

《面向对象技术》

数独乐乐

数独乐乐-1：需求规格

学	院	计算机学院
专	业	计算机技术
年	级	2024 级
成	员	方正、李涛、陈骏伟

1 项目愿景

新升级的数独乐乐项目，在原有项目的愿景上增加了三个新业务愿景，分别为资源集成、探索回溯和下一步提示。

1.1 资源集成

可以集成数独 Wiki 的资源，包括题目和算法策略。

(1) 题目导入

能够将数独 Wiki 的题目页的 URL 作为 Code，直接导入到数独乐乐中使用。URL 示例如下：

<https://www.sudokuwiki.org/sudoku.htm?bd=093824560085600002206075008321769845000258300578040296850016723007082650002507180>

其中 bd 后面的数字串即为数独题目，将其提取并生成棋盘。

(2) 策略集成

- 找到一种良好的设计，能够方便地添加算法策略
- 各个策略之间应互不影响。
- 算法的测试可用 wiki 上的 example。

1.2 下一步提示

不同于原项目的提示功能，升级后的下一步提示，将运用集成的各类算法实现，来推理棋盘的候选值，并予以高亮显示，交由用户进行点击查看和设置答案。

- 提示不是一次性的，是一个状态开关，开启提示后，提示将在用户每次操作棋盘后自动执行推理并显示结果，直到关闭提示。
- 提示具有等级，0 级则为关闭提示，1 级提示只显示唯一候选值（即答案），n 级则显示候选值数目小于等于 n 的单元格及其候选值，单步最大提示级别可由用户在设置中设置，每次单击提示按钮，则级别加 1，达到最大级别后，再点击则关闭提示。
- 开启提示后，单击高亮的提示格，则会显示推理链并高亮相关的推理依据单元格。双击具有唯一值的推理格能自动填写答案值。
- 提示开启，当单个提示步的所有唯一候选值（答案）都被用户确定输入后，

才会执行下一步提示推理。

1.3 探索回溯

(1) 探索

探索即为在用户的历史操作中进行漫游，切换历史状态。分为撤销 **undo** 和重做 **redo**。撤销即为撤回上一次操作，回退到上一次操作前的状态，重做基于撤销操作，撤销后可以重做，回到撤销前的状态。

(2) 回溯

回溯基于提示开启状态，当当前提示没有确定唯一候选值时，只能在 n 个候选值中选择一个进行探索，但这个选择可能是错的，因此后续会出现棋盘无解。此时可以通过回溯，一键回退到上一个分支选择点，并将已选择的值进行灰色显示。用户可以选择其他非灰色候选值继续向下探索。

2 用例分析

此处只分析新升级的业务用例。用例总结列表如下：

用例名称	参与者	描述
url 导入数独题目	用户	根据用户输入的 url，提取解析出相应数独题目，并开始新的游戏。
开启提示	用户	用户开启提示，数独运用算法策略推理，并高亮显示唯一候选值。
增加提示级别	用户	用户增加提示级别，数独高亮显示候选值数目不超过提示级别的单元格。
数独填写/修改	用户	用户填写/修改数独单元格数字，系统检测是否冲突，是否游戏成功。若提示已开启，且无剩余答案，则进行下一步推理并显示。
撤回	用户	用户撤回上一次操作，棋盘切换到上一次操作前的状态，若提示已开启，则进行推理并显示。

用例名称	参与者	描述
重做	用户	用户撤回后，重做撤回的操作。棋盘切换到上一次撤回前的状态，若提示已开启，则进行推理并显示。
回溯	用户	用户在提示开启时，选择候选值不唯一的空白格进行分支输入，即产生一次回溯机会，后续失败，可以回溯到上一次分支的状态，并排除已探索的分支值。

下面具体分析各用例：

（1）url 导入数独题目

- **描述：**根据用户输入的 url，提取解析出相应数独题目，并开始新的游戏。
- **前置条件：**用户进入应用，或正在游戏中选择 enter code。
- **后置条件：**开启新游戏，数独网格显示对应导入的数独题目。
- **主成功场景：**
 1. 用户启动应用或正在游戏时选择 enter code，并输入 url。
 2. 系统提取解析输入的 url，得到对应的数独题目。
 3. 系统重新开启游戏，并显示该题目的数独网格。
- **扩展场景：**
 1. url 格式错误，解析失败。系统无法开启新游戏。

（2）开启提示

- **描述：**用户开启提示，数独运用算法策略推理，并高亮显示唯一候选值。
- **前置条件：**正在游戏中。
- **后置条件：**系统对当前棋盘运用策略推理，并根据推理结果高亮显示唯一候选值。
- **主成功场景：**
 1. 用户点击提示按钮。
 2. 系统对当前棋盘运用策略推理。
 3. 并根据推理结果高亮显示唯一候选值。
- **扩展场景：**

1. 提示最高级别设置为 0，提示无法点击。
2. 当前算法策略无法推断出唯一候选值，不显示推理格。

(3) 增加提示级别

- **描述：**用户增加提示级别，数独高亮显示候选值数目不超过提示级别的单元格。
- **前置条件：**正在游戏中，且提示已开启。
- **后置条件：**提示级别增加，更多满足候选值数目不超过新提示级别的单元格作为推理格高亮显示。
- **主成功场景：**
 1. 用户点击提示按钮。
 2. 系统计算哪些单元格的候选值数目小于等于新的提示级别。
 3. 将这些单元格作为推理格高亮显示。
- **扩展场景：**
 1. 提示级别增加后超过设置的最高级别，提示级别设置为 0，提示关闭。
 2. 增加级别后，没有新的推理格产生，显示无变化。

(4) 数独填写/修改

- **描述：**用户填写/修改数独单元格数字，系统检测是否冲突，是否游戏成功。若提示已开启，且无剩余答案，则进行下一步推理。
- **前置条件：**正在游戏中，且光标选中非初始值单元格，提示已开启。
- **后置条件：**数独网格更新，并保存当前状态。进行下一步推理，更新提示显示。
- **主成功场景：**
 1. 用户点击选中数独网格中的非初始值单元格。
 2. 用户选择数字进行输入。
 3. 系统更新数独网格，保存当前状态。检测数独状态（是否冲突、成功）。
 4. 系统进行下一步推理，更新提示显示。
- **扩展场景：**
 1. 输入值无效。系统不作修改。
 2. 当前还有剩余的唯一候选值（答案），系统不进行下一步推理。

（5）撤回

- **描述：**用户撤回上一次操作，棋盘切换到上一次操作前的状态，若提示已开启，则进行推理并显示。
- **前置条件：**游戏正在进行中，且最少填写操作过一次。
- **后置条件：**棋盘切换到上一次操作前的状态，若提示已开启，则更新提示显示。
- **主成功场景：**
 1. 用户点击撤回按钮。
 2. 系统获取上一次操作前的棋盘状态，并应用到当前棋盘。
 3. 若提示开启，则进行推理，并显示推理结果。

（6）重做

- **描述：**用户撤回后，重做撤回的操作。棋盘切换到上一次撤回前的状态，若提示已开启，则进行推理并显示。
- **前置条件：**游戏正在进行中，且前一个操作为撤销。
- **后置条件：**棋盘切换到上一次撤销前的状态，若提示已开启，则更新提示显示。
- **主成功场景：**
 1. 用户点击重做按钮。
 2. 系统获取上一次撤销前的棋盘状态，并应用到当前棋盘。
 3. 若提示开启，则进行推理，并显示推理结果。

（7）回溯

- **描述：**用户在提示开启时，选择候选值不唯一的空白格进行分支输入，即产生一次回溯机会，后续失败，可以回溯到上一次分支的状态，并排除已探索的分支值。
- **前置条件：**游戏正在进行中，提示已开启，且前面操作出现候选值多选一的情况，产生了至少一次回溯机会。
- **后置条件：**棋盘切换到上一个多选一的分支点，进行推理，并显示推理结果，将已探索的候选值置灰。
- **主成功场景：**

1. 用户点击回溯按钮。
2. 系统获取上一个分支点的棋盘状态，并应用到当前棋盘。
3. 进行推理，并显示推理结果，将已访问的候选值置灰。

3 领域模型

数独业务层面的领域模型：

