

移动中间件^{*}

Mobile Middleware

张云勇 谭浩 刘锦德

(电子科技大学计算机学院微机所 成都610054)

Abstract Mobile Network technology has been the research focus since the 1990's. The middleware technology is imported for the sake of running the distributed transaction smoothly. In this paper, the requirement and architecture of hard mobile middleware are discussed in detail, then the soft mobile middleware and mobile CARBA which is a combination of both hard middleware and soft middleware are studied.

Keywords Mobile Network, Distributed Processing, Interoperability, μ CORBA, GIOP Tunnel Protocol, Mobile Agent, Mobile CARBA

1. 引言

随着社会信息化进程的加快和各种无线接入技术的迅速发展,移动计算机网络得到突飞猛进的发展。同时,利用移动计算机网络开展分布式处理正在萌芽,而这一业务的实施需要使用互操作技术,移动中间件正是在此背景下应运而生。

本文首先分析移动计算机网络的特点、传统中间件技术在移动环境下所面临的挑战,引出移动中间件必具特征,常见协议,并给出硬移动中间件系统框架。然后从软移动方面阐述了移动中间件,并阐述了一种既有硬移动,又有软移动的总线结构移动 CARBA,最后给出测试和总结。

2. 传统中间件在移动网络中所面临的挑战

2.1 移动环境下 TCP/IP 需解决的问题

经过多年的发展,TCP/IP 协议已能有效地适应有线网络,其慢速启动、拥塞控制、丢包恢复机制已经较为完善。但在无线移动环境下,无线信道的突发性错误、较大的延时变化以及移动主机的越区切换使得传统的 TCP 拥塞控制和丢包恢复机制并不能有效适应无线移动环境。如在有线环境下,TCP 默认丢包是由于网络拥塞造成的,因此发送方一旦检测到丢包,则减少其发送窗口,但在无线移动环境下,丢包因素较多,信道错误、移动主机的越区切换都有可能引起短期的突发性丢包,如果 TCP 发送者将以上的丢包误认为是拥塞所致,则将减小传输窗口,这会导致信道的空闲,大大降低了端到端性能和吞吐量。因此必须采用一种机制,将非拥塞产生的丢包与拥塞丢包区分出来,对前者只将丢弃的包重传,无须减小 TCP 的传输窗口,而对后者,则执行 TCP 的拥塞控制。一种有效的方法为用 SACK(Select Acknowledge)来提高性能,用 ELN(Explicit Loss Notification)来区分丢包原因^[1]。

2.2 移动环境下移动透明性问题

作为中间件,客户端在移动环境下应能调用服务端的服务;同时服务端的移动必须对客户透明,即客户端意识不到服务端的移动。只要服务端登记后,客户端可以有效地利用名字服务找出服务端,并调用其服务。

3. 硬移动中间件

针对上述问题,OMG 组织及主要厂商出台了无线 CORBA 规范^[2],依据此规范,我们构筑了硬移动中间件 μ CORBA,其系统架构可分为终端域、访问域(进一步分为以前访问的域和当前访问的域)和宿主域,具体如图1所示。

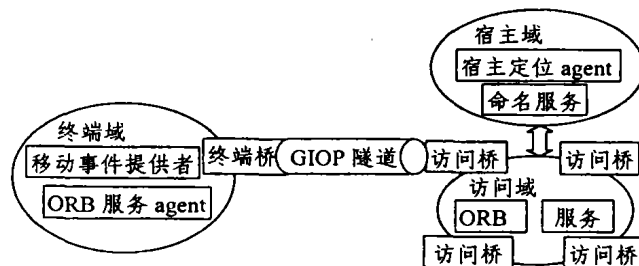


图1 硬移动中间件 μ CORBA 结构

3.1 终端域

终端域为移动终端活动的区域,处于移动网络中,一般为客户端,是整个服务的发起者。它主要包括 ORB 服务 Agent、移动事件提供者和终端桥三部分。

·ORB 服务 Agent:主要功能是透明访问访问域的服务,实现命名服务绑定的自动更新和迁移。

·移动事件提供者:主要功能是当客户端发生迁移、网络连接丢失、网络连接恢复时,提供消息响应(notification)机制。

·终端桥:终端桥为终端域和访问域之间的接口,也是移动网和固定网之间的网关。它主要完成终端启动自举、初始化访问、迁移和访问的恢复以及 GIOP/UDP、GIOP/WAP 的映射。其中 GIOP/UDP、GIOP/WAP 的映射解决了传统 TCP/IP 在无线网络中的问题,GIOP/UDP 的映射框架如图2所示,GIOP/WAP 的思想类似。

由于 TCP 太复杂,移动环境下一般选择 UDP,但 UDP 不可靠,需要一些简单的机制来提供一定的可靠性。GTP (GSP)层提供了这些机制,如可靠性、消息编号、可选的差错

*)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:开放系统与互操作中间件,移动 Agent。谭浩 博士,讲师,研究方向:开放系统与互操作中间件,网络多媒体。刘锦德 博士,研究方向:开放系统与互操作中间件,网络多媒体,移动 Agent。

谭浩 博士研究生,研究方向:开放系统与互操作中间件,移动 Agent。谭浩 教授,博导,四川省科学技术带头人,全国先进科技工作者,研究方向:开

检测与恢复、分段、流量/拥塞控制、ELN 和选择性的 ACK。其核心仿造 IETF 的 SCTP (Simple Control Transmission Protocol) 协议,所以简单实用、效率高。

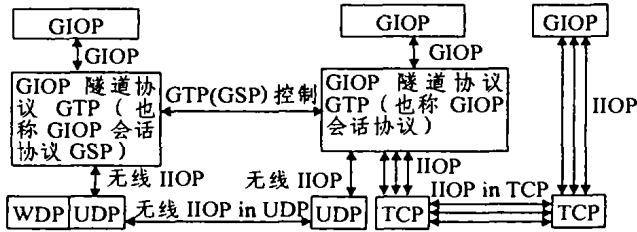


图2 GIOP/UDP映射图

3.2 访问域

访问域为 CORBA 服务提供域,一般存在于固定网络环境中,但 CORBA 服务提供者也会在特定的场合下(如系统崩溃)作移动,它主要包括服务和访问桥。其服务与传统 CORBA 一样,这里仅阐述访问桥。

访问桥为终端桥的对应部分,负责初始化访问、提供透明的 IOR、完成连接迁移和访问的恢复以及位置相关的一些函数,如 terminal_attached(in terminal_id)、get_address_info(out transport_address_list)等。

访问桥与终端桥之间为 GIOP 隧道,它实现系统的透明通信。移动终端与服务代理连接,将请求提交给服务代理,服务代理代表移动终端并根据请求通过 GIOP 隧道与服务器交互,然后将得到的结果返回给移动终端。采用这种方式,一方面利用服务代理和传输隧道技术可屏蔽无线通信信道速率低、延迟大、误码率高、连接丢失率高的问题;另一方面利用服务代理技术也可解决移动终端从一个小区移动切换到另一个小区时,请求结果的正确返回问题。

3.3 宿主域

宿主域为一位置向导,提供位置透明服务,一般存在于固定网络环境中,且不会移动。它包含命名服务和宿主位置 Agent。

·命名服务:和传统 CORBA 中的命名服务一样,提供基本的名字服务、交易器服务。

·宿主位置 Agent:在命名服务的基础上,进一步提供位置向导服务,来实现位置的透明性,主要包含如下函数。

update_location(in terminal_id, in new_access_bridge)//位置更新函数

query_location(in terminal_id, out current_access_bridge)//位置查询函数

list_initial_services()//查询服务函数

resolve_initial_references(in identifier)//解析服务函数

4. 软移动中间件

软移动是指硬件没有移动,但软件实体或程序代码和数据发生移动,目前这方面研究最热的为移动 Agent 技术^[3]。

移动 Agent 的概念是90年代初由 General Magic 公司在推出商业系统 Telescript 时提出的,简单地说,移动 Agent 是一个能在异构网络中自主地从一台主机迁移到另一台主机并与其它 Agent 或资源交互的程序,它实际上是 Agent 技术与分布式计算技术的混血儿。传统的 RPC 客户和服务器的交互需要连续的通信支持;而移动 Agent 可以迁移到服务器上,与之进行本地高速通信,这种本地通信不再占用网络资源。

移动 Agent 方式和 Client/Server(RPC)方式的区别之一在于:在 C/S 方式中,客户方的请求和服务方的处理结果都要在网上传递,每次应答的信息都要在网上传交互。而采用移动 Agent 方式时,请求服务的客户方 Agent 移动到服务方提供的 Agent 上下文环境中,客户 Agent 和服务方的交互都在此上下文环境进行。同时,中间结果和冗余信息不必在网络上传输,这样一方面可以减少网络开销,另一方面又可以克服网络传输延时的影响。最后,客户 Agent 把处理结果传回给客户方,它本身在服务方上下文环境中消亡,不必移回客户方。

以移动 Agent 来实现软移动中间件,关键是实现移动 Agent 互操作性,我们以 MASIF 规范和 FIPA 规范为基础,成功地建立了 CARBA(Common Agent Request Broker Architecture),具体可参考文献[4]。

5. 移动 CARBA

由于移动 Agent 技术通过将服务请求 Agent 动态地移到服务器端执行,使得此 Agent 较少依赖网络传输这一中间环节而直接面对要访问的服务器资源,从而避免了大量数据的网络传送,降低了系统对网络带宽的依赖,非常适合无线网络环境。而且由于移动 Agent 不需要统一的调度,由用户创建的 Agent 可以异步地在不同节点上运行,待任务完成后再将结果传送给用户;为了完成某项任务,用户可以创建多个 Agent,同时在一个或若干个节点上运行,形成并行求解的能力;移动 Agent 具有自治性和智能路由等特性。如果在硬移动中间件的基础上引入软移动思想,则会进一步减少网络传输延迟,进一步提高网络性能和分布处理速度和交易智能性。

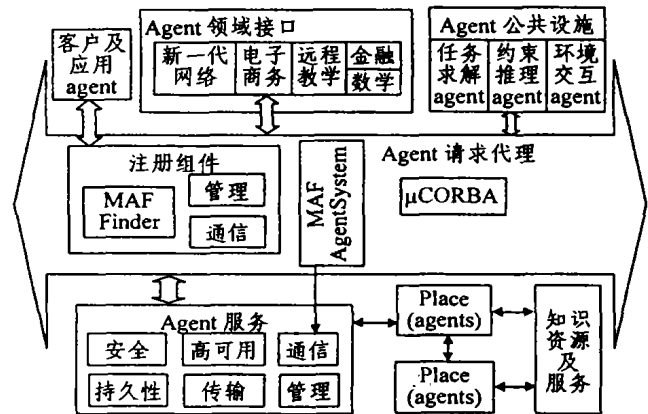


图3 移动 CARBA

如图3,在 CARBA 的基础上,结合 μCORBA 思想,建立了移动 CARBA 框架,并实现系统原型。移动 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。移动 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。整个移动 CARBA 以 μCORBA 为通信通道。

5.1 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

基础,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。

5.1.1 MAFAgent 系统 是 ARB 提供的主要接口,具体负责接收 Agent、列出 Agents/places (Agent 场所)、获得 MAFFinder 接口、获得 Agent 系统类型、获得 Agent 状态等。

5.1.2 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。

5.2 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。

5.3 Agent 领域接口

为面向特定领域的接口,如新一代网络^[6]、电子商务^[6]、远程教学、金融证券等。

5.4 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。

6. 测试与总结

为对移动 CARBA 作性能测试,采用了增量测试方法。系统模型为移动电子商务中的信息检索,网络环境为无线 2M 带宽网络和无线 11M 带宽网络。通过同时使用 2 个、3 个、4 个、5 个和 6 个移动终端子系统(图 4),分别测试完成各种操作的时间情况。表 1 所给出的实验结果为进行一次性全域信息查询信息的返回时间。

如图 4 所示,实验结果表明,移动 CARBA 有着比 μ CORBA 和普通网络计算结构(都属于 RPC 结构)高效的性能,而且随着网络带宽的恶化,系统基本性能无明显变化,而 μ CORBA 和普通网络计算结构则有大幅下降。同时也看到,随着移动终端子系统的动态增加,系统并发机制发挥了良好的性能,具有良好的可动态扩展能力;而 μ CORBA 和普通网络计算结构随着移动终端子系统的增加,其计算时间会成指数级增长。

另外在表 1 中可看出,系统返回第一个数据与返回所有数据,其计算时间差异不大,而 μ CORBA 和普通网络计算结构则有很大的差异。

表 1 系统增量测试结果

移动终端子系统数量	返回第一个数据所需时间						返回全部数据所需时间					
	移动 CARBA		μ CORBA		CORBA		移动 CARBA		μ CORBA		CORBA	
	11M	2M	11M	2M	11M	2M	11M	2M	11M	2M	11M	2M
2	1.25	1.39	1.71	2.89	1.89	3.23	1.56	1.70	1.84	7.93	4.67	10.44
3	1.27	1.48	1.88	3.01	2.10	4.87	1.74	1.78	4.65	12.37	6.99	15.67
4	1.31	1.53	1.93	5.67	2.38	7.44	2.02	2.85	6.97	17.44	8.14	21.88
5	1.34	1.59	2.44	8.86	2.79	10.89	2.37	3.88	9.10	25.55	10.21	30.52
6	1.38	1.71	3.11	13.95	3.20	15.87	2.63	4.01	11.34	38.22	12.68	45.14

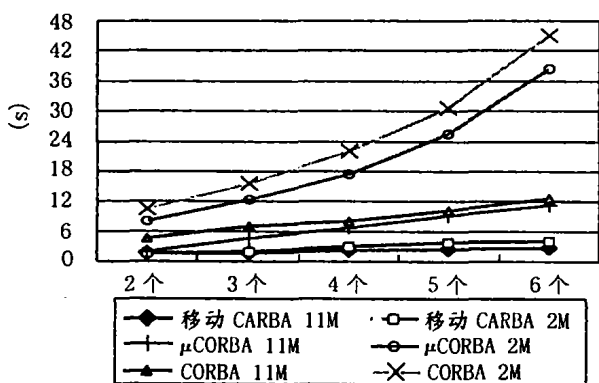


图 4 返回全部数据的性能比较

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分布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。本文在介绍硬移动中间件的基础上,提出软移动中间件概念,并创造性地构建和实现了移动 CARBA,它兼有硬移动、软移动特点,为正处于爆炸性发展阶段的移动电子商务、移动远程教学等应用奠定了坚实的基础。

参考文献

- 1 Balakrishnan H. Improving Reliable Transport and Handoff Performance in Wireless Networks. Wireless Networks, 1998,1(4)
- 2 OMG. Wireless Access and Terminal Mobility in CORBA, Revised Submission. OMG Document telecom/2001-01-1
- 3 张云勇. 面向 Agent 的软件工程.[电子科技大学计算机学院博士生研究报告]. 2000
- 4 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(已录)
- 5 张云勇,刘锦德. 一种基于移动 Agent 的主动网的框架方案. 计算机应用, 2001, 21(7): 26~28
- 6 张云勇,胡健,刘锦德. 基于移动 Agent 的 B2B 协作电子商务系统. 小型微型机系统(已录)