

RDSS

计64 n+e

Abstract

- 我在高二的时候发明了解数独的方法
- 一直到现在都没在网络上看到相同的方法
- 感觉过去比现有的方法都要优秀啊
- 感觉我有命名权？

听说大家读Paper都先看Experiment

- 据英国《每日邮报》6月30日报道，觉得自己跟聪明？那就来试试解开这个数独吧！芬兰数学家因卡拉花费3个月设计出了世界上迄今难度最大的数独游戏，而且它只有一个答案。
- 因卡拉说只有思考能力最快、头脑最聪明的人才能破解这个游戏。10年前，数独游戏开始在西方流行起来，许多报纸都刊登有这种游戏。数独是一个填数字的游戏，规则是在每行、每列及每宫填入数字1到9且不能重复。
- 通常这种游戏的难度被分为1到5级，但因卡拉表示他设计的这个游戏的难度实际达到了11级，其中最难的部分要求玩家提前想到10个数字的填写。因卡拉说，自己不敢肯定这是否永远会是世界最难解的数独，但他自信这是迄今为止被设计出来的最难的一个。

对比结果

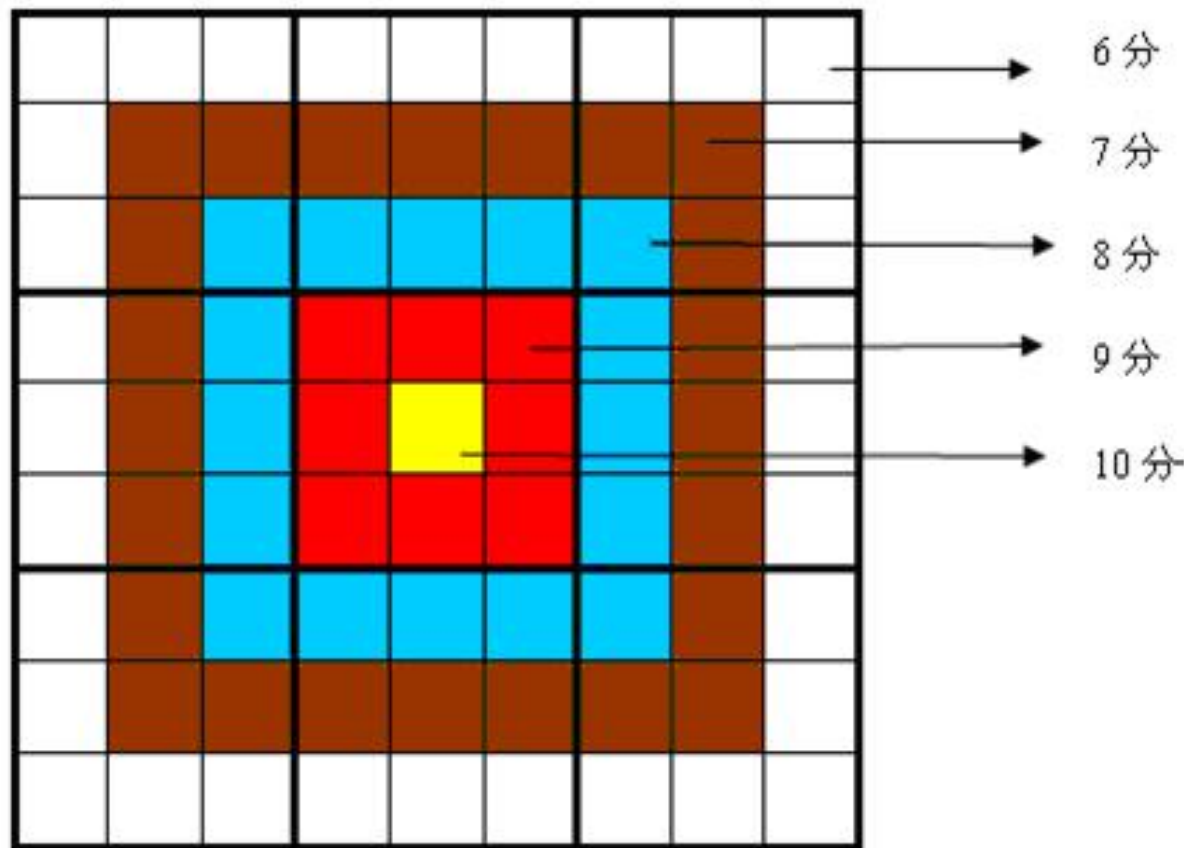
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | | | | | | | |
| | | 3 | 6 | | | | | |
| | 7 | | | 9 | | 2 | | |
| | 5 | | | | 7 | | | |
| | | | | 4 | 5 | 7 | | |
| | | | 1 | | | | 3 | |
| | | 1 | | | | | 6 | 8 |
| | | 8 | 5 | | | | 1 | |
| | 9 | | | | | 4 | | |

```
n+e:~/hw/summer1/Project-Week1 g++ sudoku.cpp -oa
n+e:~/hw/summer1/Project-Week1 time ./a < us59.txt
8 1 2 | 7 5 3 | 6 4 9
9 4 3 | 6 8 2 | 1 7 5
6 7 5 | 4 9 1 | 2 8 3
-----+-----+-----
1 5 4 | 2 3 7 | 8 9 6
3 6 9 | 8 4 5 | 7 2 1
2 8 7 | 1 6 9 | 5 3 4
-----+-----+-----
5 2 1 | 9 7 4 | 3 6 8
4 3 8 | 5 2 6 | 9 1 7
7 9 6 | 3 1 8 | 4 5 2

real    0m0.030s
user    0m0.028s
sys      0m0.000s
```

记者了解到，这道“世界难题”公布后，有网友用电脑编程的方法，24小时之内算了出来。

上一章ppt似乎没有什么说服力



- 靶形数独的方格同普通数独一样，在9格宽×9格高的大九宫格中有9个3格宽×3格高的小九宫格（用粗黑色线隔开的）。在这个大九宫格中，有一些数字是已知的，根据这些数字，利用逻辑推理，在其他的空格上填入1到9的数字。每个数字在每个小九宫格内不能重复出现，每个数字在每行、每列也不能重复出现。但靶形数独有一点和普通数独不同，即每一个方格都有一个分值，而且如同一个靶子一样，离中心越近则分值越高。

校内OJ排名

这是我要
讲的方法
RRDS

这是Dancing
Link

这是搜索+
乱写的剪枝

P1205 -- [NOIP2009]靶形数独

| # | 记录ID | 用户 | 总耗时 | 内存消耗 | 代码长度 | 编译器 | 提交时间 |
|----|--------|--------------|--------|--------|--------|-----|---------------------|
| 1 | 98376 | Trinkle(我) | 0.357s | 300KB | 1.46KB | G++ | 2015-07-25 07:51:32 |
| 2 | 138658 | ct | 0.387s | 272KB | 3.24KB | G++ | 2016-10-27 21:47:00 |
| 3 | 129743 | E.Space | 0.497s | 316KB | 2.87KB | G++ | 2016-06-29 10:29:40 |
| 4 | 151089 | dick32165401 | 0.543s | 4.32MB | 2.22KB | G++ | 2017-02-02 17:36:02 |
| 5 | 143932 | frankchenfu | 0.831s | 432KB | 2.63KB | G++ | 2016-12-09 21:13:43 |
| 6 | 91769 | 潘xt | 0.88s | 544KB | 2.23KB | G++ | 2015-05-15 11:48:33 |
| 7 | 86620 | immortalCO | 0.882s | 356KB | 2.35KB | G++ | 2015-03-06 19:55:02 |
| 8 | 151197 | runzhe2000 | 0.895s | 388KB | 2.21KB | G++ | 2017-02-03 22:30:18 |
| 9 | 74788 | stratoes | 0.904s | 380KB | 2.01KB | G++ | 2014-09-21 20:49:29 |
| 10 | 130007 | nealchen2003 | 0.905s | 292KB | 1.91KB | G++ | 2016-07-04 21:58:35 |
| 11 | 99158 | Zero | 0.915s | 528KB | 2.35KB | G++ | 2015-08-02 19:50:04 |
| 12 | 32944 | tokikyu | 0.918s | 396KB | 3.46KB | G++ | 2011-12-06 20:14:12 |
| 13 | 74468 | dkf1998 | 1.048s | 536KB | 3.19KB | G++ | 2014-09-19 13:12:36 |
| 14 | 64173 | miskcoo | 1.072s | 4.46MB | 3.36KB | G++ | 2013-11-26 19:05:35 |
| 15 | 100991 | yorkluu | 1.201s | 472KB | 2.17KB | G++ | 2015-08-21 21:11:43 |
| 16 | 32949 | Magica | 1.348s | 296KB | 1.74KB | G++ | 2011-12-06 21:39:53 |
| 17 | 99221 | zzx | 1.655s | 320KB | 2.91KB | G++ | 2015-08-02 23:59:36 |
| 18 | 61657 | n+e | 1.992s | 224KB | 1.96KB | FPC | 2013-10-18 10:12:37 |
| 19 | 46650 | lzl | 2.127s | 288KB | 2.25KB | G++ | 2012-11-26 12:48:55 |
| 20 | 46637 | Nut | 2.186s | 320KB | 2.83KB | G++ | 2012-11-25 21:43:32 |
| 21 | 74210 | Howard | 2.48s | 224KB | 2.47KB | FPC | 2014-09-16 08:44:56 |

RDSS

——五分钟听会，十分钟写完
——包括数独生成器

RDSS依赖于

- DFS
- 冒泡排序
- 二进制压位（非必需）

为什么会有Dancing Link?

- DLX本身就是为了解数独而发明的。
 - 本质思想：减少每次搜索时候的无用状态数目
 - 每次都会寻找一个最少限制的格子
 - 不用`for(int i=1;i<=9;++i)...`;
-
- 理解它的工作原理……再见

人是怎么做数独的

找限制最小的那一个格子，
把它填上数字

所以……方法呢？

- 说出来你们肯定不相信：
居然这么简单
- 比如右边第三行第五列，
它只能填467，三种可能
- 先求出所有的空格能填的
数字种类个数

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | | 6 | | | | |
| | 9 | 4 | | | | 2 | | |
| | | 8 | 2 | 1 | | | | 5 |
| | | 6 | | | 5 | | 7 | |
| 7 | | 3 | | 2 | | 1 | | 9 |
| | 2 | | 9 | | | 3 | | |
| 1 | | | | 4 | 3 | 5 | | |
| | | 5 | | | | 9 | 3 | |
| | | | | 9 | | | 1 | |

所以……方法呢？

- 然后……把这些限制从小到大排个序，得到一个序列
- 按照这个序列直接dfs就好啦～
- 注意我们不能直接像常规那样，调用std::sort
- 因为我们是要确定搜索序，而在这个序列中前面的元素一旦确定，产生的限制会影响后面还未填的元素
- 所以要用冒泡排序：先把一个最小限制的格子提到最前面，然后把剩下空白格子的限制数减去一个常数。（我偷懒用了1

所以……方法呢？

- 使用二进制压位能够提升性能
- 把每行(r)、每列(c)、每个九宫格(b) 1-9的数字状态压成一个01串，1表示未填，0表示已填
- 每次dfs的时候，一个格子的能填的数目的状态即为：
r and c and b
- 可以像树状数组访问一条链那样，使用x&-x来依次访问每个未填的数，不用for 1-9

为什么叫RDSS

- Regular DFS for Solving Sudoku
- 我实在我也不是谦虚，我一个只写了预处理dfs的，怎么就跑的比谁都快了呢？

RDSS

——反正已经怒踩Dancing Link了

生成终盘

- 使用全空数独，把搜索顺序在排序之前random shuffle一下
- 前天下午看到这页的时候……我忍不住对着旁边的wzh D了一通上面的ppt
- “拉斯维加斯算法

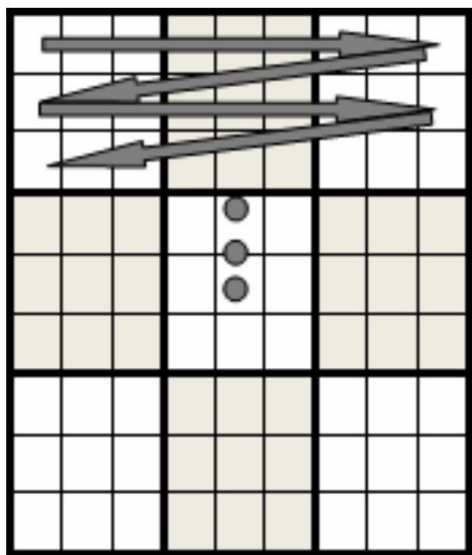
假装这里
有张PPT

生成题目

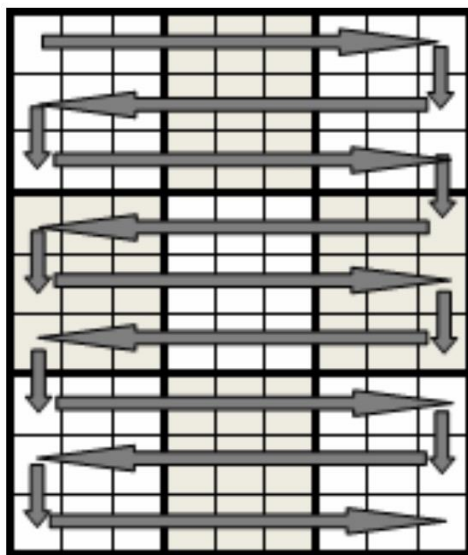
- 使用一个生成好的终盘，随便random shuffle出来一个格子序列
- for这81个格子，每次遮掉一个，使用RDSS查看是否解唯一（是否搜到了第二个解）
- 反正RDSS很快嘛

生成题目

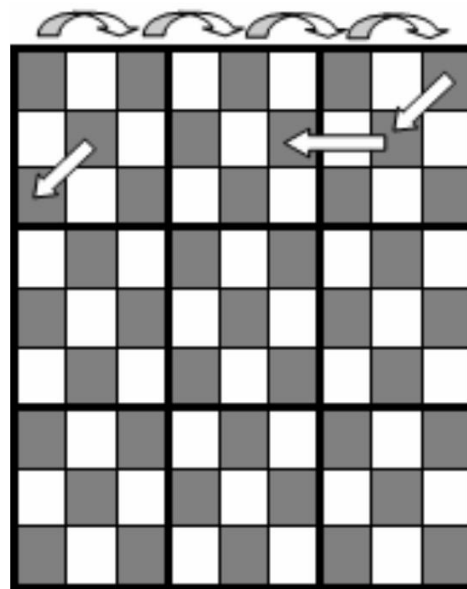
- 前天下午看到这几页的时候……我忍不住对着旁边的wzh D了一通上面的ppt
- 然而“由于时间关系，我们就不提问了”……？？？



(a)



(b)



(c)

生成题目的质量

- 以空白的格子数目衡量
- 59空：随便出
- 60空：平均0.8s内出一个
- 取决于随机种子的好坏：随机出来的终盘是否能够去掉这么多空格
- 有件事情：因为这个算法太优秀了，所以几乎无法生成51空以下的题目，需要在平均57空的题目里面强行填几个数字才能达到要求。

Thanks

是不是附加分变得很容易拿到了呀～

那就在大作业的“关于”里面致个谢吧～

