

基于多智能体协同的角色互换策略的研究应用

章成飞,程泽凯,秦 锋

(安徽工业大学 计算机学院,安徽 马鞍山 243002)

摘 要:多智能体协同技术是人工智能领域的一个重要分支。机器人足球比赛为多智能体协同技术的研究提供了一个测试平台,仿真机器人足球比赛球员 Agent 具有号码属性与角色属性。文中以仿真机器人足球比赛中的球员 Agent 为研究对象,利用在线教练机制对球员 Agent 进行建模,提出了对手角色识别策略以及基于多智能体协同的球员 Agent 动态角色互换策略。在 Agent2D 底层中编程实现,与某球队进行测试,胜率大大增加,结果表明了该算法的有效性,该算法可提高球队的进攻能力。

关键词:多 Agent;在线教练;动态角色互换;对手角色识别;多智能体协同

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0151-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.035

Research Application Based on Strategy of Multi-Agent Cooperative Role Exchange

ZHANG Cheng-fei, CHENG Ze-kai, QIN Feng

(College of Computer, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: Multi-Agent cooperative technology is an important branch in the field of Artificial Intelligence (AI). Robot football race provides a test platform for the study of Multi-Agent cooperative technology. The football player named Agent in the robot simulation football race has both number attribute and role attribute. It makes Agent in the robot simulation football race as the research subject. Model for Agent with online coach mechanism and put forward the tactics to identify the counterparts as well as the strategy of football players' dynamic role exchange. In the underlying 2D of Agent, programming comes into effect. When one robot simulation football team tests with the other one, the winning probability is going to be raised by a big margin, which demonstrates the efficiency of this algorithm. And the algorithm can also improve attack ability of the football team.

Key words: Multi-Agent; online coach; dynamic role exchange; opponent roles identification; Multi-Agent cooperation

0 引言

机器人足球世界杯即 RoboCup,是近年来发展迅速的一项国际学术竞赛项目。RoboCup 通过提供一个标准、易于评价的比赛环境,促进分布式人工智能 DAI 和多智能体系统 MAS^[1]在分布控制、实时异步、有噪声的对抗环境下的决策和协同问题的研究和发展^[2]。从而使得多 Agent 协同技术成为目前人工智能领域中最新、最重要的研究方向之一。

由于 RoboCup 比赛具有动态性、不确定性和实时性的特点^[3],就要求球队的协作能应付这种复杂的环境,其关键是球员要有灵活的协作能力。角色是面向

Agent 软件开发方法研究中的一个重要抽象概念。就目前的仿真比赛而言,一支球队的阵形确定后,某号码的球员角色也随之确定,这样会局限其灵活性。希望通过在线教练的角色识别和角色动态互换来建立一种统一的角色策略,简化球员 Agent 的行为设计。文中接下来将结合多 Agent 协同技术介绍相关研究成果。

1 相关研究评述

和实际比赛一样,仿真比赛赛场上的每个队员都被赋予了两种属性:球员号码属性和球员角色属性。角色属性定义存储在球队阵形中,球队的阵形确定,球

收稿日期:2012-11-22

修回日期:2013-02-20

网络出版时间:2013-05-09

基金项目:安徽省高校自然科学基金项目(KJ2011A039);2010年安徽省省级重点教学研究项目(20100374)

作者简介:章成飞(1990-),男,安徽铜陵人,研究方向为人工智能;程泽凯,副教授,硕士生导师,研究方向为人工智能、数据挖掘等;秦 锋,教授,研究方向为人工智能、机器学习等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130509.1057.011.html>

员的号码属性与角色属性就完全捆绑在一起。比如目前比较流行的几个底层代码,荷兰阿姆斯特丹大学研发的 UVA 底层代码、中国科技大学研发的 WrightEagle 底层代码和日本东京工业大学研发的 Agent2D 底层代码,它们采用的都是将球员号码赋予不同角色的策略。如 Agent2D 底层球员角色分配如表 1 所示。

表 1 Agent2D 球员角色分配表

球员角色	门将	后卫	边后卫	防守中场	进攻中场	边前锋	前锋
球员号码	1 号	2,3 号	4,5 号	7,8 号	6 号	9,10 号	11 号

这种球员角色划分都是将号码与球员的角色依附在一起,比如 11 号代表前锋角色,2、3 号就是后卫角色,这就使得开发者在写球员决策时一般采用球员号码属性,而很少采用角色属性。考虑球员的角色属性可以使球队代码的开发更加灵活,希望将球员的角色属性应用到球队的开发中,并赋予角色属性更多的角色策略,比如文中接下来要阐述的球员动态角色互换策略等。

前人关于多智能体的角色动态互换的研究不多,主要还是理论探讨。安徽大学柯立堃^[4]提出一种球员角色分配转换的方法。此方法可以描述为:当有球员 Agent 认为自己不适合继续担任现分配的角色时,提出申请并写到数据区中,这样策略当读到数据区的信息时就会读到这个申请,然后对球员 Agent 重新分配角色,从而实现了角色转换。

北京工业大学刘巍等^[5]提出一种黑板结构的角色分配策略。此策略可描述为:各个机器人及策略可以把和自己有关的有用信息写到一块类似黑板的全局中央数据库中供别的机器人或策略读,这样各个机器人及策略就可以读到他们认为有用的信息来做自己的决定,最后球员通过这种黑板结构来实现角色的分配。

但是,上述的两种方法都没有考虑到每个球员 Agent 之间的通信机制。首先,Server 不允许单独的球员 Agent 去同时读写同一个数据区的内容^[6];其次,每个球员 Agent 都是单独的一个进程,进程与进程间要想实现通信必须通过球员自己喊话广播信息或者通过在线教练喊话来完成^[7],且这种通信是受限的。

2 基于动态更换球员的 Agent2D-EX

2.1 对手角色识别模块

笔者通过对 Agent2D 底层代码的理解,利用在线教练实现了角色识别和角色动态互换功能。先建立并维护相关的号码表,再利用在线教练对对方球员进行角色建模。主要实现过程如下:

Step1:在球员 Agent 的世界模型中建立并维护对方号码表 Opp_num_table 和队友号码表 Player_num_table,用于记录对方球员角色信息和队友角色信息。

Step2:根据比赛中每个角色活动区域内的频繁性,将整个球场划分成 A 区,B 区,⋯,L 区等 12 个区域,如图 1 所示。

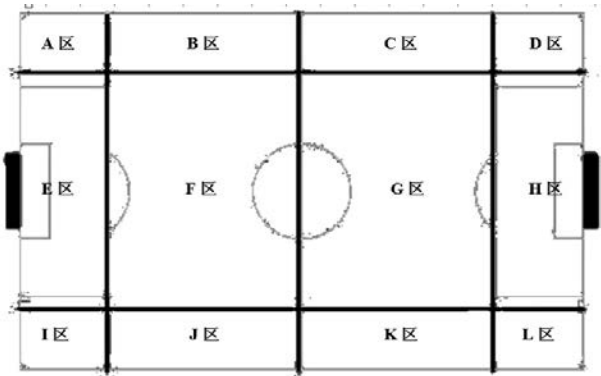


图 1 球场分区示意图

Step3:通过离线训练和采样统计,得到每个角色在不同区域的加权系数,记录在 SV[i]数组中(i 取 0 ~ 11,表示不同的区域);在正式开始比赛时,由在线教练统计一定周期 T 内每个球员具体的位置信息,并保存到 TP[unum][time]中(unum 取 1 ~ 11,表示球员号码,time 取 0 ~ T,表示采样的周期数)。

Step4:对不同号码的球员在比赛不同周期内的位置进行加权计算,并求其平均值,计算公式如下:

AVGV[δ] = (∑_{β=1}^{max} SV[α] × TP[δ][β]) / T (1)

其中,δ 表示球员号码;α 表示当前周期球员所在的区域;β 表示当前周期;T 表示在线教练数据采样的一个时间跨度。

Step5:再定义一个 value 函数,用来评估球员在某一区域内的不同动作。也就是说,球员在不同的区域执行不同的动作会有不同的 value 值。这时把对手所在区域、区域内控球周期以及区域内动作等作为考虑因素^[8],就可获得二次评估值。这些值可以通过分析比赛数据人为来确定。采用了二次评估函数综合考虑了多种影响因素,使得最终的预测更加精准。

Step6:将式(1)的计算结果和 value 函数返回值相加得到一个较精确的相对位置,再根据阵形得到具体号码的角色信息。在线教练用新得到的一组角色信息,去和自己世界模型中的角色表中的信息进行比较,如果完全一样,则不做任何操作;否则,进行下列操作。

Step7:在线教练更新世界模型,并喊话广播信息给所有球员。球员收到信息,解析后更新自己的世界模型。球员通过访问角色表实施相应策略。防守盯人相关代码如下所示:

```
if (wm.self().unum() == wm.get_Player_num_table()->get_center_back_left())
{
    || wm.self().unum() == wm.get_Player_num_table
    ()->get_center_back_right()) {
```

```
if (Bhv_MarkOpponent ( target_point, wm. get_Opp_num_table  
( )  
->get_opp_center_forward() ). execute( agent)) {  
return true; } }
```

2.2 队友角色互换模块

角色互换模块的核心是触发条件的产生,将触发条件封装在 Exchange() 函数,Exchange() 中触发条件的约束如下:

(1) 由于体能总量有限的原因,角色互换不能过于频繁,一场比赛应该控制在 10 次以内,目前球队一场比赛换球员角色次数平均是 4 到 5 次。

(2) 因为教练在 Play_On 状态下发送触发条件要等到 50 周期后球员才能收到,而非 Play_On 状态下 1 周期就能接收,因此角色互换最好是在非 Play_On 状态下进行。

(3) 考虑到 Server 异构球员时每个球员的最大速度,体能恢复能力等都有一定的差异,因此角色互换的两个异构球员类型不能相差太大。

(4) 角色互换时,距离的长短影响球员的体能状况,因此,任意两个互换的球员距离不能太远。

2.3 在线教练机制

在真正的 RoboCup 仿真比赛中,每支球队除有 11 个独立进程的 Client 外,还各有一名在线教练(Online Coach)和一名离线教练(Offline Coach)^[9]。离线教练主要是在非比赛状态下帮助球员训练的一种离线训练器,故又被称为 Trainer。由于离线教练在正式比赛中禁止使用,所以文中仅讨论在线教练模式。

与球场上球员不同,在线教练是一个有特殊功能的智能体,它能够精确地获取比赛的全部视觉信息,而且可以与所有队员进行通信^[10]。根据在线教练的这种特性,针对目前比较流行的 Agent2D 底层的 433 阵型,文中设计了在线教练的如下几方面的功能:

- a. 在一定周期内快速识别对方球员角色,并实时监控对方球员角色的变化。
- b. 根据我方球员的具体场上状态和形式,实时调整队友的角色。
- c. 通过喊话将更新后的信息广播给每个球员。

在线教练对场上一定周期内无干扰的信息数据进行采样统计,并对其客观评价及分析。最后,把分析的结果以决策的形式发给每个智能体,从而真正实现了在线教练的“临场指挥”的作用。其决策结构图如图 2 所示。

3 实验及结果

基于上述方法实现了 Agent2D-EX 球队代码。进行比赛测试,结果表明球队对对方球员角色的识别率

达到了 95% 以上。图 3 和图 4 给出了 Agent2D-EX 执行角色互换的一个过程(2 号球员与 11 号球员互换角色,3 号球员和 9 号球员互换角色)。

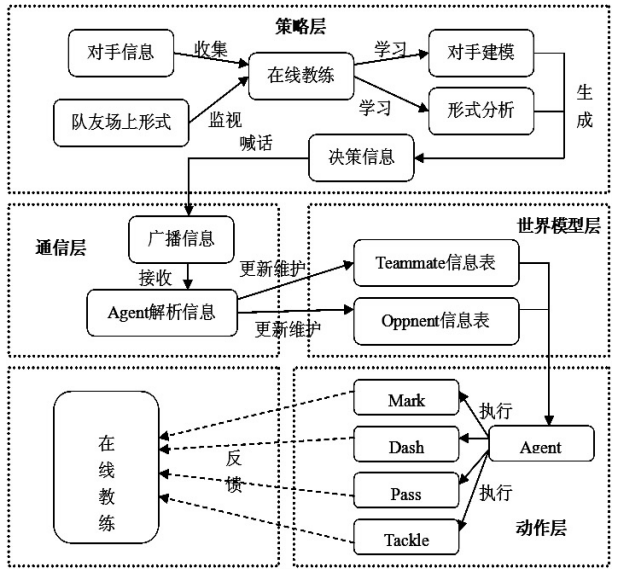


图 2 决策结构图

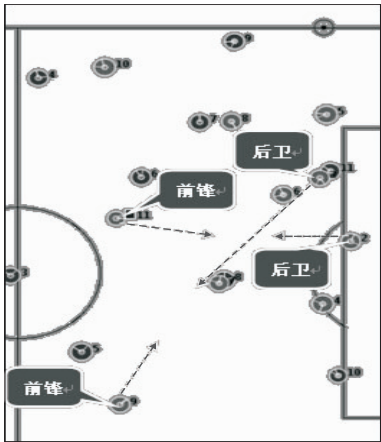


图 3 执行互换模块前

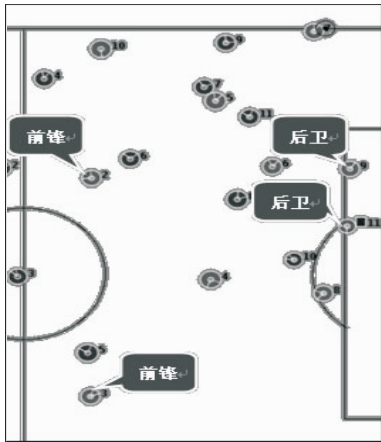


图 4 执行互换模块后

文中选取了 RoboCup 中国公开赛的 A 队为测试对象,该队在最近 5 年的成绩均稳居前 5,该队的防守策略以盯号码为主,防守很稳定,其他队很难进球。分别用未加修改的 Agent2D 代码和加入动态更换角色代

码的 Agent2D-EX 与其各进行了 30 场比赛,比赛结果如表 2 所示。

表 2 与 A 队的比赛结果

	胜负	得失球	净胜球
Agent2D	2:28	14:60	-46
Agent2D-EX	27:3	78:10	68

表 2 比赛的数据表明,加入了动态角色互换的 Agent2D-EX 对 A 队有明显优势。

使用静态异构去分配角色,限制了角色的转换,不能体现球员的灵活性,效率比较差^[11]。通过在线教练动态的角色互换,实现了动态的更换角色后,提高了球队队员的适应性与灵活性^[12];对于攻守不平衡的球队来说,一场比赛下来可能前锋体能已经消耗殆尽,而后卫仍然保持着很好的体能。对于这种情况,同样通过动态转换角色来很好地协调每个角色的体能,同时实现了攻防转换;对于开发者来说,不再是传统的考虑号码属性来写决策,而是真正实现通过统一的调用方法对球员角色属性去写决策。

4 结束语

多 Agent 协同技术在 RoboCup 中有了较为成熟的应用,但是还有很多问题亟待解决,应该进一步深入的探索,以仿真平台作为测试对象,理论联系实际。进一步的工作将收敛压迫式进攻、对方阵形在线学习的思想应用到球队中去,最终实现多智能体协同技术的进一步发展。

参考文献:

[1] 郭 博,程家兴,张大强. 非通讯多 Agent 协作在 RoboCup 中的应用[J]. 计算机技术与发展,2006,16(4):90-92.

[2] Stone P, Veloso M. Multiagent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective [J]. Automous Robots, 2000, 8 (3):345-383.

[3] 谢 雅. RoboCup 中多智能体协作规划的研究及应用 [D]. 长沙:中南大学,2006.

[4] 柯立堃. 基于阵形和角色的多 Agent 协作研究和战术库的设计 [D]. 合肥:安徽大学,2007.

[5] 刘 巍,张 承,马辰威,等. 机器人足球决策及角色分配系统[J]. 哈尔滨工业大学学报,2004,36(7):966-968.

[6] 方宝富,王 浩. 机器人足球仿真[M]. 合肥:合肥工业大学出版社,2011.

[7] 闵华清,范耀军. 基于多 Agent 的 RoboCup 仿真足球比赛通信[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2004,32 (Sup):157-160.

[8] 赵 丽,董红斌. 多 Agent 系统在 RoboCup 中的应用[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报,2005,21(2):40-45.

[9] 耿丽娜. RoboCup 仿真组教练模型研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2003.

[10] Kok J R, Spaan M T J, Vlassis N. Non-communicative multi-robot coordination in dynamic environments[J]. Robotics and Autonomous Systems, 2005, 50(2-3):99-114.

[11] 廖本先. RoboCup2D 比赛仿真机器人足球队的建设 [D]. 广州:广东工业大学,2010.

[12] Sandholm T W, Lesser V R. Coalitions among Computationally Bounded Agents[J]. Artificial Intelligence, 1997, 94(1-2):99-137.

(上接第 150 页)

版社,2005.

[2] Yick J, Mukherjee B, Ghosal D. Wireless sensor network survey[J]. Computer Networks, 2008, 52(12):2292-2330.

[3] 张宏科,梁露露,高德云. IPv6 无线传感器网络的研究及其应用[J]. 中兴通信技术,2009,15(5):37-40.

[4] Xiong Wei, Liu Jianfu, Zhang Guodong. Applications of web technology in wireless sensor network[C]//Proc. of 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology. Chengdu:IEEE,2010:227-230.

[5] Yan Hairong, Xu Youzhi, Gidlund M. Experimental e-Health Applications in Wireless Sensor Networks[C]//Proc. of WRI International Conference on Communications and Mobile Computing. Kunming, Yunnan:IEEE,2009:563-567.

[6] 孙利民,刘 伟. 对大规模传感器网络应用面临问题的思考[J]. 中兴通讯技术,2012,18(2):10-14.

[7] 韩双霞,范一鸣,张 露,等. 大规模 WSN 的三层拓扑架构及其拓扑控制[J]. 计算机应用,2009,29(6):1523-1526.

[8] 张兴强,扬科华,罗 娟. 一种异构传感器网络下的节能分

簇路由算法[J]. 计算机工程与应用,2011,47(11):81-83.

[9] 张玺栋,康桂霞,张 平,等. 基于博弈的大规模无线传感器网络分簇算法[J]. 电子与信息学报,2011,33(10):2516-2520.

[10] Farooq M O, Kunz T. Operating Systems for Wireless Sensor Networks: A Suevey[J]. Sensors, 2011, 11(6):5900-5930.

[11] Dunkels A, Gronvall B, Voigt T. Contiki - a lightweight and flexible operating system for tiny networked sensors [C]//Proc. of 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks. [s. l.]:[s. n.],2004:455-462.

[12] Oikonomou G, Phillips I. Experiences from porting the Contiki operating system to a popular hardware platform[C]//Proc. of 2011 International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems and Workshops. [s. l.]:[s. n.],2011:1-6.

[13] 程 林,陈福生. 无线 Ad_hoc 网络路由协议的分析比较 [J]. 计算机工程与应用,2004(22):143-149.

[14] 庄春梅,陆建德. AODV 协议分析及过期路由维护机制改进[J]. 计算机技术与发展,2009,19(7):44-47.

基于多智能体协同的角色互换策略的研究应用

作者：[章成飞](#)，[程泽凯](#)，[秦锋](#)，[ZHANG Cheng-fei](#)，[CHENG Ze-kai](#)，[QIN Feng](#)

作者单位：[安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山, 243002](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

ISTIC

年，卷(期)：2013(9)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201309038.aspx