

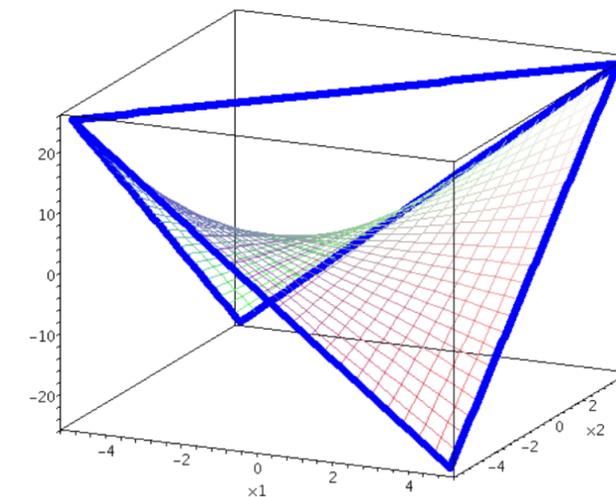
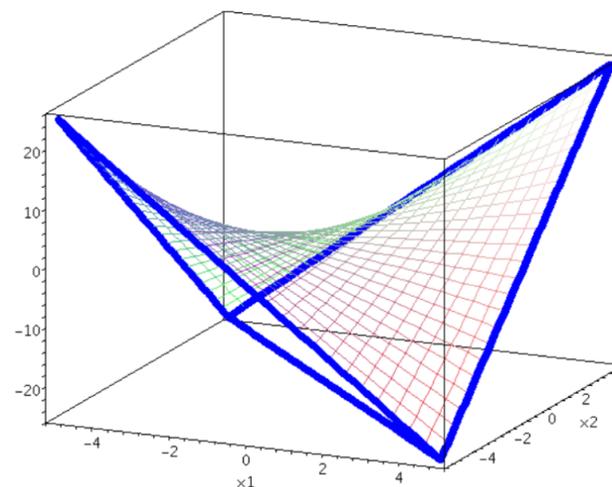


McCormick 下界和上界包络:

$$\begin{aligned} -z + l_x y + l_y x &\leq l_x l_y \\ -z + u_x y + u_y x &\leq u_x u_y \end{aligned}$$

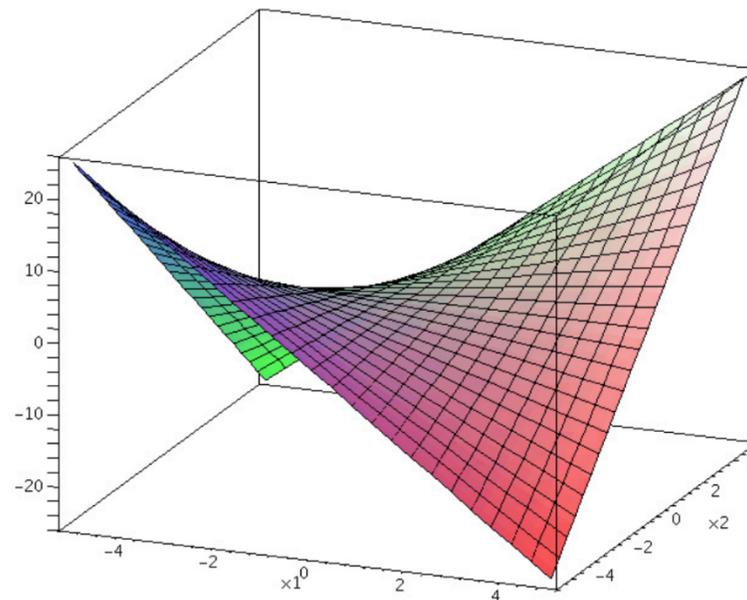
$$\begin{aligned} -z + u_x y + l_y x &\geq u_x l_y \\ -z + l_x y + u_y x &\geq l_x u_y \end{aligned}$$

pictures from Costa and Liberti: "Relaxations of multilinear convex envelopes: dual is better than primal"



非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

混合乘积形式: $-z + xy = 0$



McCormick 下界和上界包络:

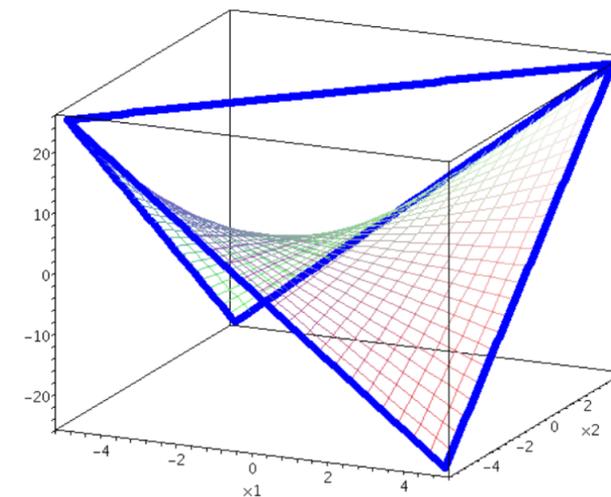
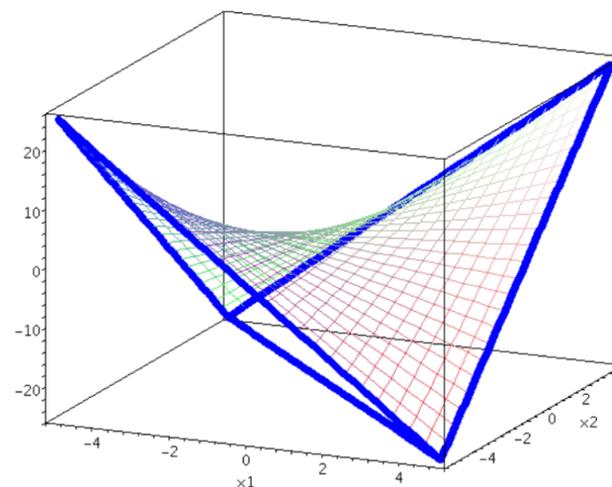
$$\begin{aligned} -z + l_x y + l_y x &\leq l_x l_y \\ -z + u_x y + u_y x &\leq u_x u_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -z + u_x y + l_y x &\geq u_x l_y \\ -z + l_x y + u_y x &\geq l_x u_y \end{aligned}$$



系数取决于局部界

pictures from Costa and Liberti: "Relaxations of multilinear convex envelopes: dual is better than primal"



非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

算法构成

- 预优化将非凸Q约束转换为双线性约束
- McCormick 松弛
- 空间分支 (对连续变量进行分支)
- “自适应约束”
 - 在局部界变化后自动更新 McCormick 松弛问题的系数
 - 而非增加局部切平面
- 切平面
 - RLT 切平面 (RLT = Reformulation Linearization Technique)
 - BQP 切平面 (BQP = Boolean Quadric Polytope)
 - 即将推出: SDP 切平面 (SDP = Semi-Definite Program)
 - ...

同样适用 MILP

- 识别含0-1变量乘积线性化的结构
- 性能提升: RLT 切平面 和 BQP 切平面

非凸 QP, QCP, MIQP 和 MIQCP

初步测试结果 vs. 市面上非凸 MIQCP 优化器

- QPLIB 测试集合 Prof. Hans Mittelmann (Arizona State Univ.)
 - <http://plato.asu.edu/bench.html>
- Gurobi 速度更快, 在时间限定内求解问题数量更多
- 但: 其他优化器通常目的是求解广义 MINLP, 并非仅仅非凸 MIQCP

Test set		Mosek	Knitro	Bonmin	CBC	Couenne	OcaterAct	Baron	SCIP	F-SCIP	Antigone	Minotaur	Gurobi
non-convex binary	ratio						64.7x	16.2x	64.8x	46.7x	63.0x	85.8x	1.0x
	solved (80)						17	41	19	24	23	7	80
non-convex discrete	ratio					25.5x	30.6x	11.9x	18.3x	5.1x	12.6x	28.8x	1.0x
	solved (88)					8	1	24	15	41	29	4	66
non-convex continuous	ratio					5.1x	4.9x	2.2x	4.2x	2.7x	1.6x	5.4x	1.0x
	solved (49)					8	8	22	7	14	29	6	27
convex discrete	ratio	7.0x	11.4x	10.8x	31.1x			7.3x	13.5x	20.3x	28.6x	17.9x	1.0x
	solved (31)	12	9	10	2			11	11	8	2	11	21

results from December 16, 2019

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

非线性优化

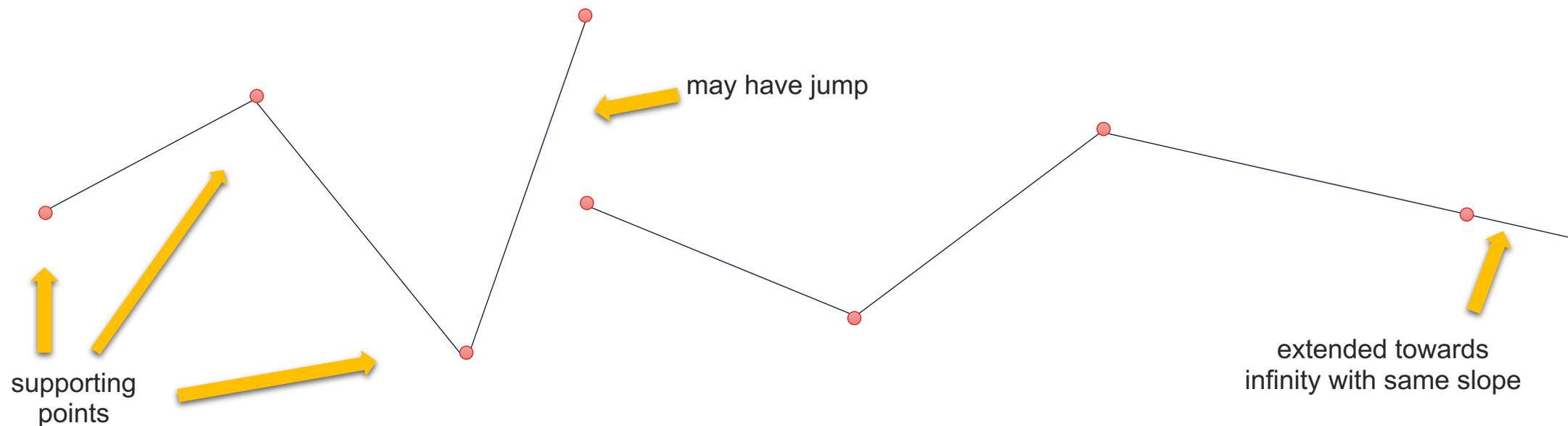
其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

分段线性 (PWL) 约束

一种新的广义约束

用户将关键折点用一系列 (x,y) 元组表示



$$y = PWL(x; (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n))$$

分段线性 (PWL) 约束

一种新的广义约束

用户将关键折点用一系列 (x,y) 元组表示

举例

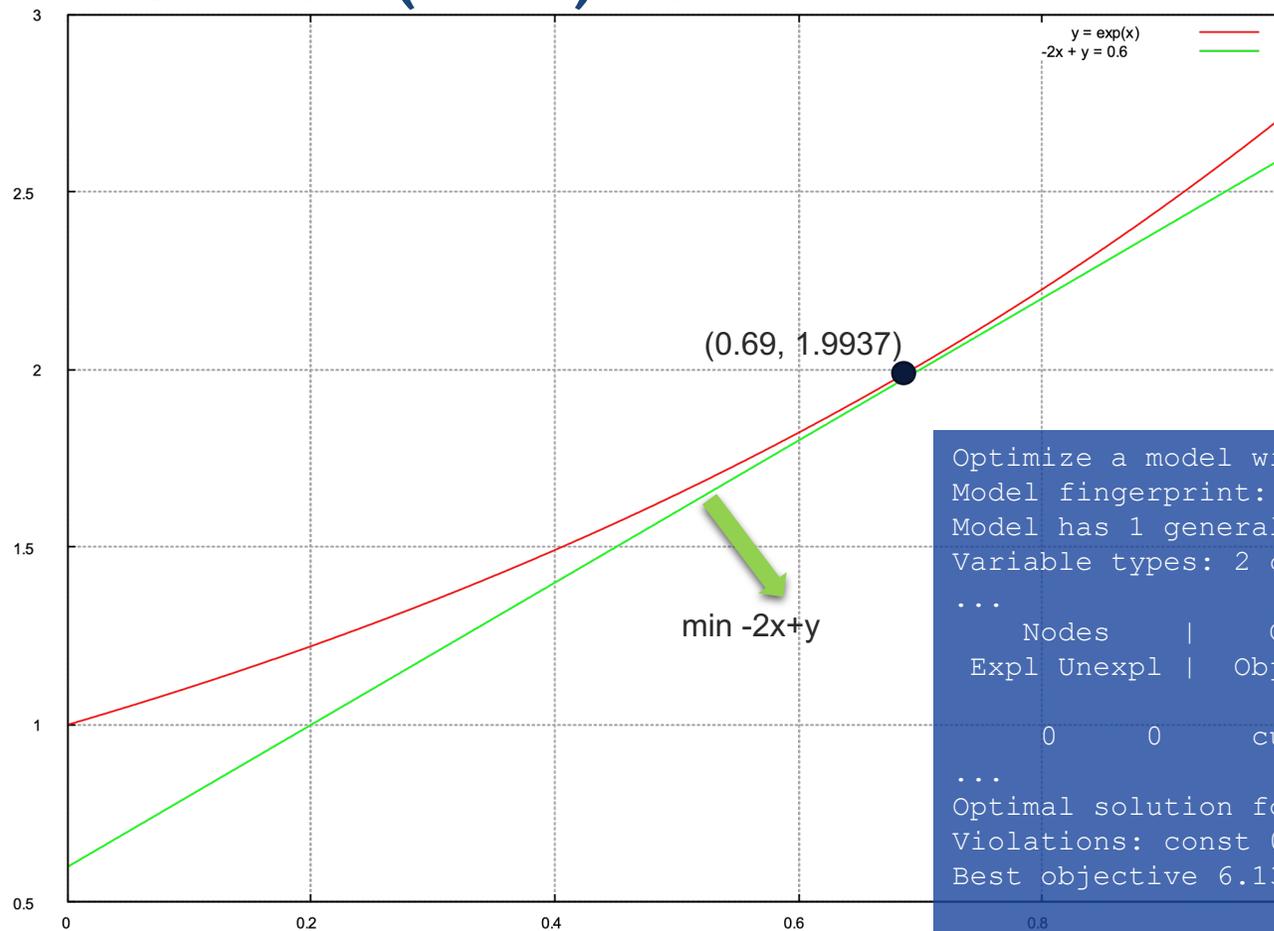
- $y = e^x, 0 \leq x \leq 1$
- 用100个分段近似, 产生101个点 $(xpts, ypts)$:
 $(0, e^0), (0.01, e^{0.01}), \dots, (1, e^1)$

- Python 代码:

```
n = 100
xpts = [1.0*k/n for k in range(n+1)]
ypts = [math.exp(xpts[k]) for k in range(n+1)]

model = Model("pwltest")
x = model.addVar(lb=0, ub=1, name="x")
y = model.addVar(name="y")
gc = model.addGenConstrPWL(x, y, xpts, ypts, "gc")
model.setObjective(-2*x + y)
model.optimize()
```

分段线性 (PWL) 约束



```
Optimize a model with 0 rows, 2 columns and 0 nonzeros
Model fingerprint: 0xe289cdc2
Model has 1 general constraint
Variable types: 2 continuous, 0 integer (0 binary)
...
Nodes | Current Node | Objective Bounds | Work
Expl Unexpl | Obj Depth IntInf | Incumbent BestBd Gap | It/Node Time
...
0 0 cutoff 0 0.61372 0.61372 0.00% - 0s
...
Optimal solution found (tolerance 1.00e-04)
Violations: const 0.0000e+00, bound 0.0000e+00, int 0.0000e+00, genconstr 0.0000e+00
Best objective 6.137155332431e-01, best bound 6.137155332431e-01, gap 0.0000%
```

```
gurobi> print x.X
0.69
gurobi> print y.X
1.99371553324
```

函数约束，自动转换成分段线性约束

$$y = f(x)$$

支持: polynomial, $\log(x)$, $\log_a(x)$, e^x , a^x , x^a , $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$

另外一种新的广义约束形式

举例

- $y = e^x, 0 \leq x \leq 1$
- Python 代码: `gc = model.addGenConstrExp(x, y, name="gc")`

Gurobi 自动计算转折点和进行分段线性化转换

- 对于周期函数有更聪明的处理 $\sin()$, $\cos()$, and $\tan()$
- 在预处理中采用原始函数形式
- 在预优化中的界压缩可能产生更有效的分段线性化转换

自动分段线性化转换的选项

选项

- FuncPieces, FuncPieceLength, FuncPieceError, FuncPieceRatio
- 属性: 只适用于某个函数约束
- 参数: 适用于全部函数约束

速度和精度的取舍

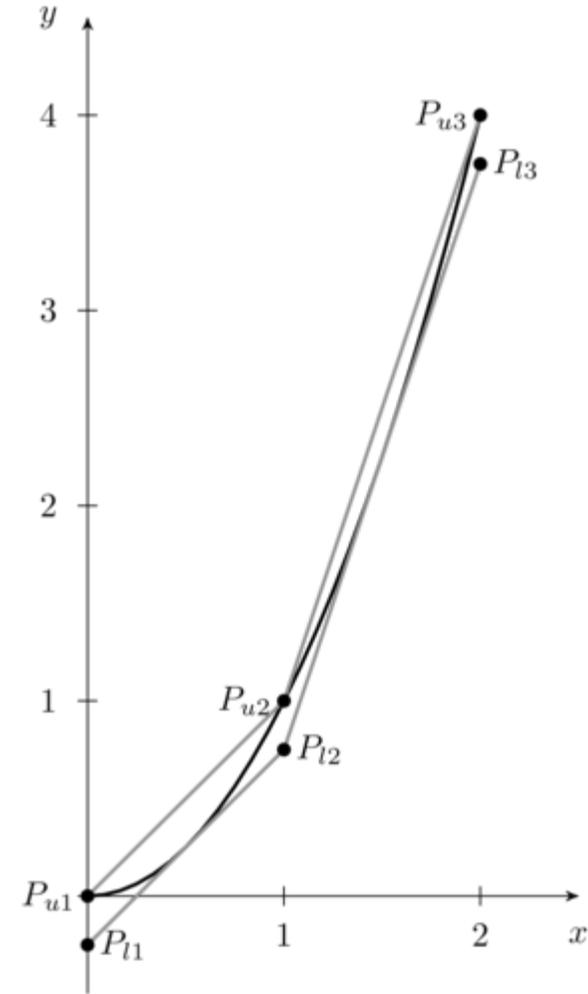
- FuncPieces, FuncPieceLength, FuncPieceError
- 用于设置分段长度, 分段数量和最大允许误差

向下近似 和 向上近似

- FuncPieceRatio

举例, $y = x^2$

- 向下近似: (P_{l1}, P_{l2}, P_{l3})
- 向上近似: (P_{u1}, P_{u2}, P_{u3})
- 误差: 0.25 for both pieces $[0,1]$ and $[1,2]$



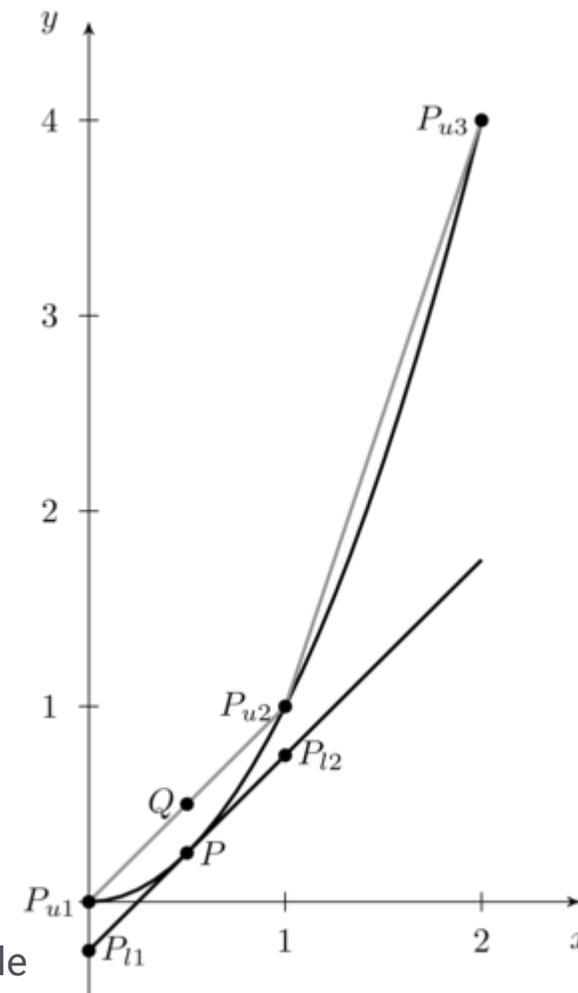
非线性能力

理论上

- 多变量多项式可以分解为双线性函数
 - $z = x^4y^2$
 - Let $u = x^2, v = u^2, w = y^2$ (bilinear)
 - Then $z = vw$ (bilinear)
- PWL 约束允许近似单变量非线性函数
- 可以将广泛的非线性问题获得全局最优
 - e.g., $z = \sin(x^2y) \cdot e^{x+y^2}$

现实中

- 误差随着分解和合并不断放大
- PWL 近似的误差可能较大
- 举例:
 - $y = x - 0.25, y = x^2$
 - $y = x - 0.25$ is for line (P_{l1}, P, P_{l2})
 - $P = (x, y) = (0.5, 0.25)$ is feasible
 - PWL approximation of $y = x^2$ with line segments (P_{u1}, P_{u2}, P_{u3})
 - $y = 0.5$ at $x = 0.5$, $Q(0.5, 0.5)$ is quite far from $P(0.5, 0.25)$
 - Infeasible
 - FuncPieceLength=1 is too big: largest error = 0.25 is too big to be feasible



亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- **MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)**
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

处理不确定性

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

MIP 多方案分析

背景

- 数学模型通常是真实世界应用的近似
- 输入通常是预估的, 例如销售预测
- 商业环境和条件也是变化的
- 了解优化方案对于变化的敏感度是非常重要的
 - 如果某种商品的需求从10个增加到12个会怎样?

错误的做法

- 固定整数变量, 按照连续模型来求解, 获得固定后的连续模型的对偶值和递减成本
- 这将导致错误结果! 从数学计算角度也不合理!

我们的做法

- 建立基准模型
- 用属性创建一组方案
 - 每个方案定义为对于基准模型的变化
 - 变化包括: 目标系数, 变量上下界, 线性约束的右边项
- 然后计算所有方案的最优解
- 这样可以提供不同方案中结果是如何变化的洞察力

MIP 多方案分析

简单做法

- 将每个方案作为独立MIP求解
- 旧版本案例: `sensitivity.py`

Gurobi 9.0 的新做法

- 方便定义各种方案
 - 通过属性
 - 参考案例 `sensitivity.py` , 已经被重新改写
- 性能
 - 更快
 - 未来版本会在运算服务器中加入分布式计算
 - 即便提早中断, 很多信息, 例如优化界, 每种方案的可行解等仍然可以获得

处理不确定性

MIP 多方案分析

- 为每个方案找到最优解
- 某个方案的解未必对其他方案可行
- 帮助分析商业模型: 对于输入的变化, 最优解的敏感度如何?
- MIP 版本的 LP 敏感度分析

随机优化 Stochastic Optimization

- 寻找一个解, 优化所有方案的期望值
- 用户需要设定每个方案的概率
 - 或者为随机变量指定分布函数

鲁棒优化 Robust Optimization

- 寻找一个解, 优化最差方案
- 模型系数不固定, 用户需要指定范围
 - 更广泛: 系数在指定的凸集中

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

数据科学家, 工程师

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

Python矩阵接口

关于 Python

- 很流行的编程语言
- 海量库
 - 标准库
 - 第三方库, 容易管理
- 数据科学研究的顶尖语言

数据科学家和工程师习惯和矩阵打交道

- 大量人员使用 NumPy 和 SciPy

gurobipy 接受 NumPy's ndarrays 和 scipy.sparse matrices 作为输入

- 如果模型本来就用矩阵表达, 则更方便
- 因为不用创建表达式的模型对象, 则更快速
- API 提供了二种方式 (这里仅显示线性的):
 - 直接添加矩阵约束 `Model.addMConstrs(A, x, sense, b)`
 - 采用矩阵变量 `x = Model.addMVar(shape)`, 然后添加约束 `Model.addConstr(A @ x <= b)`

Python 矩阵 API : 一个简单案例

mip1.py: 代数语法

```
import gurobipy as gp
from gurobipy import GRB

m = gp.Model("mip1")

x = m.addVar(vtype=GRB.BINARY, name="x")
y = m.addVar(vtype=GRB.BINARY, name="y")
z = m.addVar(vtype=GRB.BINARY, name="z")

m.setObjective(x + y + 2 * z, GRB.MAXIMIZE)

m.addConstr(x + 2 * y + 3 * z <= 4, "c0")
m.addConstr(x + y >= 1, "c1")

m.optimize()
```

matrix1.py: 矩阵表达

```
import numpy as np
import scipy.sparse as sp
import gurobipy as gp
from gurobipy import GRB

m = gp.Model("matrix1")

x = m.addMVar(shape=3, vtype=GRB.BINARY, name="x")

obj = np.array([1.0, 1.0, 2.0])
m.setObjective(obj @ x, GRB.MAXIMIZE)

data = np.array([1.0, 2.0, 3.0, -1.0, -1.0])
row = np.array([0, 0, 0, 1, 1])
col = np.array([0, 1, 2, 0, 1])
A = sp.csr_matrix((data, (row, col)), shape=(2, 3))

rhs = np.array([4.0, -1.0])

m.addConstr(A @ x <= rhs, name="c")

m.optimize()
```

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

公司IT, 私有云, 离线优化

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

集群管理

管理 Gurobi 运算服务器集群

- IT 部门可以控制和跟踪集群规模和负载
- 用户可以监控和管理优化任务

用户管理

- 允许为用户设定不同角色 (user, admin, cluster admin)
- 更高安全性和 API 密钥

本地网页界面管理

- 为管理员和用户提供了用户友好的图形化管理界面

任务日志

- 为优化任务提供统计和日志管理

支持离线批量优化模式

- 为耗时长的优化任务提供离线优化
- 客户端不必一直在线，可以后期再连线获取结果

集群管理 – 网页界面


gu

Gurobi Cluster Manager

-  Jobs
-  Batches
-  Submit
-  Repository
-  Cluster
-  Help

My batches
200 batches

<input type="checkbox"/>	Model	Created at ↓	Submitted at	Ended at	User	App	Priority	Size	API	
<input type="checkbox"/>	✓ P0033.mps.gz	10/07/2019 6:39:34 pm	10/07/2019 6:39:35 pm	10/07/2019 6:39:35 pm	gu		0	0 KB	Java	LOG
<input type="checkbox"/>	✓ P0033.mps.gz	10/04/2019 3:32:21 pm	10/04/2019 3:32:22 pm	10/04/2019 3:32:22 pm	gu		0	1.3 KB	Python	LOG
<input type="checkbox"/>	✓ P0033.mps.gz	10/03/2019 9:27:38 pm	10/03/2019 9:27:38 pm	10/03/2019 9:27:38 pm	gu		0	0 KB	Python	LOG
<input type="checkbox"/>	✓ MISC07.mps.gz	10/03/2019 9:18:20 pm	10/03/2019 9:18:21 pm	10/03/2019 9:18:27 pm	gu		0	0 KB	Python	LOG
<input type="checkbox"/>	✓ MISC07.mps.gz	10/03/2019 9:17:13 pm	10/03/2019 9:17:13 pm	10/03/2019 9:17:19 pm	gu		0	23.5 KB	Python	LOG

INFO
TIMELINE
CLIENT
STATUS
INPUT
OUTPUT

ID <u>68c2c9e6-85c4-4e49-879a-50f575f8aac6</u> Batch system ID	Runtime <u>9.0.0</u> Requested runtime to execute the batch	Group <hr/> Batch job group placement request
Job ID <u>fc2adf46-d2f3-438f-aaaf-f13b159588ba</u> ID of job executed for this batch	Model <u>P0033.mps.gz</u> Model input file	Priority <hr/> 0 Priority of the batch

在集群管理中进行批量优化

背景

- 运算服务器允许客户端将优化任务发送到服务器上运行
- MIP 问题经常会需要较长优化时间
 - 要求客户端一直在线等待，往往会造成不便
- 用户需求
 - 允许客户端中断和服务器的连接
 - 后续，客户端可以重新连接，获得优化结果

技术问题

- 重连服务器会产生映射问题
 - 客户端的变量和约束对象已经消失了

我们的解决方案

- 模型在客户端本地上创建
- 对于感兴趣的变量和约束设置标签
- 发送模型到运算服务器，获得批处理ID并中断连接
- 后续通过任务 ID 查询优化状态，并以 JSON 格式获得优化结果

亮点汇总

性能提升

- 新切平面技术, 新的解改进启发式算法, 对AVX-512 支持, 等等

主要新功能

- 非凸 MIQCP (双线性)
- 分段线性(PWL) 约束
- 函数约束, 自动转换成分段线性约束
- MIP 多方案分析 (what if, MIP 敏感度分析)
- 增加Python矩阵接口 (支持 SciPy 稀疏矩阵)
- 新运算服务器功能
- 运算服务器中的离线批量优化

其他改进

- 优化进程中的解文件输出
- 对于运算服务器架构的惰性约束回调支持。
- 对于面向对象语言 API 接口中变量和约束的下标操作
- 模型属性文件
- 交互式界面由 Python 2.7 更新为 3.7

接下来

- 欢迎试用 **Gurobi 9.0**, 中国地区联系 help@gurobi.cn
 - 申请 30 天商业试用许可
 - 申请免费学术许可
- 关于 **Gurobi** 商务信息, 中国地区联系 help@gurobi.cn
- 一二周之后, 本讲座的录像和**PPT** 将会在网站上发布

- 接下来更多技术细节的网络讲座
 - 1 月 14 和 15 日: 非凸 MIQCP
 - 2 月份: 运算服务器和集群管理
 - 关注通知 www.gurobi.com/events