



N-Puzzle

被吴沛霖添加，被吴沛霖最后更新于Aug 15, 2015

一、实验简介

1.1 重排拼图游戏（N-数码问题）

以3*3拼图（8-数码问题）为例，在3*3的方格棋盘上，放置8个标有1、2、3、4、5、6、7、8数字的方块和1个空白格，空白格可以上下左右移动。要求通过反复移动空白格，寻找一条从某初始状态到目标状态的移动路径，如图1所示。

重排拼图游戏也叫N-数码问题(N-puzzle, $N=M*M-1$)，高维数码问题（如15数码、24数码）常常被用来作为一些搜索算法的测试实例。本实验需要用到软装置Jiasaw。

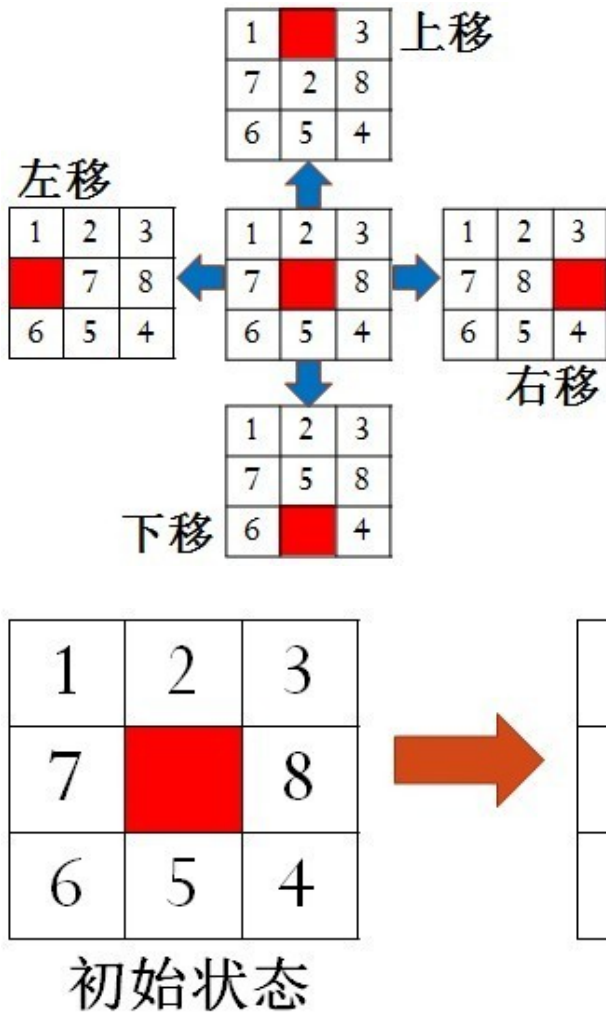


图1 八数码问题（红色块表示空白格）

1.2 实验目的

通过完成重排拼图游戏，加深对搜索策略的理解和应用：

- 1) 学会利用**广度优先搜索**算法求得指定8-数码问题（3*3拼图）的最优解；
- 2) 学会利用**启发式搜索**算法求解随机生成的24-数码问题（5*5拼图）。

二、搜索策略介绍

2.1 盲目搜索策略

用于搜索的方法可分为两大类：盲目搜索和启发式搜索。深度优先搜索(Depth-First-Search)和广度优先搜索(Breadth-First-Search)是常见的盲目搜索方法，它们在搜索节点时都采用固定的排序，没有考虑问题领域可应用的知识，也称为无信息引导的搜索策略。

在走迷宫题目中，我们介绍了深度优先搜索算法，这里我们介绍另一种盲目搜索算法-----广度优先搜索。

2.1.1 BFS基本思想

从图中某节点V出发，在访问了V之后依次访问V的各个未曾访问过的邻接点，然后分别从这些邻接点出发依次访问它们的邻接点，并使"先被访问的节点的邻接点"先于"后被访问的节点的邻接点"被访问，直至图中所有已被访问的节点的邻接点都被访问到。如果还存在未被发现的节点，则选择其中一个作为源节点并重复以上过程。图2是一个广度优先搜索算法的示意图。

BFS总是尽可能"广"地搜索每一个节点的邻接点，能够找到从源结点到目标结点的最短路径，因而本实验采用它来求8-数码问题的最优解。

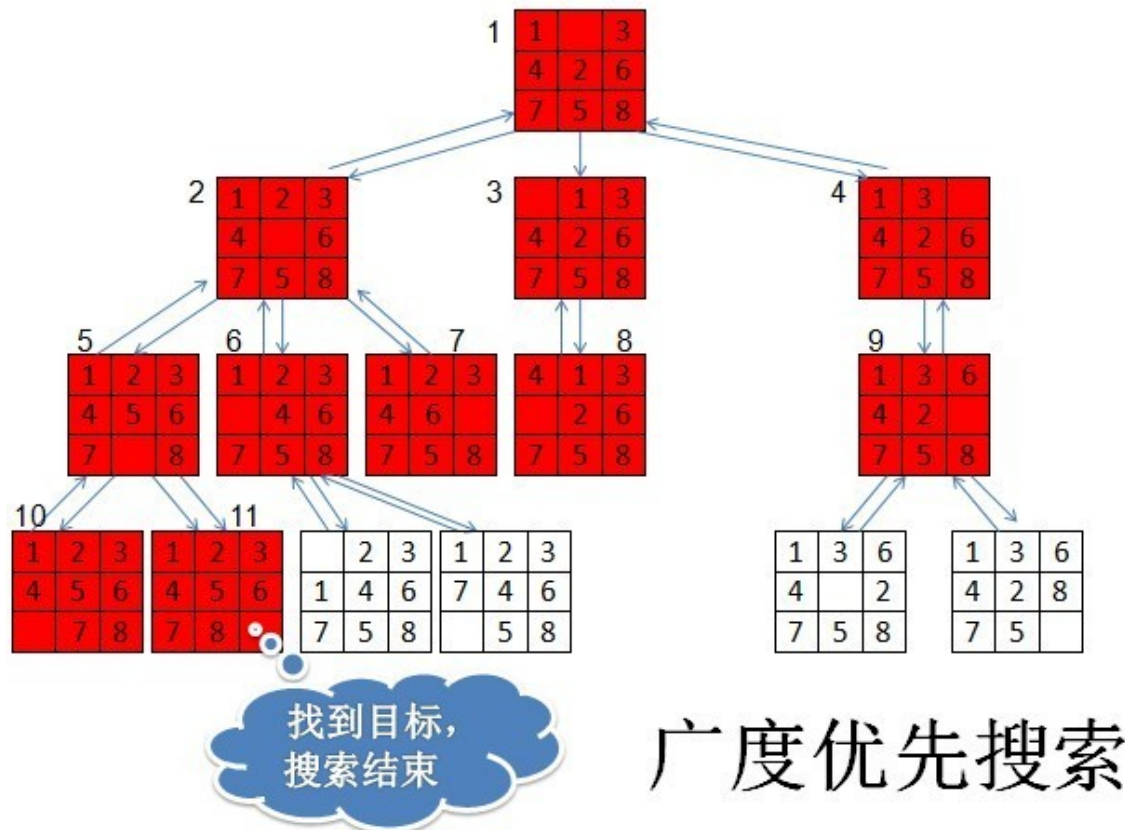


图2 广度优先搜索(BFS)算法示意图（拼图状态旁边的序号代表访问顺序）

2.1.2 BFS算法步骤

- (1) 将起始节点放入一个open列表中。
- (2) 如果open列表为空，则搜索失败，问题无解；否则重复以下步骤：
 1. 访问open列表中的第一个节点v，若v为目标节点，则搜索成功，退出。
 2. 从open列表中删除节点v，放入close列表中。
 3. 将所有与v邻接且未曾被访问的节点放入open列表中。

2.2 启发式搜索

2.1.1 基本思想

与盲目搜索不同，启发式搜索（如A*算法）利用问题拥有的启发信息来引导搜索，动态地确定搜索节点的排序，以达到减少搜索范围，降低问题复杂度的目的。

在N-数码问题中，每搜索到每一个节点时，通过"估价函数"对该节点进行"评估"，然后优先访问"最优良"节点的邻接节点，能够大大减少求解的时间。

2.1.2 估价函数

估价函数 $f(n)$ 用来估计节点n的重要性，表示为：从起始节点，经过节点n，到达目标节点的代价。 $f(n)$ 越小，表示节点n越优良，应该优先

访问它的邻接节点。可参考的估价方法有：

- 1) 所有 放错位的数码 个数
- 2) 所有 放错位的数码与其正确位置的距离 之和
- 3) 后续节点不正确的数码个数
- 4)

可以同时使用多个估价方法， $f(n) = a*f1(n) + b*f2(n)$,通过适当调整权重（a、b、...），能够加快搜索速度。

2.1.3 算法步骤

- (1) 将起始节点放入一个open列表中。
- (2) 如果open列表为空，则搜索失败，问题无解；否则重复以下步骤：

1.访问open列表中的第一个节点v，若v为目标节点，则搜索成功，退出。

2.从open列表中删除节点v，放入close列表中。

3.利用估价函数，对所有与v邻接且未曾被访问的节点进行估价，按照估价大小（小的在前）插入open列表中。

三、实验软装置介绍

在本实验中，拼图被抽象为一个数据结构-----JigsawNode类，求解拼图的过程则在Jigsaw类中完成。要求在Jigsaw类中实现搜索算法，运行Runner测试脚本求解拼图任务（N-数码问题）。

JigsawNode	拼图的数据结构
Jigsaw	搜索算法
Runners	测试脚本

图3 实验软装置内容

3.1 拼图的数据结构

JigsawNode类描述了拼图的数据结构，包括两个重要元素："节点状态"和"节点操作"。5.1节有JigsawNode类的详细文档。

1) 节点状态（以3*3拼图为例）

每一拼图状态称为一个节点状态，由一个10元数组nodesState表示。例如，图4的状态表示为 {5，1，2，3，7，0，8，6，5，4}。其中，第1位代表空白格所处位置，其余9位分别代表每一格中所放方块的数值（按照先行后列排序）。

1	2	3
7		8
6	5	4

图4 某一节点状态（红色块表示空白格）

2) 节点操作

重排拼图游戏的操作过程，在实验中表示为对节点状态的操作，由以下四个类方法实现。如果空白格处于边缘位置，则可能无法向某些方向移动，返回false。

方法	作用	返回值
public boolean moveEmptyUp()	空白格向上移	成功返回true 失败返回false
public boolean moveEmptyDown()	空白格向下移	成功返回true 失败返回false
public boolean moveEmptyLeft()	空白格向左移	成功返回true 失败返回false

public boolean moveEmptyRight()	空白格向右移	成功返回true 失败返回false
---------------------------------	--------	--------------------

3.2 代码说明

本实验的软装置与GridWorld没有关联，这里只包含两个类：JigsawNode类和Jigsaw类，以及三个运行脚本。第五部分(API)有代码的详细说明文档。

JigsawNode类是拼图的数据结构，包含节点状态和节点操作这两个重要的元素，在3.1节已作介绍，5.1节有详细说明。

Jigsaw类则是完成搜索的地方，其中存储了拼图的初始状态、目标状态以及当前状态，以及与拼图游戏相关的其他数据和方法。演示脚本RunnerDemo.java使用了ASearch()求解随机8-数码问题（3*3拼图）；实验任务一要求在BFSearch（）中填充广度优先搜索算法；实验任务二要求修改ASearch（）和estimateValue()方法，完成用启发式搜索求解24-数码问题（5*5拼图）。

Runners中包含了1个演示脚本和2个实验任务测试脚本。

四、实验任务

4.1 演示程序

（Demo）运行演示脚本RunnerDemo，求解随机8数码问题（3*3拼图）。参照2.2节，阅读Jigsaw类中的ASearch()和EstimateValue()方法。熟悉JigsawNode类和Jigsaw

4.2 实验任务一

（5分）利用广度优先搜索求出指定8-数码问题（3*3拼图）的最优解

如图5所示，指定初始状态为

{5,1,5,2,7,0,4,6,3,8}

目标状态为

{9,1,2,3,4,5,6,7,8,0}

要求参照2.1节，在Jigsaw类中填充广度优先搜索算法BFSearch()求得最优解，即是从初始状态到达目标状态的步数最少的移动路径。

具体要求：

- 1，填充Jigsaw类中的BFSearch()函数，可添加其他函数；
- 2， 要求函数结束后：
 1. isCompleted记录了求解完成状态；
 - 2.closeList记录了所有访问过的节点；
 - 3.searchedNodesNum记录了访问过的节点数；
 - 4.solutionPath记录了解路径（所得路径中每一步的状态）。
- 3，必须通过测试脚本RunnerPart1的测试检查。

注意：所有可能的节点状态为 $9!/2 = 181440$ 种，因而采用广度优先搜索求解随机初始状态的3*3拼图可能需要花费较长时间，所以我们采用指定初始状态。

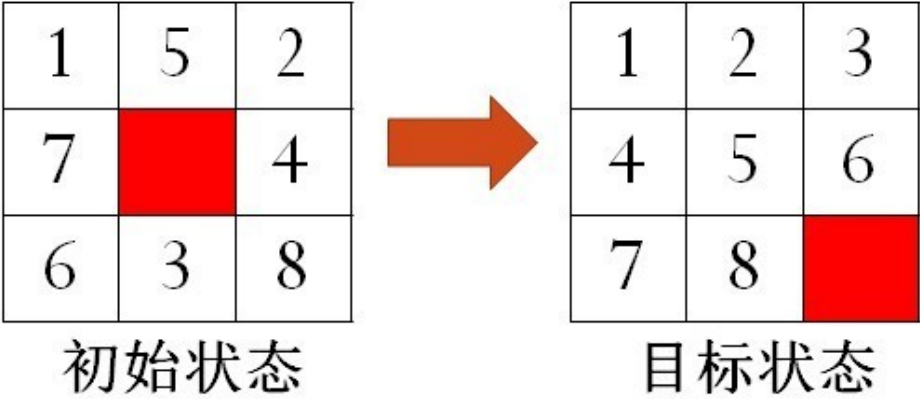


图5 指定的8-数码问题

4.3 实验任务二

(5分) 利用启发式搜索求解随机生成的24-数码问题（5*5拼图）

参照2.3节，修改Jigsaw类中的启发式搜索算法ASearch()和代价估计函数estimateValue()，对随机生成的5*5拼图初始状态进行求解。

具体要求：

- 1，修改Jigsaw类中的ASearch()和estimateValue()两个函数，可添加其他函数；
- 2，要求访问节点总数不超过25000个；
- 3，要求算法结束后：
 - 1.isCompleted记录了求解完成状态；
 - 2.closeList记录了所有访问过的节点；
 - 3.searchedNodesNum记录了访问过的节点数；
 - 4.solutionPath记录了解路径。
- 4，必须通过测试脚本RunnerPart2的测试检查。

注意：解此题前必须先把JigsawNode中的拼图维度dimension改为5。

五、Application Programming Interface（API）

5.1 JigsawNode类

属性	介绍
int dimension	拼图维数：若为N*N拼图游戏，则dimension=N
int[] nodesState	节点状态：长度为N*N+1。其中第1位代表空白格所处位置，其余N*N位分别代表每一格中所放方块的数值（按照先行后列排序）
int nodeDepth	节点深度：从初始节点到该节点所用的步数
JigsawNode parent	父节点：到达此节点的上一节点，用于获取解路径
int estimatedValue	代价估值：记录该节点的代价估值

方法	介绍
JigsawNode(int[] data)	构造函数，参数为表示节点状态的数组。其中第1位代表空白格所处位置，其余N*N位分别代表每一格中所放方块的数值（按照先行后列排序）
JigsawNode(JigsawNode j)	构造函数，参数为一个状态节点。
int getDimension()	获取N*N拼图的维数N

<code>int[] getNodesState()</code>	获取代表状态节点的数组
<code>void setNodeDepth(int d)</code>	设置节点深度
<code>int getNodeDepth()</code>	获取节点深度
<code>void setParent(JigsawNode parent)</code>	设置父节点
<code>JigsawNode getParent()</code>	获取父节点
<code>void setEstimatedValue(int e)</code>	设置代价估值
<code>int getEstimatedValue()</code>	获取代价估值
<code>public void setInitial()</code>	初始化节点的代价估值 <code>estimatedValue</code> 、节点深度 <code>nodeDepth</code> 和父节点 <code>parent</code> 。用与打散拼图操作 <code>scatter</code> 之后。
<code>public int[] canMove()</code>	探测当前状态中空白格的可移动方位。返回一个四位数组，1到4位分别代表空白格是否能向上、下、左、右移动。值为1可移动，值为0不可移动
<code>boolean canMoveEmptyUp()</code> <code>boolean canMoveEmptyDown()</code> <code>boolean canMoveEmptyLeft()</code> <code>boolean canMoveEmptyRight()</code>	判断该状态节点的空白格能否向上、下、左、右移动。若可以则返回 <code>true</code> ，否则返回 <code>false</code>
<code>public boolean move(int direction)</code>	向某一方向移动当前拼图状态中的空白格。参数 <code>direction</code> 代表移动方向：0为向上，1为向下，2为向左，3为向右。移动成功返回 <code>true</code> ，失败返回 <code>false</code>
<code>boolean moveEmptyUp()</code> <code>boolean moveEmptyDown()</code> <code>boolean moveEmptyLeft()</code> <code>boolean moveEmptyRight()</code>	向上、下、左、右移动该状态节点中的空白格, 成功返回 <code>true</code> , 失败返回 <code>false</code>

5.2 Jigsaw类

属性	介绍
<code>JigsawNode beginJNode</code>	拼图的起始状态节点
<code>JigsawNode endJNode</code>	拼图的目标状态节点
<code>JigsawNode currentJNode</code>	拼图的当前状态节点
<code>Vector<JigsawNode> openList</code>	open表：用以保存已发现但未访问的节点
<code>Vector<JigsawNode> closeList</code>	close表：用以保存已访问的节点
<code>Vector<JigsawNode> solutionPath</code>	解路径：用以保存从起始状态到达目标状态的移动路径中的每一个状态节点
<code>boolean isCompleted</code>	完成标记：初始为 <code>false</code> ;当求解成功时，将该标记至为 <code>true</code>
<code>int searchedNodesNum</code>	已访问节点数：用以记录所有访问过的节点的数量

方法	介绍
<code>public Jigsaw(JigsawNode bNode, JigsawNode eNode)</code>	拼图构造函数， <code>bNode</code> -初始状态节点， <code>eNode</code> -目标状态节点

public static JigsawNode scatter(JigsawNode jNode, int len)	此函数用于打散拼图：将输入的初始状态节点jNode随机移动len步，返回其打散后的状态节点
public JigsawNode getCurrentJNode()	获取拼图的当前状态节点
public void setBeginJNode(JigsawNode jNode)	设置拼图的初始状态节点
public JigsawNode getBeginJNode()	获取拼图的初始状态节点
public void setEndJNode(JigsawNode jNode)	设置拼图的目标状态节点
public JigsawNode getEndJNode()	获取拼图的目标状态节点
public boolean isCompleted()	获取拼图的求解状态
private boolean calSolutionPath()	计算解的路劲，若有解，则将结果保存在solutionPath中，返回true; 若无解，则返回false
public String getSolutionPath()	获取解路径文本。解路径solutionPath的字符串，若有解，则分行记录从初始状态到达目标状态的移动路径中的每一个状态节点；若未解或无解，则返回提示信息。
public int getSearchedNodesNum()	获取访问过的节点数searchedNodesNum
public void printResult(PrintWriter pw)	将搜索结果写入文件中，同时显示在控制台
private Vector<JigsawNode> findFollowJNodes(JigsawNode jNode)	探索所有与jNode邻接(上、下、左、右)且未曾被访问的节点。参数jNode-要探索的节点。返回包含所有与jNode邻接且未曾被访问的节点的Vector<JigsawNode>对象
private void sortedInsertOpenList(JigsawNode jNode)	排序插入openList：按照节点的代价估值（estimatedValue）将节点插入openList中，估值小的靠前。
演示及实验任务函数	演示及实验任务函数
public boolean BFSearch()	（实验一）广度优先搜索算法，求解指定3*3拼图（8-数码问题）的最优解。 要求：填充此函数
public boolean ASearch()	（Demo+实验二）启发式搜索。演示：RunnerDemo使用此函数 要求：修改此函数
private void estimateValue(JigsawNode jNode)	（Demo+实验二）计算并修改节点的代价估值estimatedValue 演示：RunnerDemo使用此函数 要求：修改此函数

5.3 测试脚本Runners


脚本名	介绍
RunnerDemo.java	演示脚本，使用启发式搜索求解随机8-数码问题（3*3拼图）。参考Jigsaw类中的ASearch()和estimageValue()函数。
RunnerPart1.java	实验一测试脚本，使用广度优先算法BFSearch()求指定8-数码问题（3*3拼图）的最优解。要求填充Jigsaw类中的BFSearch()函数。
RunnerPart2.java	实验二测试脚本，使用启发式搜索算法ASearch()求解随机24-数码问题（5*5拼图）。要求参照并修改Jigsaw类中的ASearch()和estimageValue()函数。

Like

2 people like this.

None

评论



张姐烤肉饭 发表：

Aug 23, 2015

经过这么多天实训，我决定参加答辩，来检验我10天来学到的知识。希望组织能够帮助我实现我小小的愿望。



余浩强 发表：
太早把代码打完现在真的好无聊。

大约8小时以前

经过这么多天实训，我决定参加答辩，来检验我10天来学到的知识。希望组织能够帮助我实现我小小的愿望。



余浩强 发表：
hai you shui? en?

大约7小时以前



罗锐 发表：
还有爸爸，嘴哥你别调皮了

大约5小时以前



海尔兄弟 发表：
你不是李俊杰吗？

大约2小时以前



曾坤 发表：
经过这么多天实训，我决定参加答辩，来检验我10天来学到的知识。希望组织能够帮助我实现我小小的愿望。😁.😁.😁.
😁🔍

Aug 23, 2015



苏子旭 发表：
1

Aug 23, 2015



罗思成 发表：
1

Aug 24, 2015



张子轩 发表：
qiu pei bi !!!!!!!

Aug 24, 2015



袁晓晖 发表：
你现在能跑到最低的是多少？

Aug 24, 2015



张子轩 发表：
1000 node.

Aug 24, 2015



袁晓晖 发表：
平均次数1000 nodes？怎么这么呀 Orz

Aug 24, 2015



张子轩 发表：
No..best 1000 average 5000+

Aug 24, 2015



朱术煌 发表：
5000 ye hen liu.....

大约17小时以前



林育新 发表：
求熟悉的配方, 我想做熟悉的味道

昨天9:03 PM



曾坤 发表：
wo jue de lai kai xian shi quan ji zui shuai de nan ren.

昨天11:21 PM



何朝东 发表：
woyeshizheyangrenweide

大约9小时以前



simida 发表：
wo ye jue de

大约9小时以前



YOURDADY 发表：
lai kun hao: wo bu fu

大约6小时以前



simida 发表：
告诉你一些你可能不知道的东西

大约9小时以前

- 1、在非洲，每60秒，就有一分钟过去。
- 2、凡是每天憋尿过多的人，有高几率100年内死去！
- 3、据研究，每呼吸60秒，就减少1分钟寿命。
- 4、当你吃下了20碗米饭，换算下来竟然相当于摄入了20碗米饭的热量。
- 5、谁能想到，这名16岁少女，4年前只是一位12岁少女。
- 6、中国人在睡觉时，大多数美国人在工作。
- 7、当蝴蝶在南半球拍了两下翅膀，他就会稍微飞高一些。
- 8、据统计：未婚生育的人中有大多数为女性。
- 9、如果你每天省下来一包烟钱，10天后你就能买10包烟。
- 10、当你左脸被打，你的左脸就会痛。
- 11、人被杀，就会死。
- 12、中国教英语方式有极大错误，在美国就连小学生都能说一口流利的英语



曾坤 发表：
qiu pei fang

大约8小时以前



hyper 发表:

huo zhuo yi zhi xin Xian sha bi

大约8小时以前



曾坤 发表:

ds

大约6小时以前



张姐烤肉饭 发表:

我有一个祖传的宇宙第一超级无敌配方，但是我就不告诉你们。

大约7小时以前



李宇捷 发表:

浪莎烤肉来一份

大约7小时以前



罗锐 发表:

我要麻辣的

大约4小时以前



林育新 发表:

I need Salad

大约3小时以前



张国伟 发表:

Added hashCode to JigsawNode, the total run time of original part2 decreased from 4min to 1min, can save much time XD.

大约7小时以前



邱永臣 发表:

这玩意怎么越跑越快，感觉就像机器学习，从2万降到3千了现在

大约5小时以前



张国伟 发表:

Having changed openList to PriorityQueue(thanks to pb), now it is able to run the original part2 in 6s, but it got stucked after 780000+ nodes, so no idea how many nodes the original part2 has to visit to get the solution...

大约3小时以前



曾坤 发表:

听说今年没有答辩,我很失望,感觉找不到方式检验我这十天来的成果,感觉我的满腹才气找不到地方可以释放.
在此希望TA们能单独给我举办一个个人答辩秀.
希望答辩秀的内容不要局限于这次实训的知识,我希望能涵盖Java, Python, Php, android开发,ios开发, web安全, 操作系统开发, 机器语言, 汇编语言, 数据库优化等层面,以全面考验我的优秀程度.
我要享受那种所有人都被我的我的口才和智慧征服而自惭形秽的样子,希望全级同学或者全院同学都来旁听仰慕,同时欢迎已经毕业就业的师兄师姐回到母校来观赏前无古人后无来者的我的巅峰个人答辩秀.

大约6小时以前

----By 赖



戴旋 发表：
是在下输了

大约4小时以前



崔颢 发表：
是在下输了

大约2小时以前



陈梓浩 发表：
小埋，到欧尼酱这里来~

28分钟以前



洪灿辉 发表：
门票多少钱？

大约1小时以前



魏婉婷 发表：
找配比的过程就像大建求公式一般.....

大约6小时以前



张子轩 发表：
Use the last 4 numbers of your student number.....BELIEVE ME

大约6小时以前



曾坤 发表：
fsdfsfs

大约6小时以前



曾进 发表：
oops.

大约4小时以前



袁晓晖 发表：
我问邮箱为什么今天它被挤爆了。

大约4小时以前



simida 发表：
wiki 有毒

大约4小时以前



戴旋 发表：
。。。sonar分数不及格怎么办==

大约3小时以前



海尔兄弟 发表：
我今年有32场答辩个人秀，但是这一次，我一定要上。

大约2小时以前



廖卢神 发表:

大约2小时以前

虽然我放假第一天就完成了实训，但答辩我肯定还是要上的。因为我学到了灰常多的新知识，说出来会吓死你。所以我觉得跟你们分享这些知识，像系统架构、机器学习、神经网络、自然语言处理、图像识别、光速QA、疯狂五杀等等。答辩请一定让我上，我一定不负众望，大家支持我吧。



廖卢神 发表:

大约1小时以前

我要向全世界宣布，今年的实训答辩被我承包了！！！！！！！！！！



何朝东 发表:

5分钟以前

正宗好凉茶正宗好声音欢迎收看由凉茶领导品牌加多宝为您冠名的加多宝凉茶中国好声音喝启力添动力娃哈哈启力精神保健品为中国好声音加油。本届中国好声音所有学员当中四位导师最得意的门生将踏上娃哈哈启力音乐梦想之旅。发短信参与互动立即获得苏宁易购的100元优惠券感谢苏宁易购对本节目的大力支持。我们的好声音学员如果获得三位或者三位以上导师认可即可获得苏宁易购提供的1万元音乐梦想基金。感谢上海新锦江大酒店为中国好声音导师提供的酒店赞助。关注加多宝凉茶中国好声音台前幕后更多精彩内容，你可以as中国好声音新浪微博，或者是 腾讯微信以及登陆中国好声音百度贴吧参与节目互动，还可以登陆优酷，搜狐视频，爱奇艺，土豆网观看节目的精彩花絮，关注网易娱乐了解更多节目的信息或者登陆官方数字音乐平台，下载每期节目最精彩的歌曲彩铃



杨永红 发表:

1分钟以前

何老师你好!您看像我这样的行不烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫



杨永红 发表:

2分钟以前

我就冒个泡!烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫烫