

doi: 10.7690/bgzdh.2023.11.013

基于 LSTM 的二打一游戏同等牌力生成系统

辛巴达, 李淑琴

(北京信息科技大学计算机学院, 北京 100101)

摘要: 为解决当前竞技二打一比赛中存在的赛制冗长、存在作弊隐患的问题, 设计一种牌力评估与同等牌力生成系统。对大量人类打牌数据使用二阶聚类算法进行聚类分析, 得到手牌牌力分类的标注数据集; 构建基于注意力机制的长短期记忆网络(long short term memory network, LSTM)模型, 针对手牌序列与手牌牌力进行训练, 并通过生成同等牌力手牌借助 AI 机器人进行对打实验。实验结果表明: 生成的不同牌力手牌在胜率上具有显著区别, 可正确生成对应牌力手牌, 具有可行性。

关键词: 二打一游戏; 同等牌力; 聚类评估; LSTM 模型; 注意力机制

中图分类号: TP18 **文献标志码:** A

An LSTM-based System for Generating Equal Hand Strength in Two-against-one Games

Xin Bada, Li Shuqin

(Computer College, Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100101, China)

Abstract: In order to solve the problems of long competition system and hidden danger of cheating in the current competitive two-against-one competition, a system of card strength evaluation and equal card strength generation is designed. Carry out clustering analysis on a large amount of human card play data by using a second-order clustering algorithm to obtain a labeled data set of hand card strength classification; A long short term memory network (LSTM) model based on attention mechanism is constructed to train the hand sequence and hand strength, and the hand with the same hand strength is generated to conduct a sparring experiment with the help of AI robot. The experimental results show that there is a significant difference in the winning rate between the generated different card strength hands, and the corresponding card strength hands can be generated correctly, which is feasible.

Keywords: two-against-one game; equal hand strength; cluster evaluation; LSTM model; attention mechanism

0 引言

2016年, 国家体育总局棋牌运动管理中心推出了以民间趣味棋牌运动“斗地主”为原型的全国竞技二打一扑克锦标赛(China Competitive Poker Championship)。由于二打一游戏的特性和发牌阶段的随机性, 不同对局中的选手拥有不同难度的手牌, 无法体现选手的真实水平, 导致比赛的公平性受到影响, 目前的比赛过程中已经采用了复式赛制^[1], 但线上复式赛制中仍存在“撞库”、赛程设置不便等缺点; 为此, 采用具有相同区分度的若干组手牌即同等牌力来进行比赛发牌的解决方案。文献[2]通过计算初始手牌的得分概率分布, 进行聚类分析得到同等牌力分类, 但未实现同等牌力手牌生成。文献[3]给出通过训练大量不同博弈水平的二打一机器人进行对弈, 计算出初始手牌的牌力评估指标的解决方案, 但由于需要大量博弈导致所消耗的计算资源和时间较多。为解决以上问题, 笔者提出通过设

计高效的手牌牌力评估模型, 并在此基础上实现同等牌力生成系统, 令参与选手直接使用同等牌力的手牌进行对弈。

1 二打一游戏概述

二打一游戏需由3名玩家参与, 主要流程分为发牌阶段、叫牌阶段、出牌阶段和牌局计分4个阶段。在叫牌阶段, 通过叫地主或抢地主使一位玩家成为地主, 其余玩家成为农民, 同时获得牌局初始分; 出牌阶段, 双方进行对抗, 某一方玩家率先出尽手中牌则该方获得此局胜利; 最后, 根据出牌情况计算本局小分。

本文中涉及的术语如下:

1) 局: 使用一副扑克牌的3位玩家在经过发牌、叫牌、出牌和记分的一系列过程, 称为一局。

2) 出牌轮数: 在出牌阶段, 由玩家0—玩家1—玩家2(不出牌为弃权, 计入出牌顺序中)为一轮, 计算直至一家出完全部手牌时的次数。

收稿日期: 2023-07-12; 修回日期: 2023-08-09

第一作者: 辛巴达(2000—), 男, 北京人。

3) 出牌手数,一副牌假设其他玩家弃权的情况下所需要的最少出牌轮次。

4) 牌型:一次出牌的扑克牌组合,主要包括火箭、炸弹和顺子、带牌、对子、单张等牌型。本文中涉及的牌型如表 1 所示。

表 1 二打一游戏手牌牌型

编号	牌型	描述
0	弃牌	不出牌
1	火箭	大王与小王,最大的牌
2	单张	任何单张牌
3	对子	2张一样的牌
4	三张	3种一样的牌
5	三带一	3张带一张单牌
6	三带二	3张带一个对子
7	炸弹	4张一样的牌,炸弹间大小与其中单张牌大小一致
8	顺子	5张或更多的连续单牌不包括2和王

2 同等牌力生成系统设计与实现

2.1 同等牌力生成系统设计思路

同等牌力就是具有相同难度的手牌组合。笔者经过调研,将初始手牌划分为以地主视角的难度,分为容易、简单、中等、较难和困难 5 个等级以便日后比赛中使用。目前,在同等牌力数据集的研究上仍存在空白;因此,笔者提出一种二阶聚类方法,基于真实牌局信息构建手牌序列与手牌难度的标注数据集,针对不同牌型对总体牌力产生不同影响的特点,选用适合提取时序特征的 LSTM 神经网络构建同等牌力生成系统。

笔者设计的同等牌力生成系统主要由 3 部分组成:1) 基于真实玩家数据构建同等牌力手牌数据集;2) 训练 Attention-based LSTM 同等牌力生成模型;3) 验证同等牌力生成系统的有效性。

2.2 同等牌力手牌数据集构建

2.2.1 数据预处理

笔者使用来自国内某著名网络游戏公司提供的 430 余万局真实玩家的对局日志数据。该数据集包括了二打一游戏的叫牌、出牌阶段各轮次的详细情况。从中提取出了 3 位玩家的手牌序列、地主出牌占比、单局输赢得分、叫牌次数等特征。其中手牌序列 54 维的长度严重影响聚类效果;因此,设计了计算手牌分数替代手牌序列的方法,即先使用算法 1 中的最短手数优先的拆牌算法,之后设定手牌分值,按照最小手牌 3 为-5 分、最大手牌大王为 9 分依次递增。结合表 2 中规定各牌型的权重,计算手牌分数。拆牌过程如下:

判断输入手牌序列 P 中是否含有小王 X 与大王

D,若 X 或 D 存在,则直接向出牌序列 L 中添加,并从 P 中移除。

重复在 P 中寻找是否存在连续 4 张相同手牌,若存在,则向 L 中添加,并从 P 中移除,直至不满足条件为止。

按照三张的规则对当前 P 序列进行拆牌的全部组合放入集合 A 中。

在集合 A 的幂集中选取一个子集记为集合 B,将 A-B 的手牌归入剩余手牌;从剩余手牌中提取最长顺子后,放入 B 中;从剩余手牌中选取任意单张(不能组合成对子的牌)或对子与 B 中的三张形成三带一或三带二组合后放入 B 中;剩余手牌按照单张,对子规则放入 B;B 加入集合 S 中。

重复 4,直至 A 的幂集全部取出。

在 S 中寻找出牌手数最少的一组加入 L 中。

表 2 牌型加权分

牌型	加权重	举例
单牌 A	S[A]*1	9:1*1=1
对子 AA	S[A]*1	99:1*1=1
三带一 AAAB	S[A]+6	2224:7+6=13
三带二 AAABB	S[A]+6	22244:7+6=13
顺子 ABCDE...	如果为正: S[A...E]/2 不为正: 3	12345:3 TJQKA: (2+3+4+5+6)/2=10
炸弹 AAAA	如果 A 大于 T 固定 16, 小于固定 9	3333: 9 2222: 16
火箭 XD	固定 22	17

2.2.2 二阶聚类算法设计

为尽可能保留手牌牌力相关的原始特征,首先选用注重簇内相似度的近邻传播算法(affinity propagation, AP)^[4],由于该算法注重聚类结果质量,导致产生大量簇;因此,在 AP 聚类基础上,再使用凝聚聚类算法(agglomerative clustering)^[5-6]进行指定簇数量的聚类合并。选择与量纲无关的马氏距离作为评价数据点之间相似程度的依据,两向量间马氏距离的计算公式:

$$D(X, Y) = \sqrt{(X - Y)^T S^{-1} (X - Y)}. \quad (1)$$

2.3 Attention-based LSTM 同等牌力生成

2.3.1 Attention-based LSTM 同等牌力评估模型

LSTM 模型最显著特征就是增加一条“细胞传送带”C_t将过去的信息通过传送带向后传播,解决了传统 RNN 由于较长序列而导致的梯度消失与梯度爆炸。笔者在此基础上,针对输入手牌牌型从小到大排序的特征,增加注意力机制实现对每张输入手牌对应隐藏层的状态值都加以不同权重。图 1 表

使用轮廓系数 (silhouette coefficient) 作为评价聚类效果的依据。其公式如下：

$$S_i = (b_i - a_i) / \max\{b_i, a_i\} \quad (5)$$

统计、DBSCAN、K-Means 3 种聚类方法与笔者设计的二阶聚类方法进行对比，结果如表 5 所示。

表 5 聚类效果评估

聚类方法	轮廓系数值	参数
统计	0.198	
K-Means	0.306	random_state=42 n_clusters=5
DBSCAN	-0.036	eps=0.051 min_samples=2
二阶聚类	一阶段后 0.670 二阶段后 0.533	AP 聚类参数: preference=-50 AC 聚类参数: n_clusters=5

由上表可知，笔者提出的二阶聚类算法具有最高的轮廓系数值，证明其在二打一游戏的牌力聚类中具有最好的效果。

3.2 Attention-based LSTM 模型训练结果

3.2.1 模型超参数选择

经过网格搜索不断进行训练，最终 Attention-based LSTM 模型的超参数设置如表 6 所示。

表 6 LSTM 超参数设置

超参数名	值	备注
Lr	0.01	初始学习率
Embedding_size	15	输入手牌向量的长度
Hidden_size	128	隐藏层节点个数
Num_layers	1	隐藏层层数
Dropout	0.5	神经元随机失活率
Batch_size	500	训练批次大小

表 7 系统生成手牌展示

序号	地主手牌	顶家手牌	下家手牌	分类	置信度
1	355677788899TTJQKA2X	33444566TTJJAA22D	34567899JQQQKKKA2	0	0.94
2	3344667888999TTTQKKKX	34555789TJQAAA22D	34566778JJQKKA22	0	0.64
3	446799TJJJQQQKKA222	33555566889TJKKAA	33446777889TTA2XD	1	0.89
4	33466889TJJQKAAA22D	4455567788999TQQA2	33456778TTJJKKK2X	1	0.80
5	33444566677889TJQQQK	3478999TTTKAA222D	3555678JJQKKA2X	2	0.99
6	334445667889TJJQQQK2	345677789TJKKAA22	3566899TTJQKAA2XD	2	0.98
7	7788899QKKKKAAA22XD	344455667789TJJQA2	3334556669TTTJJQ2	3	0.90
8	36679TTJJJQKKA22D	34445577889TQQ22X	334556678899TKKAA	3	0.77
9	3334556779TJQKAA22XD	468889TJJJQKKA22	344556677899TTQKK	4	0.95
10	344556669TJJKAA222D	3556777889JQKKAAX	334478899TTJQQK2	4	0.86

借助目前效果最好的开源斗地主机器人 DouZero^[7] 进行对打模拟。该系统提供了一种基于规则的出牌机器人和 3 种基于人类数据进行深度学习训练的机器人。对所生成的 500 组手牌分别使用 4 种对打机器人进行实验，每次实验保证 3 个角色的玩家使用同种机器人。最终基于 4 种对打机器人的地主胜率统计结果如图 7 所示，每类最右侧浅灰色为 4 种机器人对打胜率平均值。

3.2.2 模型训练结果

图 5 为模型在训练集中的 Loss，图 6 为模型在测试集上的准确率。

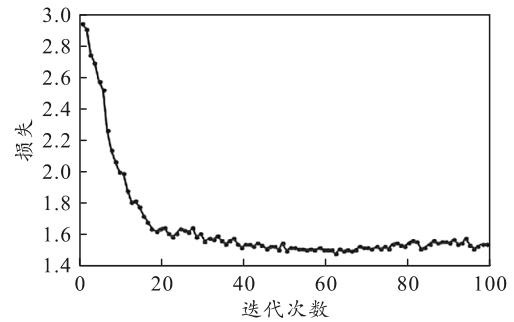


图 5 训练集 Loss

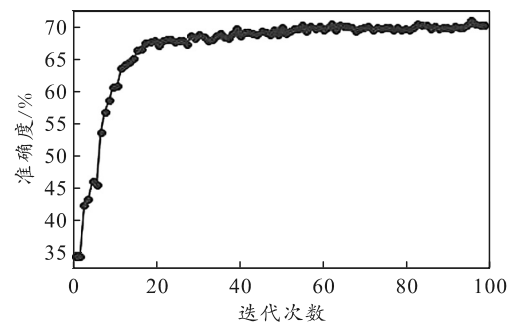


图 6 测试集准确率

由图 6 可知，最终在测试集的准确率达到 71%。

3.3 同等牌力生成效果评估

分别以 5 个分类各生成 100 组手牌，表 7 展示了部分手牌及对应置信度，对其中较大牌力手牌进行加粗处理。

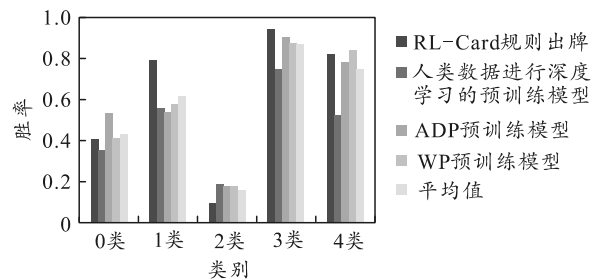


图 7 AI 对打胜率统计