

# 基于动态目标驱动的 RoboCup 进攻策略的研究

马 勇, 李龙澍, 李学俊

(安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥 230039;

安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

**摘 要:**模拟机器人足球比赛(Robot World Cup, RoboCup)作为多 Agent 系统的一个理想的实验平台, 已经成为人工智能的研究热点。为了解决传统进攻策略中进攻重点难以确定的问题, 基于动态目标驱动模型, 深入研究了中路进攻策略, 提出了动态评估传球时机的评价函数, 经过 RobCup 实验平台的仿真测试分析, 表明在比赛环境多变的情况下, 该策略仍能提高进攻效率。

**关键词:**动态目标驱动; 智能体; 机器人足球比赛; 进攻策略

**中图分类号:** TP18

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2008)01-0084-03

## Research about Offensive Strategy Based on Dynamic Goal - Driven in RoboCup

MA Yong, LI Long-shu, LI Xue-jun

(School of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230039, China;

Ministry of Education Key Lab. of IC & SP at Anhui University, Hefei 230039, China)

**Abstract:** As the ideal experimental platform of multi-agent system, RoboCup(Robot World Cup) has become the research center of artificial intelligence. To resolve the problem about attacking priority in traditional strategy is difficult to make. Studies a soccer offensive strategy in RoboCup, and brings forward a function which evaluate pass opportunity based on a dynamic goal-driven model. By experiment and analysis on the RoboCup platform, the offensive strategy based on a dynamic goal-driven model still improves offensive efficiency in a changeful environment condition.

**Key words:** dynamic goal-driven; agent; RoboCup; offensive strategy

## 0 引 言

机器人足球的最初想法, 是由加拿大不列颠哥伦比亚大学的 Alan Mackworth 教授于 1992 年正式提出。第一届机器人足球世界杯赛于 1997 年 8 月在日本名古屋举行。RoboCup<sup>[1]</sup> 机器人足球赛最重要的目的是检验信息自动化前沿研究, 特别是多主体<sup>[2]</sup> 新成果、交流新思想以及最新进展, 从而更好地推动基础研究以及应用基础研究及其成果转化。

RoboCup 研究重点是球队的高级功能, 包括动态多 Agent 系统中的合作、决策、实时规划和机器学习等当前人工智能的热点问题。因此, 在国际人工智能领

域, 机器人足球被越来越多的人认为是未来 50 年研究的一个标准问题。它的最终梦想是能在 2050 年发展出能打败人类足球运动员的机器人足球队。RoboCup 采用 Client/Server 方式, 由 RoboCup 联合会提供标准的 SoccerServer 系统, 各参赛队提供各自的 Client 程序。Client 与 Server 之间通过 UDP/IP 协议进行通信, Client 发送指令控制相应的队员, 同时从 Server 端接受队员传感器传回的信息。每个 Client 模块只允许控制一名球员。Client 之间的通讯必须通过 Soccer Server 来进行。

机器人足球比赛是典型的多 Agent 系统(Multi-Agent System, MAS)问题。在 RoboCup 的比赛中需要考虑 Agent 的协商、对抗、合作等问题。比赛中, 每个 Agent 依据当前阵容扮演不同的角色, 比赛的实际情况呈现很大的不确定性。所以我们认为 RoboCup 中的决策具备显著的动态目标驱动特性。为了解决传统进攻策略中进攻重点难以确定的问题, 结合笔者在

收稿日期: 2007-03-23

基金项目: 国家自然科学基金(60273043); 安徽省自然科学基金(050420204); 安徽省高校学科拔尖人才基金(05025103)

作者简介: 马 勇(1980-), 男, 安徽和县人, 硕士研究生, 研究方向为机器学习、智能软件; 李龙澍, 博士, 教授, 研究方向为智能软件、知识工程、软件体系结构。

RoboCup 系统开发和比赛的实践,深入研究了中路进攻策略,并对实时对抗中的具体问题(比如边中结合复合型进攻策略)给出了相应的决策算法。

## 1 动态目标驱动模型

目标驱动的基本思想是“宏观精确,微观模糊”,这里的模糊和精确的对立不像矛盾那样在同一层面上,而是建立在统一的基础上。正是这种驱动机制,使 MAS 中各 Agent 之间可以通过信息通信和知识流动来相互影响、相互制约,使系统整体朝着目标的方向发展。

人们认识到解决非结构化或半结构化问题是通过目标驱动<sup>[3,4]</sup>完成的,因为 Agent 是通过思维状态<sup>[5]</sup>BDI(Belief, Desire, Intention)描述的,所以 Agent 是有目标的实体,求解需要形成对应一些原子行为序列的规划,而行为需要资源来支持。由于对 Agent 知识和能力的有限性假设,导致一个 Agent 不能独立完成目标的求解,需要其他 Agent 的帮助,就是说依赖于其他的 Agent,依赖是一切协作行为产生的前提。

通过对 RoboCup 中的 Agent 思维状态的分析,Agent 之间的依赖关系可分为:

1) 协商依赖。Agent 之间有共同的自身目标,需要对于联合方案进行协商来完成合作,比如进行二过一的两 Agent 之间的关系;

2) 帮助依赖。Agent 之间有共同目标,但是各自的角色不同,这样具有角色目标的 Agent 要帮助不具有角色目标的 Agent,比如后卫帮助助攻,前锋回撤防守等;

3) 预定依赖。Agent 之间有共同的角色目标,它们通常按照预先定义的方案合作,比如进行二过一或三打一配合;

4) 竞争依赖。竞争双方有时为了实现各自的目标,需要进行暂时的合作,但在 RoboCup 中不使用。

## 2 中路进攻的目标驱动策略

在分析 RoboCup 进攻中的依赖时有两项重要的环境知识需要考虑:角色和阵型。角色的概念其实就是一个球员在比赛中承担的责任,每个角色都包括了角色的活动区域以及进攻防守的重心。阵型则是一组特定角色的集合。因此在 RoboCup 中的进攻战术建立如下的 Agent 模型:

$$(R, I, \Upsilon, \$, T, \lceil) \quad (1)$$

其中  $R$  为角色信息,  $I$  为阵型信息,  $\Upsilon$  为异构球员信息,  $\$$  为攻守状态、持球队员位置、“关心范围”内的人员和位置等信息的集合。

### 2.1 Agent 进攻中的依赖

在 RoboCup 中,某一时刻各 Agent 的 B、D 以及环境因素是可知的。也就是说在对自己和对方情况掌握的情况下,Agent 借助于目标依赖和规划依赖可以产生模糊的意图。此外,由于一个仿真球队就是一个 MAS 系统,每个球员都是自治的智能体,在有限通信和对抗的条件下智能体在某个时段内可能并不了解队友的意图。因此,智能体除了通过队友的行为模式来作出部分判断外还应该利用通信来进行协作,以增进彼此的了解并提高合作的成功率。在协商合作和帮助合作的基础上完成进攻决策既有助于明确和优化 Agent 的初始意图,也是在进攻中取得优势的基础。如图 1 所示。

依据式(1)所描述的模型, MAS 就可以根据实时环境下所获取的具体信息建立相应的进攻策略。

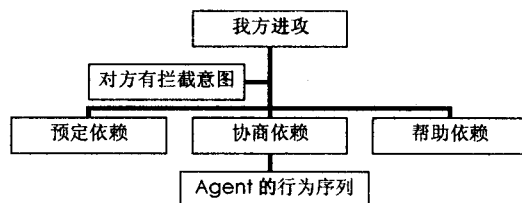


图 1 进攻决策过程中 Agent 之间的依赖关系

### 2.2 动态目标驱动的中路进攻策略分析

现假设我方阵型为 433, 目前中锋 Agent  $M$  (异构球员) 在对方半场待机参与进攻, Agent  $F$  持球组织进攻, Agent  $L$  扯边吸引对方防守, Agent  $R$  在边路策应。Agent  $M$  和 Agent  $F$  之间通过协商, 依据构造的“中路渗透进攻”战术的进攻算法衡量中路进攻的可行性, 算法关键在于构建一个“中路渗透”评估概率函数。如果评估中路进攻成功的可行性低于一个阈值,  $F$  放弃中路直塞球,  $M$  向本方回移动,  $F$  转而继续带球或者将进攻重心转移到边路。如果返回的可行性高于阈值, 则转向中路进攻。

针对图 2 所示, 其中  $E1, E2, E3, E4$  分别为对方防守 Agent;  $L$  为本方活动在左路的 Agent,  $F$  为本方中场控球 Agent,  $M$  活动在中路负责射门,  $R$  为本方活动在右路的 Agent。当  $F$  控球时, 此时  $M$  处于对方 Agent 之间。

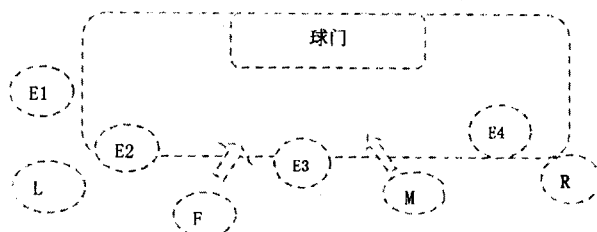


图 2 针对“中路进攻”示意图

### 2.3 评估函数

这里构造了一个评估函数  $f$  以确定采取中路渗透进攻这样的战术策略的成功概率:我方中路渗透成功的概率:

$$f(l_M, \zeta_M, \theta_M, \zeta, l_{E2}, \theta_{E2}, \theta_F, \theta_{FE3}, \theta_{ME3}, k) = \frac{1}{1 + l_M^2} \cdot \frac{\zeta_M^2}{1 + \zeta_M^2} \cdot \frac{1}{1 + \theta_M^2} \cdot \frac{1}{1 + \zeta} \cdot \frac{k \cdot l_{E2}^2}{1 + l_{E2}^2 + (\theta_F - \theta_{E2})^2} \cdot \frac{1}{\frac{\pi}{2} + (\theta_{FE3} - \theta_{ME3})^2} \quad (2)$$

其中  $l_M$  为  $M$  所在位置点与对方球门中心点的距离;  $\zeta_M$  为进攻 Agent (异构 Agent) 的进攻能力;  $\theta_M$  为  $M$  所在位置点和球门中心点连线与球场上轴线所成夹角;  $\zeta$  为系统干扰因子;  $l_{E2}$  表示  $E2$  所在位置点与本方持球 Agent  $F$  的相对距离,  $\theta_{E2}$ 、 $\theta_{E3}$  分别表示  $E2$ 、 $E3$  所在位置点和防守方球门中心点连线与球场上轴线所成夹角;  $\theta_F$  表示进攻方持球 Agent  $F$  所在位置点连线与球场上轴线所成夹角;  $\theta_{FE3}$ 、 $\theta_{ME3}$  分别表示  $F$ 、 $E3$ 、 $M$ 、 $E3$  连线与球场上轴线的夹角。  $k$  表示离  $F$  最近的  $E2$  威胁度模糊值<sup>[6]</sup>, 即  $E2$  是否参与协防尚不确定。Agent 通过自身感知信息以及其他 Agent 的帮助信息确定  $k$  的值。

这里设定:  $-\frac{\pi}{2} \leq \theta_F, \theta_{E2}, \theta_M, \theta_{FE3}, \theta_{ME3} \leq \frac{\pi}{2}$

从式(2)得出以下结论:

1) 影响  $F$  决策的因素除了对方防守 Agent 的位置点, 还有  $M$  的即时能力值; 当  $\xi_M \rightarrow 0$ , 此时  $f \rightarrow 0$ ,  $F$  放弃中路进攻, 转面向边路移动;

2) 当  $\theta_{FE3} = \theta_{ME3}$ , 即  $E3$  处于  $M$  与进攻方持球队员中心时,  $F$  规划中路传球点,  $M$  向  $F$  规划出的传球点移动接应球, 继而形成突破;

3) 函数  $f$  可以确定一个概率, 其取值大小介于 0 到 1 之间。在实验中将中路渗透进攻评估概率设定为 0.6。当  $f > 0.6$  时, 那么 Agent 将采取中路渗透进攻策略; 反之, Agent 将从边路发起进攻。这么做完全符合现实世界足球边中结合的进攻策略。

### 3 仿真测试实验结果及分析

在 RoboCup 仿真平台上进行实验。首先在我方球队 DoBallMove() 中场行为策略中加入文中提出的评估函数  $f$ , 然后分别用采用动态目标驱动进攻策略的球队、未采取此策略的球队和同样的对手球队进行 20 场比赛, 通过比赛记录我方球队攻到对方前场形成射门的效率分别如图 3、图 4 所示。

球队在进攻效率方面有了一定程度的提高, 与以

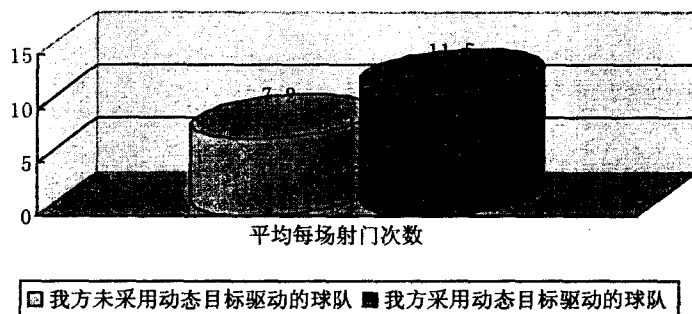


图3 球队平均每场射门次数

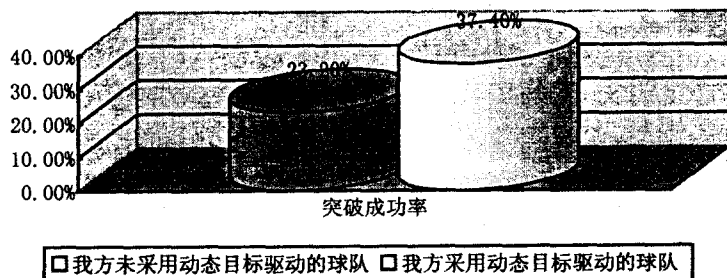


图4 球队平均突破成功率

往我方球队单一的边路进攻策略相比增加了灵活性, 突破次数有了一定程度的增加, 射门的机会也相应增多。

### 4 结论

基于动态目标驱动的进攻策略在比赛中取得一定效果, 相比以往局限于边路进攻的策略, 具有了一定中路渗透的能力。但尚未考虑边路球员和中路球员反越位的问题。Agent 协商模块中可以再加入对越位的判断。未来做的工作还很多, 比如完善中前场进攻策略, 同时在基于动态目标驱动原理的基础上结合强化学习进一步研究 RoboCup 中的进攻策略问题。

#### 参考文献:

- [1] Reis L P, Lau N, Oliverira E C. Situation based strategic positioning for coordinating a team of homogeneous agents[EB/OL]. 2002-05-18/2002-10-24. <http://www.jeeta.pt/robocup/archive.htm>.
- [2] Stone P. Layered learning in Multi-Agent System[D]. Pittsburgh, PA: Computer Science Department, Carnegie Mellon University, 1998.
- [3] 吴建林. 基于案例学习和目标驱动学习的观点生成框架[J]. 系统工程理论与实践, 1999(2): 1-7.
- [4] 程显毅. 面向 Agent 计算(AOC)原理[J]. 小型微型计算机系统, 2000(10): 1059-1061.
- [5] 项后军, 周昌乐. 人工智能的前沿——智能体(Agent)理论及其哲理[J]. 自然辩证法研究, 2001(10): 29-33.
- [6] Shafer G, Pear J. Readings in Uncertain Reasoning[M]. San Francisco, CA: Morgan kaufmann publishers Inc, 1990: 12-16.