

研究现状

研究内容

基于手牌拆分的 蒙特卡洛树 搜索

基于蒙特卡洛树搜索的"斗地主"研究

二〇二二年六月

结合卷积神经



目录

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

① 研究背景和意义

② 研究现状

③ 研究内容

④ 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

⑤ 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

⑥ 总结与展望



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

机器博弈

机器博弈（也称计算机博弈），是人工智能领域的重要研究方向，是机器智能、智能决策系统等人工智能领域的重要科研基础，也是检验人工智能发展水平的一个重要手段。

机器博弈分类

按照博弈信息是否完备，可将机器博弈分为完备信息博弈和非完备信息博弈

① 完备信息博弈：

● 西洋跳棋、围棋等

② 非完备信息博弈：

● 德州扑克、四国军棋、斗地主等



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

机器博弈

机器博弈（也称计算机博弈），是人工智能领域的重要研究方向，是机器智能、智能决策系统等人工智能领域的重要科研基础，也是检验人工智能发展水平的一个重要手段。

机器博弈分类

按照博弈信息是否完备，可将机器博弈分为完备信息博弈和非完备信息博弈

① 完备信息博弈：

- 西洋跳棋、围棋等

② 非完备信息博弈：

- ① 德州扑克、四国军棋、斗地主等



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

机器博弈

机器博弈（也称计算机博弈），是人工智能领域的重要研究方向，是机器智能、智能决策系统等人工智能领域的重要科研基础，也是检验人工智能发展水平的一个重要手段。

机器博弈分类

按照博弈信息是否完备，可将机器博弈分为完备信息博弈和非完备信息博弈

① 完备信息博弈：

- 西洋跳棋、围棋等

② 非完备信息博弈：

- ① 德州扑克、四国军棋、斗地主等



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 人类不可避免的进行不完备信息博弈, 比如:



- 随着全球一体化的发展, 合作随处可见。“斗地主”博弈, 不仅具有一般非完备信息博弈的特点, 还存在农民之间的合作问题, 这使得该类博弈的研究对于人工智能领域有着极其关键的影响。



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

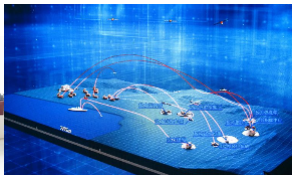
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 人类不可避免的进行不完备信息博弈, 比如:



- 随着全球一体化的发展, 合作随处可见。“斗地主”博弈, 不仅具有一般非完备信息博弈的特点, 还存在农民之间的合作问题, 这使得该类博弈的研究对于人工智能领域有着极其关键的影响。



研究背景和意义

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

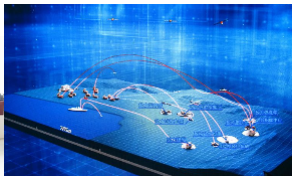
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 人类不可避免的进行不完备信息博弈, 比如:



- 随着全球一体化的发展, 合作随处可见。“斗地主”博弈, 不仅具有一般非完备信息博弈的特点, 还存在农民之间的合作问题, 这使得该类博弈的研究对于人工智能领域有着极其关键的影响。



目录

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

① 研究背景和意义

② 研究现状

③ 研究内容

④ 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

⑤ 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

⑥ 总结与展望



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 1997 年超级电脑“深蓝”击败国际象棋特级大师卡斯帕罗夫
- 2016 年, google 的 AlphaGo 第一次击败人类顶级职业选手
- 2017 年, google 的 AlphaZero 在无任何人类数据训练的条件下, 自学习后并以 100:0 的战绩击败 AlphaGo

● 不完备信息博弈

- 2008 年, Zinkevich 等提出虚拟遗憾最小化算法, 并在 2009 年的世界年度扑克机器博弈大赛的三人限注德州扑克中取得冠军
- 2017 年卡内基梅隆大学的 Libratus, 在两人不限注的德州扑克中击败了人类顶级选手



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 1997 年超级电脑“深蓝”击败国际象棋特级大师卡斯帕罗夫
- 2016 年，google 的 AlphaGo 第一次击败人类顶级职业选手
- 2017 年，google 的 AlphaZero 在无任何人类数据训练的条件下，自学习后并以 100:0 的战绩击败 AlphaGo

● 不完备信息博弈

- 2008 年，Zinkevich 等提出虚拟遗憾最小化算法，并在 2009 年的世界年度扑克机器博弈大赛的三人限注德州扑克中取得冠军
- 2017 年卡内基梅隆大学的 Libratus，在两人不限注的德州扑克中击败了人类顶级选手



结合卷积神经

- 2017 年，google 的 AlphaZero 在无任何人类数据训练的条件下，自学习后并以 100:0 的战绩击败 AlphaGo



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 1997 年超级电脑“深蓝”击败国际象棋特级大师卡斯帕罗夫
- 2016 年，google 的 AlphaGo 第一次击败人类顶级职业选手
- 2017 年，google 的 AlphaZero 在无任何人类数据训练的条件下，自学习后并以 100:0 的战绩击败 AlphaGo

● 不完备信息博弈

- 2008 年，Zinkevich 等提出虚拟遗憾最小化算法，并在 2009 年的世界年度扑克机器博弈大赛的三人限注德州扑克中取得冠军
- 2017 年卡内基梅隆大学的 Libratus，在两人不限注的德州扑克中击败了人类顶级选手



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 1997 年超级电脑“深蓝”击败国际象棋特级大师卡斯帕罗夫
- 2016 年，google 的 AlphaGo 第一次击败人类顶级职业选手
- 2017 年，google 的 AlphaZero 在无任何人类数据训练的条件下，自学习后并以 100:0 的战绩击败 AlphaGo

● 不完备信息博弈

- 2008 年，Zinkevich 等提出虚拟遗憾最小化算法，并在 2009 年的世界年度扑克机器博弈大赛的三人限注德州扑克中取得冠军
- 2017 年卡内基梅隆大学的 Libratus，在两人不限注的德州扑克中击败了人类顶级选手



结合卷积神经

- 2017 年卡内基梅隆大学的 Libratus，在两人不限注的德州扑克中击败了人类顶级选手



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 完备信息博弈

- 2006 年，东北大学的象棋程序“棋天大圣”战胜了有中国象棋第一人之称的许银川

● 不完备信息博弈

- 2013 年哈尔滨工业大学在 ACPC 大赛中的三人限注德州扑克项目上获得了第四名的成绩
- 2017 年世界计算机桥牌锦标赛中，北京新睿桥科技有限公司的新睿桥牌程序取得了第二名的好成绩
- 2019 年，上海交通大学的 You Y 等人针对“斗地主”博弈中每次出牌时，存在可能组合牌型较多的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习（CQL）



目录

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

① 研究背景和意义

② 研究现状

③ 研究内容

④ 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

⑤ 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

⑥ 总结与展望



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

研究内容

本课题主要以国内比较流行的“斗地主”博弈作为研究对象，蒙特卡洛树搜索为主要研究手段，针对游戏的特点设计算法，并对算法进行不断改进。具体为：

- 结合游戏特点，探索一种基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索方法，以实现“斗地主”的出牌决策程序
- 针对基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法在实际决策中的缺点，提出结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索算法



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

研究内容

本课题主要以国内比较流行的“斗地主”博弈作为研究对象，蒙特卡洛树搜索为主要研究手段，针对游戏的特点设计算法，并对算法进行不断改进。具体为：

- 结合游戏特点，探索一种基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索方法，以实现“斗地主”的出牌决策程序
- 针对基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法在实际决策中的缺点，提出结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索算法



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

研究内容

本课题主要以国内比较流行的“斗地主”博弈作为研究对象，蒙特卡洛树搜索为主要研究手段，针对游戏的特点设计算法，并对算法进行不断改进。具体为：

- 结合游戏特点，探索一种基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索方法，以实现“斗地主”的出牌决策程序
- 针对基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法在实际决策中的缺点，提出结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索算法



目录

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

① 研究背景和意义

② 研究现状

③ 研究内容

④ 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

⑤ 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

⑥ 总结与展望



基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

(MCTS-UC)

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模型

手牌拆分算法

蒙特卡洛树搜索算法

● 手牌拆分算法

● 思想

- 通过对人类玩家历史数据的分析, 得出牌包含于对应长度的拆分结果中的比例:

长度	L_{max}	L_{min}	$L_{min}+1$	$L_{min}+2$	$L_{min}+3$
次数	21130	18289	20204	20907	20989
比例	100%	85.55%	95.62%	98.94%	99.33%



基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

(MCTS)

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模型

手牌拆分算法

蒙特卡洛树搜索算法

● 手牌拆分算法

● 思想

- 通过对人类玩家历史数据的分析, 得出牌包含于对应长度的拆分结果中的比例:

长度	L_{max}	L_{min}	$L_{min}+1$	$L_{min}+2$	$L_{min}+3$
次数	21130	18289	20204	20907	20989
比例	100%	85.55%	95.62%	98.94%	99.33%



基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

(MCTS)

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模型

手牌拆分算法

蒙特卡洛树搜索算法

● 手牌拆分算法

● 思想

- 通过对人类玩家历史数据的分析, 得出牌包含于对应长度的拆分结果中的比例:

长度	L_{max}	L_{min}	$L_{min}+1$	$L_{min}+2$	$L_{min}+3$
次数	21130	18289	20204	20907	20989
比例	100%	85.55%	95.62%	98.94%	99.33%



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于“斗地主”规则的拆分 **Split** 算法

function Split(F,X)

if $X = \emptyset$

then return F;

else

令 $\Gamma(X) = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\} - \{\emptyset\}$;

Return $(\text{Split}(F + Y_1, X - Y_1) \cup \text{Split}(F + Y_2, X - Y_2) \cup \dots \cup \text{Split}(F + Y_n, X - Y_n))$

,其中 $F + Y_i = \{z \cup \{Y_i\} \mid z \in F\}$;



手牌拆分算法模块

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的
蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于“斗地主”规则的手牌较小拆分算法 (LessSplit)

Input: handpoker X

Output: handpoker smaller split set MS

function LessSplit(X)

$F = \{\emptyset\}$, $MS = \emptyset$;

$S = \text{Split}(F, X)$;

$L_{min} = \text{Min}(\{\text{len}(z) \mid z \in S\})$;

for each s in S :

if $\text{len}(s) \leq (L_{min} + 3)$

then $MS = MS \cup s$;

return MS;



手牌拆分算法实例

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 玩家的手牌为：34556789LB。对玩家手牌进行拆分，所有拆分结果为：

- $s_1 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_2 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_3 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_4 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_5 = \{3, 4, 5, LB, 56789\}$
- $s_6 = \{3, 4, 5, L, B, 56789\}$
- $s_7 = \{3, 5, 9, LB, 45678\}$
- $s_8 = \{3, 5, 9, L, B, 45678\}$
- $s_9 = \{3, 5, LB, 456789\}$
- $s_{10} = \{3, 5, L, B, 456789\}$
- $s_{11} = \{5, 8, 9, LB, 34567\}$
- $s_{12} = \{5, 8, 9, L, B, 34567\}$
- $s_{13} = \{5, 9, LB, 345678\}$



手牌拆分算法实例

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 玩家的手牌为：34556789LB。对玩家手牌进行拆分，所有拆分结果为：

- $s_1 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_2 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_3 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_4 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_5 = \{3, 4, 5, LB, 56789\}$
- $s_6 = \{3, 4, 5, L, B, 56789\}$
- $s_7 = \{3, 5, 9, LB, 45678\}$
- $s_8 = \{3, 5, 9, L, B, 45678\}$
- $s_9 = \{3, 5, LB, 456789\}$
- $s_{10} = \{3, 5, L, B, 456789\}$
- $s_{11} = \{5, 8, 9, LB, 34567\}$
- $s_{12} = \{5, 8, 9, L, B, 34567\}$
- $s_{13} = \{5, 9, LB, 345678\}$



手牌拆分算法实例

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 玩家的手牌为：34556789LB。对玩家手牌进行拆分，所有拆分结果为：

- $s_1 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_2 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_3 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, L, B\}$
- $s_4 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, LB\}$
- $s_5 = \{3, 4, 5, LB, 56789\}$
- $s_6 = \{3, 4, 5, L, B, 56789\}$
- $s_7 = \{3, 5, 9, LB, 45678\}$
- $s_8 = \{3, 5, 9, L, B, 45678\}$
- $s_9 = \{3, 5, LB, 456789\}$
- $s_{10} = \{3, 5, L, B, 456789\}$
- $s_{11} = \{5, 8, 9, LB, 34567\}$
- $s_{12} = \{5, 8, 9, L, B, 34567\}$
- $s_{13} = \{5, 9, LB, 345678\}$



手牌拆分算法实例

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 玩家的手牌为：34556789LB。对玩家手牌进行拆分，所有拆分结果为：

- $s_1 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, L, B\}$

- $s_2 = \{3, 4, 5, 5, 6, 7, 8, 9, LB\}$

- $s_3 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, L, B\}$

- $s_4 = \{3, 4, 55, 6, 7, 8, 9, LB\}$

- $s_5 = \{3, 4, 5, LB, 56789\}$

- $s_6 = \{3, 4, 5, L, B, 56789\}$

- $s_7 = \{3, 5, 9, LB, 45678\}$

- $s_8 = \{3, 5, 9, L, B, 45678\}$

- $s_9 = \{3, 5, LB, 456789\}$

- $s_{10} = \{3, 5, L, B, 456789\}$

- $s_{11} = \{5, 8, 9, LB, 34567\}$

- $s_{12} = \{5, 8, 9, L, B, 34567\}$

- $s_{13} = \{5, 9, LB, 345678\}$



手牌拆分算法实例

基于蒙特卡洛树搜索的“斗地主”研究

研究背景和意义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 玩家的手牌为：34556789LB。对玩家手牌进行拆分，所有拆分结果为：

- $s_1 = \{3, 4, 5, 5, \textcolor{red}{6}, \textcolor{red}{7}, 8, 9, L, B\}$

- $s_2 = \{3, 4, 5, 5, \textcolor{red}{6}, \textcolor{red}{7}, 8, 9, LB\}$

- $s_3 = \{3, 4, \textcolor{red}{55}, \textcolor{red}{6}, \textcolor{red}{7}, 8, 9, L, B\}$

- $s_4 = \{3, 4, \textcolor{red}{55}, \textcolor{red}{6}, \textcolor{red}{7}, 8, 9, LB\}$

- $s_5 = \{3, 4, 5, LB, 56789\}$

- $s_6 = \{3, 4, 5, L, B, 56789\}$

- $s_7 = \{3, 5, 9, LB, 45678\}$

- $s_8 = \{3, 5, 9, L, B, 45678\}$

- $s_9 = \{3, 5, LB, 456789\}$

- $s_{10} = \{3, 5, L, B, 456789\}$

- $s_{11} = \{5, 8, 9, LB, 34567\}$

- $s_{12} = \{5, 8, 9, L, B, 34567\}$

- $s_{13} = \{5, 9, LB, 345678\}$



蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

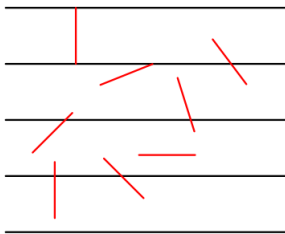
算法缺点

结合卷积神经

蒙特卡洛抽样法

为了求解问题，首先建立一个概率模型或随机过程，使它的参数或数字特征等于问题的解，然后通过对模型、过程的观察或者抽样试验来计算这些参数、数字特征，最后给出所求解的近似值。

如:Buffon's needle problem





蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

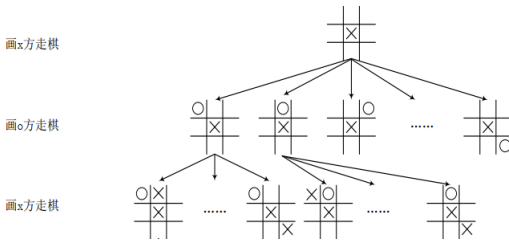
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

博弈树搜索算法: 将初始状态和所有可能的后续状态通过直
后关系连接在一起形成博弈树





蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的
蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

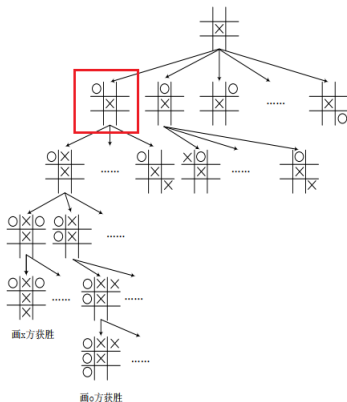
基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经



原理

利用经验平均来代替随机变量的期望。如在博弈状态 s 时期望值为 $v_{\pi}(s)$ ，一般难以通过计算直接求出该值，但是可以通过蒙特卡洛方法获得一系列收益 $G_1(s), \dots, G_n(s)$ 。根据大数定律，当 n 趋于无穷大时，抽样收益的均值趋近于期望值。定义 $v(s)$ 为系列收益的平均值，即

$$v(s) = \frac{G_1(s) + \dots + G_n(s)}{n}$$



蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

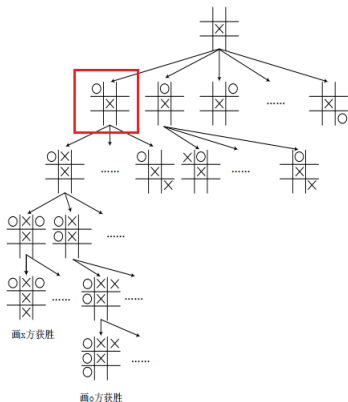
基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经



思想

利用经验平均来代替随机变量的期望。如在博弈状态 s 时期望值为 $v_{\pi}(s)$ ，一般难以通过计算直接求出该值，但是可以通过蒙特卡洛方法获得一系列收益 $G_1(s), \dots, G_n(s)$ 。根据大数定律，当 n 趋于无穷大时，抽样收益的均值趋近于期望值。定义 $v(s)$ 为系列收益的平均值，即

$$v(s) = \frac{G_1(s) + \dots + G_n(s)}{n}$$



蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的
蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

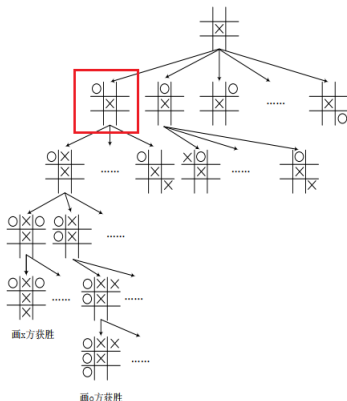
基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经



思想

利用经验平均来代替随机变量的期望。如在博弈状态 s 时期望值为 $v_{\pi}(s)$ ，一般难以通过计算直接求出该值，但是可以通过蒙特卡洛方法获得一系列收益 $G_1(s), \dots, G_n(s)$ 。根据大数定律，当 n 趋于无穷大时，抽样收益的均值趋近于期望值。定义 $v(s)$ 为系列收益的平均值，即

$$v(s) = \frac{G_1(s) + \dots + G_n(s)}{n}$$



蒙特卡洛树搜索算法

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

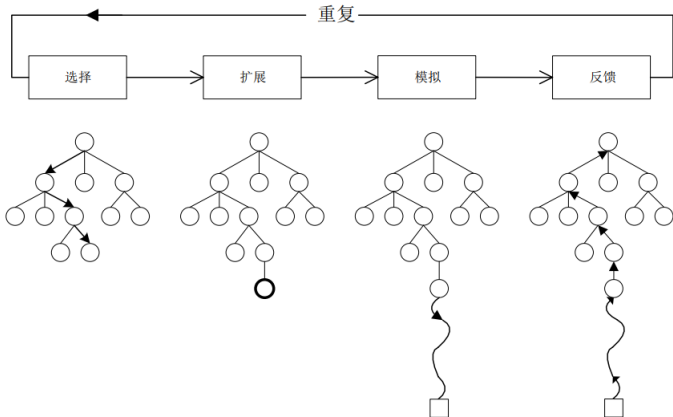
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

蒙特卡洛树搜索算法过程





基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法 (MCTSHS)

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

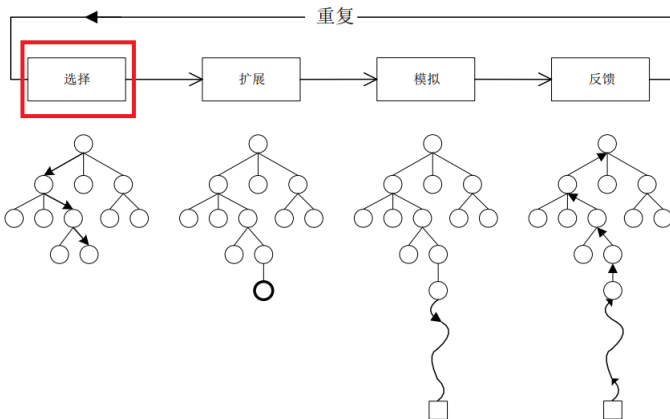
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索算法过程





与规则算法 (RB) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

规则算法 (RB)

该算法分为主动策略和被动策略两种。主动策略中若上轮玩家取得主动权，那本轮该玩家可根据自己手牌主动选择出牌类型，而不需要考虑其他玩家的出牌类型；被动策略中玩家需要考虑本轮其他玩家的出牌，被动选择跟牌类型。

不区分角色比较结果：



与规则算法 (RB) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

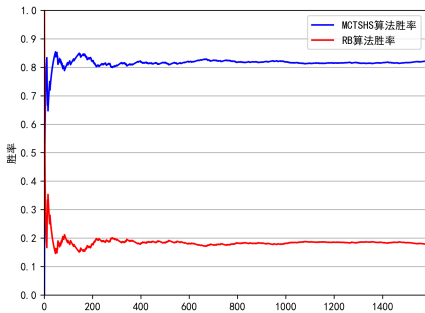
算法缺点

结合卷积神经

规则算法 (RB)

该算法分为主动策略和被动策略两种。主动策略中若上轮玩家取得主动权，那本轮该玩家可根据自己手牌主动选择出牌类型，而不需要考虑其他玩家的出牌类型；被动策略中玩家需要考虑本轮其他玩家的出牌，被动选择跟牌类型。

不区分角色比较结果：





与规则算法 (RB) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙
特卡洛搜索算法

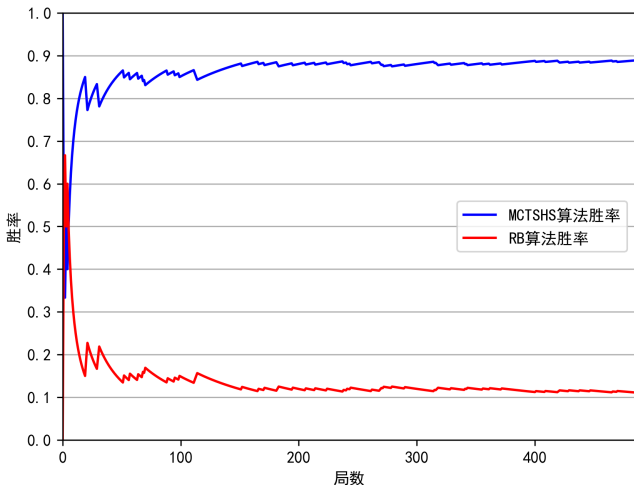
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

地主 MCTSHS 对农民 RB:





与规则算法 (RB) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

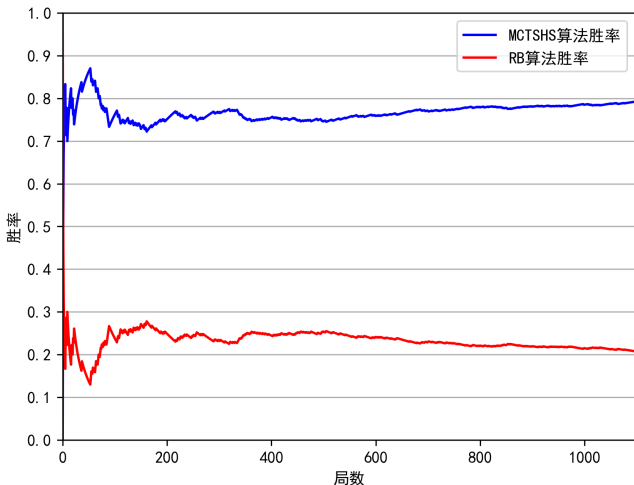
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

农民 MCTSHS 对地主 RB:





与 7k7k 算法比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

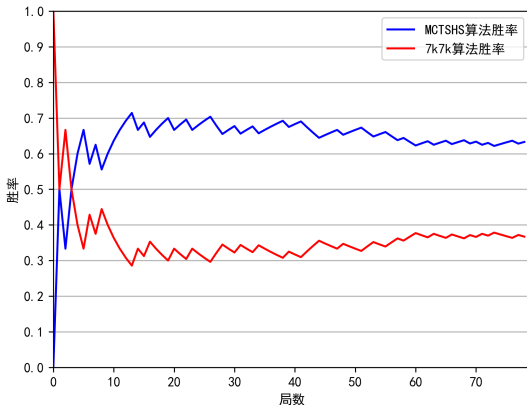
算法缺点

结合卷积神经

7k7k 算法

该算法为北京迦游网络科技有限公司开发的“斗地主”智能算法。

不区分角色比较结果：





合作问题分析:

算法事例	合作问题算法事例
当前玩家手牌	334567QQKKA2B
当前玩家位置	1（其中 0 表示地主，1 表示农民一，2 表示农民二）
当前玩家角色	农民一
地主已出牌	339922789JQK666JJL
当前玩家已出牌	55TTB
农民二已出牌	77AA89TJQKA44488
本轮中地主出牌	L
博弈过程	0 33, 1 55, 2 77; 0 99, 1 TT, 2 AA; 0 22, 1 pass, 2 pass; 0 789TJQK, 1 pass, 2 89TJQKA; 0 pass, 1 pass, 2 4448; 0 666JJ, 1 pass, 2 pass; 0 L, 1 B , 2 pass; 0 pass, 1 3 , 2 2.

当前玩家手牌

当前玩家位置

当前玩家角色

地主已出牌

当前玩家已出牌

农民二已出牌

本轮中地主出牌

0|33, 1|55, 2|77; 0|99, 1|TT, 2|AA; 0|22, 1|pass, 2|pass; 0|7

博弈过程

6JJ, 1|pass, 2|pass; 0|L, 1|B, 2|pass; 0|pass, 1|3, 2|2.

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ↺ 🔍 ↻

结合卷积神经



算法缺点

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

算法缺点：

- 每次决策思考时间过长
- 已搜索到的决策未能充分利用



算法缺点

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

算法缺点：

- 每次决策思考时间过长
- 已搜索到的决策未能充分利用



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

算法缺点：

- 每次决策思考时间过长
- 已搜索到的决策未能充分利用

改进算法!!



1 研究背景和意义

2 研究现状

3 研究内容

4 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

5 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

6 总结与展望

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ◻ ↺ 🔍 ↻



结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索模型

MCM

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

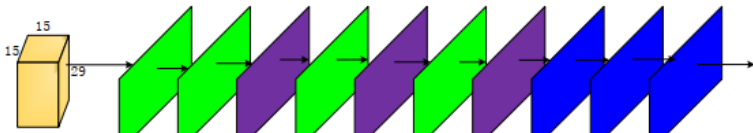
MCM 模型

手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模块

CNN 策略学习模块

改善策略模块

CNN 策略学习模块:





结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索模型

MCM

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

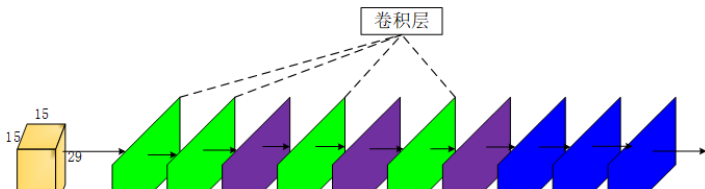
MCM 模型

手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模块

CNN 策略学习模块

改善策略模块

CNN 策略学习模块:





结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索模型

MCM

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

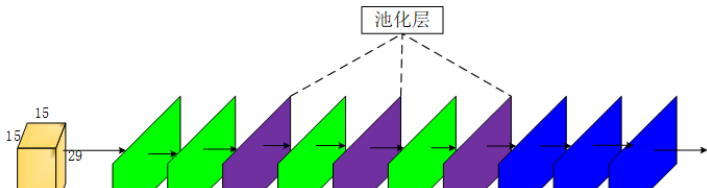
MCM 模型

手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模块

CNN 策略学习模块

改善策略模块

CNN 策略学习模块:





结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索模型

MCM

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

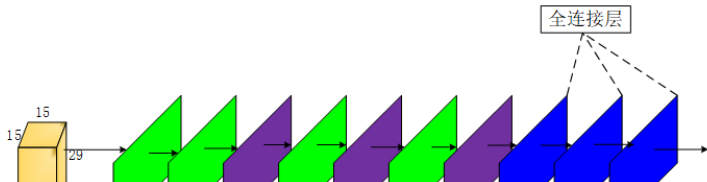
MCM 模型

手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模块

CNN 策略学习模块

改善策略模块

CNN 策略学习模块:





结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索模型

MCM

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

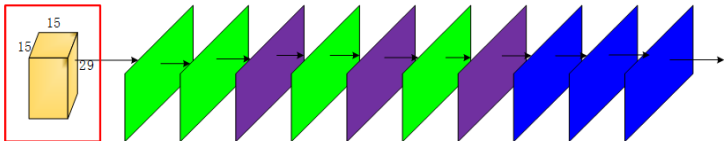
MCM 模型

手牌拆分的蒙特卡洛树搜索模块

CNN 策略学习模块

改善策略模块

CNN 策略学习模块:





CNN 策略学习模块 —— 输入表示

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：



CNN 策略学习模块 —— 输入表示

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：



CNN 策略学习模块 —— 输入表示

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：



CNN 策略学习模块 —— 输入表示

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- X 维度：表示 15 种扑克
- Y 维度：
 - 0-3(下标) 表示扑克的张数
 - 4-13(下标) 表示扑克是否参与组成出牌类型
 - 14(下标) 表示该出牌是否为地主玩家。
- Z 维度：

维度	意义
0-2	分别表示当前玩家、下家、上家 8 轮之前所有出牌的张数，不区分每次出牌类型。
3-5	分别表示当前玩家、下家、上家前第 8 轮的出牌
6-8	分别表示当前玩家、下家、上家前第 7 轮的出牌
9-11	分别表示当前玩家、下家、上家前第 6 轮的出牌
12-14	分别表示当前玩家、下家、上家前第 5 轮的出牌
15-17	分别表示当前玩家、下家、上家前第 4 轮的出牌
18-20	分别表示当前玩家、下家、上家前第 3 轮的出牌
21-23	分别表示当前玩家、下家、上家前第 2 轮的出牌
24-26	分别表示当前玩家、下家、上家前第 1 轮的出牌
27	表示本轮玩家出牌
28	表示当前玩家的手牌，只记录牌张数，不区分牌型



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

● 学习样本处理

- 将 MCTSHS 决策结果的数据进行去重
- 随机打乱去重后的样本顺序，并从打乱的样本中，随机选择 90% 的样本组成训练集，10% 作为测试集



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 学习样本处理

- 将 MCTSHS 决策结果的数据进行去重

- 随机打乱去重后的样本顺序，并从打乱的样本中，随机选择 90% 的样本组成训练集，10% 作为测试集



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

- 学习样本处理

- 将 MCTSHS 决策结果的数据进行去重
- 随机打乱去重后的样本顺序，并从打乱的样本中，随机选择 90% 的样本组成训练集，10% 作为测试集



结合卷积神经

- 随机打乱去重后的样本顺序，并从打乱的样本中，随机选择 90% 的样本组成训练集，10% 作为测试集

[illegible]



CNN 策略学习模块

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

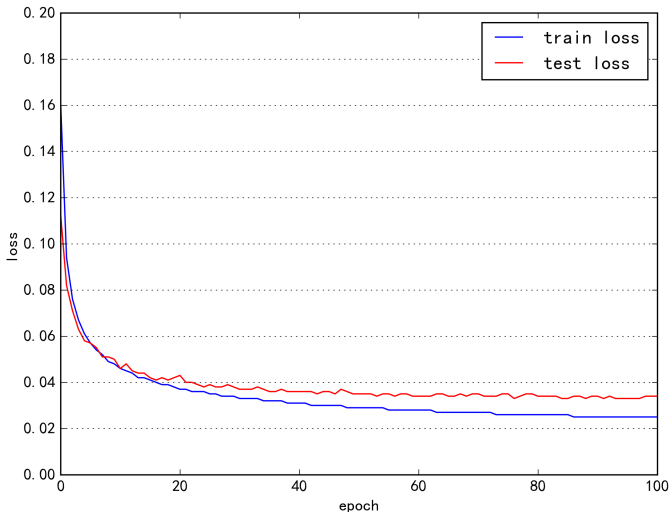
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

CNN 网络学习策略损失变化图:





实验结果 —— 实验比较设定

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

实验比较设定

- 地主、农民使用不同的决策算法，其中农民一、农民二均使用农民的决策算法
- 地主、农民一、农民二使用不同的决策算法
- 地主、农民一、农民二使用不同的决策算法进行相同牌局比较



实验结果 —— 实验比较设定

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

实验比较设定

- 地主、农民使用不同的决策算法，其中农民一、农民二均使用农民的决策算法
- 地主、农民一、农民二使用不同的决策算法
- 地主、农民一、农民二使用不同的决策算法进行相同牌局比较



实验结果 ——与随机算法 (Random) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

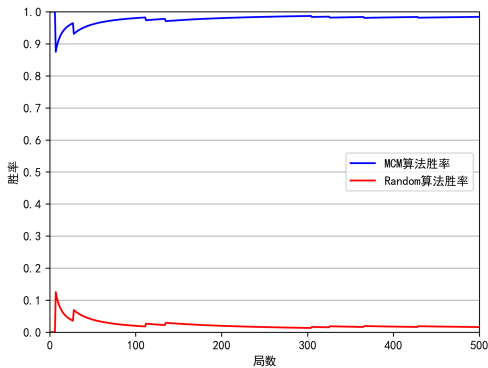
算法缺点

结合卷积神经

随机算法 (Random) 介绍

思路为：根据玩家的手牌、本轮其它玩家出牌等信息按照博弈规则计算出当前状态下玩家可能的所有出牌，并从中随机选择一种可能出牌作为本轮的最终出牌。

地主 MCM 对农民 Random 的胜率变化图：





实验结果 ——与随机算法 (Random) 比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

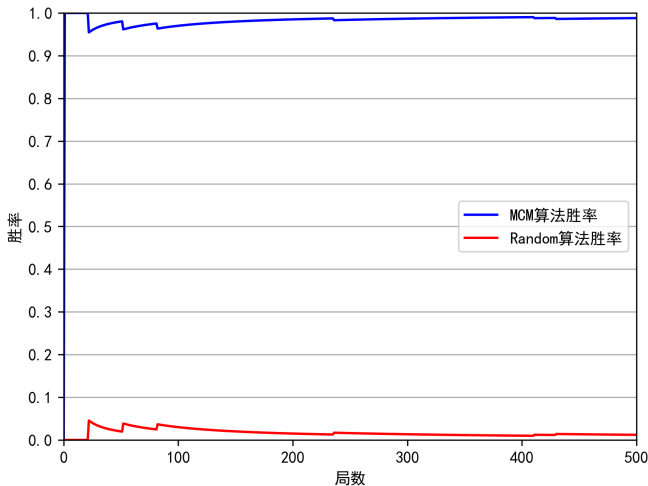
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

农民 MCM 对地主 Random 的胜率变化图:





实验结果 ——与 RHCP 算法比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

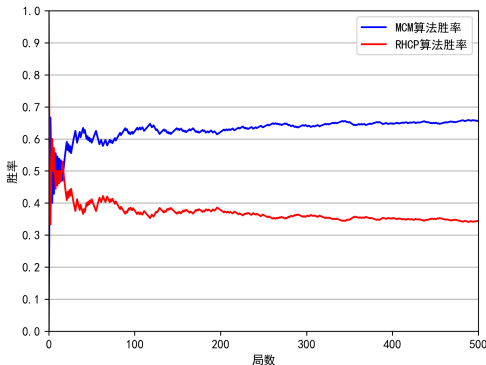
算法缺点

结合卷积神经

RHCP 算法介绍

该算法引入手牌剩余价值的概念，其总体思路是将手牌按照“斗地主”规则进行不同的组合，并选择使得出牌后手牌价值较高的出牌作为本轮最佳出牌。

地主 MCM 对农民 RHCP 的胜率变化图:





实验结果 ——与 RHCP 算法比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

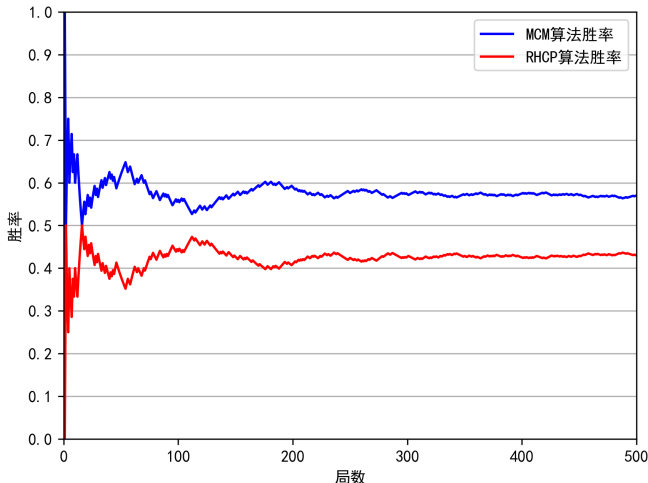
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

农民 MCM 对地主 RHCP 的胜率变化图:





实验结果 ——与 CQL 算法比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

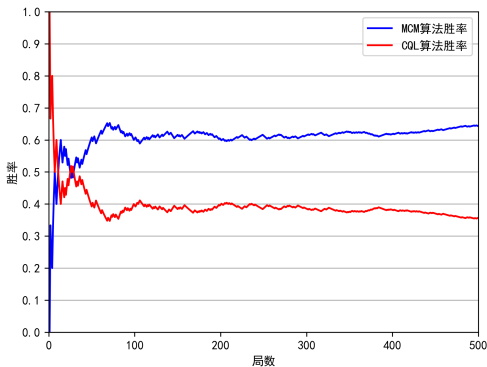
算法缺点

结合卷积神经

CQL 算法介绍

该算法由上海交通大学 You Y 等人提出。You Y 等人针对“斗地主”博弈中，每次出牌时存在较多可能组合牌型的情况，提出一种处理组合动作的新方法组合 Q 学习 (CQL)。

地主 MCM 对农民 CQL 的胜率变化图:





实验结果 ——与 CQL 算法比较

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

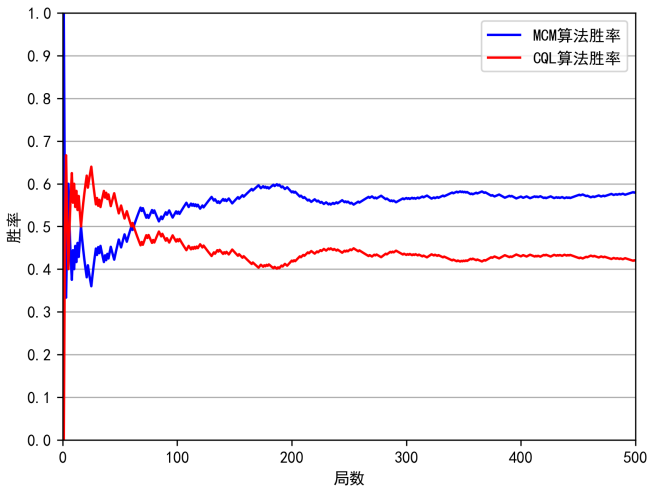
实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

农民 MCM 对地主 CQL 的胜率变化图:





基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的
蒙特卡洛树搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

CQL、RHCP 以及 MCM 算法相互比较:

地主		农民一		农民二	
决策算法	胜率	决策算法	胜率	决策算法	胜率
CQL	44.4%	RHCP	21.6%	MCM	34%
CQL	44.8%	MCM	21.6%	RHCP	33.6%
RHCP	52.6%	CQL	6.4%	MCM	41%
RHCP	46.4%	MCM	28%	CQL	25.6%
MCM	63%	CQL	6%	RHCP	31%
MCM	59.2%	RHCP	26.6%	CQL	14.2%
MCM	56%	MCM	22.4%	MCM	21.6%



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分的
蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

CQL、RHCP 以及 MCM 算法相互比较:

地主		农民一		农民二	
决策算法	胜率	决策算法	胜率	决策算法	胜率
CQL	44.4%	RHCP	21.6%	MCM	34%
CQL	44.8%	MCM	21.6%	RHCP	33.6%
RHCP	52.6%	CQL	6.4%	MCM	41%
RHCP	46.4%	MCM	28%	CQL	25.6%
MCM	63%	CQL	6%	RHCP	31%
MCM	59.2%	RHCP	26.6%	CQL	14.2%
MCM	56%	MCM	22.4%	MCM	21.6%



基于蒙特卡罗树搜索的“斗地主”研究

研究现状

研究内容

基于手牌拆分的 蒙特卡洛树 搜索

结合卷积神经

CQL、RHCP 以及 MCM 算法相互比较:

地主		农民一		农民二	
决策算法	胜率	决策算法	胜率	决策算法	胜率
CQL	42%	RHCP	19%	MCM	40%
CQL	47%	MCM	19%	RHCP	34%
RHCP	57%	CQL	10%	MCM	32%
RHCP	52%	MCM	31%	CQL	17%
MCM	66%	CQL	8%	RHCP	36%
MCM	67%	RHCP	20%	CQL	13%

- 上述实验结果详见：

<https://github.com/StarrySky3/experimental-result-/tree/master/experimental-result>



目录

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

① 研究背景和意义

② 研究现状

③ 研究内容

④ 基于手牌拆分的蒙特卡洛树搜索

⑤ 结合卷积神经网络的蒙特卡洛树搜索

⑥ 总结与展望



总结

基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

总结:

- 论文提出 MCTSHS 算法对“斗地主”进行研究。实验表明该算法针对“斗地主”博弈能做出不错的决策。
- 针对基于 MCTSHS 算法的思考时间过长且已搜索策略未能充分利用的缺点，论文提出 MCM 算法。实验表明，MCM 算法相较于其它智能决策算法具有一定优势。



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

总结:

- 论文提出 MCTSHS 算法对“斗地主”进行研究。实验表明该算法针对“斗地主”博弈能做出不错的决策。
- 针对基于 MCTSHS 算法的思考时间过长且已搜索策略未能充分利用的缺点，论文提出 MCM 算法。实验表明，MCM 算法相较于其它智能决策算法具有一定优势。



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

展望:

- 后续研究对玩家手牌信息进行预测处理。
- 在后续的工作中，可以对玩家进行对手建模。通过预测玩家手牌以实现对手当前状态下的可能决策，从而找到最佳的应对之策以取得游戏胜利。



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

展望:

- 后续研究对玩家手牌信息进行预测处理。
- 在后续的工作中，可以对玩家进行对手建模。通过预测玩家手牌以实现对手当前状态下的可能决策，从而找到最佳的应对之策以取得游戏胜利。



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

作者在攻读硕士学位期间参与项目及成果

- 发表了一篇中文核心
- 申请了一项国家发明专利 (在审)
- 参加国家自然科学基金 1 项



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

作者在攻读硕士学位期间参与项目及成果

- 发表了一篇中文核心
- 申请了一项国家发明专利 (在审)
- 参加国家自然科学基金 1 项



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

作者在攻读硕士学位期间参与项目及成果

- 发表了一篇中文核心
- 申请了一项国家发明专利 (在审)
- 参加国家自然科学基金 1 项



基于蒙特卡洛
树搜索的“斗
地主”研究

研究背景和意
义

研究现状

国外研究现状

国内研究现状

研究内容

基于手牌拆分
的蒙特卡洛树
搜索

手牌拆分算法模块

蒙特卡洛树搜索算法

基于手牌拆分的蒙特
卡洛树搜索算法

实验比较结果

合作问题分析

算法缺点

结合卷积神经

敬请各位老师批评指正
谢谢!