

公共 agent 请求代理体系结构 CARBA 开放性验证研究^{*}

张云勇 彭 舰 刘锦德

(电子科技大学计算机学院微机所 成都610054)

Study of Verification for the Openness of Common Agent Request Broker Architecture (CARBA)

ZHANG Yun-Yong PENG Jian LIU Jin-De

(College of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054)

Abstract After the persistent practice in the 1990's, using "Open System" idea to integrate large scale computer systems has been the consenting fact. The new mechanism based on mobile agent is discussed and the core architecture called common agent request broker architecture (CARBA) is established to embody intelligent collaboration in the next generation open system. In order to evaluate whether CARBA is open system, ODP specification is used to validate the openness of CARBA.

Keywords Open system, Interoperability, CORBA, Common agent request broker architecture, Mobile agent, Collaboration, Agent communication language, MASIF, ODP

1 引言

八十年代中叶计算机技术界出现了“开放系统”这一名称。在随后的商战中,开放系统日显其威力。高举此旗的厂商日趋兴旺,而反其道者日益衰落。此时用户所面临的困惑问题是:何为开放系统?如何组建自己单位即将构造的开放系统?我们经过近十年的研究^[1,2],成功地完成了开放系统描述的研究,其研究成果可简明归纳为:

- 一个开放系统可以用其“轮廓(Profile)”来勾画。

- 轮廓由七个成分所组成,它们是:系统管理(A)、用户界面(U)、安全性(S)、编程服务(P)、互操作服务(I)、通信服务(C)、信息实体(E);七者可用“AUSPICE”一词概括、简称。

- 在构造系统时对其轮廓的七成分均采用适当的标准,其结果将形成开放系统。

多年的实践使我们认识到现有的开放系统与过去的专用系统并非1与0的关系,现实的开放系统在开放程度上大体处于1与0之间。同时,也认识到互操作性在开放系统中具有十分重要的地位,它是高层次开放系统的标志。由于互操作性在开放系统中的重要性,人们较早就开始对其实现作了试探性的研究,但对其作较系统的理论性研究则是九十年代中期的事。十年的努力,技术界已为互操作性的解决,研究和开发出了多种技术。

网络的迅猛发展和信息的快速膨胀使人们在组织、共享、使用信息时面临更多的挑战:如何高效地组织和共享信息;信息既分布,又要紧密结合;如何使开放系统支持信息的组织和不断改变、发展的服务要求;如何使开放系统支持实时的连续媒体服务;如何在开放系统中有效地支持移动计算。传统的互操作性难以满足以上要求,需要新的标准、技术来使开放系统体现高度的智能协作性及移动性,移动 agent 技术应运而生。

agent 的研究起源于人工智能领域,agent 是指模拟人类行为和关系、具有一定智能并能够自主运行和提供相应服务

的程序。随着网络技术的发展,可以让 agent 在网络中移动并执行,完成某些功能,这就是移动 agent 的思想。移动 agent 由于具有减轻网络负载、移动性、智能协作等特性,对许多领域产生了非常重大的影响,国外一些主要的厂商分别推出移动 agent 系统,由于它们采用的技术及设计框架的差异,使得它们很难很好地协调工作,正是在这种背景下,OMG 组织制定了 MAF(Mobile Agent Facility)规范,随后改为 MASIF(Mobile Agent System Interoperability Facility)^[3],并于98年三月正式推出,有效地解决了移动 agent 之间的互操作性问题。

新一代的开放系统中的互操作中间件如果按照一定的标准设计成移动 agent,移动 agent 之间则可以按照 MASIF 规范进行互操作,这样,即体现了互操作性,又体现了高协作性和移动性。

作者在深入研究开放系统、协作移动计算的基础上,参考了 OMG 的 CORBA,建立了一种基于移动 agent 的开放系统体系结构 CARBA^[4],但 CARBA 开放程度如何?需要相应的标准来验证,我们利用国际公认的 ODP 规范^[5~8]来作理论验证,本文即为此工作的总结。

2 公共 agent 请求代理体系结构 CARBA

如图1,CARBA 主要由四部分构成:软总线 agent 请求代理 ARB(Agent Request Broker)、agent 公共设施、agent 领域接口和 agent 服务。另外还有知识库等资源,保存在移动过程中获取的知识和任务求解结构。CARBA 以 ARB 为核心,定义了移动 agent 通过 ARB 透明地发送请求和接受响应的机制;Agent 公共设施提供了较高层次的服务;Agent 领域接口按照应用领域的要求,建造各种具体的、与领域有关的接口;Agent 服务则提供各种所需的 agent 底层服务。

2.1 agent 请求代理 ARB

ARB 为 CARBA 的核心,负责在分布、异构的环境下传播 agent 的请求和响应,是分布式 agent 间透明通信的基础,

^{*} 本文得到国防预研基金资助,基金编号:99J6.3.2.DZ0210。张云勇 博士研究生,研究方向:开放系统与互操作,移动 agent。彭 舰 博士研究生,讲师,研究方向:开放系统与互操作。刘锦德 教授,博导,研究方向:开放系统与互操作、网络多媒体、移动 agent。

它必须能在异构环境下提供 agent 的可移植性和互操作性，为此它必须具有 MAFAgent 系统和注册组件。

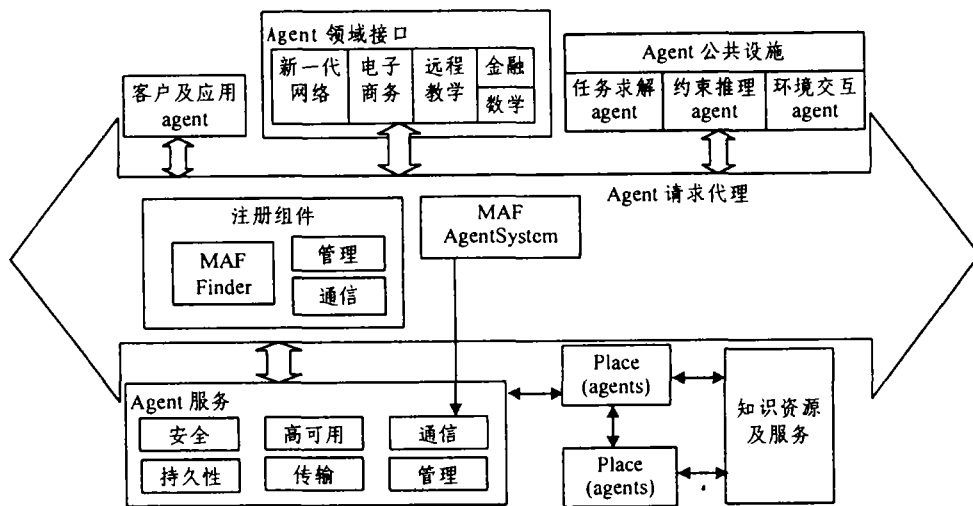


图1 CARBA 体系结构框图

2.1.1 MAFAgent 系统是 ARB 提供的主要接口,具体负责接收 agent、列出 agents/places、获得 MAFFinder 接口、获得 agent 系统类型、获得 agent 状态等。

2.1.2 注册组件 它提供了 agent 注册机制,负责管理所有已经注册的 agent 的信息。为达到此目的,必须提供以下的服务:

- 管理:主要提供区域内 agent 的定位。
- 通信:与 agent 内部的通信机制类似,只不过它提供区域间以及本地 agent 与远地 agent 间的交互。
- MAFFinder:是本组件里主要的接口,提供注册、去消(unregister)、查询 agent 等服务。

2.2 agent 公共设施

提供高层的共享 agent 集合,如任务求解 agent、约束推理 agent、环境交互 agent,可用来组建应用系统。

任务求解 agent 包括 agent 任务相关的推理方法和规则。环境交互 agent 实现 agent 通信语言(ACL)语义,保证使用相同 ACL 的 agent 和服务设施之间的正确通信和协调。

2.3 agent 领域接口

为面向特定领域的接口,如新一代网络、电子商务、远程教学、金融证券等,具体可参考文[3]。

2.4 agent 服务

agent 服务为生成和使用 agent 提供基本的底层服务集合,具有:

- 安全:用访问控制支持内部安全机制。
- 高可用:提供容错、服务质量、负载均衡等服务。
- 持久性:本机制提供 agent 在 agent 之间迁移时由于某些原因迁移失败,agent 所驻留的机器意外崩溃等情况下,有效保存 agent 相关数据的功能。
- 管理:负责创建、删除、挂起、恢复执行 agent 以及拷贝 agent 的管理。
- 传输:负责 agent 状态的串行化、通过 agent 通信服务迁移 agent 到目的区域并在目的地重新启动 agent。
- 通信:负责不同 agent 之间 agent 的迁移,主要由上述传输服务激发,提供同步、异步、动态及多播模式。

3 ODP

国际标准化组织 ISO 为了解决异种系统之间的互联和

互通,提出了 OSI-RM,对八十年代通信和网络的发展奠定了全局的作用。八十年代后期 ISO 发现,OSI-RM 中 OSI 协议栈的层次只是支持了系统之间的相互连接和沟通,有其局限性;应该创建一个面向应用的参考模型来对付应用的分布,它能使应用之间实现互通和互操作。要完成这一任务,分布式系统必须遵守一个公共的体系结构。在没有国际标准的情况下,要让分布式系统的供应商遵守共同的体系结构是很困难的,于是出现了形形色色的这类标准,如 OSF 的 DCE、OMG 的 CORBA、UI 的 ALTAS 和 DEC 的 NAS 等。为了解决这一问题,从1987年起,在国际标准化组织 ISO/IEC 和 ITU 的共同努力下,于1995年发布出了开放式分布处理参考模型 RM-ODP。RM-ODP 不仅是一个一般标准,它还是一个标准的标准(meta-standard),即规定了使用于开放式分布处理领域内的其它标准必须遵循的参考模型。

3.1 ODP 标准组成

3.1.1 观点(Viewpoint) 把对于一个系统的说明分成若干个不同的侧面。每个观点对同一个分布式系统的某个不同侧面进行描述。

(1)企业观点:有关系统和它的环境的观点,它着重于关注系统的目标、范围和策略。

- agent:动作的执行官;
- Communities:由一组 agent 组成;
- Artifact:代表资源;
- Roles:agent 处于什么地位,系统管理员,一般用户等;
- Contract:合作 agent 之间的相互义务的协议,如规定:对象的 role;对象合作的 QoS,违反合同的行为;
- 环境合约:对象对环境的要求;
- federation:为一些共同目标。

从上面的概念可以看出,ODP 与 CARBA 有着非常密切的联系,ODP 中的这些核心概念也在 CARBA 系统中得到了非常好的体现。

(2)信息观点:有关系统和它的环境的观点,它着重于关注信息和所执行的信息处理的语义。

(3)计算观点:有关系统和它的环境的观点,它通过将系统功能分解为在界面处相互作用的对象,来达到分布的目的。

(4)工程观点:有关系统和它的环境的观点,它着重于关

注支持系统中对象间分布式相互作用所需要的机制和功能。

如图2,对于端系统资源,工程语言主要定义了以下概念:结点(node,在管理上独立的物理机器)、核(nucleus,用来管理结点的机制)、对象包(capsule,对象的执行环境)、对象串(cluster,受共管和被共操作的对象集合)。而图3则为完整的工程观点模型。

(5)技术观点:有关系统和它的环境的观点,它着重于关注该系统所用技术的选择。

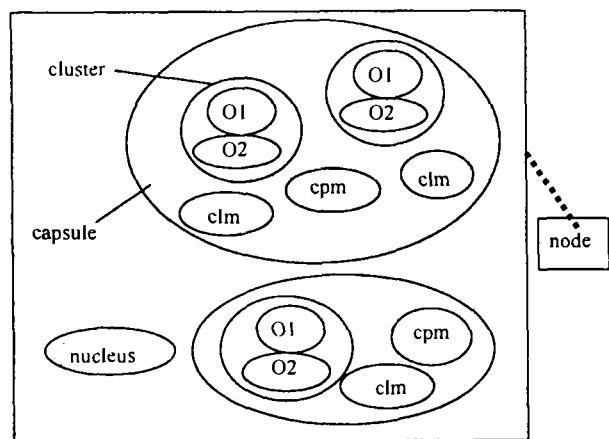


图2 节点模型

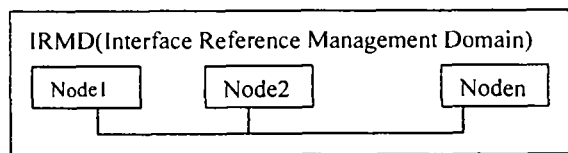


图3 工程观点模型

3.1.2 透明性 它屏蔽了由系统的分布所带来的复杂性。分布式透明性使应用编程者不必关心系统是分布的,还是集中的,从而可以集中精力设计具体的应用,这大大减少了分布式编程的复杂性。

·访问透明性:它屏蔽数据表示和调用机制的差别,使得不同对象之间可以协作。该透明性解决了异种系统协作时所遇到的关键问题。

·位置透明性:它屏蔽了分布式环境中有关对象的物理位置的信息。该透明性使编程者可以引用对象的逻辑名,而不必知道它的实际物理地址。

·迁移透明性:它屏蔽这样一个事实,系统已经把对象迁移到另外的位置。该透明性用于负载均衡和缩短访问对象前的等待时间。

·失败透明性:它屏蔽对象的失败和可能的恢复,使系统具有容错性能。如果提供了这种透明性,设计者可以在一个理想世界中工作,此时某种类型的错误永远不会发生。

·重定位透明性:它屏蔽的内容是,已连接在一起的某个界面已经被移动。如果提供了这种透明性,即使某些交互中的对象已经被移动或替换,系统仍能继续运行。

·复制透明性:它屏蔽的是这样一个事实,即某一对象已经在分布式系统中的几个位置上被复制。该透明性可以提高系统的性能和它的可用性。

·持久透明性:它屏蔽系统中对象的激活(activation)、撤消(de-activation)和再激活(re-activation)。当系统不能为某一对象继续提供处理能力、存储能力和通信能力时,撤消和再

激活用于维护这一对象的持久性。

·事务处理透明性:它屏蔽为获得一组对象之间开展活动时要进行的协调。在分布式环境中,有必要维护一组相关对象之间的协调,以确保有关信息的完整性。

3.2 ODP 功能

RM-ODP 定义了用来支持 RM-ODP 平台的功能。灵活地利用这些好似孤立的功能,可以近于无缝地实现 ODP 系统的目标。例如,进程中的管理能力就是由一组功能提供的。另外,各种分布式透明性的实现也需要以这些功能为基础。

·管理功能:结点管理功能、对象管理功能、对象串管理功能、对象包管理功能。

·协作功能:事件通知功能、检测点和恢复功能、撤消和重新激活功能、成组功能、复制功能、迁移功能、工程界面引用跟踪功能、事务处理功能。

·仓库功能:存储功能、信息组织功能、重定位功能、类型仓库功能、交易功能。

·安全功能:访问控制功能、安全审核功能、认证功能、完整性功能、信任功能、防抵赖功能、密钥管理功能。

4 CARBA 系统的 ODP 验证

4.1 CARBA 结构与 ODP 工程观点的静态对应

CARBA 系统与 ODP 的静态对应,主要为 CARBA 系统结构与 ODP 工程观点结构的对应,CARBA 的基本核心概念都有着与 ODP 工程观点描述千丝万缕的联系,具体对应关系如表1所示。

表1 CARBA 结构与 ODP 工程观点对应关系表

CARBA 系统结构	ODP 工程观点结构描述
Region MAFFinder	IRMD
CoreAgency MAFAgentSystem	Nucleus
Agent System	Node
Place	Capsule
Agent	各种对象及模块

4.2 CARBA 系统 RM-ODP 的动态对应

CARBA 系统与 ODP 的动态对应主要指 CARBA 系统活动与 ODP 功能的对应,具体对应关系如表2、表3所示。

表2 CARBA Agent 系统方法与 RM-ODP 函数对应关系表

CARBA MAFAgentSystem 方法	RM-ODP 函数
Create-agent	Cluster Management Function
Fetch-class	RM-ODP 技术观点
Find-nearby-agent-system-of-profile	Trading Function
Get-agent-status	Cluster Management Function
Get-agent-system-info	Node-Management
Get-authinfo	Authentication Security Function
GetMAFFinder	Node Management
List-all-agents	Trading Function
List-all-agents-of-authority	Trading Function
List-all-places	Trading Function
Receive-agent	Migration Function
Resume-agent	Cluster Management Function
Suspend-agent	Cluster Management Function
Terminate-agent	Cluster Management Function
Terminate-agent-system	Node Management Function

(下转第96页)

21 Swanson M D, Zhu B, Tewfik A H. Transparent robust image watermarking. In: Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, 1996, 3: 211~214

22 Marvel L M, Retter C T. A methodology for data hiding using images. In: Military Communications Conf. 1998. MILCOM 98. Proc. IEEE, 1998, 3: 1044~1047

23 Marvel L M, Boncelet C G, Retter C T. Spread spectrum image steganography. IEEE Trans. on Image Processing, 1999, 8(8): 1075~1083

24 Mastronardi G, Castellano M, Marino F. Steganography effects in various formats of images. A preliminary study. In: International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IEEE, 2001. 116~119

25 Ramkumar M, Akansu A N. Capacity Estimates for Data Hiding in Compressed Images. IEEE Transactions on Image Processing, 2001, 10(8): 1252~1263

26 Johnson N F, Jajodia S. Steganography: seeing the unseen. In: IEEE Computer, Feb. 1998. 26~34

27 Gruhl D, Bender W, Lu A. Echo hiding. In: Information Hiding: 1st Int. Workshop (Lecture Notes in Computer Science), R. J. Anderson, ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1996, 1174: 295~315

28 Swanson M D, Zhu B, Tewfik A H, et al. Robust audio watermarking using perceptual masking. Signal Processing. (Special Issue on Watermarking), 1998, 66(3): 337~355

29 Swanson M D, Zhu B, Tewfik A H. Current state of the art, challenges and future directions for audio watermarking. In: 1999 IEEE Intl. Conf. on Multimedia Computing and Systems, 1999, 1: 19~24

30 Petitcolas F A P. MP3Stego. URL: http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/steganography/mp3stego

31 Pulcini G. StegoWav. URL: http://www.radiusnet.net/crypto/steganography/Java/stegowav.zip

32 Hetzl S. Steghide. URL: http://steghide.sourceforge.net/

33 Kuhn M G, Anderson R J. Soft tempest: Hidden data transmission using electromagnetic emanations. In: Information Hiding: 2nd Int. Workshop (Lecture Notes in Computer Science), D. Aucsmith, Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998, 1525: 124~142

34 Anderson R J, Petitcolas F A P. On The Limits of Steganography. IEEE Journal of Selected Areas in Communications, 1998, 16(4): 474~481

35 Hugg S E. StegParty. URL: http://www.fasterlight.com/hugg/projects/stegparty.html

36 Maher K. TEXTO. URL: ftp://ftp.funet.fi/pub/crypt/steganography/texto.tar.gz

37 Grosse P. TextHide. URL: http://www.compris.com/TextHide/en/

38 Chapman M T. Hiding the Hidden: A Software System for Concealing Ciphertext as Innocuous Text. Computer Science Master Thesis at The University of Wisconsin-Milwaukee May 1997, URL: http://www.ctgi.net/nicetext/

39 Bulhak A C. On the simulation of postmodernism and mental debility using recursive transition networks. Dept Computer Science Technical Reports, Dept Computer Science, Monash Univ, Melbourne Australia; [Technical report CS 96/264]. 1996. 1~12

40 Compris.com GmbH. TextMark - Protect your texts with digital watermarks! URL: http://www.compris.com/general/en/autotextmark.html

41 Anderson R J, Needham R, Shamir A. The Steganographic File System. In: 2nd Intl. Workshop on Information Hiding, Portland, Oregon, USA. 1998. 73~82

42 Rowland C H. Covert Channels in the TCP/IP Protocol Suite. URL: http://www.psionic.com/papers/covert/

43 Johnson N F, Jajodia S. Steganalysis of Images Created using Current Steganography Software. In: 2nd Intl. Workshop on Information Hiding, Portland, Oregon, USA. 1998. 273~289

44 Fridrich J, Du R, Long M. Steganalysis of LSB encoding in color images. In: 2000 IEEE Intl. Conf. on Multimedia and Expo, 2000, 3: 1279~1282

45 Bartel J. Steganalysis: An overview. URL: http://www.sans.org/infosecFAQ/encryption/steganalysis2.htm

46 Petitcolas F A P, Anderson R J, Kuhn M G. Information Hiding - A Survey. Proceedings of IEEE, 1999, 87(7): 1062~1078

47 Petitcolas F A P, Anderson R J, Kuhn M G. Attacks on Copyright Marking Systems. In: Second workshop on information hiding, Lecture Notes in Computer Science, Portland, Oregon, USA, 1998, 1525: 218~238

48 Craver S, Yeo B L, Yeung M. Technical trials and legal tribulations. In: Commun. ACM, 1998, 41(7): 44~54

49 Craver S, Yeo B L, Yeung M. Resolving Rightful Ownerships with Invisible Watermarking Techniques: Limitations, Attacks, and Implications. In: IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Special issue on copyright & privacy protection. 1998, 16(4): 573~586.

50 Braudaway G W, Magerlein K, Mintzer F. Protecting Publicly-Available Images with a Visible Image Watermark. Proc. SPIE, 1996, 2659: 126~33

(上接第120页)

表3 CARBA Finder 系统方法与 RM-ODP 函数对应关系表

CARBA MAFFinder 方法	RM-ODP 函数
Register-agent	Engineering Interface Reference Tracking Function
Register-agent-system	
Register-place	
Lookup-agent	Trading Function
Lookup-agent-system	
Lookup-place	
Unregister-agent	Engineering Interface Reference Tracking Function
Unregister-agent-system	
Unregister-place	

总结 移动 agent 不同于基于过程的 RPC(如 OSF/DCE 中的), 也不同于面向对象的对象引用(如 OMG/CORBA, OLE/DCOM 和 Java/RMI 中的), 其独特的对象传递思想和卓越的特性给开放系统带来了巨大的革新。目前国内技术界大多从人工智能的角度来研究 agent, 所以很难实用化; 我们另辟蹊径, 从开放系统、分布处理的角度对其作深入研究, 为移动 agent 的实用化作出了一些有益的探索。我们通过 MASIF 规范建立了 CARBA 结构, 并以 ODP 规范为理论工

具, 验证了 CARBA 具有较高的开放程度, 这样从遵循理论到实践, 从实践再返回理论的原则, 建立了新一代开放系统框架, 解决了传统开放系统中协作性、移动性和实时性等问题。

参考文献

- 刘锦德. 对于开放系统内涵的澄清. 计算机应用, 1997, 17(6): 1~3
- 电子科技大学微机所. 开放系统中互操作技术的发展和前景: [中国国防科学技术报告]. 2000
- OMG Joint Submission Mobile Agent System Interoperability Facility. Nov. 1997. available via ftp://ftp.omg.org/pub/docs/orbos/97-10-05.pdf
- 张云勇, 胡健, 刘锦德. 新一代开放系统核心架构研究. 计算机科学, 2002, 29(2): 78~80, 59
- ISO/IEC IS 10746-1|ITU-T X. 901, ODP-RM Part1: Overview, 1995
- ISO/IEC IS 10746-2|ITU-T X. 902, ODP-RM Part2: Foundation, 1995
- ISO/IEC IS 10746-3|ITU-T X. 903, ODP-RM Part3: Architecture, 1995
- ISO/IEC IS 10746-4|ITU-T X. 904, ODP-RM Part4: Architecture Semantics, 1995