



实习二 基于舞蹈链（Dancing Links）的 数独游戏设计与实现

一、实习目的与要求

【问题描述】

数独，是源自 18 世纪瑞士的一种数学游戏。是一种运用纸、笔进行演算的逻辑游戏。玩家需要根据 9×9 盘面上的已知数字，推理出所有剩余空格的数字，并满足每一行、每一列、每一个粗线宫（3×3）内的数字均含 1-9，不重复。本次实习要求设计并实现一款数独游戏软件（下图为 9x9 数独游戏示例）。



【基本要求】

- 1、采用舞蹈链（Dancing Link）算法实现数独游戏的求解；
- 2、采用控制台或 GUI，实现语言不限；
- 3、设计并实现数独的基本功能，可根据个人情况对以下功能进行裁剪：
 - （1）新游戏：玩家可以开始一局新的游戏
 - （2）重玩：玩家可以重新开始本局游戏
 - （3）暂停：玩家可以暂停该局游戏（即暂停计时）
 - （4）提示：如果当前已经确定的数都是正确的，玩家将会得到一个未填空格的正确数字；如果当前已经确定的数和答案矛盾，导致整个数独无解，那么所有与答案矛盾的数字将会被粗体标出
 - （5）清除：清除当前选中格子的所有数字
 - （6）撤销：撤销前一步的操作，以及取消撤销（最多可支持 50 步撤销）
 - （7）同时可以通过菜单来实现多达 10 种难度的游戏选择，可以求解任意用户输入的数独问题。



二、分析与设计

1、需求分析与类设计

本题通过舞蹈链写一款数独游戏需要带相应界面，考虑到用户的体验感，在界面的设置上也需要美观一些。我将此题设计为 2 个模块：DLXWindow、sudokucore，DLXWindow 中有类 SudokuWindow，sudokucore 中有类 DLX、sudoku、sudokucore，类的功能在下面介绍。

SudokuWindow:

主要功能：控制输入以及界面的显示

主要的方法：

1. initUI() :初始化界面
2. paintEvent() :绘图事件，负责界面的绘制，即界面的显示
3. mousePressEvent() :鼠标点击事件，负责输入

DLX:

主要功能：普通的舞蹈的实现

主要的方法：

1. pushRow (colList) :插入一行数据，按照行列递增的方式插入
2. remove (c) :删除一行
3. recover (c) :恢复一行
4. FindMinCount():寻找各行中，元素最少的行
5. Dance(): 判断是否能够精确覆盖

sudoku:

主要功能：继承了 DLX 类，变成了一个适合于数独的舞蹈链

主要的方法：

1. pushToDLX () :将矩阵变成舞蹈链
2. initialRmove () :删除矩阵开始存在的数据，因为这个必须选择
3. IsCanDance () :判断能不能跳舞成功
4. ans2Maze():将跳舞得到的答案转化到矩阵中

sudokucore:

主要功能：负责游戏的控制核心

主要的方法：

1. initMaze () :初始化矩阵，产生一个可以玩的数独
2. judge () :判断是否“跳舞”成功



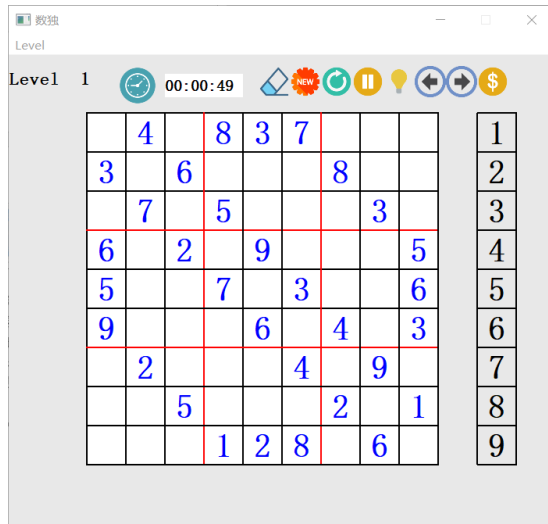
2、算法设计与分析

舞蹈链:是用来求解精确覆盖的一种特殊数据结构,在求解精确过程中有大量的缓存矩阵和回溯矩阵的过程,但是舞蹈链在缓存和回溯的过程中效率惊人,不需要额外的空间,以及近乎线性的时间,是一种求解精确解覆盖时的比较好的选择。

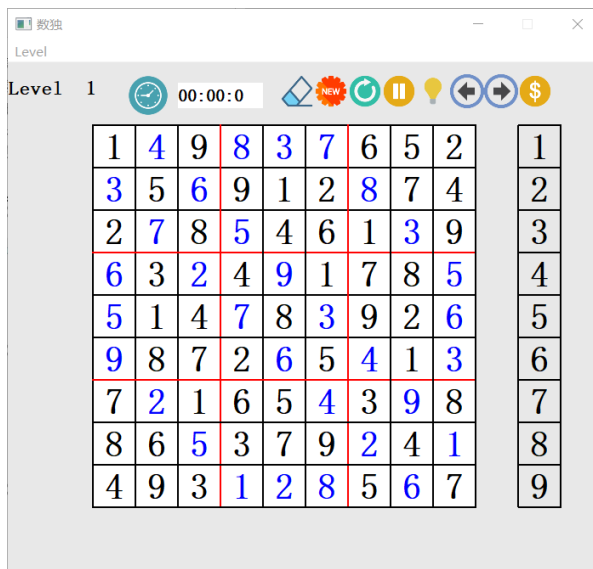
3、测试与改进

(1) 功能测试

界面:



全部填写:



其他功能如清除、回退、提示等不予展示



(2) 性能测试

简单数独：

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

求解简单数独：0.0s

普通数独：

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

求解普通数独：0.015628814697265625s

困难数组：(困难数组和普通数组很像但是不一样)

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

求解困难数组：0.031241655349731445s



（3）改进与优化

1. 针对于数独的舞蹈链，开始时有些数字必须填可以选择删除
2. 舞蹈链中本来选择 `head.Right` 的列进行删除，优化后选择列中元素最少的进行删除，这样减少了很多时间
3. 点击橡皮删除时，将光标变成橡皮图标方便别人识别