

# Internet 服务管理技术综述\* )

袁 满<sup>1</sup> 罗 军<sup>1</sup> 阚志刚<sup>2</sup> 胡建平<sup>1</sup> 马 健<sup>2</sup>

(北京航空航天大学计算机科学与工程系 北京 100083)<sup>1</sup> (诺基亚中国研发中心 北京 100013)<sup>2</sup>

## A Survey on Internet Service Management Techniques

YUAN Man LUO Jun KAN Zhi-Gang HU Jian-Ping MA Jian

(Department of Computer Science & Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083)<sup>1</sup>

(NOKIA Chinese R&D Centre, Beijing 100013)<sup>2</sup>

E-mail: yuanman@263.net

**Abstract** Internet is currently evolving from a best effort only service towards a service that supports different levels of Quality of Service. Especially, with IPv6 becoming mature and Telecom network, Internet network and wireless mobile network are merged into an all IP network. In the future, Internet will be a network-service-driven. This integrated all IP network will provides tremendous services with service users. Therefore, it will be important to effectively manage these services both for service providers and service users. For service providers, providing high QoS with service users, They can earn much high profits. For service users, they can obtain all kinds of abundant different level QoS to meet their needs, at anytime and anywhere. In this paper, service management technique progresses are overall surveyed, different organization service management models are surveyed, including their principle and application scenario. Finally, all these service management models are compared. Interoperability among these service management models is implemented by bridge protocol. The survey lays a foundation for next research for Internet service management.

**Keywords** Service, Internet service management, Service management protocol, Survey

## 1 服务与服务的分类

经常提到服务这个概念,那么到底什么是服务呢?文[1]对服务进行了定义:服务就是服务提供方向一个或多个所服务的用户提供的一组实际能力。为研究之便,我们将服务分成两类:一类是传输服务,另一类是应用服务。这两种服务并不完全独立,它们是相互依存的,其中传输服务是应用服务的基础与保证,而应用服务是对传输服务的一种增值与体现。应用服务面向服务的用户,而传输服务面向传输网络的信息模型(例如 InterServ/DiffServ)。更具体地讲,传输服务是对应用服务的 QoS 的保证。服务管理实际是对传输服务与应用服务的管理,二者之间的关系见图 1。

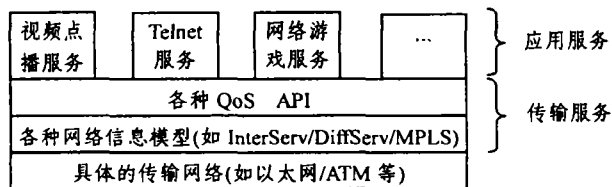


图 1 传输服务与应用服务的关系

## 2 服务管理研究的现状

目前从事服务管理研究的组织很多,这些组织根据他们的需求提出了具有其应用场景的服务管理模型。ITU-T<sup>[9]</sup>提

出了关于电信网络的客户服务管理模型;由荷兰大学牵头以 Ericsson 等十几家世界著名公司参加的下一代互联网项目组提出了基于 DiffServ<sup>[2]</sup>的客户服务管理模型(CSMM)<sup>[3]</sup>;Sun Microsystems Inc 提出了基于 Java 技术的集服务定义、发现和使用于一体的 Jini<sup>[4]</sup>服务管理模型;Microsoft Corps 针对设备的即插即用需求提出了 UPnP<sup>[5]</sup>服务管理模型;Salutation Consortium<sup>[6]</sup>组织提出了一个通用的与具体硬件环境无关的服务管理模型;IETF<sup>[7]</sup>提出了基于 IP 网络的一个综合服务管理模型,即服务定位管理模型<sup>[8]</sup>。下面我们就针对这些服务管理模型进行讨论。

### 2.1 ITU-T 的服务管理模型

ITU-T 电信标准化组<sup>[9]</sup>在建议 M. 3010<sup>[10,11]</sup>给出了电信网络管理模型。尽管这个标准是针对电话网络提出来的,但是其中所提出的部分原理也适合 Internet 服务管理。建议 M. 3010 除了对 TMN 进行一般描述之外,还描述了多个 TMN 之间是如何进行相互访问的,以及网络用户是如何来访问网络所提供的服务。后者称为客户网络管理(CNM),并以四个独立的建议对其进行了描述。文[12]给出了客户服务管理的体系结构。文[13]中给出了 CNM 服务的定义,在这里给出了六个功能域,即 FCAPS(故障、配置、计帐、性能以及安全)五个域和一个 CNM 服务支持域。为了利用 CNM 所提供的服务,分别在文[10,11]中给出了调用服务的接口定义,即 CMIP 和 EDI。TMN 建议中指定了 X 参考点以及与之相关的 X 接口,允许操作系统功能(OSF)从一个 TMN 来访问不同

\* )该课题受诺基亚中国研发中心“移动 IPv6 服务质量”项目资助。袁 满 博士生,副教授,主要研究领域网络 QoS, Internet 服务管理,网络管理。罗 军 博士生,主要研究领域为分布式系统,多媒体 QoS 及无线通信。阚志刚 博士,主要研究领域为移动 IP, IPv6 技术,多媒体 QoS 及网络管理等。胡建平 教授,博士生导师,主要研究领域为分布式系统、移动计算等。马 健 教授,主要研究领域为移动计算,无线通信及 QoS 管理, IPv6 等。

TMN 中的 OSF。图 2 给出了一个 TMN 客户在 X 参考点上与 TMN 服务提供方的交互。通过 TMN 对客户服务管理的建议,可以看出 TMN 网络支持服务管理的概念,但是 TMN 中的 CSM 并不能直接适合于基于 IP 的 Internet 网络环境。这是因为:第一,服务的定义适合于 ITU-T 的数据网的概念,而不适合于 IP 网络,它是通过电话号来寻址的。在 IP 网络环境下,CSM 允许客户来管理他所订购的服务,例如可以订购满足一定 QoS 需求的服务。第二,文[14]中提及许多关于服务管理方面的内容,但都没有给出详细的描述,只是说“还有待于进一步研究”,所以不能用它来定义 IP 网络的 CSM 服务。第三,目前定义的 CMIP<sup>[15]</sup>与 EDI<sup>[16]</sup>协议间的映射关系还没有被广泛地应用在 Internet 或其它的 IP 环境中,因此这些协议很难被 IP 设备所支持。

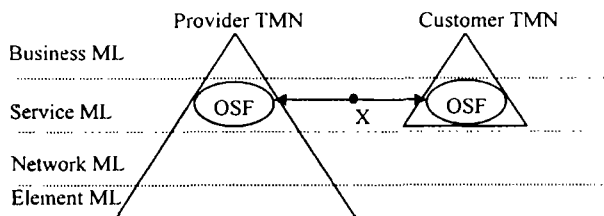


图 2 TMN 环境中的客户服务管理体系结构

由此看来,我们在研究 Internet 的服务管理过程中有关 ITU-T 服务管理方面的一些成果可以借鉴,但不能完全采用。

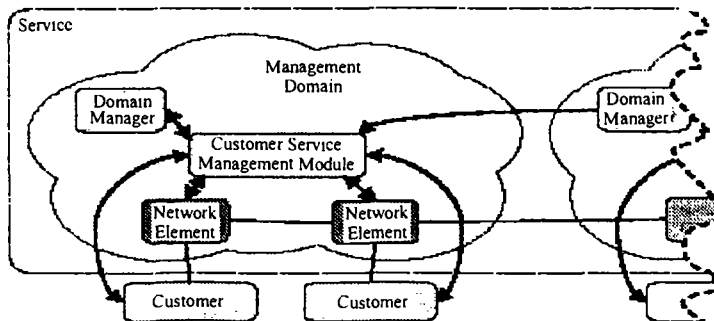


图 3 客户服务管理体系结构及其实体

## 2.2 下一代 Internet 客户服务管理模型

由荷兰大学牵头以 Eritsson 和 Lucent 等几家世界著名的公司参加的下一代互联网项目组提出了基于 DiffServ 的客户服务管理模型(CSMM)<sup>[3]</sup>。这个模型重点强调服务的传输管理。CSMM 体系结构及其中实体见图 3。体系结构模型中有三个主要的实体:客户、域管理器以及客户服务管理模块,其中客户服务管理模块(CSMM)是一个核心实体。一般来讲服务提供方是一个组织,一个组织就是一个自治域,它向客户提供传输服务并负责域的管理。从管理的角度来看,我们可以将 Internet 看作是一系列自治域的互联。通过这种方式,服务提供方之间就可以进行协同工作。图中给出了该管理域的对等域,这个对等域的域管理器直接与该域的域管理器发生交互。图中的虚线表示服务提供方管理域与服务使用方之间的服务边界。

2.2.1 客户服务管理模块(CSMM) CSMM 是客户服务管理中的一个核心实体,每个域中都有它自己的 CSMM。域管理器、管理域中的客户以及对等域管理器均要访问该模块,图中用粗线箭头来表示。CSMM 要依次地配置并管理域中的网元设备(如路由器和服务器等),同时它还要从相应的设备那里接收反馈信息。图中也是通过粗箭头来表示的。当然,为实现 IP 连接,客户也可以直接连接到域内的网元设备上,同时网元设备也要互连,图中是通过细线来表示的。

2.2.2 域管理器(Domain Manager) 负责整个域的运行,同时还要负责对所服务的客户及对等域的域管理器设置相应的服务等级协商(Service Level Agreement,即 SLA)参数。每当有一个客户向服务提供方订购了一项服务时,域管理器就为该客户创建一个 SLA,一旦创建成功,就很少对它进行修改。信息不但可以从域管理器流向 CSMM,而且还可以从 CSMM 流向域管理器。对于某一特殊的客户来说,无论如

何 CSMM 都会知道 SLS(Service Level Specification)参数是否生效了,这是因为要想对 SLS 参数进行修改只能通过 CSMM,域管理器可以利用这一信息实现对所服务客户的计费等功能。

2.2.3 客户(Customer) 可以在 SLA 中限定参数的界限内对 SLS 参数进行调整,SLS 参数改变的频率要比 SLA 高。如果要改变 SLS 参数,客户就必须访问 CSMM 内的参数设置模块。客户与该设置模块间的通信可以有以下两种技术供选择:一种是利用标准的 Web 技术,可以通过 Web 浏览器来对 SLS 进行设置,其优点是无需在客户端安装额外的软件;另一种是自己定义客户与 CSMM 间通信的协议,其优点是适应客户自己的应用需求,但是需要在客户端安装支持软件。因此,客户对 SLA 或 SLS 参数的改变实质上是间接地调整控制传输的一些参数来保证服务传输的质量。

2.2.4 对等域管理器(Peer Domain Manager) 对对等域中的 SLS 管理不同于对一个客户的 SLS 的管理,其主要差别有以下几点:第一,对等域的 SLS 与客户所对应的 SLS 是不同的;第二,对等域对 SLS 参数的改变要比客户对 SLS 改变的频率要高;第三,对等域要有一系列的软件而不是由人来支持这种域与对等域间服务等级协商。这就要求这两个域在进行协商时应采用一个协议来解决这一问题,通过这一客户服务管理模型可以看出:这个模型实现了对服务传输的管理,即如何实现域与域以及客户与域间的协商问题,从而间接地实现了对服务传输中 QoS 的控制。

## 2.3 Jini 服务管理模型

Jini<sup>TM</sup><sup>[17]</sup>体系结构模型是由 Sun Microsystems Inc 提出来的基于 Java 技术的一个服务管理平台,目前 1.2 版本已经发布。Jini 是众多分布式系统结构(CORBA,DCOM 等)的一种。在运行着的 Jini 系统中三个主要的实体:服务

(service)、客户(client)、查找服务(Lookup Service),它在客户与服务之间扮演代理、中介、定位的角色。还有一部分就是连接这三部分的网络,该网络将运行 TCP/IP 和 Java RMI 协议。Jini 的体系结构见图 4。

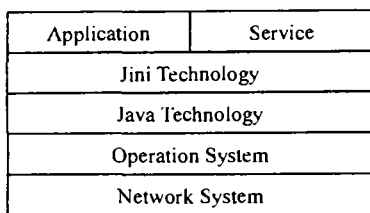


图 4 Jini 体系结构模型

下面对 Jini 中的几个关键实体进行介绍。

2.3.1 服务(Service)

在 Jini 体系结构中一个最重要的实体就是服务(service)。一个服务就是一个可以被一个人或一个程序或另一个服务所使用的实体。Jini 系统中的所有成员联合起来共享对服务的访问。不要将 Jini 系统简单地看成是一组客户和服务器或者是用户与程序,甚至看成是程序和文件。

2.3.2 查找服务(Lookup Service)

服务是由查找服务来发现并解析的。查找服务采用集中存储的原理来对服务进行管理,它是系统和用户联系的一个关键点。用更精确的术语讲,查找服务负责将服务功能的接口映射为一组可实现的服务的对象。此外,在查找服务中还可以对服务的属性进行描述,这样可以实现对服务的细粒度的查找。查找服务中的对象还可能包括其它的查找服务,这样就可以提供一种层次的组织关系。更进一步地讲,在 Jini 的查找服务中可能还包含其它命名或目录服务,通过这种机制提供了一种在 Jini 的查找服务与其它形式的查找服务间的桥接。可以通过发现(Discovery)和加入(Join)这对协议来将一个服务添加到查找服务中去,其中的发现过程是采用发现协议来定位一个感兴趣的查找服务,而加入过程则是通过加入协议来将一个服务加入到查找服务当中,这个过程相当于服务的注册过程。

2.3.3 Jini workflow 模型

由于篇幅的限制,在这里对于 Jini 中其它实体的介绍就略去了,感兴趣的读者可以参考相关的资料或我们提供的 Jini 站点。图 5<sup>[17]</sup>中给出了 Jini 模型工作流程。

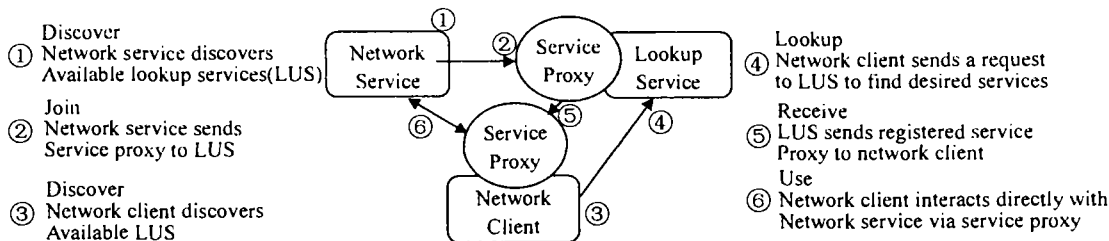


图 5 Jini 模型中各实体协同 workflow 模型

2.4 UPnP(Universal Plug and Play)服务管理模型

UPnP 协议<sup>[21]</sup>是这些管理模型中出现最晚的一个,正处于开发的初期,到目前为止还没有任何关于 UPnP 的商业实现产品。Microsoft 计划在所有的 Windows 平台上对它实现。它的规范及一些源代码也是免费的。这个协议只适用于 TCP/IP,这个版本还不支持基于服务属性的查找功能。目前有许多公司对这个协议支持,如 Cisco、Lucent、NEC 以及 Intel 等。该协议中定义了三个主要功能实体:设备(Device)、服务(Service)及控制点(Control Point),三者间的关系见图 6。

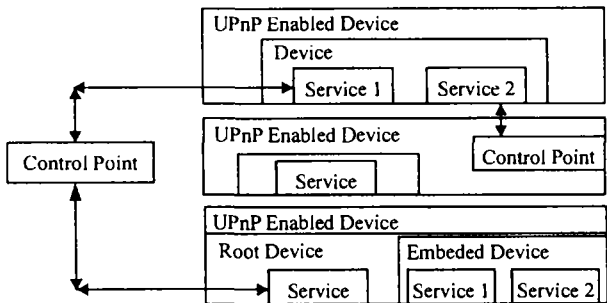


图 6 UPnP 的设备、服务及控制点间的关系

(1)设备 一个 UPnP 设备就是服务和嵌套了设备的一个容器。例如,一个 VCR 设备可能是由一个磁带传输服务、一个调谐器以及一个时钟服务组成的。这里的设备 VCR 就是一个容器。

(2)服务 UPnP 中的最小控制单元就是服务。在 UPnP

中将一个服务建模成为一些动作以及与该动作相关联的一些状态变量。例如,一个时钟服务被建模成一个状态变量和两个动作,这个变量就是当前时间,两个动作分别是设置时间与获取时间。通过这两个动作,用户就可以使用时钟服务,例如对时间进行设置或查询。一个设备可能包含若干个服务。一个 UPnP 设备中一个服务是由一个状态表、一个控制服务器以及一个事件服务器组成的。控制服务器接收动作请求(例如设置时间)、对其执行、更新状态表并对请求进行响应。一旦服务的状态发生了改变,事件服务器就会向订购该服务的用户发布这一事件。

(3)控制点 在 UPnP 网络中,一个控制点就是一个控制器,它能够发现并控制其它设备。发现之后,一个控制点可以:

- 检索该设备的描述并获得与该设备相关联的服务列表。
- 检索到感兴趣的服务描述信息。
- 启用这个动作来控制该服务。
- 可以订购某服务的事件源。这样在任何时间点服务状态变化时,事件服务器就会向控制点发送一个事件。

UPnP 服务管理模型特别适合于个人计算、小型或家庭办公环境的服务自动化管理。

2.5 IETF 的服务定位模型

IETF<sup>[7]</sup>服务定位协议(SLP)<sup>[8]</sup>目的是简化服务的发现以及网络资源的使用。这个协议将一个具体的应用建模成用户代理,服务被建模成服务代理。服务定位协议自动执行下面的操作:

(1)将来自用户的服务请求与服务代理(SA)或目录代理(DA)进行自动匹配;

(2)服务代理(SA)对服务进行自动发布;

(3)目录代理(DA)将服务自动的组织成目录,并按目录来存储与管理;

运行在计算机上的服务定位协议的具体应用由用户来表示;网络所提供的服务由服务代理(SA)来表示;服务代理自动地维护服务的属性集合,这样用户可以通过与服务代理的交互获得这些属性的信息。服务代理还可以发现新的服务。

服务定位协议(SLP)是由目录代理(DA)、服务代理(SA)、用户代理(UA)三个功能实体组成的,见图7。

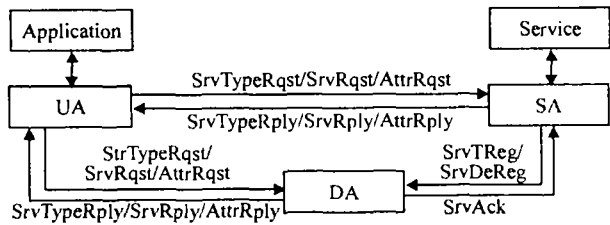


图7 服务定位体系结构

服务代理找到一个合适的目录代理,它就会向目录代理

注册这个服务。目录代理必须对每个服务注册请求一个确认。SLP 服务管理模型是 IETF 提出的且最具希望的一个基于 IP 网络的服务管理协议模型。

2.6 几种服务管理模型的对比

通过上述对服务管理模型的研究,我们将这些模型归结为两个基本模型:一个是目录为中心的模型,基于这一模型的服务发现,设置一个目录服务,在这个目录中集中存储着关于网络可用的服务。每一个服务为了向它注册或者使用它来查找其它的服务,首先要发现这个目录服务。另一个模型被称为对等服务模型,该模型无需集中的目录服务,可通过两者间的协商来宣告它的存在,并对其进行发布,同时来查找满足需要的服务。这个模型特别适合于 Ad hoc 这样的端到端的网络环境。Jini 采用了集中式目录服务存储模型,而 IrDA<sup>[20]</sup>采用了 对等服务模型。SLP 及 UPnP 对两种模型都支持。不管采用什么模型,服务发现的基本原理都是一样的。首先,一个实体需要向其它实体宣告它的存在。可以通过向目录服务注册,也可以通过一个信道或广播这样一个特殊的信道或地址来实现,第二,服务发现是通过查找一个目录服务或向一个特殊的信道或地址发送一个发现请求。由于文章篇幅的限制,还有一些象 Bluetooth<sup>[18]</sup>、Salutation<sup>[19]</sup>以及 IrDA<sup>[20]</sup>等的管理模型就不介绍了,现将这些模型的综合对比结果列在表1。

表1 各组织的服务管理模型综合对比

Protocol	Salutation	SLP	Jini	Bluetooth	UPnP	HAVi(Home Video Interoperability)
Control Organization	Salutation Consortium	IETF	Sun Microsystems Inc.	Bluetooth Special Interest Group (SIG)	Microsoft Corps.	HAVi Organization
Year Announced	1995	1997	1998	1998	1999	1999
Status	Released/In Use	In development	Initial release	Initial Release	In development	In development
Intended Application	General	Internet	General	Wireless Telecommunications	Personal Computing, Small and Home Office	Home entertainment
Specification	Open	Open	Company Controlled	Bluetooth SIG Members Only	Company Controlled	HAVi Members only
Hardware/software requirement	None	IP	Java, Java Virtual Machine	Bluetooth environment	IP, HTTP, XML	IEEE1394

3 服务管理模型间互操作问题

可以看出不同的服务管理模型具有不同的应用场景,然而这些服务模型并不是完全独立的,在应用中有时可能要涉

及到几个模型协同工作,这就是服务管理模型间互操作问题。通过互操作实现优势互补,目前主要是通过桥接技术来解决不同服务管理模型间的互操作问题。这里给出一个 Jini 模型与其它外部服务通过桥接来实现互操作的例子,见图8。

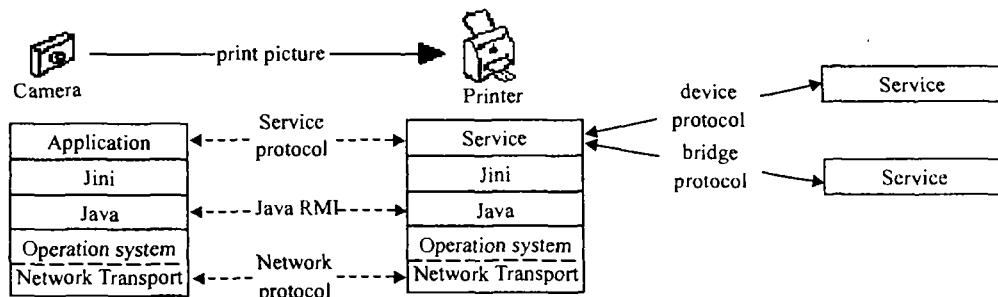


图8 Jini模型与外部服务通过桥接实现异构模型的互操作

总结与展望 本文对目前 Internet 的服务管理问题进行了综述,并对其中几个具有代表性的服务管理模型的工作原理以及适用场合进行了探讨与研究。这些服务管理模型都有其应用的场合,虽然这些管理模型各有各的特点,但是它们工

作的基本原理都很相似。尽管这些服务管理模型各有差别,但是各个模型间可以通过桥接技术来实现互操作达到协同工作的目的。随着 Internet 技术的发展,服务管理会逐步成为整个

(下转第16页)

- 11 尹新,杨自厚. 用 Tabu Search 方法解带有等待时间惩罚的提前/拖期调度问题. 系统工程理论方法应用,1995,4(1)
- 12 Balas E. Machine-Sequencing via Disjunctive Graphs: An Implicit Enumeration Algorithm. Oper. Res. ,1969,17
- 13 Garcia, Bruno-laurent, Potvin, Jean Yves and Rousseau, Jean-Marc. A parallel Implementation of the tabu search heuristic for vehicle routing problems with time window constraints. Computers Ops. Res. ,1994,21(9)
- 14 Foo Y S,Takefuji Y. Integer linear programming neural networks for job-shop scheduling. IEEE Int. Conf. On NNS, San Diego, 1988
- 15 高红,熊光楞. 决策规则在仿真调度中的应用. 控制与决策, 1995,10(2)
- 16 陈文德. 一类 DEDS 最优调度问题的解法. 自动化学报,1997, 23(5)
- 17 李大卫,王梦光. 一种改进的混合遗传算法. 信息与控制,1997,26 (6)
- 18 丁立功,钱跃辉,翟中牛. 遗传/禁忌组合算法在发电机组优化组合中的应用. 电力学报,2000,15(4)
- 19 杨圣祥,汪定伟. 用约束满足自适应神经网络和有效的启发式算法解 Job-shop 调度问题. 信息与控制, Apr. ,2000
- 20 Sen A K, Bagchi A, Sinha B K. Admissible search for minimum penalty sequencing of jobs with setup times on two machines. In: Proc. IJCAI-91, Int. Joint Conf. Artificial Intellig. Sydney, Aug. 1991
- 21 Glover F. New Approaches for Heuristic Search: A Bilateral Linkage with Artificial Intelligence. European Journal of Oper. Res. ,1989,39
- 22 Widmer M, Hertz A. A new heuristic method for the flow shop sequencing problem. European Journal of Oper. Res. ,1989, 41 (2)
- 23 He Zesheng, Yang Taeyong, Tiger A. An exchange heuristic imbedded with simulated annealing for due-dates job-shop scheduling. European Journal of Oper. Res. ,1996,91
- 24 Ishibuchi H, Misal S, Tanaka H. Modified simulated annealing algorithms for the flow shop sequencing problem. European Journal of Oper. Res. ,1995,81
- 25 Glover F. Future Paths for Integer Programming and Links to Artificial Intelligence. Computer & Oper. Res. ,1986,13(5)
- 26 王家钦. 生产调度的一种启发式规则. 清华大学学报,1995,35 (5)
- 27 Kouikoglou V S, Phillis Y A. An Exact Discrete-Event Model and Control Policies for Production Lines with Buffers. IEEE Trans. On automatic control, 1991,36(5)
- 28 童刚,李光泉,刘宝坤. 一种用于 Job-Shop 调度问题的改进禁忌搜索算法. 系统工程理论与实践,2001
- 29 于海斌,薛劲松,王浩波. 一种基于神经网络的生产调度方法. 自动化学报,1999,25(4)
- 30 刘瑞华,涂奉生. Fork-Join 排队网络的建模与稳定性. 控制与决策,1994,9(3)
- 31 景沈艳,张永刚,孙吉贵. 用遗传算法求解调度问题. 吉林大学学报(理学版),2002(2)
- 32 Leung L C, Maqnheshwari S K, Miller W A. Concurrent part considerations. Int. J. Prod. Res. ,1993,31(1)
- 33 熊光楞,龚宁. 具有机器学习能力的智能车间调度系统. 计算机集成制造系统,1996(2)
- 34 王艳红,尹朝万,张宇. 基于多代理和规则调度的敏捷调度系统研究. 计算机集成制造系统,2000,6(4)
- 35 柯柯,张世英. 禁忌-递阶遗传算法研究. 控制与决策,2001,16 (4)
- 36 陈雄,汤光强,吴启迪. 一种求解 3 机 Flow-shop 调度问题的遗传算法. 同济大学学报,2001,29(8)
- 37 乔建忠,雷为民,李本忍,滕弘飞. 混合遗传算法研究及其在应用. 小型微型计算机系统,1998,19(12)
- 38 Lustig I J, Ave L V. Program  $\neq$  Program: Constraint Programming and its Relationship to Mathematical Programming
- 39 邢文训,谢金星. 现代优化计算方法. 清华大学出版社,1999,第一版
- 40 刘宝坤,王冬梅,童刚. Windows 环境下的禁忌搜索法解 Job-Shop 问题. 自动化与仪表,2000,15(1)

(上接第 4 页)

网络管理的核心问题,因此,对 Internet 服务管理的研究也会越来越深入。本文对服务管理的初步研究为我们选择不同环境下的服务管理模型提供理论依据。该课题受诺基亚中国研究中心“移动 IPv6 服务质量”项目资助。下一步我们要结合移动 IPv6 网络环境来研究移动用户如何在任何时间、任何地点使用 Internet 上提供的各种服务的服管理问题。

### 参 考 文 献

- 1 van der Waaij ir B D, Gaidukov ir A V, Jansen ir J A. Internet Next Generation Management--Quality-based Service Management
- 2 IETF. Differentiated services. <http://www.ietf.org/index.html>, 2000
- 3 Sprenkels R A M, et al. A Customer Service Management Architecture for the Internet. <http://ing.ctit.utwente.nl/>
- 4 Sun, Technical White Paper: Jini Architectural Overview. <http://www.sun.com/nini/>,1999
- 5 Universal Plug and Play Forum. Universal Pug and Play Device Architecture. Version 0.91, March 2000
- 6 Salutation Constrium. White Paper: Salutation Architecture: Oview. <http://www.salutation.org/whitepaper/originalwp.pdf>,1998
- 7 The Internet Engineering Task Force (IETF). <http://www.ietf.org>
- 8 Guttman E, Perkins C, Veizades J, Day M. ,Service Location Protocol, Version 2
- 9 ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). <http://www.itu.int/ITU-T/>
- 10 Aiko Pras. Introduction to TMN. <http://www.simpleweb.org/tutorials/tmn/>,1999
- 11 ITU-T, Recommendation F. 435. Message Handling: Electronic Data Inter-change Messaging Service. Geneva, 1991
- 12 ITU-T, Recommendation X. 161. Definition of Customer Network Management Services for Public Data Networks. Geneva, April 1995
- 13 ITU-T, Recommendation X. 162. Definition of Management Information for Customer Network Management Service for Public Data Networks to be used with the CNMc Interface. Geneva, April 1995
- 14 ITU-T, Recommendation X. 163. Definition of management information for customernetwork management service for public data networks to be used with the CNMe interface. Geneva, April 1995
- 15 ITU-T, Recommendation X. 711. Common Management Information Protocol Specification For CCITT Applications. Geneva, 1991.
- 16 ITU-T, Recommendation F. 435. Message Handling: Electronic Data Inter-change Messaging Service. Geneva, 1991
- 17 Jini™ NETWORK TECHNOLOGY, Jini home page. <http://www.sun.com/jini/>. IETF, RFC 2608, June 1999. Available at: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2608.txt>.
- 18 Bluetooth home page. <http://www.bluetooth.com/>
- 19 Salutation home page. <http://www.salutation.org/>
- 20 IrDA home page. <http://www.irda.org/>
- 21 Understanding Universal Plug and Play White Paper. <http://www.upnp.org/resources/whitepapers.asp>