# 程序设计实习

## 算法基础

郭 炜

微信公众号

微博：http://weibo.com/guoweiofpku

**学会程序和算法，走遍天下都不怕!**

讲义内照片均为郭炜拍摄

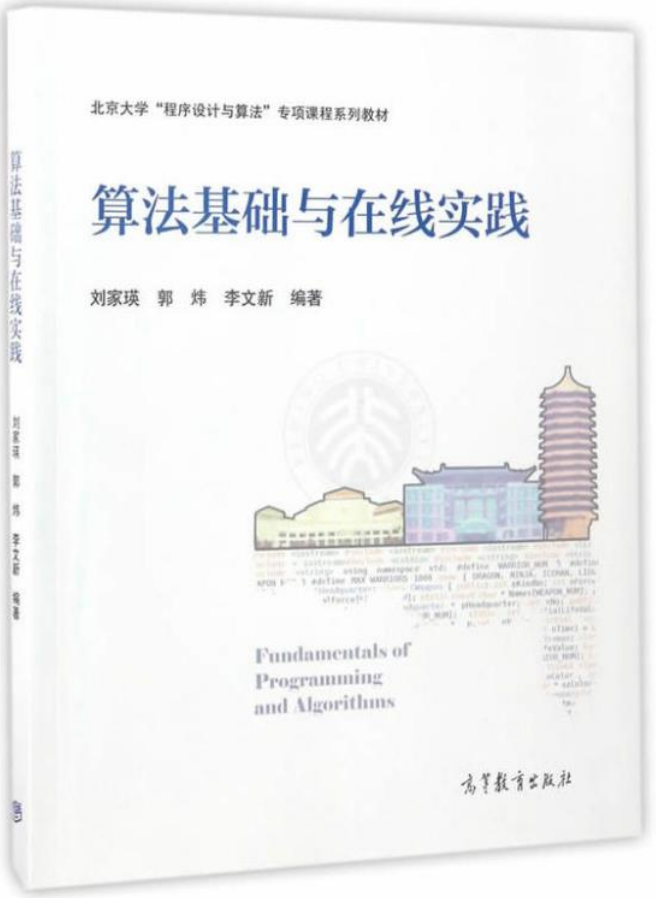
配套教材：

高等教育出版社

**《算法基础与在线实践》**

刘家瑛 郭炜 李文新 编著

本讲义中所有例题，根据题目名称在
http://openjudge.cn
“百练”组进行搜索即可提交



# 枚 举

# 枚举

- 基于逐个尝试答案的一种问题求解策略

- 例如: 求小于N的最大素数
  - 找不到一个数学公式, 使得根据N就可以计算出这个素数
  - N-1是素数吗? N-2是素数吗? ……

  →判断N-i是否是素数的问题
  →转化为求小于N的全部素数(可以用筛法)

# 例题: 完美立方

# 例题1：完美立方

- 形如$a^3 = b^3 + c^3 + d^3$的等式被称为完美立方等式。例如$12^3 = 6^3 + 8^3 + 10^3$。编写一个程序，对任给的正整数N (N≤100)，寻找所有的四元组(a, b, c, d)，使得$a^3 = b^3 + c^3 + d^3$，其中a,b,c,d 大于 1, 小于等于N，且b<=c<=d。
- 输入

一个正整数N (N≤100)。

- 输出

每行输出一个完美立方。输出格式为：
Cube = a, Triple = (b,c,d)
其中a,b,c,d所在位置分别用实际求出四元组值代入。

# 完美立方

请按照a的值，从小到大依次输出。当两个完美立方等式中a的值相同，则b值小的优先输出、仍相同则c值小的优先输出、再相同则d值小的先输出。

- 样例输入

24

# 完美立方

- 样例输出

Cube = 6, Triple = (3,4,5)

Cube = 12, Triple = (6,8,10)

Cube = 18, Triple = (2,12,16)

Cube = 18, Triple = (9,12,15)

Cube = 19, Triple = (3,10,18)

Cube = 20, Triple = (7,14,17)

Cube = 24, Triple = (12,16,20)

# 完美立方

- 解题思路

四重循环枚举a,b,c,d ， a在最外层，d在最里层，每一层都是从小到大枚举，

a枚举范围[2,N]

# 完美立方

- 解题思路

四重循环枚举a,b,c,d ， a在最外层，d在最里层，每一层都是从小到大枚举，

a枚举范围[2,N]

b范围 [2,a-1]

# 完美立方

- 解题思路

四重循环枚举a,b,c,d ， a在最外层，d在最里层，每一层都是从小到大枚举，

a枚举范围[2,N]

b范围 [2,a-1]

c范围 [b,a-1]

d范围 [c,a-1]

# 完美立方

```
#include <iostream>
#include <cstdio>
using namespace std;
int main()
{
   int N;
   scanf("%d",&N);
     for(int a = 2; a <= N; ++a)
        for(int b = 2; b < a; ++b)
          for(int c = b; c < a; ++c)
            for(int d = c; d < a; ++d)
              if( a*a*a == b*b*b + c*c*c +d*d*d)
                printf("Cube = %d, Triple = (%d,%d,%d)\n", a, b, c,
   d);
   return 0;
}
```

# 例题: 生理周期

# 例题2：生理周期

- 人有体力、情商、智商的高峰日子，它们分别每隔23天、28天和33天出现一次。对于每个人，我们想知道何时三个高峰落在同一天。给定三个高峰出现的日子p,e和i（不一定是第一次高峰出现的日子），再给定另一个指定的日子d，你的任务是输出日子d之后，下一次三个高峰落在同一天的日子（用距离d的天数表示）。例如：给定日子为10，下次出现三个高峰同一天的日子是12，则输出2。

# 生理周期

- 输入

  输入四个整数：p, e, i和d。 p, e, i分别表示体力、情感和智力高峰出现的日子。d是给定的日子，可能小于p, e或 i。所有给定日子是非负的并且小于或等于365，所求的日子小于或等于21252。

- 输出

  从给定日子起，下一次三个高峰同一天的日子（距离给定日子的天数）。

# 生理周期

- 输入样例

0 0 0 0

0 0 0 100

5 20 34 325

4 5 6 7

283 102 23 320

203 301 203 40

-1 -1 -1 -1

# 生理周期

- 输出样例

Case 1: the next triple peak occurs in 21252 days.

Case 2: the next triple peak occurs in 21152 days.

Case 3: the next triple peak occurs in 19575 days.

Case 4: the next triple peak occurs in 16994 days.

Case 5: the next triple peak occurs in 8910 days.

Case 6: the next triple peak occurs in 10789 days.

# 生理周期

- 解题思路

  - 从d+1天开始，一直试到第21252 天，对其中每个日期k,看是否满足

```
(k - p)%23 == 0 && (k - e)%28 == 0 &&
(k-i)%33 == 0
```

  - 如何试得更快?

# 生理周期

- 解题思路

- 从d+1天开始，一直试到第21252 天，对其中每个日期k,看是否满足

```
(k - p)%23 == 0 && (k - e)%28 == 0 &&
(k-i)%33 == 0
```

- 如何试得更快?

  跳着试!

```
#include <iostream>
#include <cstdio>
using namespace std;
#define N  21252
int main(){
   int p,e,i,d,caseNo = 0;
   while(  cin >> p >> e >>i >>d && p!= -1) {
        ++ caseNo;
        int k;
        for(k = d+1; (k-p)%23; ++k);
        for(; (k-e)%28; k+= 23);
        for(; (k-i)%33; k+= 23*28);
        cout << "Case " << caseNo <<
        ": the next triple peak occurs in " << k-d << " days." << endl;
   }
   return 0;
}
```

# 例题: 称硬币

# 例题3：POJ1013 称硬币

有12枚硬币。其中有11枚真币和1枚假币。假币和真币重量不同，但不知道假币比真币轻还是重。现在，用一架天平称了这些币三次，告诉你称的结果，请你找出假币并且确定假币是轻是重（数据保证一定能找出来）。

# 例题：POJ1013 称硬币

- **输入**

  第一行是测试数据组数。

  每组数据有三行，每行表示一次称量的结果。银币标号为A-L。每次称量的结果用三个以空格隔开的字符串表示：天平左边放置的硬币 天平右边放置的硬币 平衡状态。其中平衡状态用``up'', ``down'', 或 ``even''表示, 分别为右端高、右端低和平衡。天平左右的硬币数总是相等的。

- **输出**

  输出哪一个标号的银币是假币，并说明它比真币轻还是重。

# 例题：POJ1013 称硬币

- 输入样例

1

ABCD EFGH even

ABCl EFJK up

ABIJ EFGH even

- 输出样例

K is the counterfeit coin and it is light.

# 例题：POJ1013 称硬币

- 解题思路

对于每一枚硬币先假设它是轻的，看这样是否符合称量结果。如果符合，问题即解决。如果不符合，就假设它是重的，看是否符合称量结果。把所有硬币都试一遍，一定能找到特殊硬币

```
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;
char Left[3][7];    //天平左边硬币
char Right[3][7];   //天平右边硬币
char result[3][7]; //结果
bool IsFake(char c,bool light) ;
//light 为真表示假设假币为轻，否则表示假设假币为重
```

```
int main() {
   int t;
   cin >> t;
   while(t--) {
     for(int i = 0;i < 3; ++i) cin >> Left[i] >> Right[i] >> result[i];
     for(char c='A'; c<='L';c++) {
       if( IsFake(c,true) ){
            cout << c << " is the counterfeit coin and it is light.\n";
            break;
       }
       else if( IsFake(c,false) ){
           cout << c << " is the counterfeit coin and it is heavy.\n";
           break;
       }
     }
   }
   return 0; }
```

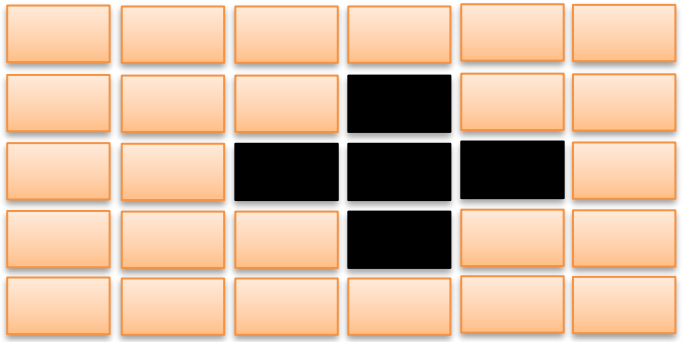
```
bool IsFake(char c,bool light)
//light 为真表示假设假币为轻，否则表示假设假币为重
{
   for(int i = 0;i < 3; ++i) {
        char * pLeft,*pRight; //指向天平两边的字符串
        if(light) {
                pLeft = Left[i];
                pRight = Right[i];
        }
        else {
                pLeft = Right[i];
                pRight = Left[i];
        }
```

```
        switch(result[i][0]) {
                case 'u':
                        if ( strchr(pRight,c) == NULL)
                                return false;
                        break;
                case 'e':
                        if( strchr(pLeft,c) || strchr(pRight,c))
                                return false;
                        break;
                case 'd':
                        if ( strchr(pLeft,c) == NULL)
                                return false;
                        break;
        }
    }
    return true;
}
```

# 例题: 熄灯问题

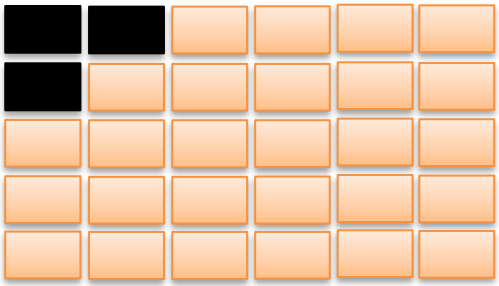
# 例题4：熄灯问题 POJ1222

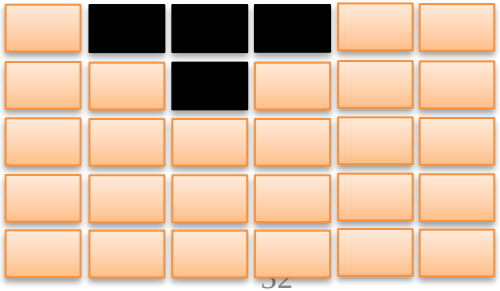
- 有一个由按钮组成的矩阵, 其中每行有6个按钮, 共5行
- 每个按钮的位置上有一盏灯
- 当按下一个按钮后, 该按钮以及周围位置(上边, 下边, 左边, 右边)的灯都会改变状态

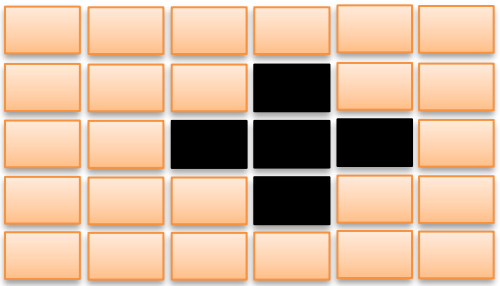


# 熄灯问题 POJ1222

- 如果灯原来是点亮的, 就会被熄灭
- 如果灯原来是熄灭的, 则会被点亮
  - 在矩阵角上的按钮改变3盏灯的状态
  - 在矩阵边上的按钮改变4盏灯的状态
  - 其他的按钮改变5盏灯的状态







# 熄灯问题 POJ1222

- 与一盏灯毗邻的多个按钮被按下时,一个操作会抵消另一次操作的结果

- 给定矩阵中每盏灯的初始状态，求一种按按钮方案，使得所有的灯都熄灭

# 熄灯问题 POJ1222

- 输入:
  - 第一行是一个正整数N, 表示需要解决的案例数
  - 每个案例由5行组成, 每一行包括6个数字
  - 这些数字以空格隔开, 可以是0或1
  - **0** 表示灯的初始状态是熄灭的
  - **1** 表示灯的初始状态是点亮的

# 熄灯问题 POJ1222

- 输出:
  - 对每个案例, 首先输出一行,

    输出字符串 “PUZZLE #m”, 其中m是该案例的序号
  - 接着按照该案例的输入格式输出5行
    - **1** 表示需要把对应的按钮按下
    - **0** 表示不需要按对应的按钮
    - 每个数字以一个空格隔开

# 熄灯问题 POJ1222

- 样例输入

```
2
0 1 1 0 1 0
1 0 0 1 1 1
0 0 1 0 0 1
1 0 0 1 0 1
0 1 1 1 0 0
0 0 1 0 1 0
1 0 1 0 1 1
0 0 1 0 1 1
1 0 1 1 0 0
0 1 0 1 0 0
```

- 样例输出

```
PUZZLE #1
1 0 1 0 0 1
1 1 0 1 0 1
0 0 1 0 1 1
1 0 0 1 0 0
0 1 0 0 0 0
PUZZLE #2
1 0 0 1 1 1
1 1 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0
1 1 0 1 0 1
1 0 1 1 0 1
```

# 解题分析

- 第2次按下同一个按钮时，
  将抵消第1次按下时所产生的结果

# 解题分析

- 第2次按下同一个按钮时，
  将抵消第1次按下时所产生的结果

→每个按钮最多只需要按下一次

# 解题分析

- 第2次按下同一个按钮时，

  将抵消第1次按下时所产生的结果

→每个按钮最多只需要按下一次

- 各个按钮被按下的顺序对最终的结果没有影响

# 解题分析

- 第2次按下同一个按钮时，

  将抵消第1次按下时所产生的结果

→每个按钮最多只需要按下一次

- 各个按钮被按下的顺序对最终的结果没有影响
- 对第1行中每盏点亮的灯，按下第2行对应的按钮，就可以熄灭第1行的全部灯
- 如此重复下去，可以熄灭第1，2，3，4行的全部灯

# 解题分析

- 第一想法: 枚举所有可能的按钮(开关)状态, 对每个状态计算一下最后灯的情况, 看是否都熄灭
  - 每个按钮有两种状态(按下或不按下)
  - 一共有30个开关, 那么状态数是$2^{30}$, 太多, 会超时

# 解题分析

- 第一想法: 枚举所有可能的按钮(开关)状态, 对每个状态计算一下最后灯的情况, 看是否都熄灭
  - 每个按钮有两种状态(按下或不按下)
  - 一共有30个开关, 那么状态数是$2^{30}$, 太多, 会超时
- 如何减少枚举的状态数目呢?

  基本思路: 如果存在某个局部, 一旦这个局部的状态被确定, 那么剩余其他部分的状态只能是确定的一种, 或者不多的n种, 那么就只需枚举这个局部的状态即可

# 解题分析

- 本题是否存在这样的 “局部” 呢?
- 经过观察, 发现第1行就是这样的一个 “局部”
  - 因为第1行的各开关状态确定的情况下, 这些开关作用过后, 将导致第1行某些灯是亮的, 某些灯是灭的

  →要熄灭第1行某个亮着的灯(假设位于第i列), 那么唯一的办法就是按下第2行第i列的开关

  (因为第1行的开关已经用过了, 而第3行及其后的开关不会影响到第1行)
  - 为了使第1行的灯全部熄灭, 第2行的合理开关状态就是唯一的

# 解题分析

- 第2行的开关起作用后,

→ 为了熄灭第2行的灯, 第3行的合理开关状态就也是唯一的

→ 以此类推, 最后一行的开关状态也是唯一的

- 只要第1行的状态定下来, 记作A, 那么剩余行的情况就是确定唯一的了

# 解题分析

→ 推算出最后一行的开关状态, 然后看看最后一行的开关起作用后, 最后一行的所有灯是否都熄灭:

- 如果是, 那么A就是一个解的状态
- 如果不是, 那么A不是解的状态, 第1行换个状态重新试试

- 只需枚举第1行的状态, 状态数是$2^6 = 64$

# 有没有状态数更少的做法？

- 枚举第一列，状态数是$2^5 = 32$

```
#include <memory>
#include <string>
#include <cstring>
#include <iostream>
using namespace std;
int GetBit(char c,int i) {
   //取c的第i位
   return  ( c >> i ) & 1;
}
void SetBit(char & c,int i, int v) {
   //设置c的第i位为v
   if( v )
        c |= ( 1 << i);
   else
        c &= ~( 1 << i);
}
void Flip(char & c, int i) {
   //将c的第i位为取反
        c ^= ( 1 << i);
}
```

```
void OutputResult(int t,char result[]) //输出结果
{
   cout << "PUZZLE #" << t << endl;
   for( int i = 0;i < 5; ++i ) {
        for( int j = 0; j < 6; ++j ) {
                cout << GetBit(result[i],j);
                if( j < 5 )
                        cout << " ";
        }
        cout << endl;
   }
}
```

```
int main()    {
   char oriLights[5]; //最初灯矩阵，一个比特表示一盏灯
   char lights[5];    //不停变化的灯矩阵
   char result[5];    //结果开关矩阵
   char switchs;          //某一行的开关状态
   int T;
   cin >> T;
   for( int t = 1; t <= T; ++ t) {
        memset(oriLights,0,sizeof(oriLights));
        for( int i = 0;i < 5; i ++ ) { //读入最初灯状态
                for(  int j = 0; j < 6; j ++ ) {
                        int s;
                        cin >> s;
                        SetBit(oriLights[i],j,s);
                }
        }
```

```
for( int n = 0; n < 64; ++n ) { //遍历首行开关的64种状态
        memcpy(lights,oriLights,sizeof(oriLights));
        switchs = n; //第i行的开关状态
        for( int i = 0;i < 5; ++i ) {
                result[i] = switchs; //第i行的开关方案
                for( int j = 0; j < 6; ++j ) {
                        if( GetBit(switchs,j)) {
                                if( j > 0)
                                    Flip(lights[i],j-1);//改左灯
                                Flip(lights[i],j);//改开关位置的灯
                                if( j < 5 )
                                    Flip(lights[i],j+1);//改右灯
                        }
                }
                if( i < 4 )
                        lights[i+1] ^= switchs;//改下一行的灯
                switchs = lights[i]; //第i+1行开关方案和第i行灯情况同
        }
```

```
                if( lights[4] == 0 ) {
                        OutputResult(t,result);
                        break;
                }
        } // for( int n = 0; n < 64; n ++ )
    }
    return 0;
}
```

# 使用bitset的解法

```
#include <string>
#include <cstring>
#include <iostream>
#include <bitset>
#include <algorithm>
using namespace std;
void OutputResult(int t,bitset<6> result[]) //输出结果
{
   cout << "PUZZLE #" << t << endl;
   for( int i = 0;i < 5; ++i ) {
        for( int j = 0; j < 6; ++j ) {
                cout << result[i][j];
                if( j < 5 )
                        cout << " ";
        }
        cout << endl;
   }
}
```

```
int main()    {
   bitset<6> oriLights[8]; //最初灯矩阵，一个比特表示一盏灯
   bitset<6> lights[8];    //不停变化的灯矩阵
   bitset<6> result[8];    //结果开关矩阵
   bitset<6> switchs;     //某一行的开关状态
   int T;
   cin >> T;
   for( int t = 1; t <= T; ++ t) {
        for( int i = 0;i < 5; i ++ ) { //读入最初灯状态
                for(  int j = 0; j < 6; j ++ ) {
                        int s;
                        cin >> s;
                        oriLights[i][j] = s;
                }
        }
```

```
for( int n = 0; n < 64; ++n ) { //遍历首行开关的64种状态
        copy(oriLights,oriLights+8,lights);
        switchs = n; //第i行的开关状态
        for( int i = 0;i < 5; ++i ) {
                result[i] = switchs; //第i行的开关方案
                for( int j = 0; j < 6; ++j ) {
                        if( switchs[j]) {
                                if( j > 0)
                                   lights[i].flip(j-1);   //改左灯
                                lights[i].flip(j); //改开关位置的灯
                                if( j < 5 )
                                   lights[i].flip(j+1); //改右灯
                        }
                }
                if( i < 4 )
                        lights[i+1] ^= switchs;//改下一行的灯
                switchs = lights[i]; //第i+1行开关方案和第i行灯情况同
        }
```

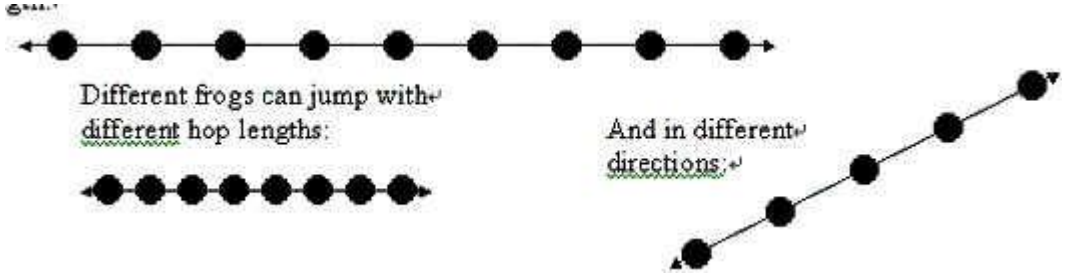
```
                if( lights[4] == 0 ) {
                        OutputResult(t,result);
                        break;
                }
        } // for( int n = 0; n < 64; n ++ )
    }
    return 0;
}
```

# 例题: 讨厌的青蛙

# 例题5：讨厌的青蛙

- **POJ1054:The Troublesome Frog**

- 在韩国, 有一种小青蛙
- 每到晚上, 这种青蛙会跳跃稻田, 从而踩踏稻子
- 农民早上看到被踩踏的稻子, 希望找到造成最大损害的那只青蛙经过的路径
- 每只青蛙总是沿着一条直线跳跃稻田
- 且每次跳跃的距离都相同



- 稻田里的稻子组成一个栅格, 每棵稻子位于一个格点上
- 而青蛙总是从稻田的一侧跳进稻田, 然后沿着某条直线穿越稻田, 从另一侧跳出去

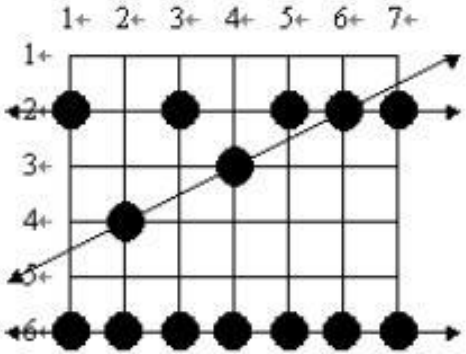


Figure-3

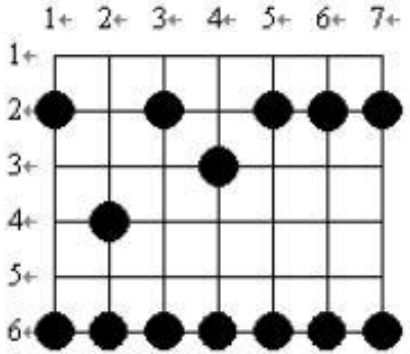


Figure-4

- 可能会有多只青蛙从稻田穿越
- 青蛙每一跳都恰好踩在一棵水稻上, 将这棵水稻拍倒
- 有些水稻可能被多只青蛙踩踏
- 农民所见到的是图4中的情形, 并看不到图3中的直线,也见不到别人家田里被踩踏的水稻

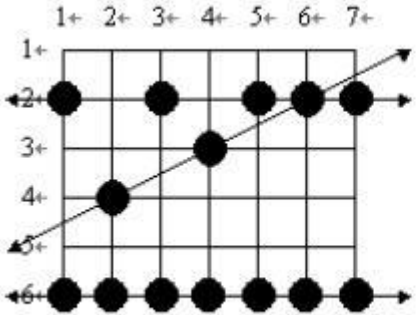


Figure-3

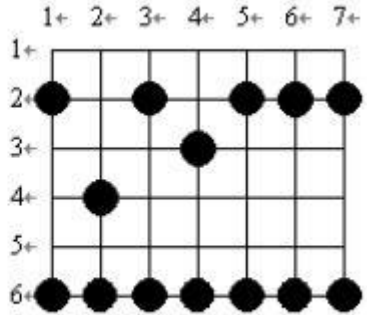


Figure-4

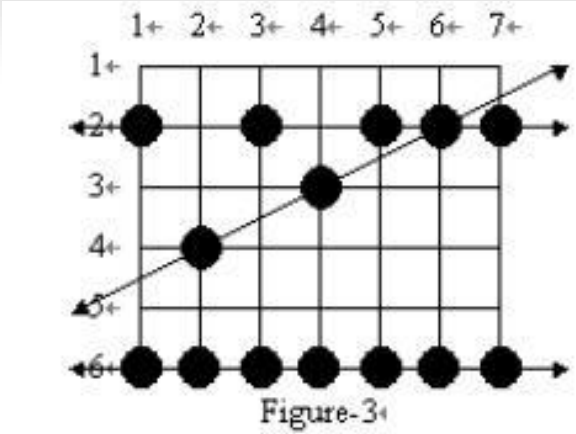


Figure-3

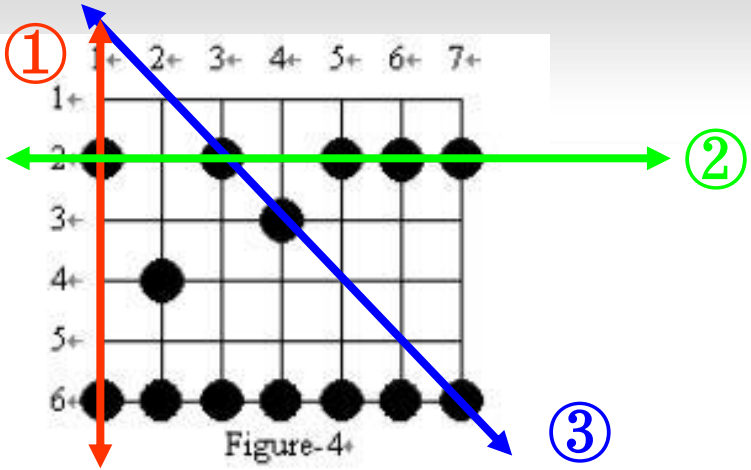


Figure-4

- 而在一条青蛙行走路径的直线上, 也可能会有些被踩踏的水稻不属于该行走路径
  - ① 不是一条行走路径: 只有2棵被踩踏的水稻
  - ② 是一条行走路径, 但不包括 (2,6)上的水稻
  - ③ 不是一条行走路径: 虽然有3棵被踩踏的水稻, 但这3棵水稻之间的距离间隔不相等

- 请写一个程序, 确定:
  - 在各条青蛙行走路径中, 踩踏水稻最多的那一条上, 有多少颗水稻被踩踏
  - 例如, 图4中答案是7, 因为第6行上全部水稻恰好构成一条青蛙行走路径

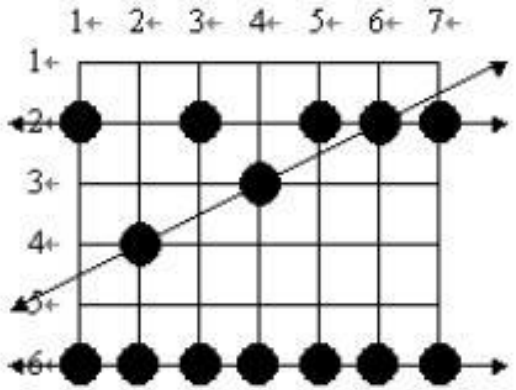


Figure-3

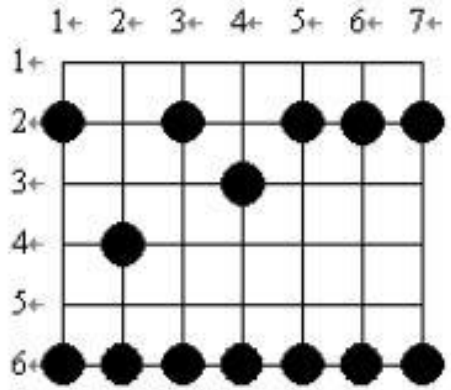


Figure-4

- 输入
  - 第一行上两个整数R, C, 分别表示稻田中水稻的行数和列数, 1≤R, C≤5000
  - 第二行是一个整数N, 表示被踩踏的水稻数量, 3≤N≤5000
  - 在剩下的N行中, 每行有两个整数, 分别是一颗被踩踏水稻的行号(1~R)和列号(1~C), 两个整数用一个空格隔开
  - 且每棵被踩踏水稻只被列出一次

## 输出

– 如果在稻田中存在青蛙行走路径, 则输出包含最多水稻的青蛙行走路径中的水稻数量, 否则输出0

- 样例输入

```
6  7 //6行7列
14
2  1
6  6
4  2
2  5
2  6
2  7
3  4
6  1
6  2
2  3
6  3
6  4
6  5
6  7
```

- 样例输出

```
7
```

# 解题思路 — 枚举

- 枚举什么?

1）枚举青蛙踩踏的前两点（5000*5000)，步长和方向也就随之确定

– 假设一只青蛙进入稻田后踩踏的前两棵水稻分别是 $(X_1,Y_1),(X_2,Y_2)$. 那么:

– 青蛙每一跳在 X 方向上的步长 $dX = X_2 - X_1$,

在 Y 方向上的步长 $dY = Y_2 - Y_1$;

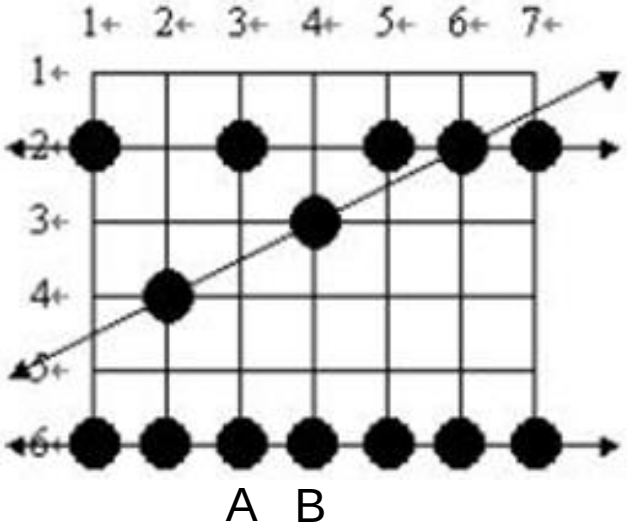
# 解题思路 — 枚举

2) 接下来判断每走一步是否都会踩到水稻(5000*T)，如果能，则记录一共走多少步后出稻田(T是判断时间)

- 时间: 5000*5000*5000*T, 似乎惊人，但其实运气不会这么坏

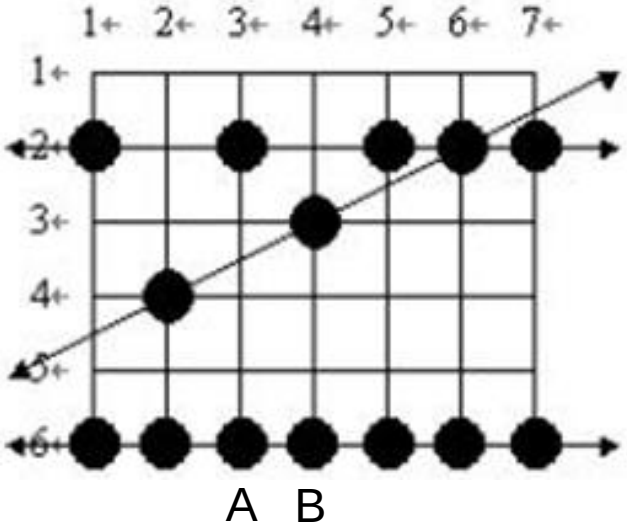
# 及早排除不必要的尝试

## 1） 要判断前两点的合法性



# 及早排除不必要的尝试

## 1） 要判断前两点的合法性




若选了A,B作为前两点，立即能判断这不成立。因步长为1，而青蛙不可能从稻田外一步跳到A。

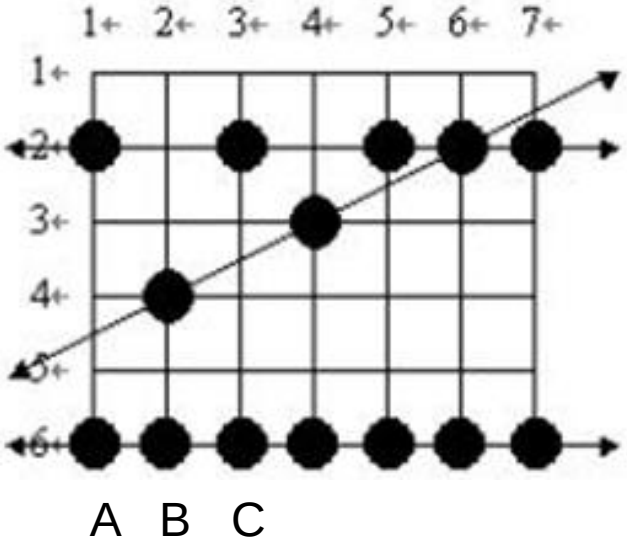
直接否定这前两点的假设，不必进行后续判断

# 及早排除不必要的尝试

2）如果已经发现踩倒n棵水稻的路径，那么，最多不超过n步就会跳出稻田的前两点的方案，就可以直接否定。

# 选择合适枚举顺序

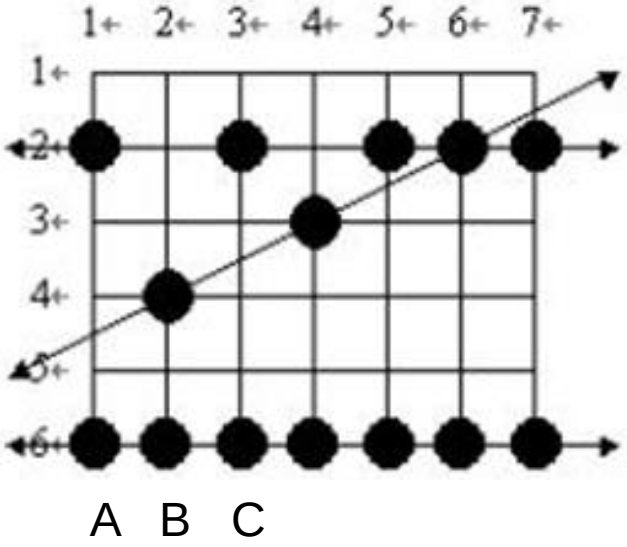
## 3）有序，而非随机枚举前两点




若先枚举了A 和B作为前两点并发现可行，则枚举AC作为前两点就没有必要了。

# 选择合适枚举顺序

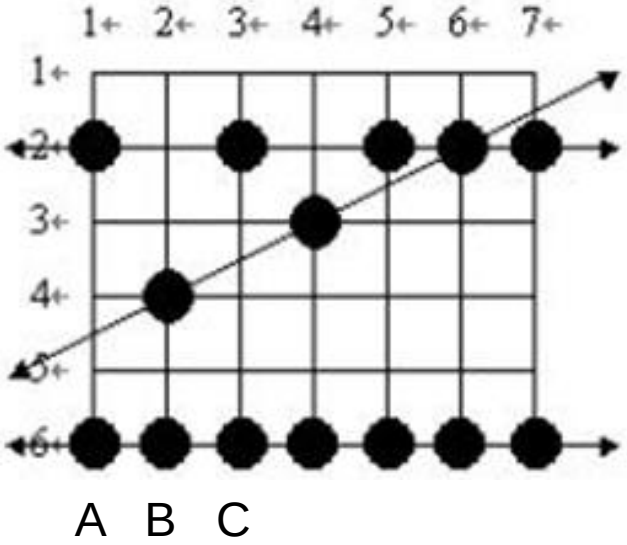
## 3）有序，而非随机枚举前两点




为避免对AC的没必要枚举，应该确定枚举顺序，即在第一点相同时，优先枚举X方向上步长短的（Y方向亦可）。如何做到这个枚举顺序?

# 选择合适枚举顺序

## 3）有序，而非随机枚举前两点




将所有水稻按X坐标从小到大排序，X坐标相同则按Y坐标排序。枚举时确保第一点X坐标一定小于等于第二点X坐标。

# 如何判断某一步是否踩到水稻

- 猜测一条行走路径时, 需要从当前位置(X, Y)出发上时, 看看(X + dX, Y + dY)位置的水稻是否被踩踏

# 如何判断某一步是否踩到水稻

- 猜测一条行走路径时，需要从当前位置(X, Y)出发上时，看看(X + dX, Y + dY)位置的水稻是否被踩踏

  - 方案1: 设置标记数组，常数时间即可知道某点上有无水稻。代价：5000*5000的数组

# 如何判断某一步是否踩到水稻

- 猜测一条行走路径时, 需要从当前位置(X, Y)出发上时, 看看(X + dX, Y + dY)位置的水稻是否被踩踏

  – 方案2:用binary_search ()从已经排好序的水稻数组中查找 (X + dX, Y + dY)看是否存在

```
#include <cstdio>
#include <cstdlib>
#include <algorithm>
#include <cstring>
#include <bitset>
using namespace std;
int r, c, n;
struct Plant {//水稻排序规则,先按x坐标从小到大排，x坐标相同则按y坐标从小到大排
   int x, y;
   bool operator < (const Plant & p) {
        if (x == p.x )
              return y < p.y;
        return x < p.x ;
   }
};
Plant plants[5010];
//char plantExists[5010][5010]; //plantExists[i][j] == 1表示（i,j)处有水稻
bitset<5010> plantExists[5010]; //更节省空间
int maxSteps(Plant secPlant, int dX, int dY);//求最多步数的函数
```

```
int main()
{
   int i, j, dX, dY, pX, pY, steps, max = 2;
   memset(plantExists,0,sizeof(plantExists));
   scanf("%d %d", &r, &c);
   //行数和列数，x方向是上下，y方向是左右
   scanf("%d", &n);
   for (i = 0; i < n; i++) {
          scanf("%d %d", &plants[i].x, &plants[i].y);
          plantExists[plants[i].x][plants[i].y] = 1;
   }
   //将水稻按x坐标从小到大排序，x坐标相同按y从小到大排序
   sort(plants, plants + n);
   for (i = 0; i < n - 2; i++)  //plants[i]是第一个点
         for ( j = i + 1; j < n -1 ; j++) {  //plants[j]是第二个点
               dX = plants[ j ].x - plants[i].x;
               dY = plants[ j ].y - plants[i].y;
               pX = plants[ i ].x - dX; //(pX,pY) 是第一点之前的的点
               pY = plants[ i ].y - dY;
```

```
                if (pX <= r && pX >= 1 && pY <= c && pY >= 1) continue;
                    //第一点的前一点在稻田里，
                    //说明本次选的第二点导致的x方向步长不合理(太小)
                    //取下一个点作为第二点
                if (plants[i].x + (max - 1) * dX > r)  break;
//x方向过早越界了. 说明本次选的第二点不成立
//如果换下一个点作为第二点, x方向步长只会更大, 更不成立, 所以应该
//认为本次选的第一点必然是不成立的, 那么取下一个点作为第一点再试
                pY = plants[ i ].y + (max - 1) * dY;
                if ( pY > c || pY < 1)
                     continue; //y方向过早越界了, 应换一个点作为第二点再试
                steps = maxSteps(plants[j], dX, dY);
                //看看从这两点出发, 一共能走几步
                if (steps > max)
                    max = steps;
            }
        if ( max == 2 )
            max = 0;
        printf("%d\n", max);
}
```

```
//判断以 secPlant作为第2点，步长为dx，dy，那么最多能走几步
int maxSteps(Plant secPlant, int dX, int dY)
{
   Plant p;
   int steps = 2;
   p.x = secPlant.x + dX;
   p.y = secPlant.y + dY;
   while (p.x <= r && p.x >= 1 && p.y <= c && p.y >= 1) {
          if( ! plantExists[p.x][p.y])
       //或: if(!binary_search(plants,plants+n,p))
              return 0; //每一步都必须踩倒水稻才算合理，否则这就不是一条行走路径
          p.x += dX;
          p.y += dY;
          ++steps;
    }
    return steps;
}
```

# 小 结

- 注意枚举顺序
- 尽早排除不可能的情况
- 进行最优性剪枝