哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Lab Manuals for

Software Construction

Lab-2

Abstract Data Type (ADT) and Object-Oriented Programming (OOP)

School of Computer Science and Technology

Harbin Institute of Technology

Spring 2019

目录

1 实验目标

本次实验训练抽象数据类型（ADT）的设计、规约、测试，并使用面向对象编程（OOP）技术实现 ADT。具体来说：

- 针对给定的应用问题，从问题描述中识别所需的 ADT；
- 设计 ADT 规约（pre-condition、post-condition）并评估规约的质量；
- 根据 ADT 的规约设计测试用例；
- ADT 的泛型化；
- 根据规约设计 ADT 的多种不同的实现；针对每种实现，设计其表示（representation）、表示不变性（rep invariant）、抽象过程（abstraction function）
- 使用 OOP 实现 ADT，并判定表示不变性是否违反、各实现是否存在表示泄露（rep exposure）；
- 测试 ADT 的实现并评估测试的覆盖度；
- 使用 ADT 及其实现，为应用问题开发程序；
- 在测试代码中，能够写出 testing strategy 并据此设计测试用例。

2 实验环境

实验环境设置请参见 Lab-0 实验指南。

除此之外，本次实验需要你在 Eclipse IDE 中安装配置 EclEmma（一个用于统计 JUnit 测试用例的代码覆盖度的 plugin）。请访问 http://www.eclemma.org，了解 EclEmma 并学习其安装、配置和使用。

本次实验在 GitHub Classroom 中的 URL 地址为：

https://classroom.github.com/a/z9utaaos

请访问该 URL，按照提示建立自己的 Lab2 仓库并关联至自己的学号。

本地开发时，本次实验只需建立一个项目，统一向 GitHub 仓库提交。实验包含的 4 个任务分别在不同的目录内开发，具体目录组织方式参见各任务最后一部分的说明。请务必遵循目录结构，以便于教师/TA 进行测试。

3 实验要求

针对以下所有四个任务，请为每个你设计和实现的 ADT 撰写 mutability/immutability 说明、AF、RI、safety from rep exposure。给出各 ADT 中每个方法的 spec。为每个 ADT 编写测试用例，并写明 testing strategy。

3.1 Poetic Walks (MIT)

请阅读 http://web.mit.edu/6.031/www/sp17/psets/ps2/，遵循该页面内的要求完成编程任务。

- 在 Get the code 步骤中，你无法连接 MIT 的 Athena 服务器，请从以下地址获取初始代码：
  https://github.com/rainywang/Spring2019_HITCS_SC_Lab2/tree/master/P1
- 在作业描述中若遇到“commit and push”的要求，请将你的代码 push 到你的 GitHub Lab2 仓库中。
- MIT 作业页面提及的文件路径，请按照下表的目录结构进行调整。例如“`test/poet`”应为“`test/P1/poet`”，“`src/poet`”应为“`src/P1/poet`”。
- 其他步骤请遵循 MIT 作业页面的要求。

项目的目录结构：

```
项目名称： Lab2_学号
        src
            P1
                graph
                    ….java
                poet
                    ….java
                    ….txt
        test
            P1
                graph
                    …Test.java
                poet
                    …Test.java
                    ….txt
```

请使用 git 指令将符合上述结构的代码 push 到你的 GitHub Lab2 仓库中。

3.2 Re-implement the Social Network in Lab1

回顾 Lab1 实验手册中的 3.2 节 Social Network，你针对所提供的客户端代码实现了 `FriendshipGraph` 类和 `Person` 类。

在本次实验中，请基于你在 3.1 节 Poetic Walks 中定义的 `Graph<L>`及其两种实现，重新实现 Lab1 中 3.3 节的 `FriendshipGraph` 类。

注 1：可以忽略你在 Lab1 中实现的代码，无需其基础上实现本次作业；

注 2：在本节 `FriendshipGraph` 中，图中的节点仍需为 `Person` 类型。故你的新 `FriendshipGraph` 类要利用 3.1 节已经实现的 `ConcreteEdgesGraph<L>` 或 `ConcreteVerticesGraph<L>`，`L` 替换为 `Person`。根据 Lab1 的要求，`FriendshipGraph` 中应提供 `addVertex()`、`addEdge()`和 `getDistance()`三个方法：针对 `addVertex()` 和 `addEdge()`，你需要尽可能复用 `ConcreteEdgesGraph<L>`或 `ConcreteVerticesGraph<L>`中已经实现的 `add()` 和 `set()`方法，而不是从 0 开始写代码实现或者把你的 Lab1 相关代码直接复制过来；针对 `getDistance()`方法，请基于你所选定的 `ConcreteEdgesGraph<L>` 或 `ConcreteVerticesGraph<L>`的 rep 来实现，而不能修改其 rep。

注 3：不变动 Lab1 的 3.3 节给出的客户端代码（例如 `main()`中的代码），即同样的客户端代码仍可运行。重新执行你在 Lab1 里所写的 JUnit 测试用例，测试你在本实验里新实现的 `FriendshipGraph` 类仍然表现正常。

项目的目录结构：

```
项目名称：Lab2_学号
        src
            P2
                FriendshipGraph.java
                Person.java
                ...
        test
            P2
                FriendshipGraphTest.java
                ...
(无需将 3.1 节实现的 Graph<L>的程序源文件复制到 P2 目录下)
```

请使用 git 指令将符合上述结构的代码 push 到你的 GitHub Lab2 仓库中。

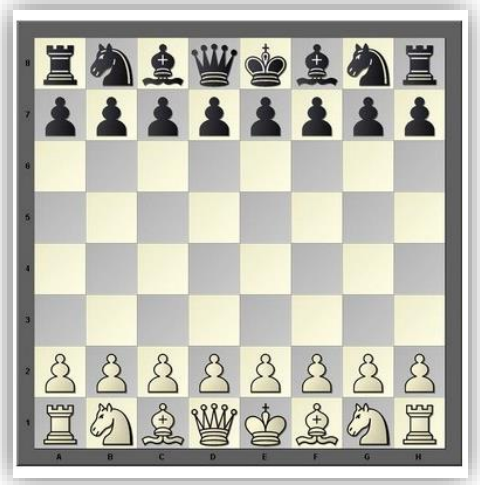
3.3 Playing Chess

前面 3.1 和 3.2 节是在已经给定 ADT 设计的基础上进行具体实现和测试。本节要求你从 0 开始设计一套 ADT，支持实现特定的功能需求。

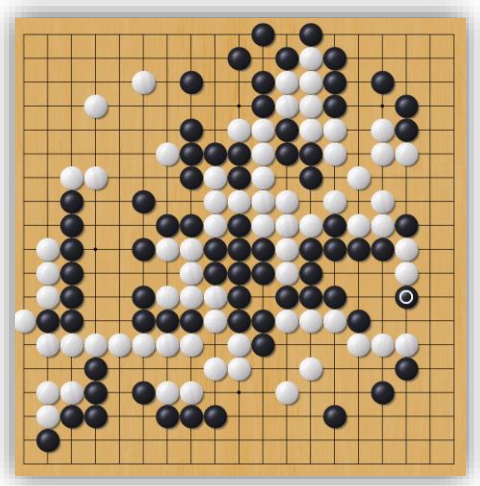
棋类游戏由一个棋盘、一组棋子组成，双方交替在棋盘上走棋。本实验仅考虑在正方形棋盘上进行的棋类游戏，包括国际象棋和围棋。

一个尺寸为 n*n 的棋盘：其中 n 表示每一行/每一列的格子数。例如：围棋盘由 18*18 个格子构成，国际象棋盘由 8*8 个格子构成。棋盘上共有 n*n 个格子和(n+1)*(n+1)个交叉点。

一组棋子：每个棋子属于一个特定的种类，不同的棋类游戏中包含的棋子种类不同，例如：围棋/五子棋中仅包含黑子和白子；国际象棋中包含 king、queen、rock、bishop 等类型，且双方棋手拥有同样的棋子（用颜色区分）。在一盘棋局中，不同种类的棋子的数量不同，例如国际象棋中每方有 2 个 rock、2 个 bishop；围棋中的黑子和白子数量无限多。在游戏进行过程中，需要区分棋子是属于游戏中的哪一方玩家。



国际象棋棋盘和棋子示例

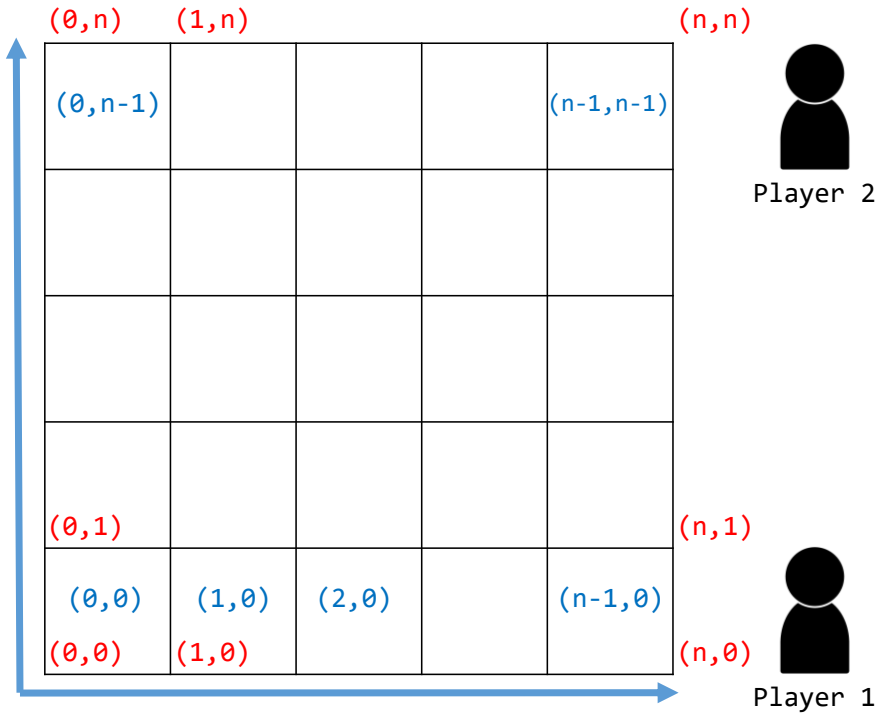


围棋棋盘和棋子示例

下棋过程中，棋手的动作包括：

- 将一个棋子从棋盘外放到棋盘上的某个合法位置（围棋、五子棋等）
- 将一个棋子从棋盘上的一个合法位置移动到另一个合法位置（中国象棋、国际象棋等）
- 将对方的一个或多个棋子从棋盘上移走

这里的合法位置是指：格子内（例如国际象棋、五子棋）或交叉点（例如围棋、中国象棋），均使用坐标`(x, y)`表示。如果是格子内的位置，`x` 和 `y` 分别表示该格子的横纵坐标，`x` 和 `y` 的取值范围是`[0,n-1]`；如果是交叉点的位置，那么将棋盘的第`(0,0)`个格子的左下角作为坐标系的原点，那么 `x` 和 `y` 表示棋盘上第`(x,y)`个格子的左下角的点，且 `x` 和 `y` 的取值范围是`[0,n]`。如下图所示，红色标签表示其左下方的交叉点的坐标，蓝色坐标表示其所处的格子的坐标。两个玩家分别位于棋盘的下方和上方。



使用 Java OOP 实现一个简单的棋类模拟软件。为“一盘棋类游戏”、“玩家”、“棋盘”、“棋子”、“棋盘上的位置”、“下棋动作”设计 ADT（类或接口），命名分别为 `Game`、`Player`、`Board`、`Piece`、`Position`、`Action`。如果针对不同的棋类游戏需要从这些类派生子类或者实现接口，请自行进行设计。

你可自由为所有的类/接口设计 rep 和方法，能够支持完成以下功能：

(1) 输入是游戏的类型（围棋或国际象棋），创建一个符合该棋类游戏的一个 `Board` 对象、一组 `Piece` 对象。棋盘大小、棋子种类、棋子数量无需外

部参数输入，你的方法可读取外部配置文件或以静态常量写入代码，需要符合围棋和国际象棋的真实规则；

(2) 给定两个名字，初始化两个 `Player` 对象；将各 `Piece` 对象的所有权分配给两个 `Player` 对象（在围棋中，所有白子都属于 `player1`，所有黑子都属于 `player2`；在国际象棋中，双方的棋子种类和数量都是完全一样的，只有颜色不同）；如果是国际象棋，需要将所有 `Piece` 对象放置到棋盘上的初始位置（见上页图，各棋子的初始位置**必须要符合**国际象棋规则）；如果是围棋，则所有棋子不需放到棋盘上（上页图表示的是下棋过程中的某个特定时刻的状态，围棋棋盘的初始状态是棋盘上无任何棋子）。

(3) 给定“棋手、一颗棋子、指定位置的横坐标、指定位置的纵坐标”作为输入参数，将该棋手的该颗棋子放置在棋盘上（考虑游戏的类型，不同的棋类游戏中的位置含义不同）。需考虑异常情况，例如：该棋子并非属于该棋手、指定的位置超出棋盘的范围、指定位置已有棋子、所指定的棋子已经在棋盘上等。——**注：无需考虑**实际的落子规则，但你可以扩展该 spec 让你的该操作能具备遵循国际象棋/围棋的真实落子规则的能力。

(4) 移动棋子（针对国际象棋）：给定“棋手、初始位置和目的位置的横纵坐标”，将处于初始位置的棋子移动到目的位置。需要考虑处理各种异常情况，例如：指定的位置超出棋盘的范围、目的地已有其他棋子、初始位置尚无可移动的棋子、两个位置相同、初始位置的棋子并非该棋手所有等。——**注：无需考虑**实际的走棋规则，但你可以扩展该 spec 让你的该操作能具备遵循国际象棋的真实走棋规则的能力。

(5) 提子（针对围棋）：给定“棋手、一个位置的横纵坐标”，将该位置上的对手棋子移除。需要考虑处理异常情况，例如：该位置超出棋盘的范围、该位置无棋子可提、所提棋子不是对方棋子等。——**注：无需考虑**实际的提子规则，但你可以扩展该 spec 让你的该操作能具备遵循围棋的真实提子规则的能力。

(6) 吃子（针对国际象棋）：给定“棋手、两个位置横纵坐标”，将第一个位置上的棋子移动至第二个位置，第二个位置上原有的对手棋子从棋盘上移除。需要处理异常情况，例如：指定的位置超出棋盘的范围、第一个位置上无棋子、第二个位置上无棋子、两个位置相同、第一个位置上的棋子不是自己的棋子、第二个位置上的棋子不是对方棋子等。——**注：无需考虑**实际的吃子规则，但你可以扩展该 spec 让你的该操作能具备遵循实际国际象棋吃子规则的能力。

在完成上述功能时，除了类名已确定无需修改，属性和方法的名字、数据类型可自由设计，方法的输入参数也可自行设计。若需要其他的辅助类，也请自行设计。

写一个基于命令行的主程序 `MyChessAndGoGame.java`，在其 `main()`实现以下功能：

(1) 让用户选择创建一盘国际象棋或一盘围棋，用户输入“`chess`”或“`go`”分别代表国际象棋和围棋；让用户输入两个玩家的名字；

(2) 启动比赛，程序提示玩家双方交替采取行动，直到一方输入“`end`”而结束。双方分别采取行动的时候，可以选择以下行为之一，也可以选择“跳过”（即放弃本次采取行动的权利）：

- 将尚未在棋盘上的一颗棋子放在棋盘上的指定位置；
- 移动棋盘上某个位置的棋子至新位置；
- 提子或吃子；
- 查询某个位置的占用情况（空闲，或者被哪一方的什么棋子所占用）；
- 计算两个玩家分别在棋盘上的棋子总数。

请自行为用户设计针对上述行为所需输入的数据，用户输入越简洁越好。

(3) 当某一方输入 end 结束游戏之后，双方可以查看本次比赛的走棋历史，即能够查询自己所走的所有步骤。

注：本次任务并非完整实现围棋和国际象棋的所有规则，甚至有些要求与实际的棋类规则有冲突，请严格按照上述说明进行设计，无需扩展。

项目的目录结构

```
项目名称： Lab2_学号
        src
            P3
                ...java
        test
            P3
                ...java
```

请使用 git 指令将符合上述结构的代码 push 到你的 GitHub Lab2 仓库中。

3.4 Multi-Startup Set (MIT)

请阅读 http://web.mit.edu/6.031/www/fa18/psets/ps2，遵循该页面内的要求完成编程任务。

- 在 Get the code 步骤中，你无法连接 MIT 的 Athena 服务器，请使用 Git 指令从获取初始代码：
  https://github.com/rainywang/Spring2019_HITCS_SC_Lab2/tree/master/P4
- 在作业描述中若遇到“commit and push”的要求，请将你的代码 push 到你的 GitHub Lab2 仓库中。
- MIT 作业页面提及的文件路径，请按照下表的目录结构进行调整。例如“`test/interval`”应为“`test/P4/interval`”，“`src/interval`”应为“`src/P4/interval`”。
- 其他步骤请遵循 MIT 作业页面的要求。

注 1：MIT 的这个作业与 3.1 节的 Poetic Walks 类似，可作为你的训练题目。
注 2：选做，不评判，不计分。如果要提交，请遵循以下目录结构：

```
项目名称：Lab2_学号
        src
            P4
                ...java
        test
            P4
                ...java
```

4 实验报告

针对上述 4 个编程题目，请遵循 CMS 上 Lab2 页面给出的**报告模板**，撰写简明扼要的实验报告。

实验报告的目的是记录你的实验过程，尤其是遇到的困难与解决的途径。不需要长篇累牍，记录关键要点即可，但需确保报告覆盖了本次实验的所有开发任务（3+1 个问题，每个问题下有一系列任务）。

注意：

- 实验报告不需要包含所有源代码，请根据上述目的有选择的加入关键源代码，作为辅助说明。
- 请确保报告格式清晰、一致，故请遵循目前模板里设置的字体、字号、行间距、缩进；
- 实验报告提交前，请“目录”上右击，然后选择“更新域”，以确保你的目录标题/页码与正文相对应。

5 提交方式

截止日期：第 6 周周日夜间 23:55。截止时间之后通过 Email 等其他渠道提交实验报告和代码，均无效，教师和 TA 不接收，学生本次实验无资格。

源代码：从本地 Git 仓库推送至个人 GitHub 的 Lab2 仓库内。

实验报告：除了随代码仓库（doc）目录提交至 GitHub 之外，还需手工提交至 CMS 实验 2 页面下。

6 评分方式

TA 在第 3-5 周实验课上现场验收：学生做完实验之后，向 TA 提出验收申请，TA 根据实验要求考核学生的程序运行结果并打分。现场验收并非必需，由学生主动向 TA 提出申请。

Deadline 之后，教师和 TA 对学生在 GitHub 上的代码进行测试、阅读实验报告，做出相应评分。