

基于cvxpy库的规划问题求解

一、cvxpy库使用说明

官方文档: [Welcome to CVXPY 1.1 — CVXPY 1.1.18 documentation](#)

1. 构造规划问题

>> 决策变量

```
x = cp.Variable(3, pos=True) # 定义3个决策变量
```

cp.Variable类

```
(class) variable(shape=(), name: str | None = None, var_id: int | None = None,
**kwargs: Any)
```

- `shape`: 决策变量的形状
- `name`: 决策变量的名字 (在打印输出的时候方便辨认)
- `var_id`: 决策变量储存的id号 (cvxpy库中的变量均以`var_id`号的形式储存、区分)
- 可以在定义变量的时候给所有变量统一的约束, 如正数、整数等
 - 正数: `pos=True`
 - 非负: `nonneg=True`
 - 整数: `integer=True`

>> 目标函数 `objective (obj)`

```
obj = cp.Maximize(c@x) # 构造目标函数
```

- `cp.Maximize(expr)` 或 `cp.Minimize(expr)`
- `expr` 为含决策变量的表达式

>> 约束条件 `constraints (cons)`

```
a = array([[2, 4, 3], [3, 1, 5], [7, 3, 5]]) # 定义约束矩阵
b = array([150, 160, 200]) # 定义约束条件的右边向量
cons = [a@x <= b] # 构造约束条件
```

约束条件以列表的形式储存, 列表的每个元素写成布尔表达式形式 (直接使用比较运算符)

>> 创建问题并求解

```
prob = cp.Problem(obj, cons) # 创建问题
```

创建 `cp.Problem` 对象, 传入目标函数和约束条件

```
prob.solve(solver='GLPK_MI') # 求解问题
```

需要根据规划问题的类型选择合适的求解器 `solver`（默认情况下会调用最专门针对问题类型的求解器）

一般情况下，**线性/整数规划**使用GLPK_MI，**非线性规划**使用CVXOPT

尽量选用简单点的求解器

	线性规划 LP	二次规划 QP	二阶锥优化 SOCP	半正定规划 SDP	指数锥约束问题 EXP	POW	混合整数规划 MIP
CBC	Y						Y
GLPK	Y						
GLPK_MI	Y						Y
OSQP	Y	Y					
CPLEX	Y	Y	Y				Y
NAG	Y	Y	Y				
ECOS	Y	Y	Y		Y		
GUROBI	Y	Y	Y				Y
MOSEK	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
CVXOPT	Y	Y	Y	Y			
SCS	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
SCIP	Y	Y	Y				Y
XPRESS	Y	Y	Y				Y
SCIPY	Y						

cvxpy只会自带部分求解器，其他求解器需要自行安装其他python包（如 `cvxopt` 等）；
`cvxpy.installed_solvers()` 函数可以查看已经安装了的求解器

2. cvxpy库的其他内容

>> 参数 `Parameter`

```
param = cp.Parameter(1, nonneg=True, value=2) # 创建一个参数，限定为非负数，赋值为2
param.value = 3 # 修改该参数的值为3
```

使用方式与变量 `variable` 类似，不同的是 `Parameter` 可以赋值

`Parameter` 存在的意义：
通过 `prob=cp.Problem(obj, cons)` 创建问题后，该 `Problem` 不能被直接修改，需要重新创建一个 `Problem` 将其覆盖；
如果在创建问题时，用到了 `Parameter`，就可以通过修改 `Parameter` 的值间接修改 `Problem`

>> 常量 Constant

```
PI = cp.Constant(3.1415926535)
```

>> 求解状态

对于一个规划问题，程序不一定能够求出最优解，可以通过 `Problem` 的 `status` 属性查看求解状态。

求解状态	含义
OPTIMAL	最优解
INFEASIBLE	不可行
UNBOUNDED	无界
OPTIMAL_INACCURATE	不精确
INFEASIBLE_INACCURATE	不精确
UNBOUNDED_INACCURATE	不精确