

人工智能基础 第一次大作业

实验报告 火柴棍移动

自 72 来昆 2017011607

一、 任务描述

1. 题目概述

用火柴棍可以摆成一个数学等式，希望移动一根火柴使得等式成立。

2. 题目要求

- 1) (必做)允许在一个固定的等式库中选择，从而给出答案。
- 2) (必做)允许使用者自己定义，或者输入一个可以求解的等式。如果无解，回答无解。
- 3) (必做)给出更多题目和答案
- 4) (选做)允许移动 2 根火柴棍
- 5) (选做)给出从等式变为新的等式的题目和难度。

3. 题目分析

根据题目要求，我们需要完成一个可以通过移动火柴棍来形成等式的游戏。游戏需要满足的功能有：1) 从等式库中选取题目进行游戏，2) 允许游戏玩家提交自己的等式，游戏系统判断是否有解，3) 可以自动生成新的题目和答案，4) 允许玩家通过移动两根火柴棍来完成等式 5) 游戏能生成本来就是等式的题目，并输出该题目的难度。

二、 问题建模

整个问题的核心部分是通过搜索算法来求解一个火柴棍计算式。

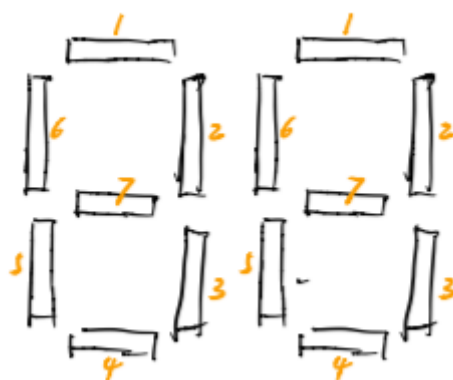
整个问题的层级从上到下为：整个计算式——火柴棍组成的数字——火柴棍。

1. 程序的基本结构建模如下：

- 1) 用数组储存计算式，包括 7 个部分（等号不计算在内），第一个数字的两位，运算符，第二个数字的两位，第三个数字（结果）的两位。
- 2) 运算式中每个数字的一位是一个火柴棍组成的数字，由 7 段火柴棍序列表示。
- 3) 每个火柴棍有 0/1 两个状态，表示是否存在于该数字上，7 段火柴棍构成数字，4 段构成运算符。

```
# 每个数字包括7段，1表示点亮，0表示熄灭，用7位的数组来表示
# 每个符号包括2段，1表示点亮，0表示熄灭，用2位的数组来表示
# 等式数组包含 6 个数字（7位） 1 个运算符（2位） 1个等号（不变）
# 如：equal = [ [1,1,1,1,1,1,1], [1,1,1,0,0,0,0], [1,1,0,0],
#               [0,0,0,0,0,0,0], [0,0,0,0,0,0,0],
#               [0,0,0,0,0,0,0], [0,0,0,0,0,0,0] ]
```

计算式的结构



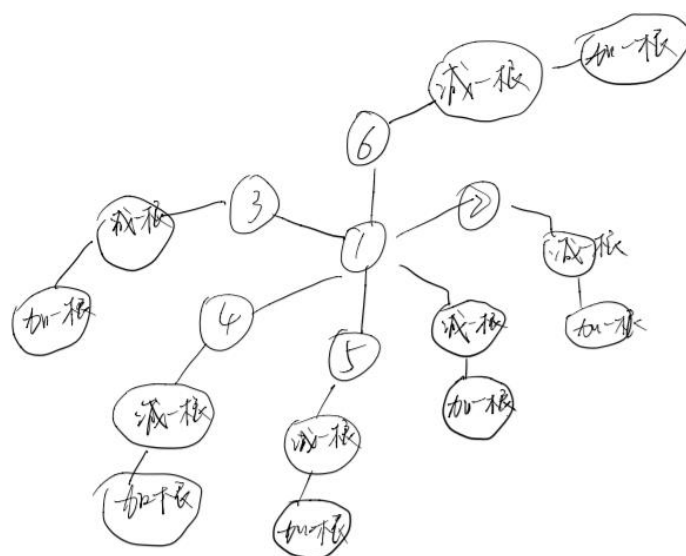
数字对应位置示意

2. 基本问题建模

将问题转化成搜索问题，初始状态为一个假等式，目标状态为一个真等式，在移动一根的情况下，从初始状态到目标状态理论上只有两步的距离，即：从一个数字/符号上移除一根火柴棒，再将这根火柴棒添加到另一个数字上。

三、 算法设计与实现

搜索算法整体主要使用深度优先和广度优先搜索结合的方法。在移动一根火柴棍的情况下，每个火柴棍数字加一根、减一根、以及自身移动一根所能生成的数字是固定的。分别使用 DFS 和 BFS 进行遍历。先进行一次可能无解的 DFS，相当于对每个数字单独进行移除和添加火柴棍操作，如图所示。



如果无解，再进行 BFS 和 DFS 结合的遍历，先取出一个数字/符号节点进行移除一

根的操作，再从剩下的数字中轮流进行添加一根的操作，检验是否能构成等式。

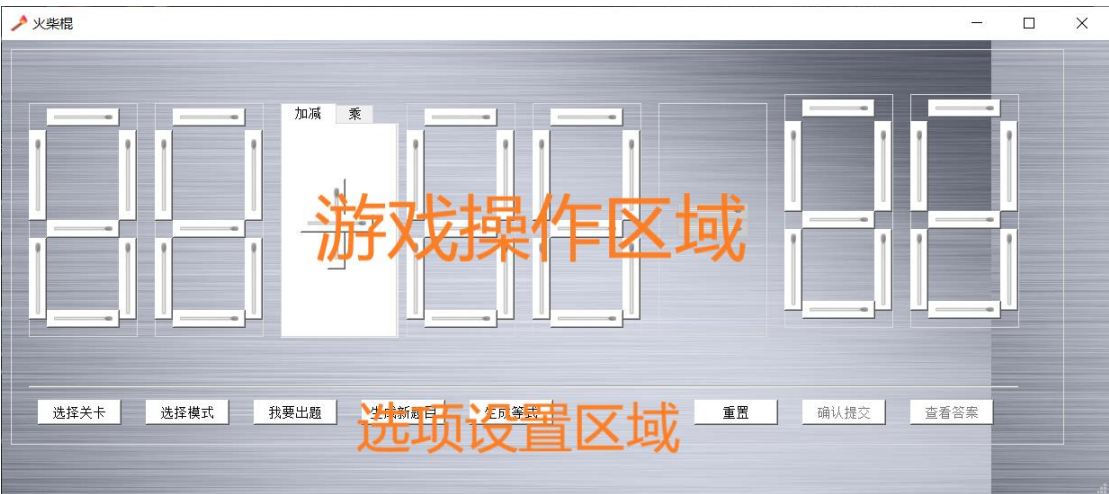
核心算法的具体实现步骤如下：

从等式数组中依次取出数字/符号元素，对每一个数字/符号元素进行 change 操作，每次 change 之后检验是否组成等式，当前元素的 change 操作全部完成后，进行下一个元素的 change 操作。全部 change 操作完成以后，进行移除和添加火柴棍操作。

从数组中依次取出数字/符号元素，对取出的符号元素进行 remove 操作，remove 一次以后，对其他元素依次进行 add 操作，每次 add 之后检测是否为等式，其他元素全部 add 试操作之后，进行下一个元素的 remove 操作，依次类推。

四、 UI 设计和使用说明

1. UI 整体界面如图所示：



2. 界面介绍

整体界面分为游戏操作区域和选项设置区域两部分。

1) 游戏操作区域：游戏开始后，通过点击火柴棍相应位置来完成火柴棍的移除和添加操作。

2) 选项设置区域：

选择关卡： 点击后可以选择不同的题目关卡，如图所示：



可在其中选取不同的关卡进行游戏，可选的最大值为当前模式下等式库中题目个数（进入游戏后，默认的游戏模式为移动一根火柴棍）。

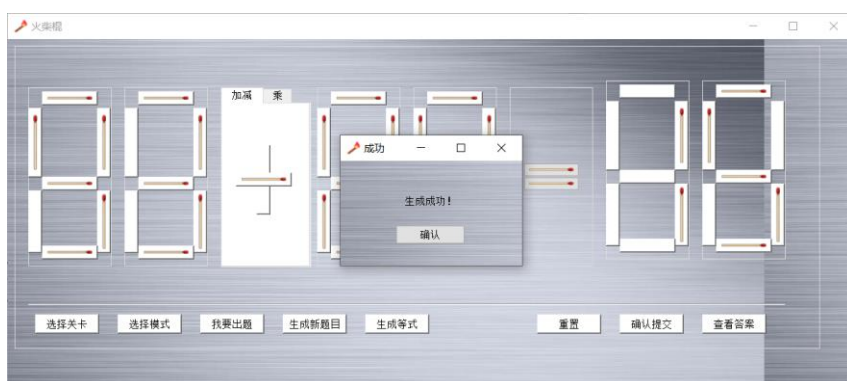
选择模式：点击后可以选择游戏模式为移动一根还是移动两根，选择完成后，默认打开当前模式下的第一关。选择界面如图所示：



我要出题：点击后出现出题对话框，可在对话框中输入等式，若有解，则弹出上传成功提示，并将上传的题目显示在游戏界面，若无解，则弹出对应无解的提示；若输入的等式在等式库中已经存在，则弹出题目已存在的提示。



生成新题目：点击后自动生成题目并上传等式库，弹出提示，同时显示在游戏操作区域供玩家操作。



生成等式：生成本来就是等式的题目，并弹出生成成功的提示和难度，同时显示在游戏操作区域供玩家操作。



重置：刚进入游戏时：点击重置按键，默认开始移动一根火柴棍的第一关游戏。

已经选好关卡后，点击重置按键，可以将游戏界面的火柴棍分布恢复成关卡初始状态，以免玩家操作过程中忘记初始题目。

提交答案：默认不可点击，游戏开始后，会根据玩家已经进行的操作数判断是否移动了当前模式下规定的火柴棍数，如果移动数目不匹配，则弹出提示对话框。如果移动数目匹配，判断等式是否成立，如果成立，则弹出回答正确提示，如果不成立，则弹出回答错误提示。

显示答案：选好模式和关卡后，点击查看答案，则将当前关卡的参考答案显示在游戏操作区域，并把游戏区域中的火柴棍锁定，如果玩家看完答案后想继续操作，可以点击重置按键继续进行操作。

3. 设计思路

在进行 UI 界面的设计时，主要想设计操作简单，冗余信息少，易上手操作的 UI 界面。因此去掉了无关文字、分区和冗余信息，简化成了几个按钮+火柴棍操作区域的 UI 界面，并把基本功能都浓缩在了 UI 界面中，尽力降低了用户使用门槛和提高了操作满意度。

4. 使用说明

基本按键的使用说明已经在 1. 中介绍过。进行游戏时，如果要更改模式，需要先选择模式，然后选择关卡/自己出题/自动生成题目，游戏开始后，通过点击火柴棍，对应位置的火柴棍就会消失/出现，完成等式后点击提交答案，就会进行判定，并输出判定结果。

五、 实验总结

一) 综合介绍

1. 大作业使用 python 语言搭配 pyqt 完成，其中调用的库有 sys、openpyxl、xlrd、copy、random，主要用于完成图形界面、excel 读写、复制、随机数生成等功能。由于之前没有使用 python 和 pyqt 完成过完整程序，但考虑人工智能研究 python 的应用较多，因此使用了 python 语言来完成本次大作业。
2. 使用 excel 来作为等式库的储存方式，并在程序中完成读写操作，检查、修改

以及程序运行过程中的更新也更方便。

3. UI 界面设计过程中使用 Qt Designer 完成基本界面搭建, 再用 PyUIC 转换为.py 文件, 再在.py 文件中添加逻辑、函数, 完成程序的功能。
4. 生成新题目的过程中使用随机数+while 循环的方式, 循环生成, 直到生成满足要求的题目, 再写入等式库和输出到屏幕。
5. 其他函数的主要功能和介绍在代码中都有详细注释, 使用的图片, 资源文件也一并打包上传。

二) 过程中遇到的问题

1. 在搜索算法中尝试扩展节点的过程中包括试修改等式数组的操作, 如果修改过后不是等式, 则对节点标记后将数组恢复。但函数无论如何都无法正常实现功能, 后来逐行调试发现, 函数中恢复等式数组时尝试利用单独存储的一个初始状态的等式数组, 直接利用“=”等号赋值来实现复制的功能, 但在 python 中并不是直接复制, 而是类似 C 语言中指针的功能, 新的变量指向的也是原来的数组, 因此修改后无法恢复原来的数组。因此调用 copy 库中的 deepcopy 函数进行真复制, 完成了搜索算法。
2. 完成 UI 界面时, 想为 UI 界面添加图片等文件作为背景, 但添加路径后也总是失败。经过查阅资料, 发现可以在 pyqt 中添加资源文件来实现图片的添加。于是在 Qt Creator 中创建了资源文件(.qrc), 添加图片后, 在 terminal 中使用 pyrcc5 命令将 qrc 文件转换成.py 文件, import 后即可正常使用。
3. 在使用 pyinstaller 将.py 文件打包成可执行文件时, 报错说迭代次数超限, 查阅资料后, 在打包进行一半时终止打包, 会生成.spec 文件, 在其中添加代码将迭代次数上限提高即可解决。解决该问题后, 又报错说编码格式错误, 经上网查阅, 在打包前将编码格式改成 65001 即可解决, 一波三折, 最终才打包成功。

三) 总结和反思

本次大作业一开始是想完成七巧板题目的, 但在制定好详细规划之前便开始动手, 写了接近一个国庆以后发现有几个问题自己无法轻易解决, 想到的解决思路也十分麻烦, 偏离了本次大作业想要考察的内容, 因此又更换了题目, 但这时其他同学已经几乎完成了大部分的内容, 因此时间十分仓促。急急忙忙赶大作业的过程中又想起老师曾经讲过的话, 写代码的时候三分之二的时间用来构思, 三分之一用来写代码, 而我想要快点写完仓促动手, 对难度瓶颈没有良好的预估, 造成了更多时间和精力浪费, 实在是不可取。

经过本次大作业, 对搜索算法的理解和掌握又加深了一层, 也初步掌握了新的工具的使用方法, 也增加了个人的代码量和代码经验, 为今后的学习和科研提供了良好的帮助。

感谢各位助教的耐心答疑和帮助, 也感谢助教们不辞辛苦的批改我们的大作业!