西安交通大学

JAVA 语言程序设计

大作业

《连连看》实验报告

课程：	JAVA 语言程序设计
班级：	物试 2202
学号：	2225015585
姓名：	黄得清
时间：	2024 年 6 月

1. 项目名称

连连看小游戏（支持计时、回放、存储及网络传输等功能）
（GitHub 项目地址：https://github.com/Dytchem/LianLianKan）

2. 项目设计

1. 支持基本的练练看游戏玩法，包括：生成游戏局面（合法自定义大小）、实现连线消除（同色且拐弯次数小于等于 2）和判断最终胜利（方块全部被消除）。
2. 游戏有计时系统，可自定义开启和关闭，而且适应在特殊情况下（如胜利）自动暂停。
3. 游戏有作弊模式，可自定义开启和关闭，而且支持如同正常消除的回放和存储等功能。
4. 游戏支持通过进度条拖拽使游戏回到当前局面之前的任意局面，这等价于回放功能。
5. 游戏支持保存当前游戏局面至文件，也支持导入文件完全复刻保存时的状态。
6. 在网络层面加强 5 所述功能，使客户端能进行从服务器端读取存档、保存存档的等操作。

3. 项目分工

姓名	班级	学号	分工	备注
黄得清	物试 2202	2225015585	项目设计 1~4	游玩功能
郑佳明	网安 2201	2224213619	项目设计 5~6	存储功能

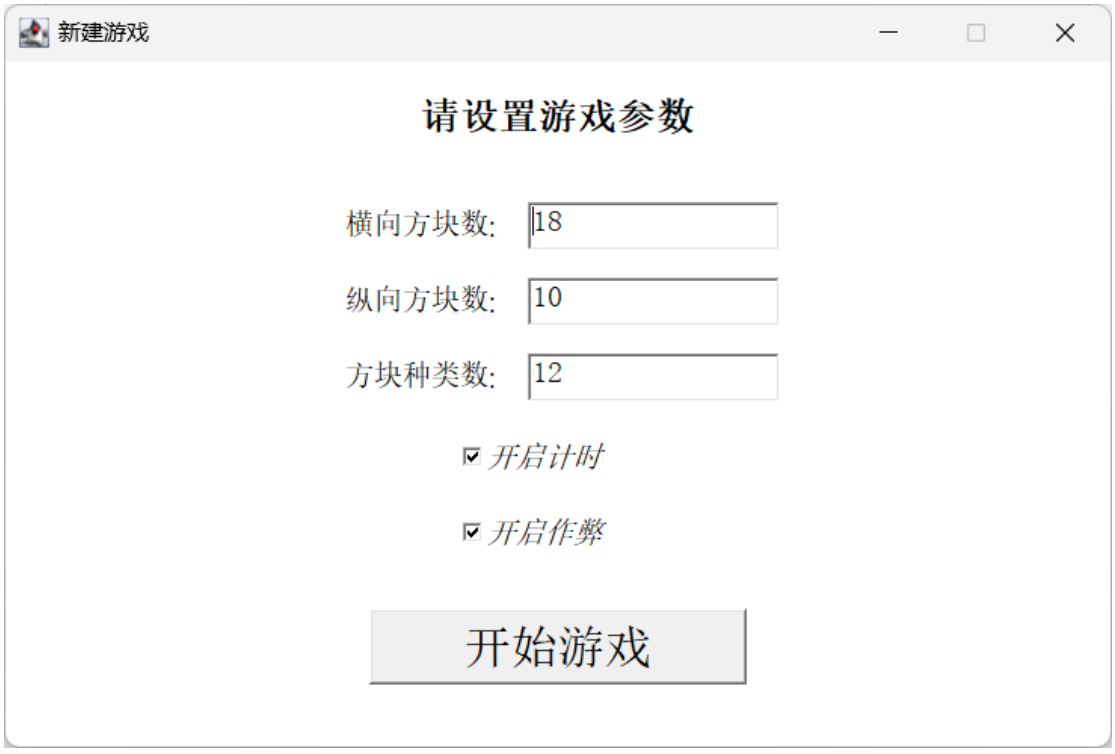
我的分工主要是项目设计中的 1~4，即实现练练看在游玩方面的功能。
（以下内容全是关于我的部分）

4. 项目结构

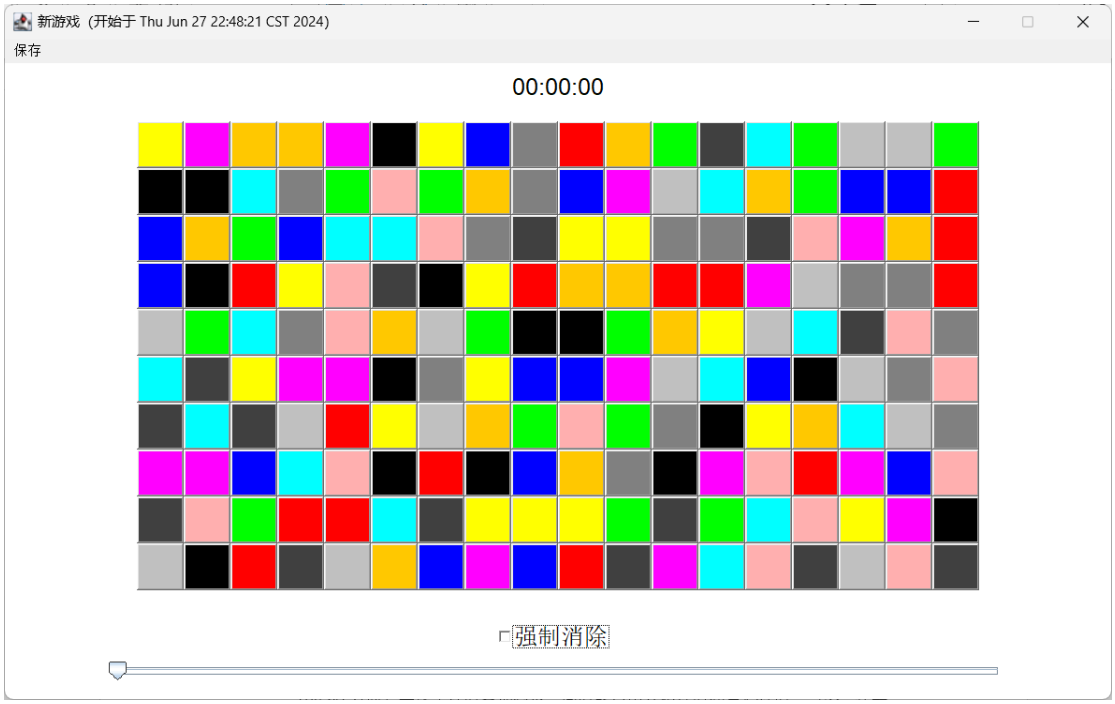
1) **主菜单**由类 `MainMenu` 维护，它继承自 `Frame`，实际上就是一个可展现窗口。在该类的构造方法中进行窗口的调整和各种组件的添加，包括展现游戏标题的 `Label`、执行相关操作的三个 `Button`、顶栏关于菜单 `MenuBar`。由于这里的组件触发的事件较为简单，所以添加的是匿名监视器。

```
xxx.addActionListener(new ActionListener(){…})
```

2) **创建游戏**由类 `CreateGame` 维护，它也是个 `Frame`，可展现。界面元素有 `Label` 标题、三个 `SingleInput`（继承自 `Panel`，内含一个标签和一个输入框，用于数据的输入与提取）、开启计时功能和作弊功能的复选框 `Checkbox`、开始游戏的按钮 `Button`。对按钮添加匿名监视器，先判断已填入的数据是否合法，然后根据数据创建对应初始参数的游戏界面。



3) **游戏界面**由类 `Game` 维护，也是 `Frame`，主要展现的就是游戏前端。该类较为复杂，将分解为后续的几点。



4) 类 `Game` 的成员 `GameBoard g` 主要掌管**方块盘面**，即方块所在的区域。它继承自 `JPanel`，额外（主要）增加成员 `GameData g` 和 `Cell[][] bs`。前者把游戏数据从具体界面中剥离出来，专注于利用数据结构与算法来实现游戏中的生成、寻路、回溯等功能（将在算法分析模块中讨论）。后者为具体的方块数组，可点击，它继承自 `Button`，并增加了监视点击实现消除（设置不可见）的功能。在类 `Game` 中，将进行由 `Cell` 触发然后由 `g` 指导的 `bs` 的可见性变化，这就是基本的连连看功能。
5) 类 `Game` 的成员 `Draw c` 主要掌管**方块连线**，即在进行消除操作或回放时连接对应方块。`c` 中装的是预先准备的 `Label[] ls`，用于展示指定粗细的线段（实际上就是空白标签加上纯黑背景色），和记录线段的 `ArrayList<Segment> ss`。单次连线操作其实就是 `g` 指导的线段的添加和 Label 的可见性改变，开个 `Thread` 让它固定时间消失同时不影响消除操作。
6) 类 `Game` 的成员 `Timer t` 主要掌管**游戏计时**。它继承自 `Label`，同时实现了 `Runnable` 接口。在 Label 方面它实现了将当前记录的秒数转换为自身格式化显示的时间，在 Thread 方面它实现了计时累加秒数，同时能自由开始计时和暂停计时。当然，在类 `Game` 中要提供控制 `t` 的相关代码。
7) 类 `Game` 的成员 `JSlider s` 主要掌管**游戏回放**。我这里没有单独将它的功能包装成一个类，而是直接功能代码放在 `Game` 里。`forward()`和 `backward()`函数分别实现了进度条前移和后移时所有组件要进行的操作，它们交由 `s` 的监视器来控制。
8) 类 `Game` 的成员 `Checkbox fake1` 主要掌管**游戏作弊**。实际上就是为了提供一个布尔变量，为真时点击任意方块即可消除，需配合以上已实现的功能使之不矛盾。

5. 算法分析

算法主要集中在 `GameData` 中。

1) 盘面生成算法

用 int 数组存盘面，注意要用比盘面指定大小边长大 4 的规格，因为要存外墙和外路，方便处理。用 1 表示不能连线的墙，0 表示可以连线的通路，2 及以上表示方块颜色。在 `GameData` 构造的时候生成同等大小的一维数组，先以取模的手段填充该数组，达到分配颜色的目的。然后用 Random 随机打乱数组，并按照该数组按次序依次复制填充到游戏盘面 int 数组中。最后复制一份盘面方便各种回放操作。

可以调试看到生成的盘面例如下面这样：

```
Game: 18 10 12 true true
   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
   1   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   1
   1   0   3  12   6   6  12  10   3   4   8   2   6   5  13   9   5  11  11   5   0   1
   1   0  10  10   9   8   5   7   5   6   8   4  12  11   9   6   5   4   4   2   0   1
   1   0   4   6   5   4   9   9   7   8  13   3   3   8   8  13   7  12   6   2   0   1
   1   0   4  10   2   3   7  13  10   3   2   6   6   2   2  12  11   8   8   2   0   1
   1   0  11   5   9   8   7   6  11   5  10  10   5   6   3  11   9  13   7   8   0   1
   1   0   9  13   3  12  12  10   8   3   4   4  12  11   9   4  10  11   8   7   0   1
   1   0  13   9  13  11   2   3  11   6   5   7   5   8  10   3   6   9  11   8   0   1
   1   0  12  12   4   9   7  10   2  10   4   6   8  10  12   7   2  12   4   7   0   1
   1   0  13   7   5   2   2   9  13   3   3   3   5  13   5   9   7   3  12  10   0   1
   1   0  11  10   2  13  11   6   4  12   4   2  13  12   9   7  13  11   7  13   0   1
   1   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   1
   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
```

2) 方块寻路算法

这是精髓之所在，我们实现了**改进版的广度优先搜索（BFS）**。

连连看消除的基本要求是同色、连线不能越过障碍、拐弯次数必须小于或等于 2 次。

同不同色只需判断一下 int 数组对应位置存的数据是否一样就行了。

连线不能越过障碍，只需要在 BFS 时判断一下下一步的位置是否为 0 即可。

拐弯次数必须小于或等于 2 次，这是问题最复杂的地方。我看网上很多人对这个限制的实现都较为复杂，他们大多都是直接分类讨论加判断，考察各种可能出现的连线情况，代码量较大，不够优雅。较为优雅的方法是对基础版的 BFS 做改进，能够解决问题且基本没有增加代码量。以下为我的思路：

我们需要增加 BFS 遍历到某一点时记录的状态。

由于这个问题增加了对连线方向的考虑，我们需要在状态中增加对当前方向和拐弯次数的记录。

我们最后要能还原出连线的样子，所以需要在状态中再存一个它的前驱，即所有结点整体维护了一个生成树树结构，最后能通过从叶子结点反向遍历得到从叶到根的链表。定义节点如下：

```java
class Node { // BFS结点
    int x, y; // 当前位置
    int d; // 当前方向
    int t; // 已拐次数
    Node pre;

    Node(int x, int y, int d, int t) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.d = d;
        this.t = t;
    }

    Node(int x, int y, int d, int t, Node n) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.d = d;
        this.t = t;
        pre = n;
    }
}
```

我们还需要准备一个 boolean 类型 vis 数组（四维）记录已遍历过的位置、方向及拐弯次数和一个队列存储下面要依次遍历的节点。

然后就可以开始 BFS 了：把初始位置加入队列。每次取队首元素弹出，将后继的所有 vis 不为 true 的结点全部加入队尾并更新 vis，直到到达目标位置。我们只需要额外在遍历的过程中处理好结点状态中的 d,t,pre，其他的代码和基础版 BFS 完全相同。要输出这个连线的样子，只需返回在目标位置的结点，由外部函数自行遍历获得连线路径。

3) 方块回溯算法

由于 `forward()`和 `backward()`也是要对 `GameData` 进行改变的，我们需要在 `GameData` 中额外存储修改情况的信息，包括方块编号和是否作弊。

在前面的方块寻路以及最终消除中，我们不仅要改变盘面 int 数组的值，还有把方块编号和是否作弊的信息存储到数组（可以视为一个栈）中。

调用 `backward()`时，我们需要出栈并根据出栈的元素来恢复方块，同时要注意到作弊消除需要按目前情况恢复 1 块，而正常消除需要强制再出栈一个元素同时恢复同色的 2 块方块。

调用 `forward()`时，由于我们是用数组模拟的栈，可以直接通过移动指针恢复已出栈的元素，根据这个元素便可重新消除对应方块。

另外，如果在回放时进行游戏操作，则会使原本能 `forward()`恢复的步骤被覆盖，无法恢复，这只需要强制改一下栈的大小即可。

6. 运行结果

见展示视频

7. 反思总结

1) 纵观整个项目，代码过于繁杂。我们利用面向对象的编程范式来解决问题，确实是要比面向过程更为清晰明了。但是有一点，就是我发现自己懒得封装一个类，因为完全的封装代码要写得太多太多，对每一个成员都要诸如 getter 和 setter 的操作。这导致我写出来的代码中甚至出现了诸如 `int k = g.g.kills[g.g.havekilled];`的代码，直接访问对象属性。这确实有违封装思想，需要后面进一步改进。
2) 在设计界面的过程中，我尝试过利用布局管理器来管理组件的相对位置，但发现很难符合自己的审美，所以后面索性都基本改成无布局，然后通过手动计算绝对位置的方式来布局，微调以达到目标。这是一种很麻烦但又特别精准的布局方式。对于布局管理器的使用我还需要进一步了解。
3) 数据结构与算法是解决这个连连看问题的核心手段，在本项目中我们充分利用了队列、栈、链表等数据结构，并且拓展改进了 BFS，优雅地解决了连线问题。辩证意义上，编程语言只是形式，而算法才是内容。
4) 还有一些需要改进的地方，比如说：
   `Timer` 计时主要用到了 sleep(1000)来打断线程，其计时的准确性是不佳的，可能会受到线程调度影响，秒数不精准——更好的实现应该是加一个获取系统时间的过程，动态调整 sleep 的秒数。
   `GameBoard` 和 `Draw` 都是用基本组件拼接来绘图，而不是用 `Canvas`，这似乎能称为“奇淫技巧”了。因为我们尝试了用 `Canvas` 绘图，但发现 repaint()方法总是不能按我们预期按时展示出图像。系统调度总是神出鬼没，我们上网搜了很多资料都不能实现出达到我们预期的效果。最后我们发现基本组件的可见性改变可以立即奏效，于是就这样操作了。我们需要进一步了解 `Canvas` 的机理。

8. 源代码

见 src 目录