

多 Agent系统的构造及协作的相关技术研究*

Research on Construction and Cooperative Technology of Multi-Agent System

李陶深^{1,2},陈松乔²

Li Taoshen^{1,2}, Chen Songqiao²

(1.广西大学计算机与电子信息学院,广西南宁 530004; 2.中南大学信息科学与工程学院,湖南长沙 410083)

(1. School of Comp., Elec. and Info., Guangxi Univ., Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. School of Info. Sci. and Engi., Central South Univ., Changsha, Hunan, 410083, China)

摘要:在介绍 Agent的基本概念的基础上,分析利用面向对象的方法构造一个多 Agent系统的方法,提出一个基于多 Agent的知识管理系统的体系结构,并讨论相关的构造技术。

关键词:多 Agent系统 面向对象 知识管理 建模语言

中图分类号: TP393 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2005)S0-0055-03

Abstract On the basis of introducing basic concepts of agent, this paper analyzed method with which to construct a multi-agent system by using object-oriented method, and proposed an architecture of the knowledge management system based on multi-agent. Finally, related construction technology is discussed.

Key words multi-agent system, object-oriented, knowledge management, modeling language

近年来,随着分布式人工智能技术、网络技术及多媒体技术的发展,人们对资源共享及分布式协作提出了更多的要求。开发基于知识的协同设计环境,以模拟和帮助人类专家进行知识和信息处理,使设计过程逐渐实现自动化已成为现代工业设计的目标。协同设计系统是通过多个 Agent的协作来解决设计问题的,由于 Agent在分布式环境下具有的自治、协作等特性,具有一定的知识及问题求解能力,因此,多 Agent系统是设计过程逐渐实现自动化的有效途径。本文将讨论利用面向对象的方法构造一个多 Agent系统的方法和相关的构造技术。

1 Agent的基本概念

1.1 Agent的定义

正如在现实世界中人们通过形成一个群体相互

协调行为以达到某种目的,一个多 Agent系统是由多个可计算的 Agent组成的,通过多个 Agent的相互协作来解决需要求解的问题。其中,每个 Agent被认为是一个物理的或抽象的实体,不仅能作用于其自身,同时还可影响环境,操纵环境的部分表示,并且能与其它 Agent通讯。为了达到此目的,系统中的每个 Agent必须具备知识和能力来决定其自身的行为,并且使自己能够更好地适应环境。在非常复杂的情况下,由于单个 Agent的功能有限或者和其它的 Agent会有冲突,它必须在基于观察到的信息的基础上,有效地感知外界环境的影响,进而有能力对其它 Agent的行为作出合理的预测,并以此来计划自己的动作。

目前,对于 Agent还没有一个统一明确的定义。英国的 Agent理论专家 Wooldridge和 Jennings给 Agent作出的定义是^[1]: Agent是一个自主的程序,它能基于其对环境的理解,有能力控制自己的决策的行为,以追求达到一个或多个目标。Agent具有以下几个基本特征:(1)自主性。Agent是一种独立的主体,可将数据、过程和通信设施等封装于一体。Agent根据状态自主地控制其行为,在没有人或其

收稿日期: 2005-08-26

作者简介:李陶深(1957-),男,广西邕宁人,教授,主要从事分布式数据库、网络计算与信息安全、CAD和智能计算等领域的研究。

* 广西自然科学基金项目(桂科自 0228008)和广西留学回国人员科学基金项目(桂科回 0342001)联合资助。

它程序介入时自主地运行和执行操作。(2)应激性 Agent能感知其所处的外部环境,并对环境发生的变化作出及时的响应。(3)能动性 Agent主动表现出目标驱动的行为,能自行选择合适时机采取适宜的动作。(4)社会性 Agent通过某种通信语言与其它 Agent(也可能与人)进行交流,特别是有能力积极参与到社会活动中,如协同问题求解或协商,以达到它们的目标。因此 Agent应具有通信能力和协作协商能力, Agent之间存在着相互依赖、相互制约的关系,它们的行为既有局部效应,又有全局效应。(5)开放性 Agent应具有进化能力,即能够在推理活动中适应外部环境的要求,动态地扩充、限制和修正自身的局部知识状态。

1.2 Agent的面向对象的表示

从形式化的角度并结合面向对象的技术, Agent可用一个五元组表示:

$Agent = (ID, Mental, Rule, Action, Interface)$

其中: ID是 Agent的唯一标识符; Mental是 Agent的心态类,包含其能力、信念、承诺等精神状态。能力体现了它对自身能力的意识,信念表示得到的事实,而承诺则体现了与其它 Agent间的关系。Agent接收到的消息可以作为事实以信念的形式进行处理。

Rule是 Agent的行动规则类。对于知识 Agent而言,它体现了对该领域知识进行推理的控制;而对于功能 Agent而言,它体现了与各知识 Agent间协作的知识,以及对用户请求的分解、对返回结果的综合。

Action是 Agent的执行动作类,体现了 Agent的实际能力。在知识 Agent中,它主要是负责使用推理机进行知识推理。在功能 Agent中,它是负责对知识的综合处理。Interface类包括了 Agent与用户或其它 Agent之间进行交互的接口。

综上所述,可以将一个 Agent的行为能力简单地概括为感知能力、对自身的控制能力和活动能力,其中各个 Agent在问题求解过程中所担任角色可以归纳为解释、分类、转换和控制等等,所采用的问题求解方法可以包括传统的软件技术和基于知识的处理技术,甚至是由特定的人来亲自处理。

2 一个基于多 Agent的知识管理系统的体系结构

基于多 Agent系统的理论,图 1 给出一个基于多 Agent的知识管理系统的体系结构。该系统按照功能设计了三种 Agent 即功能 Agent 知识 Agent 和接口 Agent。每一个领域知识的处理都用一个知

识 Agent来完成,而每一种定性或定量的预测处理方法都有以 Agent的功能性模块的方式实现。这样,每个知识 Agent都有自己的多种不同的预测处理方法来满足不同任务的需要,并具有新知识的获取与应用的能力。有与其它 Agent通讯合作的能力。

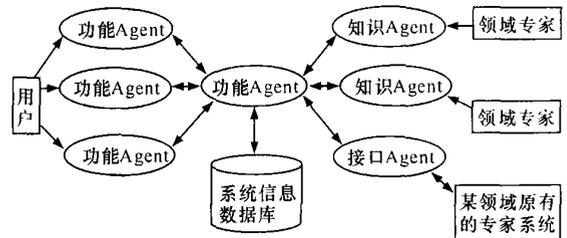


图 1 一种基于多 Agent的知识管理系统的体系结构

整个系统的知识分层次进行分布存储。对于仅涉及某个领域的知识,存储于相应的知识 Agent中,而对于涉及多个领域知识进行合成的高层知识,就存储于相应的功能 Agent中。功能 Agent的知识是面向功能应用、面向用户需求的,一项新功能的开发,实际上是对应于功能 Agent新知识的增加。而知识 Agent主要是关于某个领域或某一类的知识进行有针对性的组织管理、存储积累和应用提取,从而可以使得领域知识获取与应用的效率大大提高,也有利于相关的知识应用方法的设计与实现。

接口 Agent的设置主要是为了利用已有的各领域的专家系统,通过基于 KQML语言的通信方式与其它 Agent进行交互,实现协作。它在整个系统中的主要功能与知识 Agent基本一致。接口 Agent可以设置新的功能模块来对已有的这些领域知识进行处理,以满足要求。因此,在基本上不用作大改动的情况下,就可以应用这些已有的领域专家系统的知识。

系统数据库的信息包括各种 Agent的注册信息,以及系统运行中所需要的一些资料。它对于所有 Agent都是可访问的。

在系统中,每个 Agent都可以与其它 Agent进行合作,利用多 Agent之间的有机合作可以实现定性与定量方法的综合集成。而随着该系统的不断运行,各个 Agent将不断地获取知识提高自己的能力,从而使整体系统的智能程度和反映速度等性能得到大大提高。

3 多 Agent系统的构造技术

3.1 多 Agent系统的分析设计方法

目前,没有一种成熟的、现成的面向 Agent设计(AOP)方法来对多 Agent的应用系统系统进行分析设计,也没有一个基于 AOP的软件开发环境来描述

用户需求、构造多 Agent 模型、刻画 Agent 特征,更没有基于 Agent 的编程语言来进行系统实现和系统测试。经过分析,我们认为面向对象方法与面向 Agent 要求在大体上是一致的,因此,利用面向对象方法来分析设计面向多 Agent 的应用系统是可行的。首先,随着应用领域的扩大,面向对象方法的表达能力也在不断地增强,可以逐步地满足面向 Agent 系统的应用需要。比如,最近主动对象的概念被引入面向对象方法,用来描述那些不需要接收消息就能主动执行的对象。在用面向对象方法来分析设计面向 Agent 的系统时,就可以用主动对象来描述具有主动性行为的 Agent 对象了。其次,在面向 Agent 的应用中,可以从应用的需要出发,对系统中 Agent 的特性进行取舍,不必体现 Agent 的全部特性。比如,在我们设计的系统中,Agent 的可移动性对于系统的应用功能而言,意义不大,因此没有必要考虑对 Agent 可移动性的面向对象描述和设计。第三,对于系统中必需体现的一些 Agent 特性,可以在面向对象方法与 Agent 特征之间作一个折衷,用一种面向对象扩充的方式进行设计实现,能满足系统需要即可。比如,如果系统中需要体现 Agent 能自动感知环境的应激性,用面向对象方法无法实现,但我们可以让 Agent 定时对其感兴趣的环境因素进行检测,并及时作出响应。

因此,我们认为,对于基于 Agent 的应用系统,可以用扩展的面向对象方法进行分析、设计和实现。这在一般情况下可以达到系统需求。同时,面向对象方法也是目前最成熟、最适合于对面向 Agent 系统进行分析设计的方法。

3.2 多 Agent 系统的建模策略

我们在开发多 Agent 系统时,选用 UML 语言^[2]来进行建模设计,并采用以下的全局系统设计策略。

(1)概念化。利用用例图来分析问题,确定用户需求和解决方案,实现对问题作一个初始化的分割。

(2)分析。首先对系统需求进行分析,通过黑盒来描述系统外部行为,利用用户可理解的方式来构建 UML 模型;然后通过完整性检测或手工模拟来对系统模型进行验证;最后得到能正确地反映系统需求的分析模型。

(3)系统设计。制定关于系统实现的高层的全局决定和结构。(4)对象设计。首先通过将高层操作扩展成可行的操作来细化分析模型;然后确定一定的算法和数据结构,其中大多数设计决定应能扩展成为独立于语言的方式;最后得到逻辑上

正确的实现并逐步转换成设计模型。(5)编程实现。将设计映射到具体的语言实现,例如用 Java 语言开发出可应用的软件。

3.3 多 Agent 系统的建模实现

在多 Agent 系统建模设计实现时,要解决以下问题。(1) Agent 的主动行为能力的实现。通过在面向对象方法中引入主动对象的概念来解决。这样,我们在系统建模时就可以用对象表达问题域中事物的主动行为和系统中的每个主动任务,在系统的设计实现阶段,对象的主动服务可以被实现为一个能并发执行的、主动的程序单位,比如进程或线程。(2) Agent 的协作协商能力的实现。是在对象建模阶段和系统设计阶段,给 Agent 设计一些专门的接口,使 Agent 间能建立一个动态的、松散的协作关系。Agent 通过接口与外部和其它 Agent 进行联系。Agent 间的联系可以是同步的,也可以是异步的。每个 Agent 使用相同的 KQML 消息原语^[3],使用相同名称的接口进行处理。而且,在系统分析设计时,要把 Agent 的知识和能力,以本体论的形式进行描述,在实现时可以用数据库的形式表示。(3) Agent 的推理和规范模型、自学习模型,可以在 Agent 的建模设计时,以组件的形式进行描述。同时,对于 Agent 的行为也要进行细化,也有组件的形式描述。这样,既可以便于系统资源的重用,同时又有利于系统的更新换代。而近年发展迅速的、以 CORBA 和 DCOM 为代表的软构件、软总线技术^[3],则为异质组件的开发与“即插即用”提供了规范。

4 结束语

本文仅仅对多 Agent 系统的构造技术进行了框架性的研究,工作只是初步的,仍有很多的问题需要解决。应该指出的是,面向多 Agent 系统的体系理论和相关软件技术的发展,将会对计算机应用领域产生深刻的影响。开展面向多 Agent 系统的技术研究是很有意义的。

参考文献:

- [1] 史忠植.高级人工智能[M].北京:科学出版社,1998.
- [2] Craig Larman. UML 和模式应用——面向对象分析与设计导论[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [3] 甘雯.基于 Multi-Agent 的农业专家系统在 Internet 上的系统设计[D].南宁:广西大学,2000.

(责任编辑:邓大玉)