

Agent 技术及其标准化^{*}

Agent Technology and Standardization

毛新军 王怀民 齐治昌

(国防科技大学计算机系 602 教研室 长沙 410073)

Abstract Much attention is paid on the Agent technology nowadays. Standardization is an important way to promote it to develop. The status and the key problems of the Agent technology are examined. Based on the work of the two standardization organizations, FIPA and OMG Agent work group, the standardization productions and course are investigated, and at last some comments are made.

Keywords Agent, Agent-based system, Agent technology, Interoperation

1. 引言

Agent 技术是目前计算机科学领域中一个非常重要、研究活跃的内容之一,近年来引起了学术界和工业界的高度关注和重视。自 80 年代以来,许多人和研究机构致力于这一领域的研究,取得了不少研究成果^[1-3],在工业界,许多有影响的软件开发公司和组织如 IBM, Toshiba, Microsoft 等积极开展 Agent 技术的研究,寻求其应用。已有一些公司和研究机构声称它们成功地利用 Agent 技术开发出相关的应用,推出了支持 Agent 技术的软件开发工具和环境。但总的说来,Agent 技术尚未成熟。现阶段,标准化无疑是推动其发展和应用的一个重要的手段和举措。FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) 和 OMG 下属的 Agent 工作组是目前二个致力于 Agent 技术标准化工作的重要组织。它们的工作将对今后 Agent 技术的研究、发展和应用产生重大而深远的影响。本文介绍了什么是 Agent 技术、Agent 技术发展和应用现状;分析了 Agent 技术当前面临的问题、标准化对 Agent 技术发展和应用的重要性;阐述了 Agent 技术标准化现状、成果和进程;最后就如何迎接这一挑战发表了作者的观点和看法。

2. Agent 技术

Agent 技术是指构造和开发基于 Agent 系统的一组技术的总称,其范围涵盖了 Agent 体系结构, Agent 生命周期管理,描述性规范,通讯和对话语义, Agent

安全,协同和合作策略,对 Agent 知识、信念、期望、意图的描述, Agent 的建模、规范、测试、调试、验证和模拟等。

Agent 技术在现阶段引起人们的关注和重视有其特殊的背景,即计算机科学技术发展至今,其面临的应用发生了深刻的变化,尤其是 Internet \ Intranet 的出现和应用的不断扩大,越来越多的应用呈现出分布(数据、资源、能力等)、开放、动态等特征,现有的计算机技术如对象技术在开发这类应用系统中面临许多问题如不能较好地适应系统的动态性和异构性、开发的系统难于管理和维护等等。Agent 技术在解决上述问题、适应应用系统新的特征等方面表现出一定的有效性和灵活性^[2-4]。

2.1 现状

当前 Agent 技术尚未成熟,应用面并不系统、广泛,但正在寻求越来越多的应用问题的解决。现阶段几乎所有基于 Agent 系统的开发都是通过以下方式实现的:(1)编程语言:Java, C++;(2)通讯语言:KQML 或者 FIPA 的 ACL (Agent Communication Language);(3)内容语言:KIF。由此可见,当前基于 Agent 系统的开发缺乏相应的软件开发工具和环境的有效支持,绝大部分系统的开发不得不借助于成熟的对象技术来实现,这导致软件开发人员花费大量的时间来开发作为 Agent 所必需的一些底层机制如通讯、合作、自适应、自主行为决策等,从而影响应用系统开发的效率和质量,也影响这些系统间的互操作和集成。最近,一些支持基于 Agent 系统开发的商业化软件开发工具和环境开始出现(见表 1)。

^{*} 本文得到“973”项目的支持。毛新军 博士,讲师,主要从事 Agent 理论、技术和应用的研究。

表1 支持基于 Agent 系统开发的工具和环境

产品	公司	语言	描述
Agent-Builder@	Reticular System, Inc	Java	集成的 Agent 开发环境
AgentTalk	NTT/Ishida	Lisp	Multi-agent 合作协议
Agent Building Environment	IBM	C++, Java	环境
AgentX	International Knowledge Systems	Java	Agent 开发环境
Agent Development Environment	Gensym	Java	环境
Concordia	Mitsubishi Electric	Java	移动 Agent
Igen	CHI System	C/C++	认知 Agent 工具包
LiveAgent	AgentSoft Ltd	Java	Internet Agent 构造工具
Microsoft Agent	Microsoft Corporation	ActiveX	Interface Creatures
Kafka	Fujitsu	Java	Agent Library

上述 Agent 技术产品的出现并不意味着现阶段 Agent 技术已经走向实用。实际情况是:这些产品的有效性、可用性、可靠性等仍需要实践的检验;这些软件开发工具和环境并没有遵循任何标准,也没有一个统一的通讯语言和协议,因此所开发的系统缺乏互操作性。在一个系统中开发的 Agent 在其它系统中并不一定能够运行;现阶段 Agent 功能主要体现在应用系统之中,人们希望不久的将来 Agent 的功能将会成为操作系统和应用环境的一个部分,但是目前人们还不清楚如何在操作系统层次支持基于 Agent 系统的开发;尽管 Agent 技术在开发复杂、开放、动态系统中有其有效性及其潜力,但 Agent 技术还没有为人们广泛接受和应用;基于 Agent 系统的开发缺乏系统的软件开发方法学的指导,包括需求分析、软件设计、验证、测试等。

2.2 面临的关键问题

为了支持 Agent 的诸如自主性、社会性、自适应性等特性,确保 Agent 之间能够通过社会性交互来进行问题求解,推动基于 Agent 系统的开发,Agent 技术必须解决一系列关键性问题。

1) Agent 的通讯 Agent 之间进行合作的基础是交互,而通讯是实现交互的一种重要的方式和手段。Agent 的通讯涉及 Agent 通讯语言(ACL: Agent Communication Language)、通讯机制、本体论(Ontol-

ogy)通讯和 Agent 交互协议等多方面内容的研究。Agent 之间通讯的消息必须具有良定义的语法和语义,因此必须对 Agent 通讯语言进行严格的定义。在基于 Agent 系统中,必须提供某些机制确保 Agent 之间安全、可靠地进行通讯。Agent 间的通讯机制应能支持 Agent 之间的同步和/或者异步通讯,支持一对一、一对多和广播通讯。本体论通讯可以较为有效地解决 Agent 间通讯内容的语义不确定问题。为了促进 Agent 之间的合作,必须定义 Agent 之间的交互协议(也称对话协议)。它决定了通讯参与方 Agent 对 Agent 间通讯内容的理解以及作出的响应,因而决定了 Agent 间的合作模式。

2) Agent 内部构造 构造具有自主性、社会性和自适应性的 Agent 是 Agent 技术的关键,它涉及到 Agent 内部状态的表示和操纵、自适应性、对环境等的研究。Agent 的内部结构可以是反应式的、审慎式的或者二者兼而有之的混合式。在实际开发中采用什么样的内部结构主要取决于具体应用系统的需求。如何表示 Agent 的内部状态以及 Agent 如何基于内部状态自主地作出行为决策将是 Agent 技术面临的一个关键问题。自适应性 Agent 可以是简单的反应式系统,也可以是复杂的审慎式系统。审慎式 Agent 可以具有学习功能,可以进化,它能根据其经验改变其行为。为了能够根据环境自主地作出反应,Agent 必须能够通过某些机制来获取并理解环境信息(如环境中有哪些 Agent,它们对外提供了哪些服务等)。

3) Agent 生命周期管理 在多数情况下,Agent 将以一种软件的形式持续性地运行在一定的环境之中,因此必须提供某些机制对 Agent 生命周期中的各种活动(如启动、停止、跟踪等等)进行管理。移动 Agent 将引入其它生命周期管理问题如运行许可、Agent 地址定位等。在 Agent 生命周期过程中,Agent 也可进化甚至克隆自己,这将涉及一些更加复杂问题的解决如对责任和权限的代理等。Agent 的生命周期管理应对 Agent 的行为历史作出记录,以便于 Agent 能够对其先前的行为作出审查和评估。此外,在 Agent 的生命周期中,Agent 对外展示的接口也是动态的,以反应 Agent 内部状态和环境的变化。在 Agent 生命周期中,Agent 的行为和角色将会动态地发生变化,反应了 Agent 角色的多面性和动态性。

4) Agent 的移动 移动 Agent 对 Agent 技术提出了新的问题,例如它需要运行 Agent 的服务器,产生移动代码权限验证和安全性问题,增加了管理上的难度,例如确定移动 Agent 的位置,在其移动过程中如何与其进行通讯,当网络发生故障甚至崩溃时如何让其回到源出发地。在移动 Agent 系统中,Agent 的命名和身份鉴别将变得更加重要。

5) Agent 的代理功能 Agent 可以作为人或者其

它计算实体的代理充当许多职责,在其运作过程中,Agent 可能具有多种身份,一个健壮的系统在与 Agent 进行交互过程中必须考虑 Agent 的身份。此外作为其它实体的代理,Agent 在其运行中必须能够识别自己和其它 Agent 的身份。

6) Agent 的安全、身份和相关策略 Agent 通常作为一个软件实体运行在分布计算环境中,因而面临分布计算系统通常遇到的安全性问题,包括未经授权的截获信息,未经授权的修改信息、破坏数据,未经授权的拷贝,否认承诺,否认行为等。安全策略可以控制对系统有价值资源的存取和访问,它通常基于 Agent 的身份认证和加密技术。一个 Agent 可以具有多种身份,Agent 的身份通常需要第三方的认证。

7) 系统的软件开发方法 制订系统的、标准化的软件开发方法来指导基于 Agent 系统的开发,包括需求分析、软件设计、测试、验证等等。

3. Agent 技术的标准化

当前 Agent 技术还不成熟,许多软件开发厂商都基于自身的一套规范(如通讯方式、通讯语言、Agent 体系结构等)开发出基于 Agent 的软件系统,因而这些软件系统之间要实现互操作显然是很困难的。Agent 技术标准化的目的是确保基于 Agent 软件系统内部以及多个基于 Agent 软件系统之间的互操作性。通过标准化,可以提高人们对 Agent 技术的共识(哪些技术已经成熟,如何利用这些技术,面临的问题是什么等等)、加强对关键性问题的研究,并对一些已经或者趋于成熟的 Agent 技术加以规范。根据标准化的 Agent 技术规范,各个软件开发厂商和软件开发人员可以开发出可互操作的基于 Agent 的系统,从而充分发挥 Agent 技术的潜力。因此,标准化是推动 Agent 技术迅速发展和应用的一项重要的重要举措。

3.1 现状

目前,Agent 技术的标准化工作引起了众多组织机构的高度重视,其中工作较为出色、引起人们关注的是 FIPA 和 OMG 下属的 Agent 工作组。

FIPA 是一个非盈利组织,成立于 1996 年 9 月。FIPA 致力于提出通用的 Agent 技术规范,以最大限度地确保基于 Agent 软件系统内部以及多个基于 Agent 软件系统之间的互操作性。至此,FIPA 已经提出由 12 个部分组成的 Agent 技术规范,并正对外征询新的 Agent 技术标准化方案以对已有的 Agent 技术规范进行扩充和完善。

OMG Agent 工作组是 OMG 下属的一个任务组,成立于 1998 年,专门致力于 Agent 技术的标准化工作。它的任务是通过分析 Agent 技术,接受新的 OMG 规范或者对已有的 OMG 规范加以补充,以扩充 OMG 的对象管理体系结构,从而来支持 Agent 技术。

为此,Agent 工作组在 1999 年 3 月首先公开征询 Agent 技术信息,到 1999 年 8 月,Agent 工作组收到了包括来自 FIPA 的 9 份回复。通过对这些回复的分析和综合,Agent 工作组分别于 2000 年 3 月和 4 月发表了 Agent 技术白皮书和绿皮书^[1],Agent 技术白皮书阐述了 Agent 工作组在今后 Agent 技术标准化方面的基本策略和指导性方针,绿皮书对 Agent 技术现状作出概括和分析。Agent 工作组将在这二个报告的基础上在 2000 年末向 OMG 成员征询 Agent 技术的标准化方案,通过对这些方案的分析以及与其它 Agent 技术标准化组织的合作,逐步推出 Agent 技术的标准化规范。

当前,OMG Agent 工作组和 FIPA 之间正加强合作以推动 Agent 技术的标准化进程。FIPA 已经将 UML 和 IIOP 作为其所需的标准用于描述 Agent 技术的标准化规范。

3.2 成果和标准化进程

FIPA 是较早致力于 Agent 技术标准化的组织之一。目前它已经提出 12 个 Agent 技术规范,分属不同的范畴,其中 7 个标准化(Normative)规范用于描述基本的 Agent 技术,4 个指示性(Informative)规范用于解释和说明如何利用这 7 个基本的 Agent 技术规范来开发和实现 FIPA 所选择的四个代表性应用(个人助手、个人旅游助手、音频和视频娱乐、网络管理),另外 1 个规范是开发者指南(见表 2)。

1999 年 1 月 FIPA 成立了体系结构技术委员会以开发出一个抽象的 Agent 参考体系结构,指导 FIPA 今后的 Agent 技术标准化工作。FIPA 试图使其 Agent 技术标准化规范与 OMG 的某些服务和标准相一致。在已提出的 12 个规范的基础上,FIPA 寻找其它代表性的应用(如电子商务、通讯管理、实时应用),并就 Agent 命名、ACL、内容语言、Agent 管理和配置等再次公开征询 Agent 技术标准化方案,以对已制订的 Agent 技术规范进行扩充和完善。

相比之下,OMG 的 Agent 工作组在 Agent 技术的标准化方面还没有实质性的成果。其主要工作成果是 2000 年发布了 Agent 技术白皮书和绿皮书。根据对 Agent 技术现状的分析,Agent 工作组确定了今后在 Agent 技术标准化方面开展工作的指导思想:在制订 Agent 技术标准化进程方面,Agent 工作组将优先开展以下 5 个方面标准的制订工作:(1)Agent 互操作性;(2)ACL 通讯;(3)安全;(4)移动;(5)分布、健壮、大规模的基于 Agent 系统。在这 5 个方面中,OMG 的 Agent 工作组认为 Agent 的互操作性和 Agent 通讯是当前最为迫切的二项工作,并将就 Agent 身份,消息传输,Agent 发现,ACL,本体论,内容语言,Agent 安全,Agent/对象移动,Agent,ACL 以及 Agent 平台的 UML 剖面等一系列 Agent 技术问题向 OMG 成员征

询 Agent 技术标准方案。

表 2 FIPA 提出的 12 个 Agent 技术规范

序号	规范名称	规范类型	说明
1	Agent Management	标准化规范	定义了 Agent 管理平台参考模型
2	ACL	标准化规范	提出了一组消息类型、对其语用作出解释和描述、同时提出了一组高层的交互协议
3	Agent Software Integration	标准化规范	描述非 Agent 软件和 Agent 软件之间的集成
4	PTA(Personal Travel Assistant)	指示性规范	说明如何利用 Agent 技术开发代表用户的 PTA,以获取分布在异构计算机上的旅游服务信息,帮助用户作出旅游规划
5	PA(Personal Assistant)	指示性规范	说明如何利用 Agent 技术开发 PA 以管理用户个人的会议日程
6	Audio Visual Entertainment & Broadcasting	指示性规范	说明如何基于 Agent 技术标准,通过用户 Agent 和内容/服务提供方 Agent 之间的协商,来过滤、检索数字广播网络上的语音和视频信息
7	Network Management & Provision	指示性规范	描述了如何利用 Agent 技术来提供动态的虚拟私有网络并对其进行管理
8	Human Agent Interaction	标准化规范	定义二种服务方式以实现人和 Agent 之间的交互:用户对话管理服务(UDMS)和用户人格化服务(UPS)
9	Agent Security Management	标准化规范	定义了 Agent 管理平台上确保 Agent 之间安全通讯的设施
10	Agent Management Support for Mobility	标准化规范	定义了 Agent 平台上支持移动 Agent 的管理设施
11	Ontology Service	标准化规范	定义了对本体服务进行管理的一些技术
12	Developer's Guild	方法学/指示性规范	开发者指南

结论 Agent 技术无疑将是 21 世纪计算机科学领域的一项重要关键性技术,其发展和应用将对计算机科学技术产生深远的影响。然而现阶段 Agent 技术并不成熟,要真正走向应用并主导计算机科学技术还面临着许多问题。标准化将是推动 Agent 技术发展和应用的一个重要的手段。在众多的标准化组织中,OMG Agent 工作组的工作尤其应引起我们的关注和重视。一方面,Agent 工作组 Agent 标准化工作将基于 OMG 的对象管理体系结构,因而具有具体的技术背景;其次,OMG Agent 工作组强调在 OMG 的对象技术规范的基础上来制订 Agent 技术标准,这可以实现技术的平滑过渡,保护现有的软件系统,并在一定程度上确保基于对象技术的软件系统与基于 Agent 技术的软件系统之间的互操作性。

Agent 技术的发展现状给我们提供了机会,同时也使我们面临严峻的挑战,尽可能地参与 Agent 技术标准制订工作,以确保我们以后研究和开发工作上的主动性;密切关注 Agent 技术发展以及标准化的动

态和成果,尽快开发出遵循 Agent 技术标准的、支持基于 Agent 系统开发的软件开发工具和环境,确保我们在这一新兴领域研究工作的先进性;尽快地开发出基于 Agent 技术的应用系统以发挥 Agent 技术的潜力和功效。

参考文献

- 1 Wooldridge M, Jennings N R. Intelligent Agents. Theory and Practice. Knowledge Engineering Review, 1995, 10 (2):115~152
- 2 毛新军,王怀民,陈火旺. Multi-Agent 系统中 Agent 计算的理论框架. 计算机研究与发展, 1999(11)
- 3 Jennings N R, Sycara K, Wooldridge M. A Roadmap of Agent Research and Development. Autonomous Agents and Multi-agent Systems, 1998
- 4 Jennings N R, Wooldridge M. Application of Intelligent Agents. Agent Technology: Foundation, Applications, and Markets 1998
- 5 Agent Technology Green Paper, OMG Agent Working Group, 2000, 4