

# Mirosot 足球机器人决策系统的研究

魏长水, 贺巧龙, 李东亮

(中国地质大学 信息工程学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**介绍了基于场地分区技术的决策系统在足球机器人比赛中的应用。利用场地分区技术,把比赛场地分成防守区、进攻区、中间区三个大区域,在每个大区域内又细分成多个决策区。由态势分析层—分解任务层—角色分配层—动作执行层构成的决策系统根据比赛场上机器人和球的相关信息,进行场景分析、任务分解、分配角色、执行动作等一系列的决策判断,得到机器人能够识别的指令,完成决策出机器人动作命令的任务。实验结果表明,该系统能快速稳定地指挥机器人进行比赛。

**关键词:**分区技术;角色分配;任务集;决策系统

**中图分类号:**TP18

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2008)05-0031-03

## Research on Decision - Making System of Mirosot Soccer Robot

WEI Chang-shui, HE Qiao-long, LI Dong-liang

(Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** A decision-making system is introduced, which is mentioned for Mirosot soccer robot game. The court is divided into three kinds of areas: defense area, attack area and middle area. All of them are subdivided into several smaller areas. The decision-making system is divided into four layers: condition analysis, task decomposition, roles allocation and action performance, which generates the robot commands according to the information of robots and ball and a series of decision-making processes. Experimental results show that the robots can run stably and quickly at the control of this decision-making system.

**Key words:** subarea technology; role allocation; task set; decision making system

### 0 引言

Mirosot 是 FIRA(Federation of International Robot - soccer Association)举办的机器人足球比赛项目。机器人足球是一个新兴的人工智能研究领域,它融合了实时视觉系统、机器人控制、无线通讯、多机器人控制等多个领域的技术,近年来一直是上述相关领域的研究热点。在比赛中,图像识别能力、控制策略、机器人的通信和控制能力是决定比赛结果的主要因素<sup>[1]</sup>。

Mirosot 机器人足球系统一般由四个子系统构成:视觉系统、决策系统、通信系统、控制系统<sup>[2]</sup>。

其中视觉系统的任务是根据图像采集设备采集的图像数据,进行图像识别,得到机器人

和球的位姿信息(位置坐标  $X$ 、 $Y$  和方向角  $\theta$ ),再由连续的位姿信息得到运动的速度<sup>[3]</sup>;决策系统的任务是根据视觉子系统辨识的位姿信息,决定本方机器人的队形、角色和任务以及左、右轮的速度。通信系统的任务是把由决策系统做出的指令准确地发给机器人去执行。控制系统的任务是把机器人接收到的指令转换成机器人要执行的基本动作,机器人的驱动设备去做相应动作。

Mirosot 足球机器人比赛的决策系统软件流程图及其外部接口如图 1 所示。

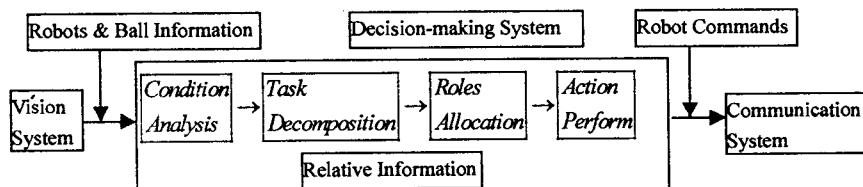


图 1 决策系统结构图

### 1 系统结构设计层次及功能

如图 1 所示,决策系统的主要工作任务是由视

收稿日期:2007-08-20

基金项目:中国地质大学(武汉)研究生学术探索与创新基金资助项目(CUGYJS0727)

作者简介:魏长水(1982-),男,河南人,硕士研究生,研究方向为人工智能、数据挖掘;贺巧龙,硕士研究生,研究方向为人工智能、数据挖掘;李东亮,硕士研究生,研究方向为人工智能、嵌入式开发。

觉系统识别的机器人和球的位姿信息进行分析,对当前比赛所面临的任务进行分解,并把各个子任务分给每个具体的机器人,并将每个机器人指令传给通信系统。本系统采用分层结构,在总体思想上按照 Saridis 三级分层(组织级、协调级和执行级)模型,按照系统的决策知识范围和具体功能作为分层的依据,具体如表 1 所示。

表 1 决策系统层次表

层次名称	具体任务	所属级别
状态分析层	根据球和机器人位置决策攻防策略	组织级
任务分解层	把攻防策略分解成具体任务	组织级
角色分配层	根据具体任务和机器人位置为机器人分配角色	协调级
动作执行层	根据机器人角色和任务规划路径和动作	执行级

## 2 决策系统设计与实现

### 2.1 比赛状况分析

机器人足球决策系统处理场上的信息量表面上是离散、静态的,但实际上是实时的、动态的、连续的,对从视觉系统得到的场上数据的理解不能是精确数量化的,而是一组可以预测未来发展状况的数据。决策系统在比赛开始后,保存以前几个周期的机器人和球的位姿信息是非常必要的,这样不仅可以弥补视觉系统受到不确定因素干扰而找不到物体的损失,还可以最大限度地预测下个周期物体将出现的位姿信息以及得到决策信息<sup>[4]</sup>。

决策系统把比赛场地分为进攻区、中间区、防守区,并把每个区分割成一些小区域,为每个小区域设置攻防参数,根据球所在位置和机器人的位姿信息以及预测的结果决定当前比赛状态应采取的策略(进攻策略、攻防策略、防守策略)。

根据当前球所在的区域的类型,确定当前应采取的攻防策略,然后再确定球所属的小区域,根据小区域设置的进攻系数、防守系数以及当前机器人对球的控制程度(通过机器人和球的相对位置判断)确定具体策略。

### 2.2 任务分解

根据状态分析层确定的具体策略,可以得到当前系统需要完成的总体工作。任务分解层的主要任务是把总体工作分成若干个子工作,然后由角色分配层根据机器人的位姿信息分配给每个具体的机器人。

足球机器人比赛的主要目标是不仅要把球推到对方门区,还要阻止对方把球推向己方门区。根据总的任务的性质,把子任务分为三种类型:进攻类型、攻防类型(进攻或者防守都要用到的子任务)、防守类型。

每种类型又细分为如下种类,如表 2 所示。

表 2 任务表

进攻类型	攻防类型	防守类型
射门、进攻协助、进攻传球、点球等	边线推球、横向等球、正中等球、发球回传、避障到定点等	协助后卫、专职后卫、阻挡射门、拦截传球等

### 2.3 角色分配

为了实现策略对机器人和球的状态能及时得到有效控制,同时为了实现机器人之间的进行协作,从全局角度考虑,把从任务分解层得到的子任务集进行进一步分解和组合,得到可能分配给单个机器人完成角色集(如表 3 所示)。子任务集和角色集的关系是多对多关系,例如:边线推球可以是射门或者助攻角色;自由人可以完成协助后卫、拦截传球等任务<sup>[5,6]</sup>。

表 3 角色表

进攻角色	攻防角色	防守角色
射门、助攻、补射等	左边锋、右边锋、自由人等	守门员、破坏角色、左后防、右后防等

角色分配层需要把每个子任务分配给具体的机器人,影响分配的主要因素是场上的决策因素,选出对角色分配有影响的决策因素作为决策因子,是解决问题的关键。假设机器人的集合为  $RC = \{Robot1, Robot2, Robot3, Robot4, Robot5\}$ ; 待分配的子任务集合为  $TC = \{Task1, T2, T3, T4, T5\}$ ; 可以分配的角色集合是  $RC = \{Role1, Role2, Role3, Role4, \dots, RoleN\}$ ; 根据待分配的子任务集合所对应的角色,组成应分配的角色集合  $CRC = \{Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5\}$ ; 得到完成该角色所要到达的地点坐标集合  $PC = \{P1, P2, P3, P4, P5\}$  以及完成该角色所对应任务的紧急程度集合  $UC = \{U1, U2, U3, U4, U5\}$ ; 按照紧急程度从大到小的顺序为每个角色从机器人集合中选择机器人,选择过程如下:

.....

Number = 0;

While(Number < RobotCount) // RobotCount 为机器人数量

{

Current\_Role = MAX(UC); // 得到紧急集合中最大的数值的编号,并把最大值置零

RobotNumber = Calculation\_Distance(RC, Current\_Role);  
// 计算机器人集合中每个有效机器人到当前角色完成点的距离,并选择距离最小的机器人,并标识该机器人状态无效

Result[Number] = RobotNumber; // 把选择号码存入结果集,以传递给动作层

Number = Number + 1;

}

.....

由于场上形势在时刻变化,每个机器人的角色也

会随着发生变化。当比赛形势没有变化时,某些队员的位姿信息的变化也可能使它不再适合当前的角色,此时就需要考虑进行角色变换。但是过于频繁的角色变化也会导致在动作上不连贯,不变换角色又会使场上行动不灵活,丧失机会,这本身也是对矛盾。为了保持机器人动作的边惯性和最大限度地保持角色分配的灵活性,在变换角色前进行判断,对不需要变换角色的机器人不再重新分配角色,以避免机器人动作出现不连贯。

## 2.4 动作规划

足球机器人比赛的最终结果通过机器人的动作表现出来,因此,机器人动作规划也成为机器比赛的几个关键技术之一。动作规划层以机器人总体任务为目标,将机器人动作按照层次划分,以适应动态的、连续的比赛任务,分为基本动作、组合动作和团队动作。

基本动作负责机器人运动指令与轮速指令之间的转换,实现机器人的基本功能。组合动作是以基本动作为基础,通过一系列的基本动作完成特定的任务的动作。团体动作是以组合动作为基础,通过多个机器人共同完成组合动作而达到特定的配合效果<sup>[7,8]</sup>。

### 2.4.1 基本动作规划

由于足球机器人是两轮移动式的驱动结构形式,而轮式驱动只有正转、反转和不转三种情况,所以机器人的运动只能是以一定速度做直线运动或者以一定的半径做圆周运动,其基本动作主要包括跑到定点、转到定角、以一定半径做圆周运动等。

在设计机器人基本动作时,考虑到机器人在完成基本动作后的状态,如到达目标点后静止或者到达目标点后保持一定的速度。如果到目标点后要求机器人保持静止,则在机器人到达目标点之前要随着距离或者角度的接近速度而逐渐减小,以防止机器人突然停止而出现振荡现象。如果到达目标点后要求机器人保持一定的速度,则在接近目标时把速度逐渐调整到要求的速度。

### 2.4.2 组合动作规划

组合动作是在基本动作的基础上,利用基本动作按照一定的运动规律,具有一定技巧性和目的性,包括射门、拦截、传球、防守、解围、追球(或带球前进)等技巧性进攻或防守动作。虽然为机器人设计了基本动作,但在比赛过程中,会大量出现类似机器人到达边界需要返回、射门、拦截球等现象,如果都有基本动作去处理这些现象,会造成系统结构不清晰和程序实现困难。针对比赛中大量出现的复杂动作,在基本动作的基础上设计出处理复杂现象的基本动作序列,形成组合动作。

在比赛过程中,场上物体的状态存在瞬时性和鲁棒性。随着场上物体位姿信息的变化,当组合动作没有完成时,该组合动作已经不再适合当前的比赛状态。因此,在动作规划过程中,决策系统会在每个运动周期内根据场上物体位姿信息,如果组合动作没有完成的必要,就会为该机器人重新规划路径。

### 2.4.3 团体动作

团体动作是指由两个或两个以上的机器人通过相互配合才能完成的,或者是为实现某个特定战术意图的动作。团体动作是需要策略层中进行统一调度,需要利用多个机器人之间进行相互配合,如一传一射、补射、底线传中、包抄等。

在比赛过程中,每个机器人虽然都有明确的任务,但机器人之间应该是相互协作的,两个或者两个以上的机器人的任务应该能构成更复杂的任务来完成特定的功能。为完成复杂的任务可能有多个机器人共同完成某项团体动作,如:机器人A要把球绕过对方机器人B到达某个位置,可让某个机器人C到达这个位置,然后由A把球传出以实现把球传到指定的位置的目的。

## 3 结论及展望

详细讨论了基于Mirosot足球机器人比赛决策系统的设计思想和结构,利用分层思想把决策系统分为状态分析层、任务分解层、角色分配层、动作执行层,能清晰、完整地完成任务。该系统结构虽属于集中控制模式结构,但能注重各个机器人之间的协调和任务的相互配合。文中策略的建立依赖于经验值确定,不能在比赛过程进行自主学习,在角色分配时机器人角色的选择也依赖于设计者的经验,能进行自主学习的决策系统的设计有待于进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 罗忠文,刘宏志,叶茂,等.基于图形处理器(GPU)的机器人视觉[J].哈尔滨工业大学学报,2006,38:996-998.
- [2] 王牛,李祖枢,潘娅,等.Mirosot足球机器人决策系统设计与实现[J].哈尔滨工业大学学报,2006,38:1380-1383.
- [3] 郑伟,王越超.基于Internet的遥操作机器人足球系统设计[J].机器人,2006,28(3):255-258.
- [4] 张宏辉,陈启军,杨志仪.RobotCup小型组机器人的快速识别与判定[J].哈尔滨工业大学学报,2006,38:1343-1345.
- [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.

源。

客户价值分析将是整个 Web 2.0 系统 CRM 功能的核心,通过对各种渠道采集到的客户行为数据进行清洗和多维度的综合分析,得到对客户的行为特性分类,并根据分类和 2.0 后台的内容产品数据库、业务数据库的相关信息来综合评估客户的价值,形成客户价值分析、客户细分、客户忠诚度分析、客户满意度分析和客户的行为特征提取等方面的评估报告。这些评估结果将成为后续针对性营销和分级客户管理的依据。

## 2.5 与增值业务的关联接口

Web 2.0 的进一步发展趋势是构建虚拟社区,通过特定主题的吸收,以自身的 Web 2.0 系统为社区中的用户提供沟通的平台,并以在线的方式来创造社会和商业价值。

增值业务作为客户数据采集的一个新来源,也需要和 CRM 系统有机整合在一起。通过增值业务的客户管理接口,Web 2.0 的 CRM 功能将进一步延伸到增值业务领域。

## 3 Web2.0 的 CRM 系统框架

针对上面关键技术的分析研究,文中在传统 CRM 架构的基础上提出了一个全新的 Web 2.0 的 CRM 系统框架(如图 2 所示)。该系统框架包含了用户管理子系统、增值业务管理子系统、客户端子系统和公共服务子系统<sup>[5]</sup>。

其中用户管理子系统是对用户进行管理的核心部分,它是在传统 CRM 的基础上,根据 Web 2.0 用户特点经过改进而成,通过与客户端的交互获得客户价值分析的数据。增值业务管理子系统是针对 Web2.0 增值业务运营需求定制开发的,为增值业务运营提供了客户管理的支持。整个系统平台对外提供了对 Web、wap 和电话平台的统一接入方式,并针对 Web/wap 接入提供了富客户端模式的终端子系统以实现对客户行

为数据的精细化采集。

整个 Web 2.0 的 CRM 系统还将与 Web 2.0 平台的内容管理系统和业务 BOSS 系统进行关联接口,以实现 Web 2.0 的整体运营管理。

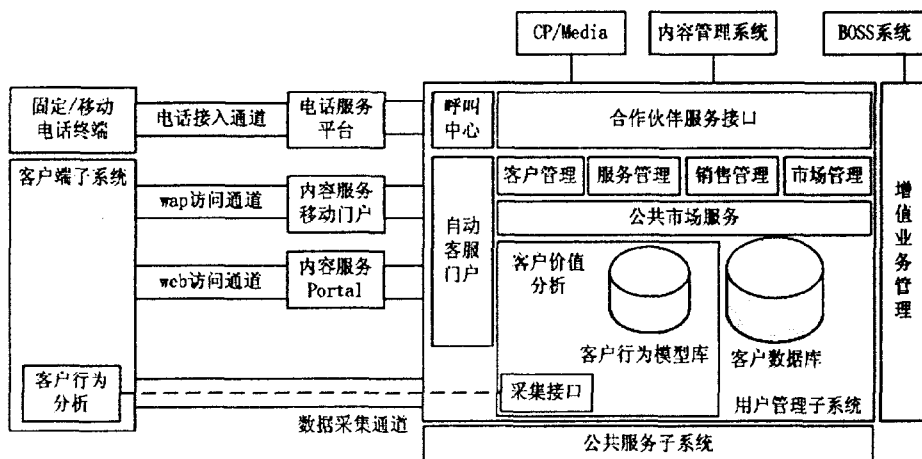


图 2 Web2.0 下 CRM 框架图

## 4 结束语

在 Web2.0 模式下,用户、产品和服务等很多方面的特性都已经发生了改变,传统的 CRM 已经不能够满足 Web 2.0 网站客户管理的实际需求。文中针对 Web2.0 的新特点,在传统 CRM 的框架基础上分析了 Web 2.0 的 CRM 系统的关键技术,并据此进行了 Web 2.0 CRM 系统框架的设计,该系统架构能够满足目前 Web2.0 运营中的客户管理的实际需求,可为后续 Web 2.0 的后台应用开发提供参考。

### 参考文献:

- [1] 中国互联网协会. 2005-2006 中国 Web2.0 现状与趋势调查报告[R]. 北京: 中国互联网协会, 2006: 10-60.
- [2] O'Reilly T. What is Web2.0[EB/OL]. 2005. <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-Web-20.html>.
- [3] 黎志成, 王虎. 客户关系管理实施研究[J]. 企业天地, 2004(11): 2-3.
- [4] 朱德利. Web2.0 的技术特点和信息传播思想[J]. 现代情报, 2005(12): 2-3.
- [5] 何荣勤. CRM 原理·设计·实践[M]. 第 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2003: 55-140.

(上接第 33 页)

- [6] 周军, 景征骏, 陈盛, 等. 基于攻守平衡的足球机器人进攻策略的设计与实现[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38: 1339-1342.
- [7] 韩学东, 洪炳鎔, 孟伟. 机器人足球射门算法研究[J]. 哈

尔滨工业大学学报, 2003, 35(9): 1064-1066.

- [8] 王红安, 赵臣, 王华, 等. 微型足球机器人守门员策略研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(7): 884-886.