

Apollo2D 2012 队伍描述

沈杰, 杨祥, 郑重虎, 刘智乾, 张思宇

梁志伟, 高翔

南京邮电大学 Apollo 仿真实验室

jasonlinux@gmail.com

摘要: 本文主要描述了 Apollo2D 在 2011RoboCup 中国公开赛后近一年内所做的工作, 基于 Apollo2D-2011 主要改进了球员的个体技术快速踢球、射门以及上层策略。

1. 快速踢球

RoboCup 2D 仿真环境和真实环境一样, 球员的踢球能力是有限的, 也就是说球员脚力(即球员可以给球的最大加速度)是有限的, 而且球员以不同姿态(指的是球员在踢球时身体与之间的距离及夹角)可以给球的最大加速度也是不尽相同。在这里说的快速踢球是指一个具体明确的任务: 给定球初速度, 把球按照指定的速度尽快踢出去, 并且在踢球的过程中不被对手断去, 也不能出界。

Apollo2D 采用强化学习训练踢球, 并解决连续空间的输入和连续动作输出的问题。算法主要过程:

- (1) 状态离散化;
- (2) 抽象动作;
- (3) 学习过程;
- (4) 使用过程: 从当前状态出发, 以 Q 值为评价函数进行深度优先搜索, 搜索中止目标为找到一条把球按指定位置踢出的路径。在扩展过程中, 状态为当前球的相对位置, 可以扩展的点集受这时球的初速度、最大脚力、对手和边界的影响。

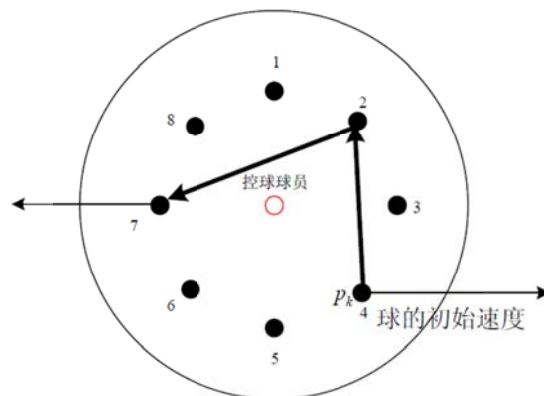


图 1 没有对手影响的踢球路线

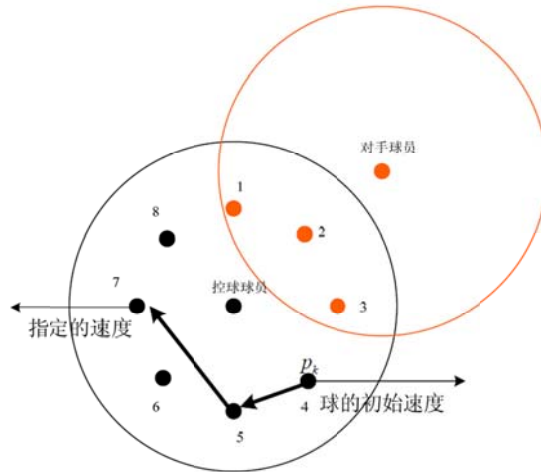


图 2 加入对手影响的踢球线路

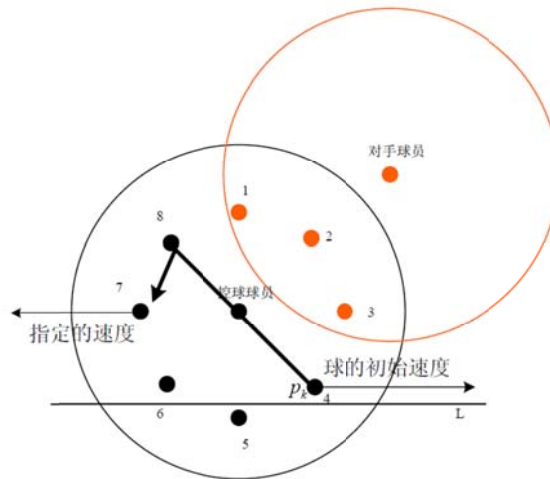


图 3 加入对手影响的同时还处在边线处的踢球线路

图1表示没有对手影响的踢球路线，粗黑线表示球员倒脚；图2表示加入了对手影响的踢球线路，点1、2、3表示对手可以踢到球的位置；图3表示在加入对手影响的同时还处在边线处的踢球线路，线L表示边线，则点5为界外的点。从图中可以看出，算法很好的和各种实战的情况结合起来，有很高的实际价值。

2. 射门

Apollo2D 对原有的射门技术进行改进，利用蒙特卡洛算法和在线查表法提高球员射门的决策效率和射门精度。在比赛中球员进行射门的时候有可能出现如下的问题：当前场上状态对于该球员来说，具有较好的射门机会，但由于某些原因，球员错误的判断此时为小概率进球机会而错失射门良机；当球员距离球门达到一定的值的时候，球员随意的进行射门，被对方守门员得到，浪费进攻机会；球员射门选择的角度错误，被对方守门员化解。我们有必要对球员射门技术进行优化，提高球员射门的判断能力。为此，可以把射门问题归结为如下优化问题：在给定环境下，寻找一个使进球概率最大的射门目标点。为分析简单起见，首先假设，进球概率等于两个独立子事件概率之乘积。这两个独立子事件概率是：不考虑对方守门员因素时，球射中目标点的概率；在设定目标点情况下，对方守门员拦截到球

的概率。由于子问题是独立的，当向球门内某点射去时，成功得分的概率等于以上两个概率的积。

2.1 对球运动的噪声建模

无守门员干扰情况下，球射进球门的概率。球的运动遵循由比赛服务器Server规定的运动模型。球按运动规律式，出于分析和仿真简单的考虑，把球的起始位置设置在坐标原点，且球的初始运动速度为3m/s沿x轴正方向。对球的随机干扰和风阻按Server规定施加。在这种情况下，借助蒙特卡洛仿真实验，球的实际运动轨迹如下图所示。

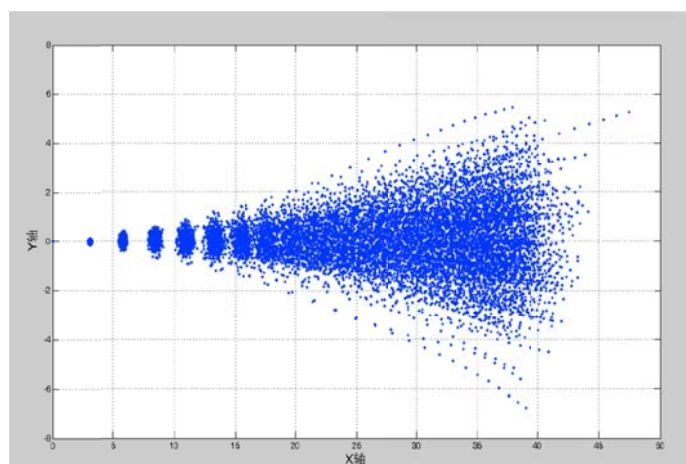


图3 球的实际运动轨迹

2.2 球进入对方球门的概率

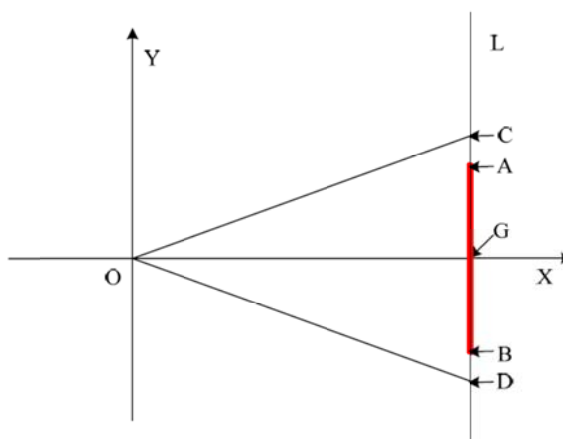


图4 射门仿真实例图

把球放在原点O，沿着X轴正半轴向目标点G射去，最终球的轨迹与直线L的交点会全部落在线段CD内。显然，线段CD的长度与OG的长度成正比。做大量的重复试验，如10000次，然后可以统计其中球会落在某一小块区域的概率并得出表格，写入程序供在球员在线查表并决策。如图4中，球由原点射向目标点G，重复做10000次试验，其中有90%的交点落在线段AB内。AB的区域大小和球的初速度及目标点与射出点之间的距离有关，列出一张表嵌入到Apollo2D程序中，表格1是其中该表中的部分数据。

表1 AB与初速度及OG 距离关系表格

初速度 OG 距离	3.0	2.9	2.8	...	2.2	2.1
25.0	±0.8325	±0.8495	±0.8805	...	±0.9655	±0.9975
24.9	±0.841	±0.8455	±0.849	...	±0.9675	±1.003
24.8	±0.8345	±0.843	±0.853	...	±0.957	±0.988
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24.3	±0.803	±0.813	±0.8295	...	±0.9325	±0.9625
24.2	±0.8235	±0.8075	±0.8335	...	±0.9405	±0.942
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

2.3 守门员得球的概率分析

守门员截到球的概率完全依赖于该守门员的行为决策,包括守门员当前的站位与移动决策。我们选择Helios作为守门员的模型。为了建立一个合适的数学模型,通过分析守门员的动作可以发现,守门员一般在距球门一定距离的一条直线上来回移动,同时对方守门员的移动由球的位置决定。根据这一规律,建立一个BP神经网络,选择守门员的水平坐标作为一个输入,球相对于守门的坐标作为另外两个输入,同时再将期望射门点作为一个输入,输出为射门成功的概率。网络在使用的时候根据场上物体的位置,选择射门成功率最高的点。实验过程如下:让球员带球到对方球门前,当球距离球门一定距离的时候将球射向某一点。可以只实验球在球门左侧或者右侧的情况,因为对称的原因,两边的结论是一致的。这里给出球员在右侧(37, 4)点附近射门时,向各个期望点射门成功的概率,成功概率曲线如下图所示。

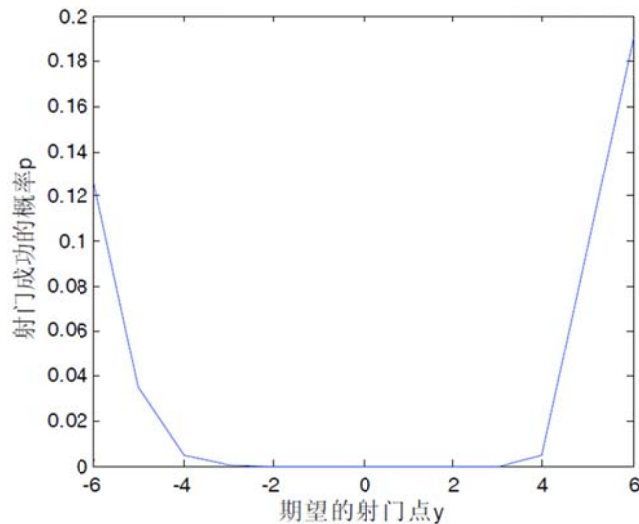


图3 射门成功概率曲线图

2.4 选择射门点

通过前面的分析与讨论,已经可以知道如果把球射向某个点,球会以某个人为控制的概率如0.9落在某一区域内。因此球员在做出射门的时候,可以分为以下几个子任务:选择射门点;判断概率;修正射门点;执行踢球动作,将球加速到最大速度。若球可以顺利的滚进

球门，而守门员抓到球概率最小的点是两个门柱点。因此可以做出这样的决策：在保证球进入球门的前提下，使得球尽可能的偏向两个门柱。另一方面，射门的距离越远，球的运动噪声越大，因此在决策过程中，会人为的把远端门柱计算出的概率乘上一个系数。

3. 上层策略

Apollo2D 队根据比赛的实际情况，根据足球专家知识，为多个球员之间配合设计了一系列的策略。采用策略库决策机制的优点就是可以利用人类经验知识和足球专家知识来辅助球员进行决策，从而实现多个球员之间协作。在这基础之上，我们主要改进了Apollo2D中的策略模块。

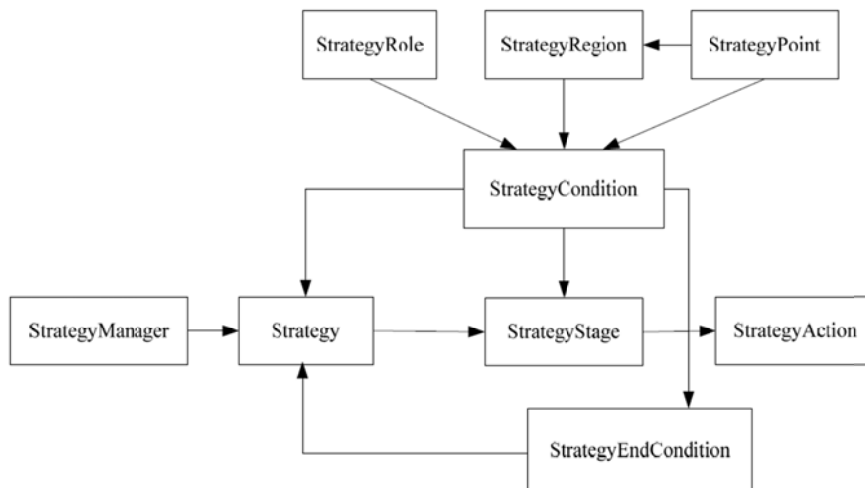


图 4 策略类结构示意图

为了从策略库中解析策略并转化为程序中的策略对象，Apollo2D 设计了 Strategy 类、StrategyStage 类、StrategyCondition 类、StrategyAction 类、StrategyEndCondition 类、StrategyRegion 类、StrategyPoint 类，以及 RoleAllocation 类。为了管理策略对象，Apollo2D 还设计了 StrategyManager 类。StrategyPoint 类对象用于构造和存储策略中涉及的点。由若干个 StrategyPoint 对象组合成一个策略区域，即 StrategyRegion。例如：一个矩形区域由其两个对角顶点表示，一个三角形由其三个顶点表示。StrategyRegion 类还包括表示区域类型的成员变量，以及用于描述扇环的内径、外径、起始角度、角度范围的成员变量。

StrategyAction 类描述策略中的指导动作，它包括指导动作的类型和参数等信息，一个 StrategyAction 对象仅包括一个角色在一个阶段的指导动作，所以如果一个策略阶段涉及多个角色，就应有多个 StrategyAction 对象。

StrategyStage 类表示策略阶段。一个策略阶段由一 StrategyCondition 对象和若干个 StrategyAction 类对象就构成，此外，一个策略阶段还包含该阶段的生存周期等信息。

StrategyEndCondition 类表示策略的结束条件，StrategyEndCondition 对象包含三个 StrategyCondition 对象，分别表示成功退出条件、失败退出条件和中止条件。

通过比赛实际测试，策略的使用能够更好的指导多 Agent 间的协作和提高整队的比赛水平。

关于 LOG

所提交的 LOG 是 Apollo2D 与 Apollo2D-2011 比赛 3000 周期情况，录像中的进球体现

了本文所述的快速带球和射门技术，高效灵活的上层策略。

参考文献

- [1] Mao C., Klaus D., Ehsan F., Fredrik H., ZhanXiang H., Spiros K., Kostas K., Johan K., Jan M., Itsuki N., Oliver O., Pat R., Timo S., Yi W. and Xiang Y.: RoboCup Soccer Server for Soccer Server Version 7.07 and later(2003)
- [2] Ma,J.:Distributed Intelligent Decision and Optimized Learning in RoboCup Simulation. Bachelor Degree Thesis. Nanjing University of Posts and Telecommunications. First prize awarded in Jiansu thesis competition, China (2006)
- [3] JianFeng C.:Multi-Agent System and 2D simulated autonomous robotic soccer team. Master Degree Thesis. Nanjing University of Posts and Telecommunications.(2009)
- [4] Zhongbao J.: RoboCup2D simulated soccer team and Multi-Agent cooperation. Master Degree Thesis. Nanjing University of Posts and Telecommunications.(2011)