

通信网远程测试体系的研究*

陈远** 温蜀山 李乐民 孙海荣

(电子科技大学宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】 对主动网技术、CORBA、Java RMI 等几种能够实现远程应用的技术进行了介绍和比较,对主动网技术进行了深入分析,比较了各种实现方案的优缺点。借鉴主动网的设计思路,结合其他方案的成果,给出一种简单的基于Java的远程测试模型和适合远程应用的测试程序。

关键词 远程测试; 主动网; 远程方法调用

中图分类号 TN913.24

通信网的测试是维护网络正常运行及迅速恢复网络故障的关键。传统的测试以手工为主,在故障发生后派遣专业人员到故障发生地,利用专业仪器设备进行测试和诊断。随着通信网的发展,网络规模不断扩大,新业务、新技术不断引入以及网络异构性的客观存在,传统方式已与现代通信网的发展不相适应。国际电信联盟 ITU-T 制定了 X.745建议,提出了通信网自动、远程测试这一新的概念。

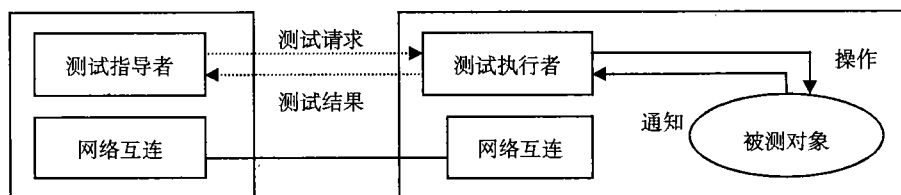


图1 远程测试原理模型

在图1所示的原理模型中,引入管理员/代理的模式,管理员(测试指导者)向代理(测试执行者)发送测试命令,测试执行者对被测对象进行测试并将测试结果报告给测试指导者。通信网实现自动、远程测试对于提高网络的生存性具有十分重要的意义。

主动网是一种新的体系结构,在考虑网络安全性的同时,允许用户定制程序并交由网络设备执行。采用主动网技术,测试指导者可以以定制程序的形式向测试执行者发送测试命令,甚至可以包括具体的测试程序,而由测试执行者执行实际测试工作。由此建立的集中化的模型能够实现网络的自动、远程测试,有利于新的测试应用的引入。

管理员/代理模式不仅仅局限于网络远程测试,实质上是一种分布式对象技术的基本结构。借助于相对比较成熟的分布式对象技术(如 CORBA,公用对象请求代理体系),也可以作为实现远程测试的一种途径。

1 几种可实现远程应用的技术

1.1 主动网技术

目前已有不少应用要求增强网络内部的计算能力,而不仅是让网络的中间节点被动地转发数

2000年5月17日收稿

* 国防科研基金资助项目

** 男 24岁 硕士生

据。其应用包括防火墙、Web 代理、多播和移动代理等,促进了主动网的产生。主动网可以是一些特殊的通信任务,允许程序设计人员为网络定制具有针对性的程序(包括专用的通信协议),而不必受限于传统网络缓慢的标准化进程^[1,2]。

主动网中,如果把执行用户程序代码的网络设备统称为主动节点,则存在着三种体系结构,即主动分组模式(程序代码由分组携带,节点不预先安装程序代码)、主动节点模式(分组不携带实际的程序代码,仅携带一种标识,用于选择执行预先安装在节点上的程序)以及综合模式。综合模式借鉴了前两种模式的优点,当代码较短时,由分组直接携带,可避免下载代码的时延;当代码较长时,主动分组只携带代码的调用标识符和参数,可避免冗长的分组^[3]。

最早进行开发和实验、相对比较完备的主动网模型是 ANTS 模型,它是用 Java 语言编写、在 Linux 上运行的主动网模型,以无连接方式完成最基本的通信。

用 ANTS 模型建立主动网应用主要是通过继承相应的类来完成的。在该模型中,主要分为 Node、Protocol、Application、Capsule 等类。Node 类是 ANTS 模型的基础,每个主动网节点都必须维持 1 个 Node 类的运行实例。新的应用通过继承基类 Application 完成,运行时需创建该类的实例,并与网络节点相关联。创建 Application 类实例的目的是为了在网络节点间收发该应用的主动分组。主动分组从 Capsule 类继承,包含该应用定制的代码段和数据。每种网络应用都有相应的从虚基类 Protocol 继承的协议类,通过注册的方式告诉网络节点得到所需的代码位置。另外,ANTS 模型还提供了一些配置工具,可以计算网络拓朴的路由信息及网络节点的本地配置信息^[4]。

采用主动网技术可方便地建立网络远程测试模型。测试指导者向测试执行者发送主动分组,测试执行者根据主动分组中的要求,或者从分组中直接提取或者按标识下载相应的测试程序代码并执行。在 ANTS 模型提供了 1 个用主动网方式实现 Ping 功能的例子,通过对该例子的扩充就可实现最简单的网络远程测试。

由于主动网技术还处于探索阶段,现有的模型并不成熟,但从其特点和功能来看,主动网技术适合开发网络远程测试体系。

1.2 CORBA

网络技术的迅速发展,使信息产业的发展方向从以计算机为中心过渡到以网络为中心。开放系统的发展可以让用户透明地应用不同机型、不同运行平台组成的异构型的计算资源,从而对应用集成与分布式处理的能力提出了要求,为此,OMG(Object Management Group)组织制定了名为 CORBA (Common Object Request Broker Architecture)的分布式对象计算标准。从产生的背景看,CORBA 并非旨在实现网络远程应用,而仅为一种分布式的面向对象设计技术。其强调系统设计的层次化、构件化、标准化。CORBA 的基础具有模块化的结构,因而其设计的系统易于管理,具有很强的伸缩性,并为今后添加其他的技术创造了条件。

CORBA 不同于以往的面向对象设计技术,而允许客户方调用驻留在服务器方的对象。客户方只需要将调用的对象方法及参数通过网络分组的形式发给服务器方,服务器执行后将结果通过网络返回给调用者(客户方)。这样做的好处是服务器方可以充当全能、共享的资源中心。客户方可以方便地访问服务器方提供的各种服务以及与服务器相连的数据库。只要在服务器方进行更新,就可以保证所有客户都可得到最新的服务^[5]。

在 CORBA 中,对象请求代理 ORB 和界面定义语言 IDL 是其中重要的内容。ORB 作为服务器方和客户方进程的一部分运行,处理双方之间的连接与通信。IDL 为客户方实现调用提供了接口,是客户与服务器之间的一种契约。CORBA 将 IDL 与实际编程语言分开,使开发者可用适合于环境特性的语言完成 Client 端和 Server 端的编程工作。因此,建立在 CORBA 上的系统对具体语言和操作系统依赖性小,具有开放性和互操作性。

CORBA 提供了一个良好的软件集成框架，可以屏蔽低层的各种异构环境。扩展的面向对象程序使得跨平台的网络远程应用成为可能。但使用 CORBA 建立远程测试体系也存在某些不足。CORBA 的核心中间件 ORB 绝大部分为商用产品，其开发、使用成本较高。虽然 CORBA 适用于庞大、多功能、多应用的环境，在兼容原有模块、增加新应用、新技术方面有其特有的优势，但远程测试需要完成的任务相对比较单一，用 CORBA 实现起来并不经济。而且，如果利用 CORBA 实现远程测试，并使用 Client/Server 模型时，测试指导者充当 Client，测试执行者充当 Server。由于测试执行者可以有很多个，且分布于较广的范围，所以希望 Server 方越简单越好，但用 CORBA 实现的 Server 过于复杂。

1.3 Java RMI

分布式系统执行某种运算时，会在位于不同地点的计算机之间频繁地交换信息。Java 语言可以利用套接字进行编程，套接字使用灵活，能胜任一般的通信。然而，套接字要求客户和服务器使用应用程序级的协议对交换信息进行编码和解码，设计这种协议既麻烦又容易出错。一种替代套接字的编程方法是远程过程调用(RPC)，RPC 将通信接口抽象到过程调用一级上，程序员感觉象是在调用本地过程而无须再和套接字直接打交道，但 RPC 并不能很好地应用于分布式对象系统。

Java RMI(Java 远程方法调用)是建立分布式面向对象系统的另一选择，它立足于同构的 Java 虚拟机环境，能充分利用 Java 对象模型的优点。在该系统中，本地的代理对象将负责对远程对象的调用。

广义上说，RMI 可看作简化的 CORBA，它解决了远程对象实现的两个重要问题，即获取远端对象的应用以及消息(方法、参数、结果等)的传递。与 CORBA 相比，RMI 的功能及安全机制相对较弱。另外，虽然 RMI 在一定程度上可支持其他编程语言，但 RMI 基本上是纯 Java，还不能做到像 CORBA 那样提供多种语言的支持，应用范围也不如 CORBA 广泛。但 RMI 也有自身的优点，它内建于 Sun JDK 中，使用完全自由，在不同平台上，只要使用 Sun 公司相应的 JDK，都能得到很好的支持。另外，RMI 能方便地进行 Java 类的动态加载，可实现对对象行为的控制，这是 CORBA 无法完成的^[6]。

用 Java RMI 实现远程测试的 Client/Server 模型与 CORBA 类似，测试执行者为 Server，测试指导者为 Client，但 Java RMI 实现的 Server 比较简单，建立的远程测试体系也不太复杂。

2 一种远程测试的简易模型

借助于主动网技术和 CORBA 技术的设计思路，可以采用 Java RMI 和 Java 类动态载入机制实现一种简易的网络远程测试模型。在此模型基础上，可以运行一些实际的测试程序。

考虑到远程测试软件必须在各种操作系统和网络环境下运行，所建立的远程测试模型将采用 Java 编程。Java 语言具有其他语言不具备的优势：1) 采用与机器无关的字节码编译，具有平台无关性；2) 支持语言级的多线程，采用动态装载类方式，适用于网络环境中的分布处理；3) 具有强大的网络功能，且有较强的健壮性和安全性，Java 语言使用内存延迟分配、字节码验证机制来对通信的安全性提供一定的保证，实现模型如图2所示。在该模型中，测试执行者代表网络远端的设备(主机)，可以分布于较广的范围进行具体的测试工作。从测试的远程化、自动化角度出发，希望测试执行者方的程序越简单越好，所以在众多测试执行者方中，只保留最基本的通信功能(Java RMI 服务器方的基本功能)。

当测试指导者要求某个测试执行者执行具体测试时，将以测试名称为参数，通过 RMI 方式调用测试执行者方的方法。该方法在测试执行者方执行，其基本功能是按照测试名称参数，以 Java 类动态载入机制到测试指导者方下载测试程序，并执行。执行完毕后，按照 RMI 返回结果的方式

将测试结果返回给测试指导者。测试指导者收到测试结果后,通过 JDBC 标准化数据库接口与数据库进行交互,得到测试结论。

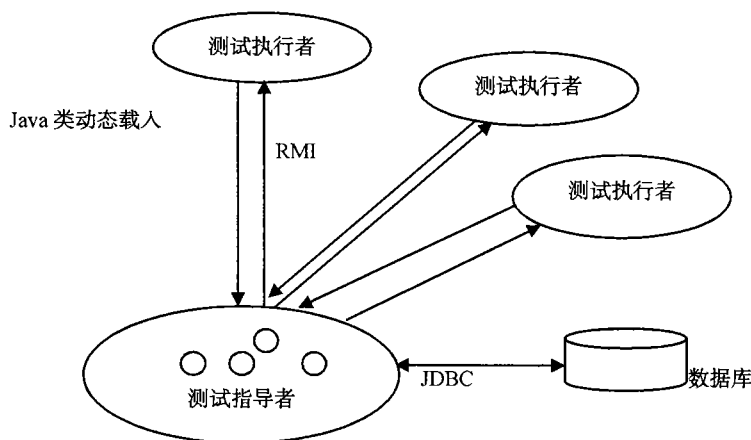


图2 使用 Java RMI 的远程测试模型

模型的特点为: 1) 实现了网络的远程、自动测试。网络远端可实现无人值守,管理成本较低; 2) 当需要引入新的测试项目或是改变原有测试项目时,只需在测试指导者方进行更新就可保证所有测试执行者都得到最新的测试程序,维护、更新的成本也很低; 3) 实现简单,Java RMI 和 Java 类动态载入都包含在 JDK 中,开发成本较低,程序设计也不复杂。无须购买任何中间件即可实现平台无关。

使用上述模型可进行一般的网络测试,如测试网络通断及环路传输时延的 Ping,测量网络吞吐量的 Ttcp,也可完成分布式测量数据的采集汇总等工作^[7]。下面以 Ttcp 为例,介绍网络远程测试的功能及过程。

Ttcp 是 Unix 环境下著名的测试程序,主要用于测试网络吞吐量。它是基于 Client/Server 结构,采用 Socket 编程的测试程序。Client 将缓冲区中的数据发给 Server,Server 接受并纪录,双方根据各自记录的通信数据总量和通信时间,换算出吞吐量并将其显示出来。由于采用 Socket 编程,所以可以较方便地改写成 Java 程序。

当采用远程测试模型测量网络上两台主机间的吞吐量时,测试指导者分别以 Ttcp_s 和 Ttcp_c 为参数,通过 RMI 方式调用两台主机上的类动态载入方法。两台主机执行该方法后,分别从测试指导者方下载 Server 方及 Client 方的 Ttcp 程序代码并执行,执行结束后将结果返回给测试指导者,测试指导者将测试结果保存入数据库,完成网络吞吐量的测试。同理,该测试也可在测试指导者与某网络节点间进行。

3 结束语

通过对主动网技术及 CORBA 等分布式对象技术的分析可以看出,主动网技术通过定制程序的方式极大地扩展了网络的功能,在网络远程测试及其他方面将会有广泛的应用前景^[8]。然而,主动网的标准目前尚未定型,其应用也受到了一定的限制。

本文给出的远程测试模型借鉴了主动网的思想,实现了一个比较简单,功能也比较有限的体系结构。随着主动网技术的逐渐成熟和新的开发工具的出现,很快可以用主动网技术建立更为完备的远程测试系统。

参 考 文 献

- 1 Psounis K. Active networks: applications, security, safety, and architectures. IEEE Communication Surveys, <http://www.comsoc.org/pub/surveys>, 1999
- 2 Wetherall David J. Service introduction in an active network. <http://www.cs.washington.edu/homes/djw/papers/ants-thesis.pdf>, 1999
- 3 Tennenhouse D L. A survey of active network research. IEEE Communications Magazine, 1997
- 4 Wetherall David J, Guttag John V, Tennenhouse David L. ANTS: a toolkit for building and dynamically deploying network protocol. IEEE OPENARCH'98, San Francisco, 1998
- 5 Marshall Brain, Christopher McGee. Using CORBA to create client/server application. <http://journal.iftech.com/articles/9907-brain-corba/>
- 6 Java RMI Specification. <http://www.sun.com>
- 7 许 都, 李乐民. ATM 网络中相关业务排队性能的分析. 电子科技大学学报, 1998, 27(4): 357~361
- 8 孙海荣, 李乐民. 交换式局域网. 电子科技大学学报, 1995, 24(4): 337~343

Communication Network Remote Test Architecture

Chen Yuan Wen Shushan Li Lemin Sun Hairong

(National Key Lab of Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract In this paper, some techniques (active network, CORBA, Java RMI etc.) are presented which can realize remote applications. Active networks is also introduced. Compared with other techniques, active network is the most promising one. Based on the designing idea of active networks, a simple remote test model is proposed using Java and some remote test programs.

Key words remote test; active network; common object reusest broker architecture; java remote method invoke

• 科研成果介绍 •

微波非线性光学介质材料研究

主研人员: 濮宏图 薛 泉

微波非线性光学介质材料采用了可用于产生非线性辐射的整形微粒悬浮液——石墨纤维悬浮于液体的石蜡溶剂, 研制了辐射产生与测试平台, 产生了18 GHz微波在石墨纤维——石蜡整形微粒悬浮液中大于130 mW的相位共轭辐射, 建立了介质非线性极化张量的物理模型及其计算程序。并将非线性辐射现象延伸到微波段, 在理论和实验中对整形微粒悬浮液、相位共轭辐射作了较深入的研究, 确定了产生微波非线性辐射的介质, 完成了整形微粒悬浮液非线性极化的物理模型, 并用该模型下的极化率张量及已有的非线性光学理论解释实验现象。

• 科 下 •