

基于多智能体的全自主足球机器人系统的组织结构及其求解机制

An Organization Structure and it's Solving Mechanism of
Self-control Soccer Robot System Based on Multi-Agent System

谢云 杨宜民

(广东工业大学自动化学院 广州 510090)

Abstract In this paper, we introduce some organization structure of multi-agent system, and constitute an organization structure and it's solving mechanism of self-control soccer robot system based on multi-agent theory, aim at the characteristic of soccer robot system.

Keywords Multi-agent system, Organization structure, Problem solving, System architecture

1 前言

自90年代以来,多智能体系统(MAS, Multi-Agent System)理论一直是分布式人工智能(DAI, Distributed Artificial Intelligence)领域研究的主要内容和热点。多智能体系统理论已经应用于工业制造、信息系统、交通控制、并发工程设计、多机器人等相当广泛的各个领域。

在机器人技术领域,要求机器人的能力不断提高,应用范围不断拓宽,以完成单机机器人难以完成的复杂作业;或者通过多机器人的协作大大提高作业完成的效率;或者用多个简单机器人替代单个制造困难的复杂机器人去完成某个作业。因此,人们很自然地多智能体系统理论应用多机器人协作中,便产生了多智能体机器人系统(MARS, Multi-Agent Robot System)。多智能体机器人系统技术正在蓬勃发展之中,并成为当前的热中之热。

足球机器人系统是机器人组成的分布式系统,是一个多学科多领域系统的集成,是典型的多智能体机器人系统。自主式足球机器人则由于其更具自主性、分布性和功能的完备性,代表着足球机器人的发展方向。本文将针对自主式足球机器人系统,构造基于多智能体的全自主足球机器人系统的组织结构及其求解机制。

2 多智能体系统(MAS)及其组织结构

2.1 智能体(Agent)与多智能体系统(MAS)

起源于人工智能的术语“Agent”正在不同的诸多领域越来越广泛地被使用。但是不同的领域对它的理解各不相同,所以它并没有一个精确的定义。其中,较为典型的是Shoham的BDI模型,即Agent应具有信念(Belief)、愿望(Decision)、意向(Intention)等特点。此外,Wooldridge和Jennings认为A-

gent应具有自主性、社会交互性、反应能力和预定能力。因此,可以简单地定义为:Agent是在社会的、动态的环境下,利用有限的条件、自主地认识和改造环境的智能体。

多智能体系统(MAS)是多个Agent的集合。Agent相互之间以及Agent与环境之间,通过协商和协作共同完成单个Agent不能或者难以解决的问题。其中,Agent的协作关系是自发的、动态的,系统的功能并非单个Agent功能的简单和。

多智能体系统研究的主要内容有:系统的组织结构,Agent间的通讯,Agent间的协商与协作,Agent系统的机器学习,Agent系统的动态特性等等。它们直接关系到多智能体系统的性能。

2.2 多智能体系统(MAS)的组织结构

多智能体系统的组织结构是指系统中Agent直接的信息关系和控制关系,以及问题求解能力的分布模式。它是结构和控制的有机结合。它通过对角色、行为预测和控制关系的定义,提供Agent活动和交互的框架。组织结构是多Agent系统中许多其他问题研究的基础。因此,将各个Agent有效地组织起来,使Agent相互之间以及Agent与环境之间的通讯、协商和协作顺利进行,是多Agent系统研究的重要环节。

多智能体系统的组织结构可以是主从式的层次结构,也可以是完全自主的平等式结构。具体的组织结构形式应该根据具体的应用问题而定。一般地,多智能体系统的组织结构形式有行政管理型、问题求解型和完全自治型三类。

1)行政管理型组织结构 行政管理型组织结构是主从式的层次结构。按照工作职能和范围,将Agent分为管理Agent、功能Agent和应用Agent三种。管理Agent负责系统的管理,问题的划分与决策,并且对其它Agent进行控制和监督。功能Agent

具有通用任务执行功能,协助管理 Agent 完成某些系统任务。应用 Agent 具有特殊事务处理功能。这种结构稳定性和可控性较强,但是欠缺系统灵活性和个体自治性。

2)完全自治型组织结构 完全自治型组织结构中,每个 Agent 都可以自主地达到自己的目标,相互之间没有管理与被管理的关系,是一种完全开放的结构形式。这种结构最具系统灵活性和个体自治性,但是稳定性和可控性差。

3)问题求解型组织结构 问题求解型组织结构是多 Agent 为了协同完成某项任务,而形成的一种动态的结构形式。各 Agent 之间的关系是动态变化的。一旦任务完成,组织关系自行解除;而当新任务到来,又形成求解新问题的组织关系。这种结构介于主从式和完全自治式结构之间。它既有系统灵活性和个体自治性,也能保证稳定性和可控性。

2.3 多智能体系统的求解机制

多智能体系统的问题求解要适应动态的、不确定的、开放的环境,求解过程和方法是 Agent 通过交互表现出来的。一般地,多智能体系统的问题求解有面向共同目标的和面向不同目标的问题求解两种方式。

1)面向共同目标的问题求解 如果 Agents 有共同的目标,当单个 Agent 不能或者难以完成,或者多个 Agent 一起完成更加有效时,需要多 Agent 协作完成。

Wooldridge 和 Jennings 曾经给出面向共同目标的合作求解的四步模型,即识别潜在的合作、队形成、联合规划形成以及队活动。

2)面向不同目标的问题求解 如果 Agents 有各自不同的目标,当单个 Agent 难以独立完成,或者通过将部分(或全部)目标委托给其它 Agent 更加有效时,需要多 Agent 协作完成。

Alonso 曾经给出基于依赖关系的合作求解的三步模型,即识别 Agent 之间的依赖关系,通过协商交换提议,以及 Agent 采纳互相约束的社会承诺。

3 多智能体自主足球机器人系统

3.1 全自主机器人足球赛及其 Agent 模型

Robocup 全自主机器人足球赛在 $5m \times 7m$ 的绿色场地上,使用红色标准排球为比赛用足球进行的两队对抗赛。比赛分上下两个半场,各为10分钟。比赛规则与真正的足球赛相似。以5对5的全自主机器人足球赛为例,图1给出场地的划分,表1给出绿队的角色划分。

参与全自主机器人足球赛的两个队,分别构成一个自主足球机器人系统。自主足球机器人系统中,

黄队禁区	A1	B1	C1	D1	绿队禁区
	A2	B2	C2	D2	

图1 场地划分

表1 角色的划分

角色	主要职责	次要职责	活动场地
前锋 g4, g5	进攻、射门、抢断	传球	$A1 + A2 + B1 + B2 + C1 + C2$
中锋 g3	传球、抢断	射门、防守	$B1 + B2 + C1 + C2$
后卫 g2	防守、传球	抢断	$C1 + C2 + D1 + D2$
守门员 g1	守门		禁区

每个独立的机器人个体,可以看成是一个 Agent。在系统组成的社会中、在动态的环境下,每个 Agent 利用有限的条件和手段,自主地认识环境和完成目标。它们需要分散化和分布式的多机器人组织结构、合作策略、通讯方法、协调机制和对抗规则等。每个机器人 Agent 作为机器人智能的体现者,是一个功能完全的对象模型,有自己的信念、愿望、目标、意图、承诺和规划等思维属性。

全自主足球机器人 Agent 由机器人车体、知识信息收集处理子系统、规划与决策子系统和通信子系统四部分组成。

1)机器人车体是包含了轮式驱动、控制器和摄像头等硬件设备的物理实体。

2)知识信息收集处理子系统包含:初始化读取部分静态障碍的信息;CCD 全局视觉信息接收处理,超声波近距离或者实现的障碍信息接收处理,激光全局定位,以及信息融合、结果综合分析和车体定位等。

3)规划与决策子系统是自主足球机器人的核心功能,包含:组织结构形成和动态变化;全局路径规划选取静态目标(球门);局部路径动态规划以跟踪目标;动态冲突预测和碰撞规避等。

4)通信子系统作为实现多机器人合作的关键,通信子系统是系统动态运行过程中高效的信息交互的最基本手段,需要建立一个无线局域网平台及相关的合乎要求的硬件系统和软件协议。

3.2 多智能体的全自主足球机器人系统的组织结构

机器人足球赛是一个动态变化的环境,机器人处理的是不定的、不完全的、甚至不一致的环境信息,并且突发事件经常发生。因此需要一种灵活的组织结构来适应动态环境下的复杂性和不确定性。

机器人足球赛有场地和角色划分的特点。各 Agent 个体有一定的角色分配,并在共同的目标下有着相对固定的不同的任务。所以也需要 Agent 个体能够有一定的自治性。这样才能够充分发挥自主机器人的自主能力。

结合以上两方面,要求系统既有灵活性,又有个体自治性,也能保证稳定性和可控性,因而采用问题求解型组织结构来构造多智能体的全自主足球机器人系统。

在这种结构中,每个 Agent 都可以担任两种以上的角色(守门员除外),或者说每个 Agent 都有两种以上的职责。随着环境的变化,Agent 应该及时变换角色。例如在5对5的全自主机器人足球赛中,某一

时刻一个 Agent 在对方半球场作为前锋负责进攻和射门,另一时刻在中场和己方半球场也可以作为中锋执行抢球和传球的职责。图2表示绿队组织结构的变化。

为了完成某一具体的、局部的临时的任务(如防卫),形成一种组织关系,每个 Agent 担任一种角色,执行一项职责;当任务完成时,该组织关系自行解除。而新任务(如进攻)到来时,又形成新的组织关系,每个 Agent 担任另一种角色,执行另一项职责。所以,多 Agent 为了协同完成某项任务而形成的是一种动态的结构形式,各 Agent 之间的关系是动态变化的。

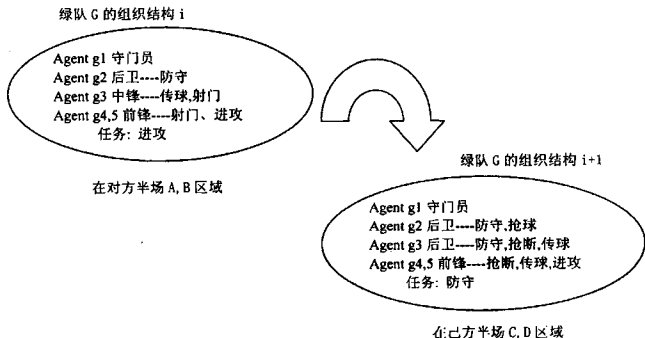


图2 绿队组织结构的一种变化情况

3.3 多智能体的全自主足球机器人系统的求解机制

多智能体自主足球机器人系统的 MAS 求解机制,是面向共同目标的合作求解。按照 Wooldridge 和 Jennings 的合作求解四步模型可以有下面的描述。

1) 识别潜在的合作 对于目标 ψ , Agent g3 有潜在的合作 (PIC g3 ψ), 当且仅当 Agent g3 相信存在一个能联合实现 ψ 的队 G, 且 Agent g3 不能独立完成 ψ , 或者 Agent g3 对实现 ψ 的活动没有执行的愿望。

2) 队形成 相信有潜在合作 (PIC g3 ψ) 的 Agent g3 寻求 G 成员的帮助。成功时,队 G 有共同的信念“G 能够联合实现 ψ ”,并且 G 有对实现 ψ 的队活动的联合承诺;失败时,队 G 也有共同的信念“Agent g3 有目标 ψ , 且 Agent g3 相信 G 能够联合实现 ψ ”。

3) 联合规划形成 通过 G 中成员对联合行动方案的协商,建立关于 G 联合行动方案的一致意见。

4) 队活动 队 G 是 Agent g3 的目标 ψ 下的一个队 (Team G ψ g3), 当且仅当存在一个联合行动方案 a 能够实现 ψ , 且 G 有对 a 的联合意图 (J-Intend G a (Goal g3 ψ))。

其中,目标 ψ 是进球(或者是防卫), Agent g3 是某一个足球机器人,队 G 是本场队员的集合,方案 a 是针对某一具体任务的一种策略或者规划等。

这种基于队工作模型的合作求解,可以改善系统的灵活性,非常适合于实时性强的机器人足球赛。

结束语 本文分析了全自主足球机器人系统的 Agent 结构特点、动态行为特性,初步构造了基于多智能体的足球机器人系统的组织结构及其求解机制。欲建立完整的基于多智能体的全自主足球机器人系统,还有许多工作要做,如机器人 Agent 间的通讯、协商与协作机制, Agent 系统的机器学习等等。

参考文献

- 1 陈志泽,等. 基于 MAS (Multi-Agent System) 的多机器人系统: 协作多机器人学发展的一个重要方向. 机器人, 2001, 7

基于 DSP 的语音处理方法研究与实现

Study and Realization Based on DSP for Speech Processing

刘纪红^{1,2} 徐心和³ 倪 艳³

(东北大学信息科学与工程学院 沈阳110004)¹

(北京大学视觉与听觉信息处理国家重点实验室 北京100871)²

(东北大学信息科学与工程学院 沈阳110004)³

Abstract Digital Signal Processor is developed rapidly in recent years. In this paper, authors design and realize a software system for speech processing based on TMS320C5402 DSK which is developed by Texas Instrument Corp. This system could finish the A/D, filter and spectrum analysis for the speech signal. Authors also analyze the related arithmetic using the theory of DSP.

Keywords DSP, Speech processing

1 引言

数字信号处理技术已经广泛地应用于数字通信、雷达、遥感、声纳、语音合成、图像处理、测量与控制、高清晰度电视、数字音响、多媒体技术、地球物理学、生物医学工程、振动工程,以及机器人等各个领域。随着科学技术的发展,其研究领域和应用领域还将不断地发展和扩大。

数字信号处理(DSP)芯片,是近几年发展起来的适于高速运算的集成电路。基于它开发的应用系统,由于具有高速、便携、可靠、软件可升级等突出特点,而成为近几年的研究热点。

数字信号处理技术之所以发展得这样快,应用得这样广,是与它的突出优点分不开的。归纳起来,它有以下4个方面的优点:(1)精度高;(2)灵活性大;(3)可靠性高;(4)时分复用。

数字信号处理技术的实现方法,可以分为3类:(1)软件实现;(2)硬件实现法;(3)软、硬件结合实现法。本论文用到的是软、硬件结合实现法,即利用数字信号处理器(DSP芯片),通过配置的硬件和编

程,实现所要求的数字信号处理任务。

目前,基于 DSP 芯片的语音和图像处理软件、硬件开发是众多工程人员的研究焦点。随着计算机性能价格比的不断提高以及有关数字处理方法的发展,数字化的语音和图像处理技术在科学研究上、工业生产上或管理部门中都得到越来越多的应用。由于语音和图像处理的数据量大,数据处理相关性高,并且具有严格的帧、场时间限制,因此如何针对语音和图像处理的特点对 DSP 进行优化编程,充分发挥其性能就成为提高整个系统性能的关键。本文在语音处理方面做了一些工作。

TMS320系列是美国 Texas Instrument 公司推出的 DSP 芯片,该系列包括16位定点运算和32位浮点运算两大类芯片。它们非常适合应用在高速控制和矩阵数学运算中。该系列内部采用高度并行处理设计,具有丰富灵活的指令集、运算速度快、性能价格比高等特点。从1982年该公司推出第一代 DSP 芯片——TMS320C10以来,已发展出5个大类:C1X, C2X, C3X, C4X, C5X。C5X是一种定点运算的 DSP 芯片类型,很适合于语音和图像处理。它有很高的运

- 2 李英. 基于 Agent 的预测与交通控制系统研究.[博士学位论文]. 天津:天津大学,2000
- 3 徐晋晖. Agent 模型与联盟机制研究.[博士学位论文]. 北京:清华大学,2000
- 4 UNY CAO Y. Cooperative Mobile Robotics: Antecedents and Directions. Autonomous Robotics,1997,4
- 5 Parker. Heterogeneous Multi-Robot Cooperation. www.ai.mit.edu/publications/pubs Db/search
- 6 Shoham Y. Agent-Oriented Programming. Artificial Intelligence,1993,51~92
- 7 Wooldridge M. This is MYWORLD: The Logic of an Agent-Oriented DAI Testbed. In: M. J. Wooldridge, N. R. Jennings, eds. Intelligent Agents, ECAI-94 Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Proceedings. Berlin: Springer, 1995. 160~178
- 8 Alonso E. How individuals negotiate societies. In: ICMAS98.

1998. 18~25
- 9 Wooldridge M, Jennings N R. Formalizing the cooperative problem solving process. Readings in Agents, 1996. 430~440
- 10 Dunin-Keplicz B, et al. Compositional Formal Specification of Multi-agent Systems [J]. Lecture Notes in AI, 1994
- 11 薛宏涛,等. 多智能体系统体系结构及协调机制研究综述. 机器人,2001,1
- 12 周洪玉,等. 基于 Agent 的多机器人动态协作机制. 机器人技术与应用,2001,6
- 13 www.robot.sjtu.edu.cn/robocup
- 14 Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent Agents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review, 1995, 10 (2): 115~152
- 15 李春,等. 协作多机器人系统的模块化设计与实现. 机器人, 1999, 3