2018 春季地空数算期末作业

—— paper.io.sesseda（纸带圈地）说明文档

陈斌、陈天翔、张赖和

文档说明

本文档更新于 2018/6/4 21:31；

本系统可能存在不足之处，敬请各位见谅，并欢迎各位协助修改或提出指正。

目录

1 期末作业简要介绍

本部分将简要介绍本学期（2018 春季学期）本课程（北京大学地球与空间科学学院数据结构与算法课程）的期末作业（以下称本作业）。

本作业要求以小组为单位，综合数据结构与算法课程内容，采用 Python 语言编写算法，使得提交的算法能进行 paper.io.sesseda 游戏（以下称本游戏），并能在本游戏中自主行动并控制纸卷。

本作业将提供对战平台进行对抗性竞赛，算法应能顺利游玩游戏，并根据与其他算法的对局结果取得竞赛排名。

本游戏简要说明

本游戏的游戏原型为 Xonic PC Game 1984；与其他版本可能稍有不同，本游戏没有视野限制，每个玩家可以在自己当前的回合获取盘面上的所有信息，为完全信息决策游戏。

本游戏为一个回合制游戏，游戏给定回合数和棋盘大小限制。每局游戏由两个玩家参与。两个玩家分别控制自己的纸卷。纸卷一直在移动并抽出纸带。

玩家可以透过控制纸卷向左转、向右转或直行等三个方向，让纸带与自己的已有区域形成新的闭合区域并填充，不断扩大领地。

游戏过程中，如果玩家的纸卷碰到边界，该玩家的纸带会断裂；如果玩家的纸带被任何纸卷（包含自己或别人的）碰到，该玩家的纸带也会断裂。

游戏目的乃透过合法操作扩大自己的领地或让对方的纸带断裂。

以下进行游戏术语和规则的详细介绍。

2 本游戏介绍

2.1 战斗

每场战斗有两方参与，代号分别为 1 和 2。战斗初始阶段，系统会给定游戏总回合数、双方允许的总耗时以及以下初始属性：

1. 在地图西半部的正中间附近生成 1 方纸卷，给定 1 方纸卷的初始移动方向（东、南、西、北之一），并以 1 方纸卷为中心生成一个 3*3 的 1 方初始已有区域。
2. 在地图东半部的正中间附近生成 2 方纸卷，给定 2 方纸卷的初始移动方向（东、南、西、北之一），并以 2 方纸卷为中心生成一个 3*3 的 2 方初始已有区域。

以上所述相关的具体数值请参见【本游戏介绍 > 棋盘】；初始阶段结束后，战斗正式开始。

2.2 棋盘

1. 棋盘：本游戏在具有边界的离散格点网上进行，其中东西向格点数为 102，南北向格点数为 101。
2. 格点属性：每个格点有两个属性：
   - 领地属性：1 方领地，2 方领地，无领地属性。
   - 纸带属性：1 方纸带，2 方纸带，无纸带属性。
3. 上述【正中间附近】乃与正中间点距离不超过 3（8 邻域意义下），也即：
   (a) 1 方纸卷初始位置的横纵坐标范围分别为 22 至 28 与 47 至 53（两端均含，下同）内；
   (b) 2 方纸卷初始位置的横纵坐标范围分别为 73 至 79 与 47 至 53 内；
   (c) 纸卷初始位置坐标为 [i, j] 时，初始已有区域有 [(i-1) 至 (i+1), (j-1) 至 (j+1)]；
   (d) 具体坐标意义可参见【各小组工作 > 坐标系统】

2.3 回合

1. 回合总数：游戏的回合总数由系统给定。
2. 单个回合：单个回合内，按顺序进行以下操作：
   (a) 1 方读入当前盘面和相关数据，返回左转、右转或直行的其中一个。
   (b) 系统按 1 方的要求移动纸卷，并进行相关判定。
   (c) 2 方读入当前盘面和相关数据，返回左转、右转或直行的其中一个。
   (d) 系统按 2 方的要求移动纸卷，并进行相关判定。

   以上步骤进行完毕后，一回合结束。注意到每回合由两个盘面更改的要求，因此每回合将有两个更新数据；但每回合之中，每个玩家仅能移动一次。

2.4 判定：战斗的胜负

- 下列情况发生时，游戏立即结束，并对操作方判负，另一方判胜：
  - 己方纸卷超出棋盘
  - 己方纸卷碰到己方纸带
  - 己方纸卷在对方领地碰到对方纸卷
  - 己方算法给出不合法操作（包含超时未给出操作）
- 下列情况发生时，游戏立即结束，并对操作方判胜，另一方判负：
  - 侧碰：己方纸卷在无领地属性格点碰触对方纸卷，且双方纸卷运动方向垂直
  - 己方纸卷碰到对方纸带
  - 己方纸卷在己方领地碰到对方纸卷
- 下列情况发生时，游戏立即结束，并统计双方的领地（纸卷或纸带不计）大小。若双方领地大小不同，判领地大者为胜方，领地小者为负方；若双方领地大小相同，判双方平手：
  - 对碰：己方纸卷在无领地属性格点碰触对方纸卷，且双方纸卷运动方向相反
  - 回合数耗尽

2.5 判定：标记和圈地

纸卷运动到每个格点时，若没有达成战斗胜负的条件，则进行以下判定：

1. 如果该格点的属性不是己方领地，则对该格点附加标记为己方纸带。
2. 如果该格点的属性是是己方领地，则按下列顺序进行圈地操作：
   (a) 首先将标记为己方纸带的格点的领地属性更改为自己的领地属性。
   (b) 考察己方纸带与己方领地外缘所围成的区域（以闭包形式记录），将这些区域的所有格点的领地属性更改为自己的领地属性（但纸带属性暂时不动）。
   (c) 将标记为己方纸带的格点的纸带属性移除，完成圈地操作。

3 战斗的运行

3.1 系统设施组成

- 'match_core.py'：游戏执行逻辑；战斗运行时调用的档案；主管战斗的进行和判定规则。
- 'match_interface.py'：游戏界面辅助执行逻辑；保存战斗过程等调用的档案；主管战斗的记录。
- 'roundRobinWithScoreboard.py' 与/或'roundRobin_multitask_database.py'：进行循环赛时使用的档案；引用'match_core.py' 和各玩家的 play 函数使之进行游戏，并在两个队伍比赛完毕以后实时输出对局结果与记分板，并引用'match_interface.py' 在后台输出对局记录文件。
- 'solo.py'：控制台复盘代码与单局战斗播放；将对局过程和结果进行可视化。
- 'knockout20.py'：一对一连续战斗使用；引用'match_core.py' 和各玩家的 play 函数使之进行游戏，并在每局结束时输出该局对局主要结果，并引用'match_interface.py' 在后台输出对局记录文件。
- 系统另有'UPDATE_TOOL.py' 可连接 github 仓库；与'glory_of_mankind.py' 可实行人机对战等附加功能。

3.2 参战方

各参战方提供一个参战函数。该函数应有如下格式，具体要求见【各小组工作】：

```
def play(stat, storage):
    pass # 此处编写你的函数

def load(stat, storage):
    pass # 此处编写你的函数

def summary(match_result, storage):
    pass # 此处编写你的函数
```

3.3 对战平台运行方式

请按以下要求顺序执行。

1. 确认上述代码文件与文件夹'AI' 在同一目录且平级。
2. 将要参战的函数按要求存成.py 文件，并这些文件放入文件夹'AI' 。
3. 按实际需求运行'roundRobinWithScoreboard.py' 等档案的一部分。

4 各小组工作

4.1 函数的编写

- 编写的代码应以 python 3.5 或更高版本形式储存为.py 文件；函数对外的接口应命名为 play；代码文件中应只包含 play 函数、load 函数与 summary 函数，其中 load 与 summary 函数非必需；其余一切代码（不含注释部分）均应封装在这些函数内，包含导入库的语句。比赛程序将按语句 action = play(stat, storage) 调用 play 函数，其中 action 为战斗中系统识别的方向变更要求，应等于算法的给出的返回值；具体形态将于本章其它部分说明。
- 为维护赛场整洁，禁止使用全局变量语句与 os, sys, threading, multiprocessing 等标准库。
- 不建议使用第三方库编写算法代码；此举可能被比赛环境视为 ImportError 而判负；传递的参数均为标准 python 对象，算法代码无需 import match_core 即可正常工作。
- 建议编写代码时有规范的格式和合理的注释，以便于小组的报告撰写。
- 对规则的最终解释权归本游戏技术组所有。违规代码可能被取消参赛资格。

4.2 play 函数

编写的 AI 函数对外的接口应命名为 play，函数的接收参数包含游戏信息 stat 与存储对象 storage，比赛系统将按 action = play(stat, storage) 形式调用，在每一回合开始时调用执行 play 函数，决定函数控制的玩家方向的改变（左转、右转、不改变方向），随后朝改变后的方向前进一单位的距离。

比赛核心逻辑中使用以下代码执行函数返回值操作：

```
action = play(stat, storage)
...
if isinstance(action, str) and len(action) > 0:
    op = action[0].upper()
if op == 'L':
    plr.turn_left()
elif op == 'R':
    plr.turn_right()
```

以下给出部分函数返回值与操作的相关对应和例子：

- 识别为“左转”：函数返回'l', 'L', 'Left', 'LEFT', 'Legendary' ...
- 识别为“右转”：函数返回'r', 'R', 'right', 'RIGHT', 'Robust' ...
- 识别为“前进”：函数返回 None, 'iwannawin', [1, 2, 3], '0', 0 ...

4.3 load 函数（可选）

可选的 load 函数在比赛开始前接收游戏信息 stat 与存储对象 storage，可在此进行 AI 函数所需变量的声明与函数的引用等；若该函数未声明将使用 lambda storage:None 替代。

本函数的加载数据用时将计入玩家总时间。

4.4 summary 函数（可选）

对局总结函数，每场比赛结束后运行一次，可将总结内容记录于 storage['memory'] 关键字的字典中，内容将会在不同比赛间保留，比赛运行方保证对双方 storage 字典合乎逻辑的维护；

接收参数包含三部分：对局结果 match_result，游戏数据 stat 与函数存储 storage 。

4.5 stat

游戏数据 stat 呈现为字典形式，包含当前游戏状态信息关键字内容；以下所提及的任何关键字 kw，对应的数据访问方式为 stat[‘kw’]，部分内容详见【各小组工作 > 游戏数据（玩家信息部分）】：

- turnleft：剩余回合数，按先后手排序。
  类型：list[int]
  内容：[先手玩家剩余回合数, 后手玩家剩余回合数]
- timeleft：双方剩余总思考时间（秒），按先后手排序
  类型：list[float]
  内容：[先手玩家剩余时间, 后手玩家剩余时间]
- fields：纸片场地二维列表
  类型：list[list[int]]
  内容：fields[x][y] 返回坐标 (x, y) 点纸片领地归属，1 代表先手玩家，2 代表后手玩家，None 代表无纸片覆盖。坐标含义详见【各小组工作 > 坐标系统】部分
- bands：纸带场地二维列表
  类型：list[list[int]]
  内容：bands[x][y] 返回坐标 (x, y) 点纸带领地归属，1 代表先手玩家，2 代表后手玩家，None 代表无纸带覆盖。坐标含义详见【各小组工作 > 坐标系统】部分
- me：自己控制的玩家信息
- enemy：对手玩家信息
- players：玩家信息列表，包含双方玩家信息，按先后手排序
  类型：list[dict]
  内容：[me, enemy]

4.6 游戏数据（玩家信息部分）

play 函数的游戏数据（玩家信息部分）包含当前游戏状态中一个玩家的状态，其中有：

- id：玩家标记
  类型：int
  内容：1：先手玩家；2：后手玩家
- x, y：横、纵坐标；详见【各小组工作 > 坐标系统】部分
- direction：数字标记的当前方向
  类型：int
  内容：0：向东；1：向南；2：向西；3：向北；详见“附：坐标系统”部分

4.7 storage

存储对象 storage 呈现为字典形式，可供各函数自由使用与存储数据；同时记录以下默认数据：

- size：列表，包含游戏场景宽高
  类型：list[int]
  内容：[场地宽, 场地高]
- log：运行记录，包含对局开始以来每一回合的游戏数据
  类型：list[dict]
  内容：按操作顺序，记录初始状态，以及每次游戏状态变动后的数据

注：

写入 storage 字典中的内容会一直保存至比赛结束，包括默认数据内容与自定义内容。

不建议占用 size 与 log 关键字，可能造成数据丢失。

4.8 部分数据解释

本次竞赛，若无特别说明，一律采用以下设定：

- 每个需要进行游戏的队伍对（两个队伍）进行 20 次游戏，其中先后手各 10 次，交错进行。
- 若一个队伍对的对局之中，有其中一个队先取得其中 11 次游戏的胜利，则剩余的游戏不再进行，直接终止并判该队胜出（也即无法取得足 20 局的对局记录）。
- 每一次游戏中，场地长 102（半长 51），高 101，双方各 2000 回合（共 4000 回合），各有总可用计算时间 30 秒（仅计入自身函数的计算时间；可依各组需求分配到各步；2000 步共享）
- 所有赛程内的竞赛顺序由随机函数生成；赛程生成前无法得知。

对于当前回合：

turnleft : 剩余回合数
timeleft : 双方剩余思考时间
fields : 纸片场地深拷贝
bands : 纸带场地深拷贝
players : 玩家信息
    id : 玩家标记(1 **or** 2)
    x : 横坐标场地数组下标(1)
    y : 纵坐标场地数组下标(2)
    direction : 当前方向
        0 : 向东
        1 : 向南
        2 : 向西
        3 : 向北在
        (有效时curr_plr)
me : 该玩家信息
enemy : 对手玩家信息在
        (无效时curr_plr)
band_route : 双方纸带行进方向

对于一次比赛：

players : 参赛玩家名称
size : 该局比赛场地大小
log : 对局记录
result : 对局结果
    ...
    flag : 终局原因
        0 – WAL – 撞墙
        1 – TAP – 纸带碰撞
        2 – SID – 侧碰
        3 – FAC – 正碰，结算得分
        4 – CIT – 领地内互相碰撞
        −3 – END – 回合数耗尽，结算得分
        −2 – OVT – 超时
        −1 – ERR – 函数报错AI

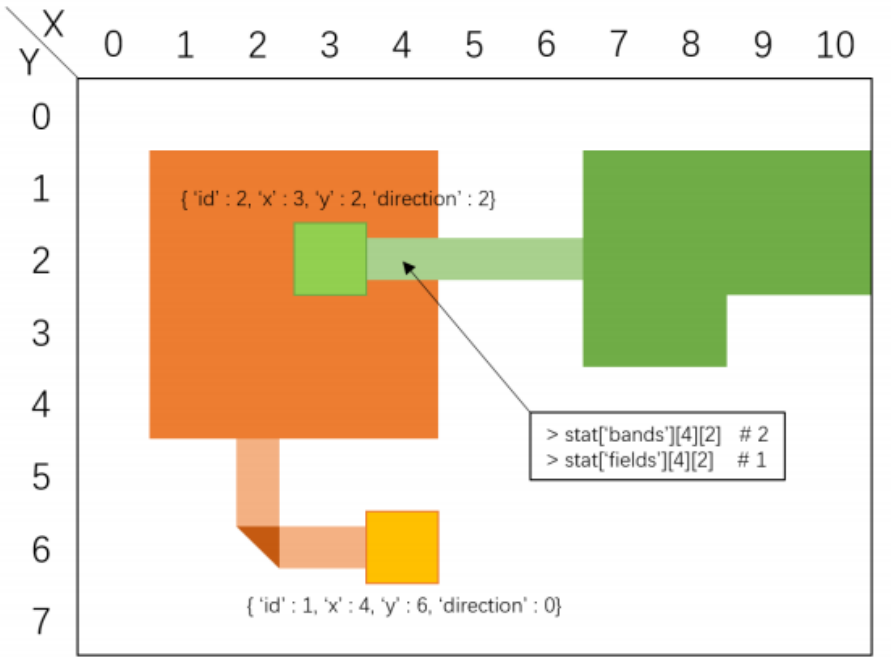
4.9 坐标系统

游戏数据中返回的横纵坐标均为整数，表示游戏地图的网格位置：其中 x 坐标范围为 [0, 场地宽 -1]，y 坐标范围为 [0, 场地高 -1]。

fields 与 bands 二维列表中内容按列存储；调用时第一个下标为横坐标，第二个下标为纵坐标。

本文档中以东南西北作为绝对方向的指代，其中 x 坐标增加的方向为东，y 坐标增加的方向为南

下图为一个高 8 宽 11 的场地所指示的示意图。



4.10 小组算法开发指南

- 具体范例格式与要求也可参考档案'AI_Template.py'。
- 系统将提供数个（并不聪明的）AI，可供参考和测试。

5 期末作业安排

5.1 算法竞赛规则

1. 竞赛目标：采用算法指挥己方纸卷，使算法能自主改变纸卷在棋盘上的运动方向，利用棋盘态势信息计算纸卷走向，使其能透过圈到更多领地、碰断对方纸带等方式以取胜。
2. 战斗开始时，根据【本游戏介绍 > 战斗】所述赋予双方各自的初始状态。
3. 随着回合的更迭，双方按次序轮流改变运动方向，以每回合 1 格的速度移动纸卷。
4. 系统的回合数和棋盘大小给定；并根据本文所述规则决定胜负。

5.2 组队安排

本作业的进行以组为单位，原则上每组 1 名组长，总人数 4 或 5 人（含组长），组队过程如下：

1. 首先确定组长名单。所有人能自愿报名入选组长名单，报名表稍后公布于课程网站。历次作业优秀数量较多的同学能优先入选组长名单。
2. 组长名单确定后，各组长可开始招募组员，是为组队过程。组队过程中遵循自愿原则，提倡均衡原则。
3. 组长负责召集本作业的过程讨论、代码汇总、报告等内容，并代表小组参加竞赛。

5.3 作业进度安排

本作业内容包含（但不仅限于）开发算法、变成测试、热身挑战、报告撰写等项目。

1. 即日起开始作业的进行，注意组员分工明确，协同合作。
2. 6 月 3 日周日线上进行算法竞赛的热身赛。
3. 6 月 12 日周二课上进行算法竞赛。
4. 6 月 19 日周二前提交完整作业，包含代码和实验报告。

5.4 评分标准

- 本作业占总评的 25 分，其中算法编程占 9 分，报告占 8 分，竞赛排名占 8 分；此评分以组为单位。
- 竞赛排名分：参赛无异常 3 分；第 1 轮出线 5 分；季军 6 分；亚军 7 分；冠军 8 分。
- 每组共有至多额外 3 分加分，可由组长组织本组民主评议，奖励 1 至 2 名表现突出的组员（含组长）。组长另有权对实习过程中表现差的同学提出批评及降分建议。

5.5 竞赛分组

- 本学期选课人数共 249 人，其中 17 级 127 人，非 17 级 122 人；为均衡实力，缩小小组规模和数量，将全体同学根据是否为 17 级分为两个联盟.
- 联盟内部按照世界杯赛制进行四轮比赛，决定联盟内名次，结束联盟内正式比赛。
- 联盟内部的正式比赛完毕后，可进行各类友谊赛、挑战赛、人机对战等非正式赛项目。

5.6 赛制安排

- 赛前进行热身挑战赛。愿意参加热身赛的小组，可将代码发给老师，并可获得与其他小组的对战结果和复盘数据（但不可透过热身赛获得其他小组的代码）。
- 正式赛开始时，先将同联盟内的各个小组随机分为东 (E)、南 (S)、西 (W)、北 (N) 四个分区。
- 第一轮为区内赛，采用循环赛制，每区取区内积分前两名出线，是为八强；第一轮每场按对战结果给区内竞赛积分，其中胜者 3 分，负者 0 分，平局各 1 分。若遇积分相同情况，根据以下规则顺序决定名次先后：
  1. 净胜局多者位列高名次。
  2. 净胜局相同者，比较彼此之间的胜负关系并单序排列，决定名次。
  3. 净胜局相同且胜负关系无法单序排列者，则进行加赛。
- 第二轮为四分之一决赛，根据以下赛制安排和比赛结果决定四强，其中不接受和局：
  - 赛局 A：东区第 1 名 vs 西区第 2 名
  - 赛局 B：东区第 2 名 vs 西区第 1 名
  - 赛局 C：南区第 1 名 vs 北区第 2 名
  - 赛局 D：南区第 2 名 vs 北区第 1 名
- 第三轮为半决赛，根据以下赛制安排和比赛结果决定冠军赛和季军赛名单，其中不接受和局：
  - 赛局 E：赛局 A 胜者 vs 赛局 A 胜者
  - 赛局 F：赛局 B 胜者 vs 赛局 D 胜者
- 第四轮为决赛和季军赛，根据以下赛制安排和比赛结果决定名次，其中不接受和局：
  - 冠军赛：赛局 E 胜者 vs 赛局 F 胜者
  - 季军赛：赛局 E 负者 vs 赛局 F 负者
- 以上所有不接受和局的竞赛中，若在原定赛制下无法分出胜负，则进行加赛。