

一小时玩转 AMPL

王岩峰

美国波士顿大学系统工程系博士
刃之砺信息科技有限公司（上海）有限公司

“一小时玩转 AMPL” 准备工作

一站式下载 <http://www.edgestone-it.com/download/OneHourAMPL.rar>

或者在 QQ 群 251135672 共享文件下载

包括：

(1) AMPL 学生版安装包（变量限制）。里面有教程案例和优化器。
将压缩文件解压缩后，放置于任何目录，无需安装、无需注册。

(2) AMPL 书籍。

(3) 本视频和PPT。

“一小时玩转 AMPL” 是 AMPL 中文视频培训的浓缩版，在案例支持下，快速掌握 AMPL 核心使用技巧。

什么是 AMPL?

- ◆ AMPL 是运筹学建模平台;
- ◆ AMPL 建立让很多优化器都明白的模型;
- ◆ AMPL 可以让模型和数据分开;
- ◆ AMPL 用简练的数学表达式减少重复输入公式的数量;
- ◆ AMPL 由美国 AMPL 公司开发;
- ◆ AMPL 拥有最大的学术科研群体, 是运筹学经典软件;

为什么选择 AMPL ?

运筹学入门第一软件

简单、简洁、简便，一站式体验最顶尖的优化器；

专业人士的效率工具

脚本语言高效率建模，最短的内解决最复杂的优化问题，效率和效果完美的结合。

AMPL 许可类型

将姓名和联系方式发送到 edgestone@163.com 获得合适许可

许可类型	功能限制	应用群体	费用
学生许可	500个变量和约束限制，包含线性和非线性优化器，没有时效限制	任何AMPL初学者	免费，已经包含在下载包中，无需申请
课程许可	不限变量和约束，包含各种顶尖线性和非线性优化器，有时效限制	学校	免费，由教师提出申请
学校单机和浮动许可	不限变量和约束，包含各种顶尖线性和非线性优化器，无时效限制，终身免费升级	学校	付费，由教师提出申请
30天无限制试用版	不限变量和约束，包含各种顶尖线性和非线性优化器，30天时效	企业	免费，由用户提出申请

精通AMPL的诀窍

- (1) 精通一本书。
- (2) 遍历全部案例。
- (3) 会搜索。
- (4) 会导入导出大数据。

让我们开始

案例一： 营养搭配问题

可选食物以及每份的价格

BEEF	beef	\$3.19
CHK	chicken	2.59
FISH	fish	2.29
HAM	ham	2.89
MCH	macaroni & cheese	1.89
MTL	meat loaf	1.99
SPG	spaghetti	1.99
TUR	turkey	2.49

案例一： 营养搭配问题

每份食物能提供的营养成分每天所需的比例

	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

案例一： 营养搭配问题

决策变量： 购买每种食物的份数

目标： 花费最低

约束： 每满足一周的营养需求 (700%)

案例一： 营养搭配问题

模型可以这样写

Minimize

$$3.19 X_{BEEF} + 2.59 X_{CHK} + 2.29 X_{FISH} + 2.89 X_{HAM} + \\ 1.89 X_{MCH} + 1.99 X_{MTL} + 1.99 X_{SPG} + 2.49 X_{TUR}$$

Subject to

$$60 X_{BEEF} + 8 X_{CHK} + 8 X_{FISH} + 40 X_{HAM} + \\ 15 X_{MCH} + 70 X_{MTL} + 25 X_{SPG} + 60 X_{TUR} \geq 700$$

$$20 X_{BEEF} + 0 X_{CHK} + 10 X_{FISH} + 40 X_{HAM} + \\ 35 X_{MCH} + 30 X_{MTL} + 50 X_{SPG} + 20 X_{TUR} \geq 700$$

$$10 X_{BEEF} + 20 X_{CHK} + 15 X_{FISH} + 35 X_{HAM} + \\ 15 X_{MCH} + 15 X_{MTL} + 25 X_{SPG} + 15 X_{TUR} \geq 700$$

$$15 X_{BEEF} + 20 X_{CHK} + 10 X_{FISH} + 10 X_{HAM} + \\ 15 X_{MCH} + 15 X_{MTL} + 15 X_{SPG} + 10 X_{TUR} \geq 700$$

$$X_{BEEF} \geq 0, X_{CHK} \geq 0, X_{FISH} \geq 0, X_{HAM} \geq 0, \\ X_{MCH} \geq 0, X_{MTL} \geq 0, X_{SPG} \geq 0, X_{TUR} \geq 0$$

重复
冗长
容易错
不易修改

运筹学模型关键要素

元素	含义	在AMPL 中表达方式
集合 (set)	往往是表达式的下标出处	set
参数 (parameter)	已知的数值	param
变量 (variable)	需要优化得出的数值	var
目标 (objective)	需要最大化或者最小化的指标	minimize / maximize
约束 (constraint)	优化需要满足的条件	subject to

案例一： 营养搭配问题

数学符号化形式的表达

f : 食物种类下标

n : 营养成分下标

$AMT_{n,f}$ 每份 f 食物中营养成分 n 的比例

n_min_n 营养成分 n 的下限

n_max_n 营养成分 n 的上限

f_min_f 食物 f 购买数量的下限

f_max_f 食物 f 购买数量的上限

$Cost_f$ 每份食物的价格

决策变量: Buy_f 每种食物的购买数量

目标: Minimize $\sum_f Cost_f * Buy_f$

约束:

$$f_min_f \leq Buy_f \leq f_max_f$$

$$n_min_n \leq \sum_f AMT_{n,f} * Buy_f \leq n_max_n$$

AMPL 建模常用关键词

in 属于某个集合

sum 求和

check 用于数据校验

integer 定义整数变量

binary 定义0-1变量

注意:

- 给目标、约束起名字, 便于以后分辨
- # 后面可以写注释

AMPL 文件格式

.mod 模型文件	model xxx.mod;
.dat 数据文件	data xxx.dat;
.run 批命令文件	include xxx.run;

AMPL 注意事项

区分大小写

语句结尾有分号;

运行指令时, 一行可以写多个命令, 以分号分割

AMPL 运行常用指令

model 加载模型

data 加载数据

solve 运行优化

display 显示优化结果

include 运行批处理指令(.run 文件)

reset 重置模型和数据

expand 显示填充数据后的模型

read table 读入Excel 或数据库

write table 写入Excel 或数据库

print / printf 输出格式字符到屏幕或者文件

更多指令 AMPL Book 480 页

这些指令可以组合使用，放在 .run 文件中

AMPL 运行常用指令

`option solver gurobi;`

设定优化器为 Gurobi，可以求解线性规划和混合整数线性规划，以及二次型规划

DATA 格式（AMPL 格式数据） 注意事项

- 多余空白格和回车键被忽略
- 集合元素唯一，不能重名
- 赋值只需一次，不能重复赋值
- (tr) 表示下标转置

理解营养配方模型和数据

对于约束而言：

对偶值（Dual Value），边际值（Marginal Value)和影子价格（Shadow Price）：每单位约束边界的增加对目标的影响。

display Diet;

松弛量：约束实际取值离边界的冗余量。

display Diet.slack;

对于决策变量而言：

缩减成本/差额成本（Reduced Cost）：每单位决策变量边界的增加对目标的影响。

松弛量：决策变量实际取值离边界的冗余量。

display Buy.lb, Buy, Buy.ub, Buy.rc;

如何从 Excel 导入导出数据

AMPL Book 第10章

重读营养配方模型，了解数据在 Excel 中的存储形式

注意事项

- Excel 是一种特殊的 ODBC 数据库
- 需要了解 Excel 的 Range 概念
- Range 也是由多列组成，每列都有标题
- Excel 数据中的 Key 列（关键列）

数据调用格式

table TableName IN/OUT "ODBC" "diet.xlsx" "RangeName":

FOOD<-[FOOD] ([FOOD] IN), cost IN, Buy OUT;

read table TableName;

write table TableName;

调用注意事项

- (1) “RangeName” 缺失，则采用 TableName 名称
- (2) Key 列采用 [FOOD]
- (3) FOOD<-[FOOD] 等同于 [FOOD] IN
- (4) 没有标注 IN/OUT 等同于 INOUT
- (5) 读入常数（无关键列），可以采用 table TableName IN: [], T;

调用注意事项

(6) 列名如果和模型变量名称不同, 采用~符号

```
table dietFoods "ODBC" "TABLES/diet.xlsx" "Foods":  
  FOOD <- [FOOD], cost IN, f_min IN, f_max IN,  
  Buy OUT, Buy.rc ~ BuyRC OUT, {j in FOOD} Buy[j]/f_max[j] ~ BuyFrac;
```

FOOD	cost	f_min	f_max	Buy	BuyFrac	BuyRC
BEEF	3.19	2	10			
CHK	2.59	2	10			
FISH	2.29	2	10			
HAM	2.89	2	10			
MCH	1.89	2	10			
MTL	1.99	2	10			
SPG	1.99	2	10			
TUR	2.49	2	10			

调用注意事项

(7) 如果读入数据，那么指定的Range必须存在；如果输出数据，如果指定的 Range 没有存在，就会新建一个 Excel 表单，在新表单左上角开始输出；如果指定的 Range 存在，并且有 OUT 标记，那么Range的数据会被覆盖，并且会自动扩展，已有的行/列数据会被覆盖，新的行/列会增加。Range 的区域也会自动调整。

读写关系型数据库

- (1) 与读写 Excel 类似
- (2) 支持 SQL 语句

读写非格式化 文本文件

read < 文件名

display/print/printf > 文件名

更多信息敬请关注

<http://www.edgestone-it.com/ampl.htm>

QQ群 251135672