

自主式足球机器人的信息与知识传播

罗 真 曹其新

(上海交通大学 机械与动力工程学院, 上海 200030)

摘要: 进行信息与知识的传播,既有助于机器人获得“智能成长”能力,又有助于提高多机器人协作性能.阐述了实现信息和知识传播的两个方面要求:一是要进行信息与知识传播,足球机器人智能系统需要满足什么样的条件,如知识的表示形式、系统架构等;二是足球机器人进行信息与知识传播的合理规程.针对智能系统架构的设计,提出了机器人智能系统是由一个个知识模块构成的思想观点.

关键词: 知识传播; 足球机器人; 智能系统架构; 传播规程

中图分类号: TP242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4512(2004) S1-0150-04

Information and knowledge propagation of soccer robot

Luo Zhen Cao Qixin

Abstract: Information and knowledge propagation is the base of the “intelligence growing” capability of robot. It would also greatly enhance the teamwork of multi-robots. The issue of information and knowledge propagation is discussed in two aspects: one is that robot intelligent system should meet what to propagate information and knowledge, such as those of information and knowledge representation, intelligent system architecture, etc.; the other is the rules of information and knowledge propagation. For the design of intelligent system architecture, this paper suggests that robot intelligent system is composed of many knowledge points.

Key words: knowledge propagation; soccer robot; intelligent system architecture; rules of propagation

Luo Zhen Doctoral Candidate; College of Mech. & Power Eng., Shanghai Jiaotong Univ., Shanghai 200030, China.

人类社会文明的发展是以知识积累为基础的,而知识积累实现的一个前提是人类能进行信息和知识的传播.但目前的机器人智能系统普遍缺少进行知识传播的能力.传统的机器人往往定格于设计开发人员所赋予的智能.有些机器人具有一定的学习能力,智能系统能通过与环境的交互实现一定的自调整;但是,这种学习能力往往受到很大限制,是在设计人员给定模式下进行的有限的自我调整,主要表现在系统参数的调整,机器人不可能获得设计人员未给出领域的有关知识.而知识传播可使机器人拥有该机器人的设计人员原先所未给出的问题领域的知识.

本文阐述了中型自主式足球机器人进行信息和知识传播的一种实现.比赛过程常出各种状况,使得多数机器人球队成为动态的队伍:成员构成

和数量是变化的.为保证现场学习结果不随队员的退出而失效,也希望在线学习获得的结果(知识)能通过信息和知识的传播得以保存^[1].另,信息知识传播使各机器人更紧密地联系在一起,有助于提高球队的默契程度.

注意,本文中“知识”主要是针对机器人而言的,即“掌握”和“应用”知识的是机器人,知识是机器人“知道的东西”.考虑到在实际的信息和知识交流中,人们并不关心传播的内容该归类于“信息”还是该归类于“知识”,故这儿只笼统地称为信息和知识的传播.

1 传播内容分析

在 RoboCup 比赛中,一支中型组足球机器人

收稿日期: 2004-05-31.

作者简介: 罗 真(1974-),男,博士研究生;上海,上海交通大学机械与动力工程学院(200030).

E-mail: lzh95@sjtu.edu.cn

队伍由场外系统管理员和 2~7 个场上队员组成^[2~4]。为实现正常运作和团队协作,队伍内部必然存在通信,相互间传递有关内容:

一是系统管理员和机器人队员之间需要传递指令类和内部状态类消息。因技术水平的限制,目前机器人还难以实现对裁判员意图的准确理解,故 RoboCup 规则允许人通过系统管理员给球队发出“比赛开始”、“暂停比赛”等指令;实际比赛需要允许系统管理员根据对手情况指定使用那种战略战术;此外,因测试和调试机器人等的需要,还应有指定机器人执行某种动作的遥控指令和进行机器人状态查询的指令等。为了让系统管理员能监控机器人运行情况,机器人应告知系统管理员其内部状态,如各部件是否正常、传感器的原始数据等。

二是机器人间传递环境感知信息。球队实现默契配合的前提条件是具有一致的正确的环境感知。因单个机器人传感器感应信息不完整等原因,机器人间需相互传递环境信息,以建立和维持正确的全局环境感知。

三是机器人间需要传递一些在线学习结果。球队是动态的队伍,为不让现场学习的结果随队员退出而丢失,学习结果应能得到传播。其中,针对某任务执行过程的学习结果是以“宏操作”的形式存在的。本文的设计实践中,对机器人的动作行为进行了初级封装,将机器人的动作分为一个个的“原子”基本动作:如以 x 速度前进 y 距离、以 x 角速度左转 y 角度、踢球等等。这些“原子”动作具有全局一致的表示,即每个机器人对“原子”动作的理解都是一样的,相同的“原子”动作各机器人执行结果是一致的。这样一来,某些高级的行为或完成某任务的过程就可由一个个“原子”动作构成。称这“高级的行为”为“宏操作”。一个“宏操作”在实现上是一段“程序”,它由一个个“原子”动作和相应的动作触发条件构成。决策系统可以解译和执行“宏操作”程序。所以,也进行“宏操作”的传播。

四是队友模型的传播。“交龙”机器人球队是“异构”的队伍,“异构”表现在两个方面:一是各机器人的硬件结构不同,如只为守门员配置了激光测距仪;二是各机器人的智能系统不尽相同。在比赛的某一时刻,各“异构”机器人因其软硬件不同以及团队协作的要求,会做出不同的反应。而准确地估量出队友的行为动向,是实现快速默契配合的基础。为此希望机器人能拥有有关队友的模型。考虑到若用队友模型来完全模拟队友的决策过

程,复杂性比较大,本文的选择是:队友模型是队友执行某种行为的成本代价及收益的计算模型;机器人在做出决策前利用这种模型进行行为决策的代价评估,以获得较为合理的决策;各个机器人负责建立自己的计算模型。这种计算模型的输入是环境感知,机器人提供的环境感知对于队友模型应是充足的,即队友模型的输入在环境感知中都能找到。机器人在比赛开始前或比赛间隙(如组队时)传播自己的模型,以最终使机器人队员都拥有所有队友的这类模型。

2 信息与知识传播条件

机器人要进行成功的信息和知识传播,主要需要具备两个方面的条件:一是具有合理的智能系统体系结构,如模块构成、信息和知识的表示形式等;二是具有合理的传播规程。

2.1 系统模块构成

本文认为智能系统是由一个个知识模块(知识点)构成的,并以此作为设计实际的智能系统的指导原则。在这种指导原则下,信息与知识传播的内容与智能系统构成具有了一致性。

知识可分为两种形式:说明性知识和过程性知识。其中,说明性知识表示给出的是事物本身的属性及事物间的相互关系;过程性知识则给出解决一个问题的具体过程。对于足球机器人智能系统的实现来说,过程性知识的表示对应于进程、线程、函数等,比如一个用于估计某队友执行某种特定行为的代价的队友模型进程;说明性知识包括某个过程性知识模块的作用用途和调用条件、某种战略战术中的角色构成等等。

秉承“智能系统由知识点构成”的观点,设计出的智能系统的模块构成如图 1 所示。足球机器人智能系统包括系统调度模块、总体协调与决策模块、信息与知识传播处理模块、知识库及其管理模块、环境信息建模模块、队友模型等知识模块。各过程性知识模块通过“数据信息交换缓冲区”交换有关输入输出数据,进而连接成一个完整一致的系统。

其中,“系统调度模块”是蕴涵“机器人如何根据任务执行情况,激活/关闭相应的知识模块”知识的知识点,“系统总体协调与决策模块”蕴涵了“在一定的战略战术指导下,根据环境信息模型和自身与队友执行某一行为的成本估计,做出自身行为决策”知识,“视觉图像处理与获取”蕴涵了“捕捉视觉传感器获得视频图像,进行初步处理,

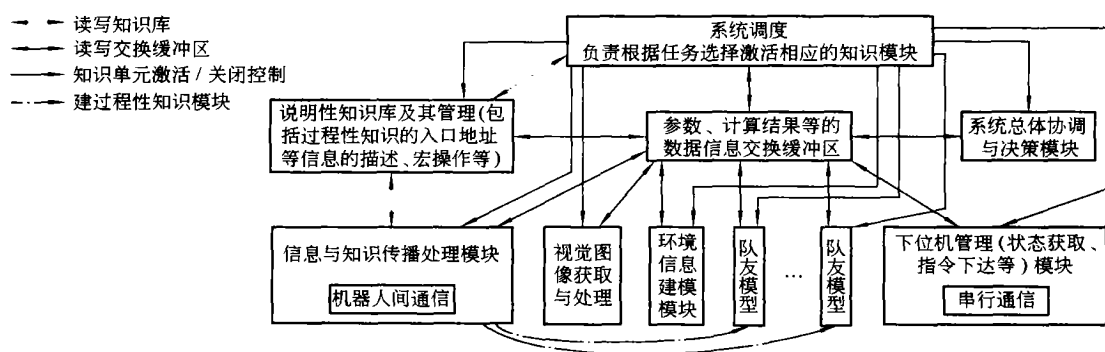


图1 足球机器人智能系统模块构成示意图

分离出各关心的对象“知识”。“环境信息建模模块”蕴涵了“如何根据视觉图像处理的初步结果、其他机器人建立的环境信息模型、自身建立的前一时刻的环境信息模型、里程计信息等来建立和维持自己内部的环境信息模型”知识。“队友模型”蕴涵了“如何估计在某种环境下,该队友执行某一行为的代价收益”知识。“下位机管理模块”蕴涵了“如何和下位机进行通信,包括将有关行为决策传给下位机执行和接收下位机传来的有关信息如里程计信息等”知识。“说明性知识库及其管理模块”一方面内部包含了多种知识,比如有关某个过程性知识点的知识(用途、入口地址、输入输出等),另一方面它还负责管理内部包含的多种知识,该模块提供了一个知识接口,其模块可通过该接口获取有关的知识;其管理部分可以看成是蕴涵“如何存取知识库中知识”知识的知识点。

“信息与知识传播处理模块”蕴涵了“机器人间如何进行通信;如何分析收到的数据,进行整理,将有关的信息发到需要该信息的模块所能读取的地方,将有关的过程性知识模块添加到系统的架构中,并将有关该知识的知识发给说明性知识库及管理模块等”知识,它是完成机器人内外部知识表示形式翻译的知识模块。

该智能系统的基本工作机理和过程是这样的:机器人启动时,首先启动“系统调度模块”,“系统调度模块”负责启动“说明性知识库及其管理模块”,通过与“说明性知识库及其管理模块”交互,“系统调度模块”启动正确的“信息与知识传播处理模块”,接着,“系统调度模块”设法获取当前的任务,根据该任务,“系统调度模块”激活合适的“系统总体协调与决策模块”和其他的过程性知识模块,如“环境信息建模模块”,执行有关任务,任务完成后,“系统调度模块”负责关闭有关的知识模块。

2.2 信息和知识的表示

要进行信息与知识的传播,前提条件是机器人能“理解(运用)”传播的内容。这就有一个基本的要求:合适的信息和知识表示形式。

从某种意义上讲,机器人的知识表示可以分为两种:机器人智能系统内部的知识表示形式和与其他机器人进行交流所用的外部的知识表示。本文研究中,设计智能系统时秉承的一个原则是:承认现有各种知识表示技术的合理性,不对知识的内部具体表示形式做限制,如各过程性知识点可以是一段函数、一个线程、一个进程或几个进程构成的整体。

对于知识的外部的交流表示形式来说,为了使得队伍中各个机器人能理解相互传播的内容,相同类型的信息和知识应该具有全局一致的表示形式,且参数量值也具有 consistency。

在设计信息和知识的交流表示形式时,为减少信息与知识传播处理模块的计算量和提高系统可靠性,力图减少内外部表示形式上的差异。信息和知识的外部交流表示形式的基本特点是在信息和知识的主体内容的基础上,增加了所传播的信息和知识的相关说明性附加内容,如表1所示。其中,“附加内容”主要包括类型指示、名称、信息或知识的长度、发出方标识等;“主体”基本上是信息和知识的内部表示的拷贝。表2示例了具体的类型信息和知识的交流表示形式。

2.3 信息与知识传播规程

由2.1节中,“信息与知识传播处理模块”负责信息和知识的传播工作。传播方系统内各知识模块告诉传播处理模块所要传播的信息或知识的内容、接收者、可靠性要求(如该用TCP还是UDP协议)等。传播处理模块根据要求对要传播的内容进行封包,并传播。接受方队员的传播处理模块在收到信息和知识包,进行解包:如果是其他知识模块需要的信息,则写到数据信息交换缓冲

表 1 信息或知识的交流表示形式

有关要传播的信息或知识的附加内容					
类型字段	“谁”字段	名称字段	时间字段	...	长度字段
要传播的信息或知识的主体					

表 2 信息和知识的表示实例

“类型 = 环境信息”	“创建者 = 创建者标识”	“时间 = * * * ”	“长度 = * * * ”
本体内容字段：“某某对象 X:参数 $X_1 = * * *$, 参数 $X_2 = * * * \dots$; 某某对象 Y:参数 $Y_1 = * * *$, ...”			

区中去;如果是知识模块则建立该知识模块,比如若是队友模型,则在本方系统内建立该队友模型,并将有关该队友模型的知识传给说明性知识库及管理模块,供系统以后调度之需.接受方返回传播成功与否的确认.传播方的传播处理模块在收到确认后或在某个延迟计时超时后,向要传播内容的知识模块发出成功与否的确认.传播的基本规程如图 2 所示.

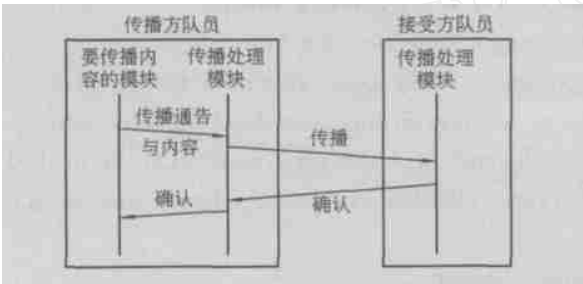


图 2 传播基本过程示意图

根据实际需要,将机器人进行信息与知识传播的时机分为 3 种:一是系统组队时或者有新队员加入到队伍中时;二是系统管理员给机器人下达指令时;三是系统运行时.在系统组队时,要进行的工作主要包括:建立公共时间基准和建立队友模型.系统管理员给机器人下达的指令包括:启动、停止指令、状态查询指令、具体行为动作指定指令、测试指令等.系统运行过程中,传播的信息与知识主要为:环境信息模型和故障告警信息.

这里只给出队友模型的传播流程.队友模型对应的实现形式是软件程序(进程或线程),其传播基本流程如下:

第一步 系统管理员发出进行队友模型传播的消息指令,并开始计时;

第二步 各队员广播自己的模型;

第三步 队员在收到其他队员的模型后,一方面将模型本体重新存储为程序,另一方面在知识库中记录模型的有关信息,如是谁的关于什么的模型,模型的入口地址(以使综合决策模块能调

度正确的模型,用于系统决策);

第四步 每个队员在确定自己已经收到所有队友的模型后,发出已完成队友模型接收的确认消息;

第五步 系统管理员在收到所有队员的确认消息后,结束队友模型传播;否则,如果计时时间到,则回到第一步重新进行队友模型传播.

3 总结与展望

本文结合“交龙”足球机器人系统的设计实践,分析了自主式足球机器人需要进行传播的信息与知识,阐述了进行信息和知识的传播的需要具备的条件.为实现机器人的信息和知识传播,本文提出了机器人智能系统是由一个个知识点组合而成的观点,并给出了实际设计所采用的系统架构.

未来的研究工作将进一步优化足球机器人队伍的信息与知识的传播,并试图将研究工作推广到普通的智能机器人中去,即在一般意义上探讨的智能机器人中进行知识传播需要系统具备哪些条件、有哪些传播形式、传播规程等等.

参 考 文 献

[1] Friedrich Holger, Rogalla Oliver, Dillmann R ü ller. Communication and propagation of action knowledge in multi-agent systems. Robotics and Autonomous Systems, 1999(29): 41 ~ 50

[2] Thrun Sebastian, Mitchell Tom M. Lifelong robot learning. Robotics and Autonomous System, 1995(15): 25 ~ 46

[3] Vilhelm Christian, Ravaux Pierre, Calvelo Daniel, et al. Think!: A unified numerical-symbolic knowledge representation scheme and reasoning system. Artificial Intelligence, 2000(116): 67 ~ 85

[4] 罗 真,曹其新,陈卫东.中型自主式足球机器人平台设计回顾.机器人, 2003, 25(4): 378 ~ 384