

CORBA 与 TMN 互操作的研究现状

The R&D Status of the Interworking between CORBA and TMN

石 兵^{1,2} 方 亮¹ 张淑芳¹ 周明天²

(大唐电信成都光通信分公司 成都610062)¹ (电子科技大学计算机学院 成都610054)²

Abstract The course of the interworking between CORBA and TMN is described briefly, then the several cases and the related issues about the interworking are discussed, and the main contents of the interworking specification are introduced.

Keywords CORBA, TMN, Interworking, Distributed object computing

1 引言

电信管理网(TMN)^[1]是为管理电信设备和电信业务而定义的结构化网络体系结构。目前, TMN 已设计定义了大量资源管理的信息模型, 被广泛应用于 SDH 网络、ATM 网、移动网和接入网等通信网。基于 OSI 的 TMN 网络管理技术适于管理大量相对简单的网络对象和网元对象, 这些对象模型是为真实的网元、网络拓扑结构建立的, 没有复杂的操作和相互关系。但是 TMN 现有技术并不能完全解决网络管理和业务管理遇到的问题。TMN 的业务由相对较少的复杂对象来建立信息模型, 这些对象代表网络、网元的关系, 是对网络支持的计算机化服务的高层抽象, 更接近于商业需要。由于业务对象和业务管理功能的复杂性, 难以用 TMN 的对象模型机制(GDMO)建模, 难以用 OSI 网络管理结构实现。

为了适应快速的业务变化和应用层中不同业务域的互操作需求, 开发利用新的网管技术是必然的。公共对象请求代理体系结构(CORBA)技术在复杂业务对象建模方面是一种较好的选择。TMN 管理环境适合于大量简单细粒度的对象, 而 CORBA 环境适于少量复杂、粗粒度的对象。CORBA 提供的环境可定义、实现、传送和访问对象, 也支持将对象的实现和定义分离, 这样, 业务对象可迅速地被设计、实现、配置和管理。接口定义语言(IDL)可提供方法来描述对象的复杂操作和定义调用这些操作的接口。所有这些特性使得 CORBA 技术成为实现 TMN 业务和业务管理的理想选择。

尽管 CORBA 技术具备以上各种优势, 但一般认为它不适合 TMN 网元管理, 主要由于: (1) TMN 网络管理中, 网络拓扑和资源分布相对稳定, 这样由 CORBA 提供的分布式对象的透明处理特性并不意味着获益而是开销; (2) 由于网络对象具有继承性, TMN 的过滤和范围操作在 CORBA 中模型化效率较低; (3) 在网络和网元管理域中, 使用另一个并不明显优越的技术来替代大量已实用的 TMN 技术并不保险。

基于以上看法, 可以认为: CORBA 与 TMN 综合的网管体系结构是比较理想的。当前, TMN 技术已被广泛应用于电信网络管理, 另一方面, CORBA 被广泛采纳用于设计信息技术各个领域的分布式系统。因此, 可以充分利用 CORBA 和 TMN 的各自优势, 在网元级采用 TMN 思想, 而在网络级和业务级上采用 CORBA 技术来统一不同设备厂家的网元级系统。这样在基于 CORBA 的网络级网管与基于 TMN 的网元级网管之间就需要共同工作, 需要解决两者在多方面的差异。

目前, 在将 CORBA 应用到电信网络管理方面, OMG 和

TINA-C 分别进行了相应的研究。TINA 的 DPE(Distributed Processing Environment)就是基于 CORBA 的; OMG 专门成立了 OMG 电信领域任务组, 研究将 CORBA 应用到电信网络管理。

要实现 CORBA 和 TMN 的综合利用, 需要解决 CORBA 与 TMN 的互操作问题。

2 CORBA 与 TMN 的互操作规范的历程

1) OMG 组织电信任务组早在 1996 年 7 月提交了“基于 CORBA 的电信网络管理系统”的白皮书, 该文档提出了基于 CORBA 的电信网络管理系统的体系结构的轮廓, 并对用 CORBA 来代替 OSI 开放接口和 OSI 系统管理概念进行了初步说明。基于 CORBA 的实现要尽量重用若干年来在建立 ITU-T/OSI 时获得的知识和经验, 并要求基于 CORBA 的管理体系提供与私有的、ITU-T/OSI 的、SNMP 的和基于 CORBA 的网元之间的完全兼容。针对网络中使用了多种网管技术(私有的、ITU-T/OSI 的、SNMP 等)的情况, 初步阐明了这样的观点: 在网元级仍保留必要的私有信息(信息模型部分), 而在网络层上采用中间件技术朝国际标准化方向努力。在网元级采用 CORBA 接口可以“开放”地访问网络设备, 而不是严格的标准化访问, 这样使电信网络管理系统具有灵活性, 能支持不同类型的接口的网元(私有的、ITU-T/OSI 的、SNMP 的和基于 CORBA 的)。

2) 为了实现“基于 CORBA 的管理体系提供与私有的、ITU-T/OSI 的、SNMP 的和基于 CORBA 的网元之间的完全兼容”的目标, 需要实现 CORBA 与 TMN 系统之间的互联问题。为此, OMG 于 1997 年提出了“CORBA 与 TMN 系统之间的互联”的征求建议文档, 提出了 CORBA/TMN 共同工作建议, 定义了一套互操作映射机制和 CORBA 电信域接口, 保证:

(1) 开发基于 CORBA 的 TMN 系统, 提供基于标准的管理对象模型接口, 如 OSI 管理或因特网管理、标准管理协议, 如 CMIP 或 SNMP 的非基于 CORBA 的 TMN 系统互连。这通过“网关”实现。

(2) 开发基于 CORBA 的 TMN 系统, 使与没有使用 CMIP 或 SNMP 的 OSI 管理参考模型或因特网管理模型相兼容。这通过“非网关”实现。

3) “CORBA 与 TMN 系统之间的互联”文档实际上是从功能和框架上提出了要求。对这一主题的回答, 即 CORBA 与 TMN、SNMP 之间的互操作的具体规范的内容, 主要是由

JIDM(Joint Inter-Domain Management)任务组制订的。JIDM 任务组成立于1993年,由 X/Open 和 NM Forum 赞助,又称为 XoJIDM 任务组,到目前,已经提交了三个主要规范: Object Model Comparison Document; GDMO, IDL, SNMP, 1997; Specification Translation Document; GDMO <--> IDL, SNMP <--> IDL, 1998; Interaction Translation Document, 1998。这些规范规定和标准化了 CORBA 与 OSI 系统管理域、CORBA 与 SNMP 管理域之间的规范映射和协议桥接。

4)在 JIDM 工作的基础上,经过多次修改和完善,OMG 电信任务组于2000年8月正式推出 COTBA 与 TMN 互操作规范 1.0 版, Interworking Between CORBA and TMN Systems Specification, CORBA/TMN Interworking v1.0 August 2000。

5)在 OMG 为 CORBA 与 TMN、SNMP 之间的互联互通定义规范的同时,ITU 已接受 CORBA 可用在所有 Q3 接口和 X 接口上的建议,并已制定了 CORBA 框架和信息模型,2001 年初就通过了 CORBA 在网管中的应用的三个基本建议:

X.780——关于定义 CORBA 管理对象的指南,该建议规定了在 TMN 中以 CORBA 接口来表示管理资源的软件对象的定义指南,定义了以 CORBA 为基础的 TMN 接口框架结构。

Q.816——基于 CORBA 的 TMN 业务,该建议定义了一系列与建议草案 X.780 相关的服务,描述了协议需求、CORBA 基本对象服务使用要求和 TMN 特定支持的服务。

M.3120——基于 CORBA 的通用网络和网元层信息模型,定义了以 CORBA 为基础的电信网络管理中使用的基本网络信息模型。以接口定义语言 IDL 的形式描述了一系列基本接口和常量。

ITU-T 正在制订“基于 CORBA 的性能管理”、“基于 CORBA 的告警管理”等规范。

国内北京邮电大学为检测 CORBA 接口做了大量准备工作,向 ITU-T 提交的关于 CORBA 接口的测试规范已经通过,定义为 X.781—CORBA 接口的 ICS 文稿定义。

同时,国内由中国移动、北京邮电大学、Nokia 和 Ericsson 联合采用 CORBA 技术制订的 NMC-OMC 网管接口技术规范也已经投入应用,该规范中的相关方法已经由 Nokia、Ericsson、Motorola 等厂家联合向 3GPP 提出,并被采纳。

可见,在电信网的网管中采用 CORBA 技术已经得到了国际标准化组织的认可。从目前的情况来看,国内各大电信设备制造商都在准备提供 CORBA 接口。国外西门子、马可尼的传输设备已经提供了 CORBA 接口。

3 CORBA 与 TMN 互操作的几种情况

CORBA 与 TMN 互操作有5种情况:

- 1) CORBA <--> Gateway(Manager) <==> Agent
- 2) Manager <==> Gateway(Agent) <--> CORBA
- 3) CORBA <--> Gateway(Manager) <==> Gateway(Agent) <--> CORBA
- 4) Manager <==> Gateway(Agent) <--> Gateway(Manager) <==> Agent
- 5) CORBA(Manager) <--> CORBA(Agent)

其中,<-->表示 CORBA 交互,<==>表示与特定协议相关(如 CMIP, SNMP)的交互。注意,第5种情况代表非网关

环境的情况,是在两个基于 CORBA 的 TMN 系统(用 OSI 管理模型实现或因特网管理模型实现)之间进行 CORBA 交互。

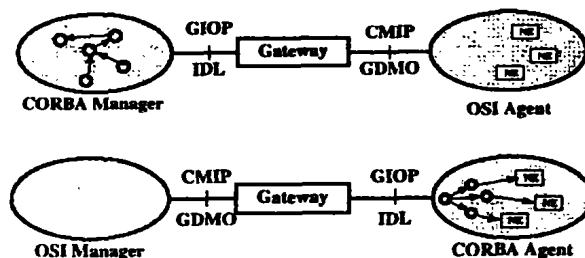


图1 CORBA 与 OSI 之间的互操作

图1以 OSI 和 CORBA 域之间的交互说明网关的功能。负责 CORBA/OSI 交互工作的网关,可能接收 CMIP 协议单元数据(PDU)实例,并将其翻译为 IDL 接口上的一个或多个请求或应答。

CORBA 到 OSI 的网关应能够:

- 1)接收对 CORBA 对象的方法调用,将它们按 CMIP SET/GET/ACTION 请求转发给一些 OSI agent。
- 2)接收 CMIP EVENT-REPORT,将它们按 CORBA 事件转发给 CORBA 中感兴趣的实体。
- 3)接收一个远端系统中的创建/删除对象的方法调用,将它们按 CMIP CREATE/DELETE 请求转发给 OSI agent。

而 OSI 到 CORBA 网关应能够:

- 1)接收任何进来的 CMIP SET/GET/ACTION 请求,将它翻译为一些 CORBA 对象支持的一个或多个方法的调用;
- 2)接收 CORBA 对象生成的任何事件,将它翻译为 EVENT-REPORT 请求,转发到对接收事件感兴趣的远端系统;
- 3)接收进来的 CMIP CREATE/DELETE 请求,将它翻译为 CORBA 对象支持的一个方法调用。

4 CORBA 与 TMN 互操作需要解决的主要问题

CORBA 和 TMN 的互操作主要存在以下问题:

(1)不同管理信息模型的差异 CORBA 和 OSI 管理都是基于面向对象的信息模型。OSI 网络管理中,管理对象用 GDMO 定义,数据类型用 ASN.1 定义,而 CORBA 的对象是用 CORBA IDL 语言定义的。OSI 标准中定义了一系列的系统管理功能和基本管理功能单元,而 CORBA 的公共对象服务规范(COSS)中定义了一套对象服务。CORBA 和 TMN 的互操作需要解决这些差异。

(2)管理对象及管理系统的名字和地址解析 CORBA 的优点之一是分布式对象的位置寻址和分布透明性,ORB 负责解析对象的名字并自动找到对象的位置地址,而 OSI 管理是通过以下几步操作非透明识别被管对象的:OSI 管理者首先使用 X.500 目录服务找到代理的位置;然后 OSI 管理者建立与代理的关联;最后发送适当的 CMIS 请求。CORBA 与 TMN 的互操作要求解决这种命名和寻址方法上的差异。

(3)访问和交换管理信息的方法 OSI 管理提供范围、过滤和多重链式回答等有效访问技术来请求访问包含关系中的一个或多个被管对象,而 CORBA 基本依赖于客户/服务器访问协议,仅有一个对象可接受来自客户的请求访问,这些访问方法和协议的差异应在不丢失任何管理信息语义的情况下解决。

(4)事件通知处理 将 OSI 管理者或代理产生的事件报告转换至基于 CORBA IDL 的管理应用程序可能存在问题。OSI 管理中,事件前向鉴别器(EFD)可调整事件和告警通知的目的地,使代理将事件报告给预先请求过这些事件报告的管理站点,日志控制用于备份必要的管理信息,防止信息丢失。而 CORBA 的事件通道服务不提供端到端的证实服务,也无法存储管理信息,有可能会导致重要管理信息的丢失。CORBA 和 TMN 的互操作要将事件通知的差异考虑进来。

5 CORBA 与 TMN 互操作规范的主要内容

为保证在不同技术基础上的管理系统之间能够互操作,需要解决两个基本映射问题:不同系统的对象模型之间的映射;将一个对象系统的交互动作映射成另一个系统中的相应交互动作。相应,有两方面的内容需要定义:

- 不同对象模型之间的转换机制,称为规范转换(Specification Translation);

- 在两个管理域的协议和行为之间的动态转换,称为交互转换。

这两种转换的目的是允许一个域内的对象能在另一域内有对应体,对象之间的相互作用可在选择的域内进行控制,而一定要在目标对象实现的域内。此外,这种转换让任何一方均意识不到这种转换的存在。

对于基于 CORBA 和非基于 CORBA 的 TMN 系统之间的互操作,规范转换主要是实现对象模型之间的映射,具体而言,主要是保证 ASN.1/GDMO 和 SNMP SMI 与 IDL 之间转换,包括:

(1)ASN.1 和 OMG IDL 之间的转换;

(2)OSI 管理中对象描述语言 GDMO 规范和 IDL 之间的转换;

(3)SNMP SMI 规范和 IDL 之间的转换。

在进行规范转换时,主要有几个大的差异:如标识符映射时,GDMO 和 IDL 在范围和区分大小写方面存在差异;GDMO 辨别名与 CORBA 对象引用之间的映射;一条 CMIP 请求可以处理 CMIP 范围和过滤的请求,映射为 IDL 操作时需要多个 IDL 操作序列。

规范转换已由 NMF 和 OpenGroup 标准组织采纳和发布了,详细内容见文[4]。

而交互转换主要是定义 IDL 接口支持系统之间的基本交互的实时转换,定义 IDL 接口支持在 CORBA 环境中访问 OSI 或 SNMP,要求:

(1)对于要求在一个域中的操作与另一个域的操作进行动态转换的 CORBA 接口,无论在何时要求转换时(网关环境),都不应感受到这种转换的存在;

(2)要求在非网关环境下支持 manager/agent 操作的 CORBA 接口。

要求一个域中的对象,能与其它域中的对象进行交互,就好像两个对象在一个域中一样。如,CORBA 域中的管理对象能与 GDMO 对象交互,就好像它在 CORBA 域中一样,而完全不知道这个目标对象在不同的域中。

理想情况下,用来支持与不同管理环境互联的所有 CORBA 工具和接口工具应以一种统一的方法定义,(即与考虑的系统管理参考模型无关,如与 OSI 系统管理参考模型或 SNMP 参考模型无关)。然而,对每种特定模型,有一些方面是不能一样的,如用于对被管理对象进行命名的命名机制就

与要考虑的特定模型相关,(如,为 OSI 系统管理定义了一种特殊的命名机制)。同时,用于在被管对象集合上进行操作的接口也与考虑的模型相关,因为用来指定这种集合的表达式与模型是相关的,(如,OSI 系统管理中,特别定义了范围和过滤表达式来指定被管对象域成员的子集)。

因此,交互转换采用的方法是这样的:首先定义一个 CORBA 工具的基本集合,称为 JIDM 工具,可以为每个系统管理参考模型工作。JIDM 工具可以扩展或与其它补充工具集成以构建一套 CORBA 工具,最终用来实现每个特定的系统管理参考模型。如,定义 OSI 系统管理工具时,除了在 JIDM 工具中定义的以外(如,定义工具来获得给定名字的单个被管对象的引用等),将定义特定的 OSI 管理工具(这些工具允许在 OSI 名字和处理带范围和过滤操作的 CosNaming::Names 之间进行转换等)。

按照这个思路,交互转换的内容主要包括:JIDM CORBA 基本工具、OSI CORBA 工具、OSI 支持的服务、SNMP CORBA 工具等主要部分。

结束语 为充分利用 CORBA 和 TMN 各自在网络管理方面的优点,需要实现两者之间的互操作,需要解决的问题主要有:不同管理信息模型的差异、管理对象及管理系统的名字和地址解析、访问和交换管理信息、事件通知处理。这些问题通过 JIDM 提出的规范转换文档和交互转换文档来解决。规范转换文档解决对象模型之间的映射问题,交互转换文档解决 CORBA 和 TMN 系统之间交互动作的映射问题。

参考文献

- 1 ITU-T Draft Recommendation, M.3100(1995)and Amendment 1 (1999). Generic Network Information Model
- 2 Object Management Group(OMG). Corba-Based Telecommunication Network management System, OMG Document: telecom/96-07-01
- 3 Interworking between CORBA and TMN Systems, Request For Proposal,OMG Document: telecom/97-09-04
- 4 [XoJIDM]: Inter-domain Management: Specification Translation,X/Open Document Number: P509,ISBN: 1-85912-150-0 or OMG as document number telecom/98-05-05
- 5 OMG.The Common Object Request Broker: Architecture and Specification.OMG Document formal/99-10-07, Revision 2.3.1, Oct. 1999
- 6 JIDM Interaction Translation ,OMG Document Number,telecom/98-10-10
- 7 Interworking Between CORBA and TMN Systems Specification, CORBA/TMN Interworking v1.0 August 2000,OMG Document Number,formal/2000-08-01
- 8 ITU-T Recommendation X.780, Guidelines for Defining CORBA Managed Objects. 2001
- 9 ITU-T Recommendation Q.816, CORBA-Based TMN Services. 2001
- 10 ITU-T Recommendation M3120, CORBA Generic Network and NE Level Information Model,2001
- 11 Pavlou G. Using Distributed Object Technologies in Telecommunications Network Management.IEEE JOURNAL ON SAC, 2000,18(5):644~653
- 12 Androutsos A A,Apostolopoul T K,Daskalou V C. Managing the Network State Evolution over Time Using CORBA Environment. IEEE JOURNAL ON SAC,2000,18(5):654~663
- 13 Gokhale A S,Schmidt D C.Optimizing a CORBA Internet Inter-ORB Protocol (IIOP) Engine for Minimal Footprint Embedded Multimedia Systems.IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS,1999,17(9):1673~1706
- 14 Pavlou G. Using Distributed Object Technologies in Telecommunications Network Management. IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS,2000,18(5):644~653

(下转第99页)

te)。移动节点拥有一个签名方案,由签名算法 Sig_{mn} 、验证算法 Ver_{mn} 、公有密钥以及私有密钥组成。认证机构提供公开的对其签名进行验证的算法 Ver_{ca} 。移动节点拥有一个证书 $C(MN)$:

$$C(MN) = (ID(MN), K_{mn}, Sig_{ca}(ID(MN), K_{mn}))$$

其中 $ID(MN)$ 是移动节点的身份信息, K_{mn} 是移动节点的公有密钥, Sig_{ca} 是认证中心的签名算法。同样的家乡代理也拥有一个证书 $C(HA)$:

$$C(HA) = (ID(HA), K_{ha}, Sig_{ca}(ID(HA), K_{ha}))$$

下面给出具体的认证过程,如图3所示:

(1) 移动节点生成一个随机数 N_{mn} , 发送给家乡代理。

(2) 家乡代理生成一个随机数 N_{ha} , 用家乡代理的私有密钥对 N_{mn} 以及 N_{ha} 计算签名 $Sig_{ha}(N_{mn}, N_{ha})$ 。然后把 $C(HA)$ 、 N_{ha} 、 $Sig_{ha}(N_{mn}, N_{ha})$ 发送给移动节点。

(3) 移动节点使用 Ver_{ca} 来验证 $C(HA)$, 然后使用经过认证的家乡代理的公有密钥 K_{ha} 对 $Sig_{ha}(N_{mn}, N_{ha})$ 进行验证。

(4) 移动节点用自己的私有密钥 N_{mn} 以及计算签名 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$, 并且对绑定更新消息 BM 计算签名 $Sig_{mn}(BM)$, 然后把 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$ 、 $Sig_{mn}(BM)$ 发送给家乡代理。

(5) 家乡代理使用 Ver_{ca} 来验证 $C(MN)$, 然后使用经过认证的移动节点的公有密钥 K_{mn} 对 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$ 进行验证。如果证实是移动节点发送过来的, 再用移动节点的公有密钥 K_{mn} 解开 $Sig_{mn}(BM)$, 得到经过认证的绑定更新消息, 从而可以完成移动节点的注册。

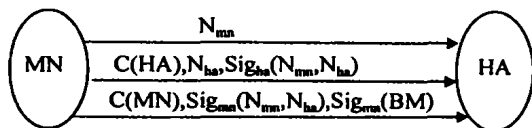


图3 移动节点和家乡代理之间的双向认证示意图

下面分析一下这种认证机制是如何防止中间人攻击以及重播攻击的。

(1) 假如有黑客伪装成移动节点与家乡代理进行认证, 黑客发出随机数 N 给家乡代理, 家乡代理把 $C(HA)$ 、 N_{ha} 、 $Sig_{ha}(N, N_{ha})$ 返回给黑客, 这时该轮到黑客发送 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N, N_{ha})$ 、 $Sig_{mn}(BM)$ 给家乡代理了, 然而计算 $Sig_{mn}(N, N_{ha})$ 需要用到移动节点的私有密钥, 黑客将无法得逞。即使黑客主

机随便用一个密钥计算 $Sig_{any}(N, N_{ha})$, 家乡代理收到后发现不能对此进行认证而丢弃它, 从而也就不会按照黑客的要求对之进行注册。

(2) 假如黑客伪装成家乡代理与移动节点进行认证, 黑客接收到移动节点发送过来的随机数 N_{mn} 后, 必须返回 $C(HA)$ 、 N_{ha} 、 $Sig_{ha}(N_{mn}, N_{ha})$ 给移动节点, 然而计算 $Sig_{ha}(N_{mn}, N_{ha})$ 必须知道家乡代理的私有密钥, 黑客同样将无法得逞。

(3) 假如黑客进行的是重发攻击, 黑客第一次窃取到移动节点发送给家乡代理的认证消息 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$ 、 $Sig_{mn}(BM)$ 时把它保留下来, 当其第二次窃取到移动节点发送给家乡代理的认证消息 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N_{mn'}, N_{ha'})$ 、 $Sig_{mn}(BM')$ 时, 企图用 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$ 、 $Sig_{mn}(BM)$ 代替 $C(MN)$ 、 $Sig_{mn}(N_{mn'}, N_{ha'})$ 、 $Sig_{mn}(BM')$ 发送给家乡代理。然而 N_{mn} 与 N_{ha} 是随机数, 只一次有效, 家乡代理在用本地保存的 $N_{mn'}$ 以及 $N_{ha'}$ 验证 $Sig_{mn}(N_{mn}, N_{ha})$ 时认证失败。

从上面的分析可以看出, 这种双向认证机制是安全的可靠的。

结束语 本文设计了一种移动 IPv6 中移动节点和家乡代理间的双向认证机制, 这种机制引入了认证证书, 可以有效地防止会话替换, 包括假冒移动节点与家乡代理进行通信, 假冒家乡代理与移动节点进行通信等。由于这种机制采用了随机数, 还可以有效地防止重发攻击。采用这种认证机制, 当移动节点移动到不安全的外地网络时 (特别是无线环境下的网络), 可以安全地向家乡代理进行注册, 从而可以安全地与其它 IPv6 节点进行通信。移动 IPv6 是一门非常有前途的技术, 其安全问题的解决将有助于加速其投入实际运用的进程。

参考文献

- Solomon J. Mobile IP: The Internet Unplugged. Prentice Hall, 1998. 161~178
- Johnson D B, Perkins C. Mobility Support in IPv6. INTERNET-DRAFT, 2000-11
- Perkins C. IP mobility support. IETF RFC 2002, 1996-10
- Diffie W, Oorschot P C, Wiener M J. Authentication and Authenticated Key Exchanges. Designs, Codes and Cryptography. 1992, 107~127
- Diffie W, Hellman M E. New Directions in Cryptography. IEEE Transactions on Information Theory. 1976, 645~654
- Switching Software Structure Based on CORBA. IEEE Intl. Conf. on Communications, 1997. 760~764
- Sunaga H, Yamada T. NOSES Distributed Communication Switching Software Structure Based on CORBA. IEEE Intl. Conf. on Communication (ICC' 97 8-12 June 1997. Montreal, Quebec, Canada) 1997. 760~764
- 方亮, 张淑芳. CORBA 技术在 TMN 中的应用及相关问题. 数字通信, 2000, 27(8): 65~68
- 沈桥, 易萍, 徐琼, 寿国础. CORBA 和 TMN 综合技术的研究. 北京邮电大学学报, 2000, 23(1): 71~75
- 胡健, 刘锦德. 基于 CORBA 的网络管理技术研究. 计算机科学, 2000, 27(12): 30~33
- 毛云峰, 董金祥. 基于分布环境的电信网络管理系统的设计和实现. 计算机应用研究, 2000, 17(5): 51~53, 106

(上接第105页)

- Chan M C, Lazar A A. Designing a CORBA-Based High Performance Open Programmable Signaling System for ATM Switching Platforms. IEEE J. on Selected Areas In Communications, 1999, 17(9): 1537~1548
- Vinoski S. CORBA: Integrating Diverse Applications Within Distributed Heterogeneous Environment. IEEE Communication Magazine, 1997(Feb): 46~55
- Maffei S, Schmidt D C. Constructing Reliable Distributed Communication System with CORBA. IEEE Communication Magazine, 1997(Feb): 56~60
- Schmidt D C, et al. A High-Performance End System Architecture for Real-Time CORBA. IEEE Communication Magazine, 1997(Feb): 72~77
- Sunaga H, Yamada T. NOSES Distributed Communication