

Internet (4)

信息服务

信息搜寻模式

人工智能

91

计算机科学 1999 Vol. 26 No. 4

34-37

基于移动 Agent 技术的信息服务与搜寻模式

Information Service and Information Retrieval with Mobile Agent Technology

邹涛 张福炎

TP393

(南京大学多媒体计算机研究所 软件新技术国家重点实验室 南京 210093)

Abstract Mobile Agent is a new agent technology. It is characterized by mobile, intellectual and asynchronous computing. This paper introduces the architecture of information service and retrieval on Internet with Mobile Agent technology and its working flow, at last describes its key technology and the current development status.

Keywords Mobile agent, Internet, Information service, Information retrieval

1 引言

Internet 是一个庞大的分布式信息空间,已成为全球范围内传播信息的最主要渠道。

Internet 上存在许多信息查询站点,如:Yahoo, AltaVista 等,虽然在一定程度上解决了信息源定位的问题,但也存在显而易见的缺陷:因现有的信息服务系统如 WWW、FTP 等都是典型的 Client/Server 结构系统,基于 C/S 结构的搜寻也必然是 C/S 结构的,进行信息搜寻时,必须将网页内容全部或部分下载到本地,然后才能进行索引处理,对网络有效带宽的依赖性很强;而且网络中的站点、网页内容会经常发生变化,现有的搜寻模式很难保证搜寻结果的实效性。随着硬件技术的发展,计算机的处理速度已经不再是信息处理与服务的瓶颈,影响信息服务进一步发展的主要障碍是网络的有限带宽和现有服务模式。移动 Agent (简称 MA) 技术和跨平台语言 (如 Java) 的出现,为解决分布式网络中的信息服务与搜寻问题提供了新思路。MA 技术是一种新型分布式计算技术,利用 MA 技术可以改变传统的信息服务模式和搜寻方法,提高信息的服务与获取能力。

2 移动 Agent 概述

Agent 的研究起源于人工智能领域,它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,我们可以让 Agent 在网络中移动到其他节点执行来完成某些功能,这就是移动 Agent 的思想。移动 Agent 思想的提出,使得 Agent 技术具有了动态性和分布计算的特点,进一步扩展了 Agent 处理事务的功能。移动 Agent 能够在异构网络中,在自己的控制下从一台主机移动到另外一台主机上继续运行。它可以在任意点暂停执行,将自身传送到一台新主机上,并且在新主机上从暂停点继续执行。在每一台主机上移动 Agent 都可以直接同服务 Agent 或服务资源进行交互,任务完成后再将结果同自身传送回源节点。

因此,我们可以将移动 Agent 定义为:“具有跨平台持续运行、自我控制移动能力,模拟人类行为关系,并能够提供一定人类智能服务的程序”。

将分布式移动计算的思想引入 Agent 技术中,使得 Agent 技术具有了许多新特点,能够很好地处理以往传统的 Client/Server 模式无法解决的问题。

(1) 动态执行方式:移动 Agent 摆脱了 Client/Server 的传统框架,能够将发出服务请求的客户端代码动态地移动到服务器端执行,使得 Agent 不经过网络传输这一中间环节而直接同服务源进行交互,这将显著地降低系统对网络带宽要求,将多个应用程序间的冲突降低到最低限。

(2) 异步计算:移动 Agent 能够提供在不同时间

邹涛 博士生,研究方向为计算机网络、多媒体技术。张福炎 研究方向为多媒体技术、计算机网络、计算机图形学。

教授,博士生导师,南京大学多媒体计算机研究所所长,主要

和不同空间范围的互操作机制。MA 不需要统一的调度,也不需要保持系统与网络的长时间稳定连接,由用户创建的 Agent 可以异步地同运行在不同时间不同节点上的应用程序或 Agent 进行交互,在任务完成后再将结果传送给用户。

(3)并行求解:为完成某项任务,用户可以创建多个 Agent,同时在相同或不同的节点上运行,移动 Agent 的并行性可将单一节点的负荷分散到网络的多个节点上,这将使得小系统拥有处理大规模、复杂问题的能力。

(4)智能化路由:移动 Agent 具有根据任务目标、网络通讯能力和服务器负载等因素动态规划下一步操作的能力。智能化路由能够很好地优化网络和计算资源,实现负载均衡,提高问题的求解速度,避免资源访问的盲目性。

3 基于移动 Agent 技术的信息服务体系结构

3.1 移动 Agent 系统结构

移动 Agent 系统由两部分组成:服务请求端创建的用户 Agent 和服务器端的 Agent Host(简称 AH,也被称为 Agent Server)。AH 是 MA 赖以生存的服务环境,AH 为每个 Agent 建立运行环境和服务接口,并利用 Agent 传输协议 ATP 实现 Agent 在网络主机间的移动。如图 1 所示,Agent Host 一般由如下五个逻辑层组成:

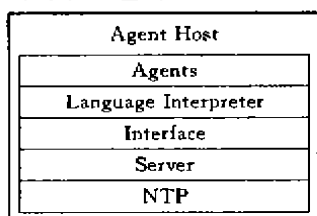


图 1 Agent Host 结构模型

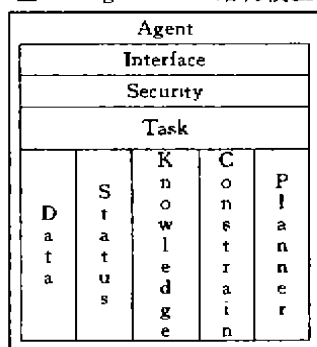


图 2 移动 Agent 结构模型

(1)NTP 层:网络传送层,是与现有网络通信协议的接口,Agent Host 通过 NTP 来同服务器资源或其他服务器的 Agent Host 进行通信,Agent 的传递和接收也是在 NTP 层完成的。

(2)Server 层:服务层,为 Agent 建立运行环境和安全保护机制,协调和监视各 Agent 的运行。

(3)Interface 层:接口层,为 Agent 同宿主机、其他 Agent 之间的通信提供了底层的界面。

(4)Language Interpreter 层:语言解释层,MA 一般都是由跨平台语言(如 Java、TeleScript 等)实现的,AH 接收到一个新 Agent 后,建立相应的 Agent 语言解释器,Agent 在解释器的支撑下工作。在 AH 中可以存在多个语言解释器,用以解释由不同语言实现的 Agent。

(5)Agent 层:Agent 应用层,Agent 在以上各层的支持下完成其各自的任務。这一层可以包含多个 Agent,既可以有其他主机传送来的动态 Agent,也可以有 AH 本身的静态服务 Agent。

Agent 是用户任务的完成体,它在 Agent Host 所提供的运行环境中执行,通过 ACL(Agent 通信语言)相互通信或访问主机提供的服务,其结构如图 2 所示:

(1)Interface:接口层,Agent 与外部环境通信的中介。

(2)Security:安全策略层,提供对 Agent 自身的保护,防止外部环境对 Agent 的非法访问。

(3)Task:任务求解层,Agent 的功能实现与控制层,完成任务的求解和 Agent 初始化、事件处理、转移等控制工作。

(4)Data:内部数据模块,保存 Agent 运行所需的数据和由 Agent 采集处理并将发送回用户的数据。

(5)Status:状态模块,保存 Agent 状态参数和历史记录。

(6)Knowledge:知识库,为求解任务而构造的外部或自身模型。

(7)Constrain:约束条件,是用户为保证 Agent 的性能和正常运行而设置的约束参数。

(8)Planner:路由策略,Agent 根据路由策略和系统背景状态、用户需求来决定下步行为。

3.2 基于移动 Agent 技术的信息服务

基于移动 Agent 技术的信息服务系统,由 Agent 用户、Agent 宿主系统、资源服务系统、Agent 转接系统四部分组成(如图 3 所示),Agent Host 和

移动 Agent 取代了以往的 Server 和 Client。Agent 用户需要搜寻信息时,用户系统自动创建搜寻 Agent,Agent 根据用户的需求转换到相应的宿主系统并通过 AH 访问服务资源。通常宿主系统和资源服务系统在同一台服务器中,Agent 对资源的访问只是同一系统中进程之间的通讯,而不必经过网络的传送。AH 是资源服务器上的 MA 支撑环境,不影响原有的资源服务,因此系统仍然能够提供传统的资源服务,保持与原有系统的兼容性。Agent Dock 服务器是为了适应低可靠性网络和解决网络拥塞而设置的 Agent 转接系统,向 Agent 提供驻留服务。

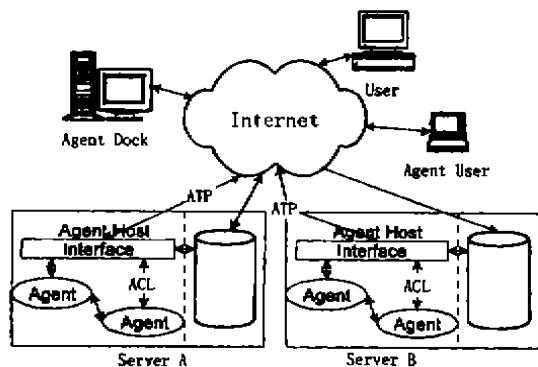


图 3 基于移动 Agent 技术的信息服务结构示意图

3.3 信息搜寻工作流程

现在以图 3 所示结构,简述利用移动 Agent 进行信息搜寻的工作流程如下:

(1)进行信息搜寻前,Agent User 先对创建的 Agent 进行状态、知识库、约束条件等的初始化。将代表用户兴趣目标的特征表示和匹配尺度写入 Agent 的知识库,并设置返回时间、站点停留时间、任务完成度、搜寻范围等约束。

(2)Agent 初始化后,根据路由策略首先将自身转移到 Server A。

(3)Agent 到达 Server A 后,通过 Agent Host A 的 Interface 访问 Server A 的资源并进行识别,将符合要求的信息发送回用户或记录到 Agent 的结果数据区。

(4)Server A 搜寻完毕后,Agent 根据路由策略、约束条件、网络状态和服务器负载等条件决定下一步行为(假设需要转移到 Server B)。

(5)Agent 保存相应的历史记录和当前状态后阻塞自身的工作,向 Agent Host B 发出转移请求,得到准许应答后开始向 Server B 复制,复制完成后

向 Agent Host A 发送清除请求,进入休眠态。

(6)Agent 在 Agent Host B 中恢复断点状态,进入执行态,继续进行信息的搜寻。

(7)任务完成或到达返回时间,Agent 将返回用户端,返回前先判别网络的连通性,如果网络是连通的,而且用户 AH 已经启动,Agent 则可以直接返回。如果网络存在故障或负载太重或用户没有启动 AH,Agent 可以暂时驻留在网络中的 Dock 服务器上。Agent 转移到 Dock 服务器后,服务器根据网络和自身的负载情况将 Agent 的部分或全部从内存卸载到硬盘上,并替代 Agent 监视其目的节点,一旦具备传送条件,就会激活 Agent,使其传送到目的节点。

(8)到达用户节点后,Agent 将搜寻结果提交给用户,并将自身全部卸载,结束任务周期。

3.4 技术优势

与传统信息服务系统相比,采用移动 Agent 技术的信息服务系统有其明显的优势。首先,通过将服务请求 Agent 移动到服务器端,使 Agent 直接访问服务器资源,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;第二,Agent 直接同服务器资源交互,缩短了通信时延,提高了响应速度;第三,Agent 可以根据服务器和网络的负载决定移动目标,有利于负载均衡;第四,Agent 的智能路由减少了用户浏览或搜寻时的判断;第五,在进行信息搜寻时,可创建多个 Agent 并行工作,提高搜寻速度;第六,在非可靠性网络中依然能提供稳定服务,特别适用于短时连接的移动用户。

3.5 关键技术

移动 Agent 服务体系的实现需要涉及到计算机网络、分布式计算和人工智能等多个领域,为了实现智能化服务和智能化任务规划求解的目标,必须解决好以下关键技术。

(1)Agent 通信语言(ACL):ACL 是实现 Agent 与 Agent Host、Agent 与 Agent 间进行通信的基础,开放式移动 Agent 系统的 ACL 应具有环境无关性、应用普遍性、简捷性、语法语义一致性等特点。

(2)Agent 传输协议(ATP):ATP 定义了一组关于在各服务器间进行 Agent 传输控制的协议,Agent 利用 ATP 实现在异构网络中的迁移。

(3)异构环境支持:移动 Agent 应具有平台独立性和在异构环境中的互操作能力。这就要求 Agent 实现语言与平台无关,才能使得 Agent 的实现代码能够在不同的软硬件环境下正常执行。

(4)安全机制:移动 Agent 系统的开放性和移动性会产生许多不确定因素,因此完善的安全机制是 Agent 系统不可缺少的部分。这种安全机制应是双向的,既要保证系统不受恶意 Agent 的攻击又要保护合法 Agent 不受宿主系统的非法侵害。安全机制应包括:① Agent 合法性验证;② Agent 完整性验证;③权限设置;④资源分配;⑤ Agent 用户控制;⑥ Agent 通信的加密。

(5)容错机制:因为 Agent 是在复杂的异构网络环境中运行的,为了保证其正常运行,必须考虑到网络故障、服务器故障、节点脱离、服务器关机等情况的出现。

(6)智能化路由:Agent 完成任务的效率和准确度很大程度上取决于路由策略的优劣。良好的路由策略能够动态地根据所处网络环境的传输能力和服务器的负载状况等因素,选择最佳移动路径和移动目标。

(7)转接机制:为了能够对移动 Agent 系统进行负载均衡和适应低带宽网络、非稳定连接系统的要求,必须在移动 Agent 系统中设定 Dock 服务器,向移动 Agent 提供驻留和转发节点。

(8)控制机制:在 Agent 具有高度自主性的同时,还要使创建者能够对移动 Agent 具有有效的控制能力,因为:①创建者要对 Agent 的行为负责,使其对整个系统不产生危害;②避免 Agent 的迷航和过度复制;③创建者能够保持与 Agent 的通信,传递任务要求和协调 Agent 的工作。

4 移动 Agent 技术发展现状

移动 Agent 技术是一个崭新的技术领域,虽然它的提出和发展时间都较短,但是受到了许多研究机构的重视,特别是跨平台语言 Java 的出现,使得移动 Agent 技术的研究有了较大的进展,并且已研制出了一些实验性的系统,比较成功的有 Dartmouth 学院的 Agent TCL 系统,东芝公司的 Plangent 系统,IBM 公司的 Aglet 系统,General Magic 公司的 Odyssey 系统。例如在 Agent TCL 系统中,已经实现了 Agent 的自主移动、智能化路由、服务器资源访问、Dock 服务器的转接等移动 Agent 系统的代表性功能。但是在移动 Agent 应用系统实用化前,还有许多问题需要解决。首先是移动 Agent 系统的标准化问题,系统的标准化是其广泛应用的前提条件;其次是知识表示问题,知识表示定义了

Agent 之间、Agent 与服务器之间的需求传递和需求表示,这方面的最大成果就是知识查询与操作语言 KQML (Knowledge Query and Manipulation Language),KQML 既是一种消息传递格式,又是消息处理协议,支持 Agent 间的知识共享,但将复杂的 KQML 在 Agent 上实现还有很大的困难;第三,在系统的各节点上自由迁移是移动 Agent 系统的特色,这一类似网络病毒的特点也给系统带来了很大的安全问题,任何一个小小的安全漏洞都会给 Agent 协同系统带来意想不到的后果,因此也必须处理好系统安全问题。

移动 Agent 是分布式计算技术和人工智能技术相结合的产物,将移动 Agent 思想引入信息服务领域,能使传统的信息更好地适应网络环境的多样性和多态性,同时 Internet 的飞速发展和跨平台动态语言的出现,又为移动 Agent 技术的研究提供了一个良好的应用环境,进一步促进了移动 Agent 技术的发展。移动 Agent 技术必会成为未来网络技术中的一个重要的组成部分,使计算机网络进入一个智能化时代。

参考文献

- 1 Venkat N. Gudivada Information Retrieval on the World Wide Web. IEEE Internet Computing, Sep. Oct 1997:58~68
- 2 OMG. The Common Object Request Broker Architecture and Specification, July 1995
- 3 IBM. Mobile Agent Facility Specification. OMG TC Document, August 1996
- 4 Lingnau A. An infrastructure for Mobile Agent: Requirements and Architecture, 1995
- 5 Kotz D, Gray R. AGENT TCL: Targeting the Needs of Mobile Computers. IEEE Internet Computing, July. August 1997:58~67
- 6 Ohsuga A, Nagai Y. PLANGENT: An Approach to Making Mobile Agents Intelligent. IEEE Internet Computing, July, August 1997:50~57
- 7 Evans E, Rogers D. Using Java Applets and CORBA for Multi-User Distributed Applications IEEE Internet Computing, May. June 1997:43~55
- 8 Michael N. Huhns Agents on the Web. IEEE Internet Computing, September. October 1997:78~79
- 9 Michael N. Huhns Mobile Agents. IEEE Internet Computing, May. June 1997:80~83
- 10 Michael N Huhns Agents Are Everywhere. IEEE Internet Computing, January February 1997:87
- 11 马俊涛,刘积仁. Mobile Agent 体系结构及关键技术探讨. 小型微型计算机系统, 1998, 19(2):7~14