



## 竞技二打一游戏中同等牌力的研究

李淑琴, 陈子鹏, 郑蓝舟, 孟坤

引用本文:

李淑琴, 陈子鹏, 郑蓝舟, 等. 竞技二打一游戏中同等牌力的研究[J]. 智能系统学报, 2021, 16(3): 466–473.

LI Shuqin, CHEN Zipeng, ZHENG Lanzhou, et al. Research on the equal card force competition system of competitive two against one game[J]. *CAAI Transactions on Intelligent Systems*, 2021, 16(3): 466–473.

在线阅读 View online: <https://dx.doi.org/10.11992/tis.202007005>

## 您可能感兴趣的其他文章

### 一种基于经验的德州扑克博弈系统架构

System architecture of Texas Hold' em based on experience

智能系统学报. 2020, 15(3): 468–474 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201803043>

### 深度强化学习中状态注意力机制的研究

State attention in deep reinforcement learning

智能系统学报. 2020, 15(2): 317–322 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201809033>

### 图像情境下的数字序列逻辑学习

Number sequence logic learning in image context

智能系统学报. 2019, 14(6): 1189–1198 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201905044>

### WSB-EA进化算法的符号网络弱结构平衡分析

Weak structure balance analysis of signed network based on WSB-EA evolutionary algorithm

智能系统学报. 2018, 13(5): 783–790 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201706054>

### 基于棋型的藏族"久"棋计算机博弈研究

Tibetan JIU computer game research based on chess form

智能系统学报. 2018, 13(4): 577–583 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201609023>

### 计算机博弈的研究与发展

Research and development of computer games

智能系统学报. 2016, 11(6): 788–798 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201609006>

微信公众平台



关注微信公众号, 获取更多资讯信息

DOI: 10.11992/tis.202007005

## 竞技二打一游戏中同等牌力的研究

李淑琴<sup>1,2</sup>, 陈子鹏<sup>1,2</sup>, 郑蓝舟<sup>2,3</sup>, 孟坤<sup>1,2</sup>

(1. 北京信息科技大学 计算机学院, 北京 100101; 2. 北京信息科技大学 感知与计算智能联合实验室, 北京 100101; 3. 微智娱(北京)科技有限公司, 北京 100101)

**摘要:** 全国竞技二打一扑克锦标赛是国家体育总局棋牌运动管理中心推出的新兴项目, 比赛采用复式赛制, 然而这种赛制存在无法杜绝线上比赛作弊的问题, 为此提出用同等牌力赛制来代替复式赛制进行比赛的设想。本文主要针对如何判定和选取具有同等牌力的初始手牌进行研究, 提出用等级难度评估指标来计算初始手牌的难度, 初始手牌难度相近的牌认定为同等牌力, 并给出了同等牌力的选取方法; 为保证一副牌所得等级难度评估指标的可靠性, 提出用多个不同水平的“二打一 AI 程序”来代替真人打牌产生牌谱的方法。实验证明了同等牌力生成方法的有效性, 本文提出的同等牌力方法应用于比赛是可行的。

**关键词:** 计算机博弈; 竞技二打一; 同等牌力; 等级难度; 扑克锦标赛; 手牌; 神经网络; 人工智能

**中图分类号:** TP18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2021)03-0466-08

中文引用格式: 李淑琴, 陈子鹏, 郑蓝舟, 等. 竞技二打一游戏中同等牌力的研究[J]. 智能系统学报, 2021, 16(3): 466–473.

英文引用格式: LI Shuqin, CHEN Zipeng, ZHENG Lanzhou, et al. Research on the equal card force competition system of competitive two against one game[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2021, 16(3): 466–473.

## Research on the equal card force competition system of competitive two against one game

LI Shuqin<sup>1,2</sup>, CHEN Zipeng<sup>1,2</sup>, ZHENG Lanzhou<sup>2,3</sup>, MENG Kun<sup>1,2</sup>

(1. School of Computer Science, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China; 2. Sensing & Computational Intelligence Joint Lab, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China; 3. WEIZHIYU (Beijing) Technology co., LTd., Beijing 100101, China)

**Abstract:** The General Administration of Sport of China launched a new project that uses a double competition system, namely, the National Competitive Doudizhu (Two-on-One) Poker Tournament; however, this system does not eliminate online cheating. As a remedy, the idea of using the equal card force competition system to replace the double competition system has been proposed. This paper focuses mainly on how to judge and select the initial hand with equal card force, suggesting the evaluation index of grade difficulty as a method of measuring the difficulty of the initial hand. This system offers a way to select cards of equal card force. Cards of similar grade difficulty in the initial hand are considered to have equal card force. To ensure the reliability of the resultant evaluation of a deck of cards, this paper proposes an innovative “Doudizhu AI program” with different levels as an alternative. The validity of this method is verified by experiments. It is feasible to apply this method in competitions.

**Keywords:** computer game; competitive two against one game; the equal card force; grade difficulty; poker championship; cards in hand; neural network; artificial intelligence

国家体育总局棋牌运动管理中心以“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念为指导, 以提升

国民素质与人民健康水平为发展目标, 提出了“传统棋牌项目趣味化”和“趣味棋牌项目竞技化”的重要发展战略。在巩固传统五棋一牌项目(围棋<sup>[1-3]</sup>、象棋<sup>[4]</sup>、国际象棋<sup>[5]</sup>、国际跳棋<sup>[6]</sup>、五子棋<sup>[7]</sup>、桥牌<sup>[8]</sup>)基础的同时, 针对趣味棋牌竞技化的发展战略,

收稿日期: 2020-07-03.

基金项目: 北京信息科技大学科技项目(5211910927, 5121911019, KM201911232002).

通信作者: 李淑琴. E-mail: lishuqin\_de@126.com.

国家体育总局棋牌运动管理中心首先推出了以民间趣味棋牌运动“斗地主”<sup>[9]</sup>为原型的竞技二打一扑克项目。2016年9月3日,举办了首届全国竞技二打一扑克锦标赛(China competitive poker championship, CCPC)<sup>[10]</sup>,锦标赛中引入了复式赛制<sup>[11]</sup>,复式赛制就是在不同的牌桌上,同一个方位的选手发一模一样的牌,把相同牌面下打出的成绩进行汇总,看谁能打出最好的效果,这样就完全避免了发牌的偶然性,达到竞技化的目的。复式赛制的这些特点决定了二打一游戏等项目能够被纳入智力运动这一体系。但与传统线下的比赛不同,在互联网环境下,复式赛制尚存在一些不公平因素,例如,两个不同方位的人很容易通过语音、视频等方式互相告知自己的手牌,存在网上作弊的问题。同等牌力赛制不需要把同样的牌发给每个参赛的人,而是发同样牌力的牌,以此杜绝网络上打相同牌带来的作弊问题。同时,在同等牌力赛制中,用户不再需要同时开赛,可以充分利用其碎片时间随时参赛,也可以中途停顿,而不会影响整个竞赛的过程,等完成打牌的人数满足比赛要求时就计算排名,比复式赛制更加方便。同时,同等牌力的相关研究成果还能应用于能力评测系统。目前该项目已列入中国大学生计算机博弈大赛暨全国锦标赛竞标赛中<sup>[12-14]</sup>。因此,本文拟对竞技二打一比赛中的同等牌力问题进行研究。

## 1 相关工作

竞技二打一是一种玩法简单、娱乐性强的3人扑克牌游戏。一局牌需3个玩家,1个玩家称为地主,地主的逆时针第1个农民称为下家,逆时针第2个农民称为上家或顶家。在每一局游戏中,地主独立存在,而其他两名玩家以农民的身份组成一队与地主对抗。农民队伍只要有一人比地主先出完手中的牌,农民便可获得游戏胜利,否则地主胜,并计算本局地主得分。

一副完整的纸牌共54张牌,由1张红色小丑牌、1张黑色小丑牌和52张标准牌组成。52张标准牌共包括大小不同的13种牌(2、A、K、Q、J、T(10)、9、8、7、6、5、4、3),每一种牌各有4张,且大小相同。在每一轮开始时,地主将持有20张牌,其他人每人有17张牌。地主先出牌,且可以打一张牌或任何合法的组合。按逆时针顺序玩家依次出牌,每个后续玩家必须要么“过”(不打牌),要么通过打出相同数量的牌和相同类型的牌的更高组合来击败前一个玩家。最先出完手中的所有

牌的玩家为获胜者。如果对局结束,统计此次对局每个玩家的得分。

对于竞技游戏,每一场牌局可以被视为一次考试,给选手发的初始手牌可以看作考试试题。试题的区分度计算可以参照心理学著名的经典测试理论<sup>[15-16]</sup>(classical test theory, CTT),在CTT框架下,通过每个试题与总测试分数的相关关系来反映试题区分度。基于此想法,文献[17]通过统计真人牌谱,计算初始手牌的得分均值和方差,利用得分的均值和方差划分将初始手牌划分为10个分类,认为同一类中的手牌具有同等牌力。然而,这种用得分均值和方差来划分区间的分类方法存在较大的误差,为此文献[18]对其进行了改进,通过统计真人牌谱计算初始手牌的得分概率分布,并以得分概率分布为特征进行聚类从而将初始手牌划分成若干个分类。然而,其仍存在两个问题:1)通过统计不同批玩家的得分分布,来计算不同初始手牌的得分概率分布,作为该初始手牌的特征,这个方法在小样本的情况下,由于不同批玩家统计的得分概率分布不同,实验结果难以验证;2)聚类个数是人为预设定的,无法在实际应用中准确地设定出准确的类别数。为解决第1个问题,本文训练了多个不同水平的“竞技二打一AI程序”,作为固定的“玩家”,打牌生成大量的牌谱,易于同等牌力的验证;为解决第2个问题,本文提出同等牌力的选取方法。

## 2 同等牌力系统设计与实现

### 2.1 同等牌力系统设计思想

同等牌力就是初始手牌的难度近似。本文通过等级评估指标(grade difficulty index, GDI)来表示初始手牌的难度。等级难度评估指标的含义是:假设一局牌玩完对应的得分共有 $k$ 种,得分按从小到大排列,将它们看成 $k$ 个等级。本文认为如果玩家能达到第 $i$ 个等级,则玩家必能达到第 $i-1$ 个等级,不必考虑比他低的等级。故玩家能达到第 $i$ 个等级的难度就是玩家能达到第 $i$ 个及其以上等级的概率。由于玩家达到第1个等级的概率是100%,所以不考虑玩家达到第1个等级的难度。等级评估指标由 $k-1$ 个等级概率值组成。

**定义1** 等级难度评估指标。衡量一副牌难易程度的指标,记为 $G=(g_1, g_2, \dots, g_{k-1})$ ,其中 $g_i$ 表示固定玩家能达到第 $i$ 个及其以上等级的概率, $k$ 表示二打一规则中规定得分的数量。

**定义2** 具有同等牌力的初始手牌。两副初始手牌,由同一批玩家打,得到的两个GDI的欧



氏距离小于一定阈值,则两副初始手牌具有同等牌力。

然而,从现有的真人打牌数据中难以找到同一批玩家打若干副初始手牌的数据集,短时间内召集一批玩家打若干副初始手牌同样不现实。因此,本文提出生成多个不同水平的“二打一 AI 程序”来代替真人打牌,以保证一副牌所得等级难度评估指标的可靠性。

利用“二打一 AI 程序”生成的大量牌谱数据,本文构建了一个可指定难度的同等牌力生成系统。同等牌力生成系统主要由4部分构成:1)训练多个不同水平的 DDZAI 来产生大量牌谱;2)统计牌谱,计算每个初始手牌的等级难度评估指标;3)基于等级难度评估指标,指定1个或几个难度作为同等牌力的中心,设定阈值,进行不同牌谱分类,即得到不同级别的同等牌力;4)验证同等牌力生成方法的可靠性。同等牌力系统框架如图1所示。

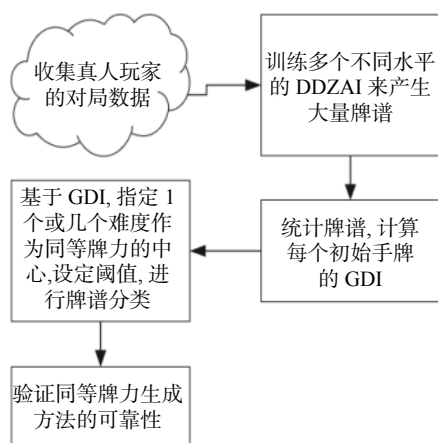


图1 同等牌力系统框架

Fig. 1 System framework of the equal card force

## 2.2 训练多个不同水平的“二打一 AI 程序”

笔者将真人打牌日志进行整理,依据输赢次数进行归类,使用文献[19-25]中提出的竞技二打一打牌算法,该算法通过真人打牌日志使用 CNN 模型训练出具有似人智能的打牌策略。训练  $n$  个不同水平的“二打一 AI 程序”,具体如算法1。

**算法1** 训练  $n$  个不同水平的 DDZAI 程序

输入 真人打牌日志;

输出  $n$  个不同水平 DDZAI 程序。

- 1) 将同一玩家的牌谱划分到同一个牌谱集;
- 2) 清洗掉牌谱集中数据量少于10局的牌谱集;
- 3) 统计玩家的胜率,并按照胜率对玩家进行非递减排序;
- 4) 将水平接近玩家对应的牌谱集划分到同一

个 DDZAI 训练集中,共分为  $n$  个训练集,要求每个训练集中数据量尽量均衡。

使用文献[21]中提出的竞技二打一打牌算法,分别训练出  $n$  个具有不同水平的 DDZAI 程序。为了验证用上述方法选出的  $n$  个 DDZAI 水平是否有差异,本文通过让这  $n$  个 DDZAI 进行复式赛,其中  $n$  个 DDZAI 的对手相同,并组成  $n$  桌。复式赛包括  $m$  场比赛,每一场比赛包括多轮比赛来保证  $n$  桌 DDZAI 的地主  $a_1, a_2, \dots, a_n$  的排名满足:  $a_i$  的水平高于  $a_j$  的水平,  $i < j$ ,这表明用上述方法选出的  $n$  个 DDZAI 水平有异。具体验证方法如图2所示。

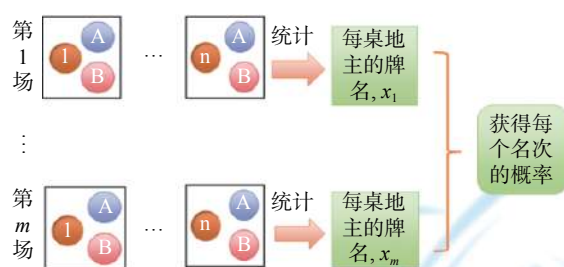


图2 多个 DDZAI 不同水平的验证方法

Fig. 2 Verification methods at different DDZAI levels

## 2.3 计算初始手牌的等级难度评估指标

为了对指定难度挑选同等牌力的初始手牌,需要将每副牌难度量化为 GDI, 初始手牌  $h$  的 GDI 的计算过程为: 假设一局牌玩完对应的得分共有  $k$  种可能的分值, 即  $s_1, s_2, \dots, s_k$ ; 选取  $n$  个地主 DDZAI, 每个地主 DDZAI, 与同1个下家 DDZAI 和1个顶家 DDZAI 组成1桌, 共构成  $n$  桌 AI 牌局。为每桌分发同一副初始手牌  $h$ , 对局后记录每桌的地主得分, 假设得分分别为  $c_1, c_2, \dots, c_n$ , 其中  $c_u \in \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ ,  $u = 1, 2, \dots, n$  按等级排序, 统计得分对应的等级次数记为  $l_1, l_2, \dots, l_k$ 。计算初始手牌  $h$  对应的等级难度评估指标  $G_h = (g_1, g_2, \dots, g_k)$ ,  $g_j$  的计算公式为

$$g_j = \frac{\sum_{l_i \geq j+1} l_i}{n} \quad (1)$$

**例1** 根据比赛规则, 得分计算公式为: 分数=胜负系数×本局出现的炸弹数量+胜负系数。若地主胜利则胜负系数为1, 否则胜负系数为-1。本局出现的炸弹数量为1, 则本局的分数为集合  $R = \{-2, -1, 1, 2\}$  中的数之一。这4个分数从小到大排序, 定义它们对应的等级分别是1、2、3、4, 那么一副牌对应的等级难度评估指标  $G = (g_1, g_2, g_3)$ , 结束后统计得分情况: 1桌地主获得-2分, 3桌地主获得-1分, 2桌地主获得1分, 4桌地主获得2分, 则  $g_1 = \frac{3+2+4}{10} = 0.9$ ,  $g_2 = \frac{2+4}{10} = 0.6$ ,  $g_3 = \frac{4}{10} = 0.4$ ,

这副牌对应的等级难度  $G_k = (0.9, 0.6, 0.4)$ 。

一般来说,  $g_i$  值表示玩家能达到等级  $i$  的概率, 某等级对应的值越大代表能获胜的难度越小。如例 1,  $G_k$  的难度就表示地主的获胜的难度是 0.6, 出炸弹能够胜利的难度是 0.4。

## 2.4 选取具有同等牌力的初始手牌

若两副初始手牌的 GDI 值完全相同或差距足够小, 就认为这两副牌的难度相同, 即它们具有同等牌力。等级难度评估指标的  $n$  个值之间的差距可用欧氏距离计算, 计算公式为

$$d_{12} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (g_{1j} - g_{2j})^2} \quad (2)$$

式中两副初始手牌的等级难度评估指标分别为  $G_1 = (g_{11}, g_{12}, \dots, g_{1n})$  和  $G_2 = (g_{21}, g_{22}, \dots, g_{2n})$ , 若  $d_{12}$  值小于预设距离阈值, 则  $G_1$  与  $G_2$  具有同等牌力值, 否则不具有同等牌力。

系统中也可以任意地或者有目的地指定一个难度  $G_c$ 。比如一轮同等牌力比赛中决定分发一副难度中等的手牌, 就可以指定  $G_c = (0.75, 0.52, 0.25)$ ,  $G_c$  的难度就表示地主获胜的难度是 0.52, 出炸弹能够胜利的难度是 0.25。然后设定一个阈值, 通过找出 GDI 与  $G_c$  的距离小于  $\varepsilon$  的初始手牌, 来生成与这个难度相对应的同等牌力的牌。

为验证同等牌力生成方法的可靠性, 本文指定了  $n$  个不同水平的地主 DDZAI, 与相同的 1 个下家 DDZAI 和 1 个上家 DDZAI 组成  $n$  桌, 作为同一批比赛选手, 分别进行复式赛、同等牌力赛和随机发牌赛。复式赛指每一轮为每桌分发相同的初始手牌。同等牌力赛是指每一轮为每桌分发不同的具有同等牌力的初始手牌。随机发牌赛指每一轮为每桌随机分发不同的初始手牌。

3 种比赛都采用同一批选手, 分别进行  $r$  场比赛, 每场比赛进行  $m$  轮。每轮比赛记录每桌 DDZAI 的地主得分。 $m$  轮比赛后, 统计每桌 DDZAI 地主总得分, 并记录每桌 DDZAI 的地主名次。 $r$  场比赛后, 统计每桌 DDZAI 地主获得每个名次的概率, 并以概率最大对应的名次作为地主 DDZAI 的排名。由于比赛选手固定, 如果  $r$  场比赛后, 同等牌力赛后选手排名与复式赛后选手的排名基本一致, 而与随机发牌比赛后选手的排名不一致, 就表明同等牌力生成方法是有效的, 同等牌力赛代替复式赛是可行的。

## 3 实验与分析

本文使用 Intel Xeon E5-2 640 CPU, NVIDIA

2080Ti GPU 和 Ubuntu 16.04 系统的服务器, Python 语言, 对所提方法进行了 3 个实验。

### 实验 1 生成多个具有区分度的 DDZAI

利用国内某著名竞技二打一游戏平台提供的 7 000 万条游戏日志, 使用算法 1, 将地主的数据集划分为 70 个, 分别训练了 70 个地主 DDZAI; 另外利用下家和顶家数据, 训练了 1 个下家 DDZAI 和 1 个顶家 DDZAI。每桌固定下家和顶家 DDZAI, 与不同的地主共组成 70 桌牌局。本文随机选取了其中的 10 桌 DDZAI, 根据图 2 所示进行复式赛。10 个 DDZAI 获得每个名次的概率以及每个 DDZAI 的排名如图 3 所示。

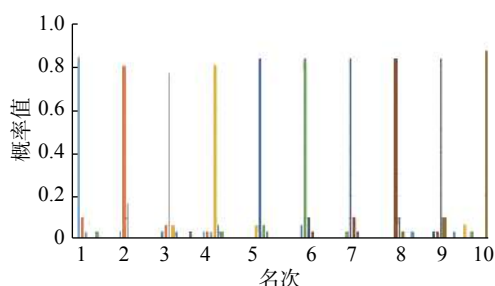


图 3 10 个 DDZAI 获得每个名次的概率

Fig. 3 Probability of ten DDZAI winning each place

实验结果表明: 10 个 DDZAI 在不同名次的概率值是不同的, 与复式赛得出的排名基本一致, 表明生成的 DDZAI 是具有一定区分度的。

### 实验 2 具有同等牌力的初始手牌测试

随机生成 20 万副 3 家持有的炸弹总数和数为 1 的初始手牌, 发给 70 桌, 共生成 1 400 万个牌谱, 分别计算 20 万副初始手牌的 GDI。

本文以初始手牌 Center 难度 GDI=(0.96, 0.91, 0.79) 作为参照, 设置参数  $\varepsilon=0.15$ , 选取了 5 个具有不同难度的 GDI, 如表 1 所示。利用式 (2), 分别计算与 center 的距离, 计算结果显示前 3 个都小于 0.15, 这表明三者具有同等牌力。后 2 个计算与 center 的距离大于 0.15, 表明这两者不具有同等牌力。

表 1 5 个具有不同难度的 GDI  
Table 1 Five GIDs with different difficulties

中心点	$g_1$	$g_2$	$g_3$
Center1	0.950	0.950	0.809
Center2	0.971	0.971	0.824
Center3	1.000	0.85	0.720
Center4	0.736	0.677	0.618
Center5	1.000	1.000	1.000

首先从手牌对应的难度值上分析同等牌力情况。手牌 Center 难度 GDI=(0.96, 0.91, 0.79) 表明此

牌有 91% 的概率赢得比赛, 有 79% 的概率出炸弹<sup>[14]</sup>并赢得比赛, 对于地主来说获胜难度很小。Center1 对应的初始手牌有 95% 的概率赢得比赛, 有 95% 的概率出炸弹并赢得比赛, 对于地主来说获胜难度很小。Center2 获胜的概率是 97%, 出炸弹并能胜利的概率为 82%, 对于地主来说获胜难度小。Center3 获胜的概率是 85%, 出炸弹并能胜利

的概率为 72%, 对于地主来说获胜难度较小。Center4 获胜的概率是 67.7%, 出炸弹并能胜利的概率为 61.8%, 对于地主来说打牌难度很大。Center5 获胜的概率是 100%, 出炸弹并能胜利的概率为 100%, 对于地主来说打牌获胜过于简单。

对应表 1 生成的初始手牌事例, 如表 2 所示, 下面从牌面对这 5 副初始手牌的难度进行分析。

表 2 生成的与 center 具有同等牌力的初始手牌事例

Table 2 Generated initial hand case with the same force as center

第副手牌	地主手牌	下家手牌	顶家手牌
1	33444556789TJKA2222	556677889TTJQQKAX	33467899TJJQKAAAD
2	4455566799TJJJQQQA2	33466778889JKA2D	3345789TTTKKAA22X
3	33334577888JQKKK22X	44455699TTTJQKA2D	566677899TJJQAAA2
4	34444588TTJQKKKAAA2D	3355666778899JQQ2	3567799TTJJQKA22X
5	333677899TTTTJQQQ222	34456667JQKKAA2D	44555788899JKAAX

第 1 副初始手牌: 地主持有最大的 3 张, 且地主出顺子 6789TJ 或者 56789TJ 后会将农民的手牌拆散, 若农民的水平不够, 只要放走地主一手小单牌或者小对子, 则地主能够出炸弹并胜利, 因此第 1 副初始手牌符合 Center 的难度。

第 2 副初始手牌: 地主持有最大的 3 张, 且 2 家农民掉张过多, 会放走地主的小牌, 地主能够大概率出炸弹并胜利, 因此第 2 副初始手牌符合 Center 的难度。

第 3 副初始手牌: 地主持有最大的对子, 如果农民拆 AAA 管地主的 QQ, 则地主的 KKK 又变成最大, 地主能够大概率出炸弹并胜利, 因此第 3 副初始手牌符合 Center 的难度。

第 4 副初始手牌: 农民持有最大的对子, 且地主不善于打对子, 农民有控制牌权的能力, 且地主小牌较多, 但是地主持有 KKKAAA2D 大牌和炸弹, 能够大概率胜利, 但是难度要高于前 3 副牌。

第 5 副初始手牌: 地主持有 3 个 3 张带单, 1 个炸弹, 2 个对子, 地主必能出炸弹胜利, 此手牌过于简单, 因此第 5 副初始手牌也不符合 Center 的难度。

实验结果表明, 根据不同初始手牌 GDI 值的相近程度, 来认定哪些牌具有同等牌力的方法是可行的。

### 实验 3 验证同等牌力应用于比赛的可行性

本文共选取了 5 桌 DDZAI 参加比赛, 复式赛、随机发牌赛和同等牌力赛的比赛场数都为 20, 一场比赛的轮数分别设置为 5、10、20。选取同等牌力的初始手牌时, 设置 Center 难度为  $GDI=(0.96, 0.91, 0.79)$ ,  $\varepsilon$  的取值分别设置为 0.15、

0.20、0.25。复式赛每个 DDZAI 获得排名 1~5 的概率如表 3 所示。

表 3 复式赛中每个 DDZAI 获得前 5 名的概率

Table 3 Probability of each DDZAI winning the first five places in a duplicate tournament

比赛 轮次	DDZAI						复式赛中
		第1	第2	第3	第4	第5	DDZAI 名次
5	0	<b>0.70</b>	0.20	0	0	0.05	1
	1	0.05	<b>0.75</b>	0.15	0	0.05	2
	2	0	0.05	<b>0.70</b>	0.20	0.05	3
	3	0.10	0	0.10	<b>0.70</b>	0.10	4
	4	0.05	0.05	0.05	0.10	<b>0.75</b>	5
10	0	<b>0.71</b>	0.20	0.04	0	0.05	1
	1	0.05	<b>0.75</b>	0.15	0	0.05	2
	2	0	0.04	<b>0.71</b>	0.20	0.05	3
	3	0.10	0	0.10	<b>0.70</b>	0.10	4
	4	0.05	0.10	0	0.10	<b>0.75</b>	5
20	0	0.70	0.25	0	0	0.05	1
	1	0.05	0.75	0.15	0	0.05	2
	2	0	0.05	0.70	0.20	0.05	3
	3	0.10	0	0.10	0.70	0.10	4
	4	0.05	0.05	0.05	0.10	0.75	5

随机发牌赛每个 DDZAI 获得排名 1~5 的概率如表 4 所示, 参数  $\varepsilon$  不同取值的同等牌力赛后, 每个 DDZAI 获得排名 1~5 的概率如表 5 所示。



表4 随机发牌赛中每个 DDZAI 获得前 5 名的概率

Table 4 Probability of each DDZAI winning the first five places in a random licensing tournament

比赛 轮次	DDZAI	随机发牌					赛中DDZAI 名次
		第1	第2	第3	第4	第5	
5	0	<b>0.48</b>	0.11	0.16	0.15	0.15	1
	1	0.11	0.27	0.16	0.05	<b>0.45</b>	5
	2	0.15	<b>0.26</b>	0.22	<b>0.26</b>	0.16	—
	3	0.05	0.31	<b>0.41</b>	0.13	0.16	3
	4	0.26	0.10	0.11	<b>0.46</b>	0.13	4
10	0	<b>0.32</b>	0.21	0.26	0.15	0.11	—
	1	0.27	0.21	<b>0.31</b>	0.21	0.06	—
	2	0.26	0.16	0.16	0.11	<b>0.35</b>	—
	3	0.10	0.21	0.11	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>	—
	4	0.11	<b>0.27</b>	0.21	0.26	0.21	—
20	0	0.16	0.23	<b>0.31</b>	0.11	0.30	—
	1	<b>0.53</b>	0.24	0.12	0.22	0	—
	2	<b>0.31</b>	0.21	0.23	0.23	0.13	—
	3	0	0.22	0.23	<b>0.43</b>	0.23	—
	4	0.11	0.21	0.22	0.12	<b>0.45</b>	—

表5 同等牌力赛中每个 DDZAI 获得前 5 名的概率

Table 5 Probability of each DDZAI winning the first five places in the equal card force

$\varepsilon$ 值 设置	比赛 轮数	DDZAI	同等牌力					赛中DDZAI 的名次
			第1	第2	第3	第4	第5	
0.20	5	0	<b>0.50</b>	0.40	0.05	0.05	0	1
		1	0.20	<b>0.50</b>	0.30	0	0	2
		2	0.10	0	<b>0.58</b>	0.26	0.06	3
		3	0.11	0.05	0.06	<b>0.58</b>	0.20	4
		4	0.05	0.05	0.05	0.10	<b>0.75</b>	5
0.25	5	0	<b>0.40</b>	0.35	0.20	0	0.05	—
		1	0.05	0.35	0.10	<b>0.40</b>	0.10	—
		2	0.10	0.25	<b>0.35</b>	0.20	0.10	—
		3	0.25	0.05	0	0.30	<b>0.40</b>	—
		4	0.10	0.20	0.20	0.10	<b>0.40</b>	—
0.15	10	0	<b>0.55</b>	0.20	0.20	0	0.10	1
		1	0.15	<b>0.44</b>	0.20	0.15	0.10	2
		2	0.10	0.15	<b>0.49</b>	0.20	0.10	3
		3	0.15	0.15	0.05	<b>0.54</b>	0.15	4
		4	0.10	0.10	0.10	0.25	<b>0.50</b>	5
0.10	20	0	<b>0.57</b>	0.33	0.10	0.10	0	1
		1	0.30	<b>0.40</b>	0.20	0.20	0	2
		2	0.11	0.10	<b>0.51</b>	0.18	0.20	3
		3	0.01	0.20	0.10	<b>0.59</b>	0.10	4
		4	0.10	0.10	0.20	0.20	<b>0.50</b>	5

续表 5

$\varepsilon$ 值 设置	比赛 轮数	DDZAI	同等牌力					赛中DDZAI 的名次
			第1	第2	第3	第4	第5	
0.20	5	0	<b>0.49</b>	0.26	0.25	0	0.05	—
		1	0.05	<b>0.35</b>	0.15	0.40	0.10	—
		2	0.15	0.20	<b>0.40</b>	0.20	0.10	—
		3	0.25	0.05	0	0.30	<b>0.45</b>	—
		4	0.10	0.20	0.25	0.15	<b>0.35</b>	—
0.25	5	0	<b>0.40</b>	0.35	0.20	0	0.05	—
		1	0.05	0.35	0.10	<b>0.40</b>	0.10	—
		2	0.10	0.25	<b>0.35</b>	0.20	0.10	—
		3	0.25	0.05	0	0.30	<b>0.40</b>	—
		4	0.10	0.20	0.20	0.10	<b>0.40</b>	—

实验结果分析: 1) 对比表3、4、5, 可以看出当  $\varepsilon = 0.15$  时, 同等牌力赛的 DDZAI 排名与复式赛的 DDZAI 排名一致, 与随机发牌赛的 DDZAI 排名不一致, 说明了同等牌力生成方法的可靠性; 2) 从表4可以看出, 当  $\varepsilon$  增大时, DDZAI 获得每个名次的概率分布越均衡, 评估出 AI 名次的难度越大,  $\varepsilon < 0.15$  是合适的取值, 所以  $\varepsilon$  的选择较关键。3) 对比表3、4、5, 可以看出当  $\varepsilon$  确定时, 随着比赛轮数的增加, DDZAI 获得每个名次的概率分布没有变化, 因此增加比赛轮数不会降低同等牌力赛评估出 AI 名次的难度。

## 4 结束语

本文创新性地提出由多个不同水平的“二打一 AI 程序”来代替真人打牌, 产生牌谱, 生成同等牌力并进行验证的方法, 以保证实验结果的可靠性; 提出了用等级难度评估指标 GDI 来表示初始手牌的难度, 给出了判定具有同等牌力的初始手牌的方法; 通过指定 DDZAI 分别进行随机发牌赛、复式赛和同等牌力赛。实验表明, 在选择合适阈值情况下, 提出的同等牌力生成方法是有效的, 用同等牌力赛代替当前的复式赛是可行的。

本文提出的方法需要通过 DDZAI 计算每一副初始手牌的 GDI, 消耗的时间较多, 只能将得出的具有同等牌力的初始手牌提前存储在牌库中用于比赛, 这就需要建立一个可动态、随机生成指定难度的初始手牌系统。本文在接下来的研究中, 将对动态的“同等牌力”生成系统进行研究。

## 参考文献:

- [1] SILVER D, HUANG A, MADDISON C J, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree

- search[J]. *Nature*, 2016, 529(7587): 484–489.
- [2] SILVER D, SCHRITTWIESER J, SIMONYAN K, et al. Mastering the game of Go without human knowledge[J]. *Nature*, 2017, 550(7676): 354–359.
- [3] 范孙操. 围棋入门 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2019.
- [4] 程明松. 中国象棋谱大全 [M]. 2 版. 成都: 成都时代出版社, 2006.
- [5] 阿尔·劳伦斯, 埃勒尚·穆拉迪阿巴迪. 国际象棋入门教程 [M]. 邵晖, 洪成浸, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2018.
- [6] 杰里米·西尔曼. 从入门到大师: 国际象棋残局大全 [M]. 向一凡, 王知为, 洪凡凌, 等, 译. 北京: 北京联合出版公司, 2017.
- [7] 李元秀. 五子棋实战与布局一本通 [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2019.
- [8] 宋召, 王岩. 桥牌入门 [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2009.
- [9] 朱扬. 斗地主取胜秘籍 [M]. 成都: 成都时代出版社, 2012.
- [10] 国家体育总局棋牌运动管理中心 (中国棋院). 竞技二打一扑克竞赛规则 [EB/OL]. (2017-06-15)[2019-05-20] <http://lw.ourgame.com/site/intro/list.do#>.
- [11] 国家体育总局棋牌运动管理中心 (中国棋院). 竞技趣味棋牌 [EB/OL]. (2019-05-06)[2020-05-20]<http://www.imsa.com.cn/category/681>.
- [12] 徐心和, 邓志立, 王骄, 等. 机器博弈研究面临的各种挑战 [J]. 智能系统学报, 2008, 3(4): 288–293.  
XU Xinhe, DENG Zhili, WANG Jiao, et al. Challenging issues facing computer game research[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2008, 3(4): 288–293.
- [13] 王亚杰, 邱虹坤, 吴燕燕, 等. 计算机博弈的研究与发展 [J]. 智能系统学报, 2016, 11(6): 788–798.  
WANG Yajie, QIU Hongkun, WU Yanyan, et al. Research and development of computer games[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2016, 11(6): 788–798.
- [14] 二打一扑克牌 (斗地主) 比赛规则. 中国大学生计算机博弈大赛暨中国锦标赛 [EB/OL]. (2019-09-30) [2020-06-15]<http://computergames.caii.cn/jszg10.html>
- [15] MOSES T. A review of developments and applications in item analysis[M]//BENNETT R, VON DAVIER M. *Advancing Human Assessment: The Methodological, Psychological and Policy Contributions of ETS*. Cham: Springer, 2017: 19–46.
- [16] DEMIRTAS H. A Note on the relationship between the phi coefficient and the tetrachoric correlation under non-normal underlying distributions[J]. *The American statistician*, 2016, 70(2): 143–148.
- [17] ZHANG Yipeng, CHEN Zipeng, ZHENG Lanzhou, et al. Research on hand discrimination for Doudizhu Game[C]//*Proceedings of the 4th International Conference on Education, Management, Arts, Economics and Social Science*, Sanya, China, 2017: 443–446.
- [18] LI Saisai, LI Shuqin, DING Meng. Landlord's equal cards force generation algorithm[J]. *The journal of engineering*, 2018, 2018(16): 1590–1594.
- [19] 陈子鹏, 李淑琴, 郑蓝舟, 等. 区分二打一游戏竞技者能力的测试用例研究 [J/OL]. 重庆理工大学学报 (自然科学) (2021-01-21)[2021-03-20] <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1205.t.20210121.1143.004.html>.  
CHEN Zipeng, LI shuqin, ZHENG Lanzhou, et al. A Study on the test cases for differentiating the ability of athlete in doudizhu[J/OL]. *Journal of Chongqing University of Technology(natural science)*. (2021-01-21) [2021-03-20]<https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1205.t.20210121.1143.004.html>.
- [20] LI Saisai, LI Shuqin, DING Meng, et al. Research on fight the landlords' single card guessing based on deep learning[C]//*Proceedings of the 27th International Conference on Artificial Neural Networks and Machine Learning and Machine Learning*. Rhodes, Greece, 2018: 363–372.
- [21] LI Shuqin, LI Saisai, CAO Hengyang, et al. Study on the strategy of playing Doudizhu game based on multirole modeling[J/OL]. *Complexity*. 2020:1–9[2020-05-05] <https://doi.org/10.1155/2020/1764594>.
- [22] 李赛赛. 基于深度学习的斗地主博弈算法研究 [D]. 北京: 北京信息科技大学, 2019.  
LI Saisai. Research on the algorithm of Dou Dizhu game based on deep learning[D]. Beijing: Beijing Information Science and Technology University, 2019.
- [23] CAO Hengyang, LI Shuqin. Research on the Dou Dizhu's playing strategy based on XGBoost[J]. *International journal of wireless and mobile computing*, 2020, 19(4): 391–400.
- [24] 代鹏程. 二打一游戏博弈算法研究与实现 [D]. 北京: 北京信息科技大学, 2020.  
DAI Pengcheng. Research and implementation of Dou Dizhu game algorithm[D]. Beijing: Beijing Information Science and Technology University, 2020.
- [25] 陈子鹏. 面向游戏二打一用例的研究 [D]. 北京: 北京信息科技大学, 2020.  
CHEN Zipeng. Study on the use case of competitive two against one game[D]. Beijing: Beijing Information Science and Technology University, 2020.

#### 作者简介:



李淑琴, 教授, 主要研究方向为人工智能、计算机博弈。主持或参与科研项目 30 余项。发表学术论文 130 余篇。





陈子鹏, 硕士研究生, 主要研究方向为人工智能、机器学习。



郑蓝舟, 微智娱(北京)科技有限公司首席技术官, 主要研究方向为人工智能、机器学习、计算机博弈。

## 第七届 IEEE 云计算与智能系统国际会议

### IEEE the 7th International Conference on Cloud Computing and Intelligent Systems

由中国人工智能学会与 IEEE 北京分会共同主办, 西安电子科技大学承办、西安民用航天基地管理委员会协办的 2021 年第七届 IEEE 云计算与智能系统国际会议将于 2021 年 11 月 6 日至 7 日在中国西安举办。即日起至 2021 年 7 月 31 日, 会议将面向全球征集稿件, 经会议审稿后录用的稿件将由 IEEE 出版, 符合 IEEE 标准的会议论文可纳入 IEEE Xplore 数字图书馆。优秀论文将推荐至大会合作的 World Wide Web Journal、Chinese Journal of Electronics、China Communications 等 SCI 期刊。

该会议旨在对云计算、人工智能的前沿技术和热点问题进行深入研究和探讨, 以促进相关技术和产业的发展。为扩大云计算与智能科学技术领域的国际交流和合作, 增强该领域内的学术影响, 并给国际同行提供一个交流的平台, 使参会者了解最新的学术动态, 分享最新的研究成果。

云计算与智能系统国际会议已在北京、杭州、深圳、香港、新加坡成功举办六届。本届会议将邀请中国工程院院士李德毅、中国科学院院士黄维、西安电子科技大学副校长石光明等顶尖 AI 领域学者担任主席。会议诚邀各界同行投稿。

主要领域(但不限于此):

1)Computational Intelligence;2)Cloud Computing and Big Data Analysis;3)Big Data Models and Algorithms;4)Deep Learning;5)Machine Learning;6)Parallel and Distributed Computing;7)Neural Networks and Learning Systems;8)Evolving Neural Networks;9)Neural Network Applications;10)Big Data Security and Privacy;11)Computer Vision;12)Information Retrieval and Recommendation;13)Data Mining;14)Pattern Recognition and Image Processing;15)Human-Computer Interaction;16)Brain and Cognitive Science;17)Agents and Multi-Agent Systems;18)Complex System and Network;19)Smart Grid Control System;20)Smart City & IoT;21)Intelligent Manufacturing;22)Hybrid Intelligence

投稿要求:

- 1)论文未曾在国内外杂志或会议上发表。
- 2)稿件写作必须使用英文, 并严格按照模板要求进行排版。
- 3)投稿系统网址为:<http://2021ccis.csp.escience.cn/dct/page/1>。

时间节点:

论文投稿截止日期: 2021 年 7 月 31 日

论文录用通知日期: 2021 年 8 月 31 日

会议注册/终稿提交截止日期: 2021 年 9 月 30 日

会议召开日期: 2021 年 11 月 6 日-7 日