

# 离散优化建模：作业一

## 七步诗的覆面算

### 1 问题描述

曹植是枭雄曹操的第三个儿子。他十岁以前就可以吟诗万首，因此曹操最喜爱他。不过他天生率性妄为，相比起来，他的大哥曹丕则更加沉稳。最终，曹操选择了曹丕作为他的继承者，这令曹植感到难以接受。当曹操去世时，曹植没有出现在他的葬礼上，而是在家中醉酒。曹植非常生气地叫人把他绑了过来。

曹丕告诉曹植，若要告诉大家自己还有存在的价值而免于死罪，曹植需要证明自己的文学天赋。曹植需要在七步之内就他和大哥曹丕的关系作诗一首，但是诗中不能出现“兄弟”一词。曹植用了七步，吟了一首以两头互斗的公牛为喻的诗。他的大哥并不满意，于是要求曹植再作一首。于是曹植毫不犹豫吟诗一首：

煮豆燃豆其，  
豆在釜中泣。  
本自同根生，  
相煎何太急。

曹丕听罢不禁感动落泪，然后释放了曹植。

本次作业需要解决七步成诗故事中的覆面算问题。覆面算问题是一种数学谜题，它要求玩家找出在等式中字母各自代表的数字。其中最著名的谜题就是  $SEND + MORE = MONEY$ 。在此题中，我们需要确定每个字母代表的数字，令以下等式成立：

$$\begin{array}{rcccc} & & S & E & N & D \\ + & & M & O & R & E \\ \hline = & M & O & N & E & Y \end{array}$$

覆面算的规则如下：

- 每一个字母代表一个不同的数字；
- 每个单词的首字母不能为0（否则单词代表的并不是一个正常的数）
- 算术等式必须成立。

本次作业需要对覆面算问题进行建模并解决它。

## 例子 - CUHK+MELB=LORE

下面是一个覆面算,

$$\begin{array}{rccccccccc} & & & C & U & H & K & & & \\ & & & & & & & & & \\ + & M & E & L & B & & & & & \\ \hline = & L & O & R & E & & & & & \end{array}$$

对于这个问题, MiniZinc的模型文件如下:

```
var 1..9: C;
var 0..9: U;
var 0..9: H;
var 0..9: K;
var 1..9: M;
var 0..9: E;
var 1..9: L;
var 0..9: B;
var 0..9: O;
var 0..9: R;

constraint      1000 * C + 100 * U + 10 * H + K
                + 1000 * M + 100 * E + 10 * L + B
                = 1000 * L + 100 * O + 10 * R + E;

include "alldifferent.mzn";
constraint alldifferent([C,U,H,K,M,E,L,B,O,R]);

solve satisfy;
```

## 第一部分 - CUHK+MELB=LORE

这一部分只需提交已经提供的`cuhkme1b.mzn`模型文件。这是用来检测MiniZinc软件是否已经安装和正常运行。

## 第二部分 - 豆泣

新建一个MiniZinc模型文件`beanscrying.mzn`用来解决如下问题：

$$\begin{array}{rcccccc} & & B & E & A & N & S \\ + & & B & E & A & N & S \\ \hline = & C & R & Y & I & N & G \end{array}$$

你的模型文件应该得出至少有一个解。

## 第三部分 - 曹植的试炼

新建一个MiniZinc的模型文件`caotest.mzn`来解决如下问题：

$$\begin{array}{rcccc} & & C & A & O \\ + & & Z & H & I \\ + & & C & A & O \\ + & & & P & I \\ \hline = & T & E & S & T \end{array}$$

模型中需要额外约束P（丕）代表的数字是Z（植）代表的数字的三倍，而且O代表的是与它形状相似的数字0。你的模型文件应该得出这个问题的所有解。

## 第四部分 - 七步成诗

新建一个MiniZinc的模型文件`sevenpaces.mzn`来解决如下问题：

$$\begin{array}{rcccccc} & & S & E & V & E & N \\ + & P & A & C & E & S \\ \hline = & V & E & R & S & E \end{array}$$

这次的模型并不是要简单的找出可行解，还需要把VERSE这个单词所代表的数值最大化。

## 输出格式

如果你在第一部分的模型文件中只声明了必要的变量，也就是C,U,H,K,M,E,L,B,O,R，MiniZincs预设的输出就是作业要求的格式。你不需要额外定义输出的格式。如果你声明了其他变量，那么你需要额外定义输出格式，以.dzn的格式输出每个变量，也就是：

C = 4;

U = 0;

```
H = 3;  
K = 1;  
M = 5;  
E = 7;  
L = 9;  
B = 6;  
O = 8;  
R = 2;
```

## 2 指引

你可以编辑已有的mzn模型文件来解决上述问题。你的模型可以通过点击*Run*按钮在MINIZINC IDE或者在命令行中输入

```
mzn-gecode ./modelname.mzn
```

在本地测试和运行。当你认为你已经解决了这个问题，请提交你的答案。

**提交作业** 这次的作业包含有4个答案提交部分和0个模型提交部分。对于答案提交部分，我们将会提交求解器求解你的模型所得到的最好 / 最后的答案，然后检查它的正确性和得分。对于模型提交部分，我们将会提交你的模型文件(.mzn)然后用一些隐藏的数据文件来做进一步检查。

在MINIZINC IDE，点击*coursera*图标可以用于提交作业。若采用命令行方式，*submit.py*可以用于提交作业。无论采用那种方法，你都需要根据本指引中的要求完成作业各部分的MiniZinc模型。你可以多次提交，最终作业分数是你的最高的一次。<sup>1</sup>作业的打分过程可能需要几分钟，请耐心等待。你可以在课程网站上的 *编程作业* 版块查看你的作业提交状况。

## 3 软件要求

为了完成作业，你需要安装MINIZINC 2.1.x和GECODE 5.0.x 求解器。这些软件都会包含在MINIZINC IDE 2.1.2 (<http://www.minizinc.org>)的集成版本中。如果你需要通过命令行提交作业，你需要安装Python 3.5.x。

---

<sup>1</sup>问题解的提交并没有次数限制。