

云计算环境下基于 Mashup 的一种电信网络能力服务提供模式

刘 勇 乔秀全 李晓峰

(北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室 北京 100876)

摘 要 随着高速发展的互联网和移动通信在业务层面的逐渐融合,国内运营商所采用的“封闭花园”模式的业务架构已经面临各种挑战,因此需要更多地考虑如何有效引入互联网业务和服务模式,不断提升用户体验。在电信运营商逐步开放其电信能力 API 的背景下,基于 Mashup 的业务构建模式,提出了一种云计算环境下的电信网络能力服务提供模式。该模式将 Mashup 的理念移植到电信能力上,并将电信能力封装成 Web Element 的形式呈现给用户,进一步提升了电信网络能力服务的抽象层次。这种电信能力应用模式打破了电信能力拘泥于手持终端的传统形式,提出了一种新的适合于 Web2.0 环境的电信网络能力服务提供模式。在“OMP(Open Mobile Internet Platform)应用运行和开发引擎算法及功能研发”项目中的试用证明了其可行性。

关键词 云计算环境, Telecom 2.0, Mashup, 服务提供模式, Web Element

中图法分类号 TP39 **文献标识码** A

Telecommunications Network Capability Services Model Based on Mashup Technology in Cloud Computing Environment

LIU Yong QIAO Xiu-quan LI Xiao-feng

(State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract With the gradual integration of Internet and mobile communications at the service level, the “closed garden” business model used by domestic telecommunications operators has already been facing many challenges. So it’s necessary to consider how to enhance the user experience by effectively introducing Internet business and service models. Against the background that operators are gradually opening their telecommunication APIs, based on the Mashup business-constructed models, this paper proposed a telecommunications network capability services model in the cloud computing environment. The model will package telecommunications capabilities in the form of Web element using Mashup technology and provide telecommunications services to users, which can further enhance the abstraction level of telecommunications network capability services. This model breaks the tradition that telecommunications services stick to be set on mobile telephone and it’s a new telecom service model under the background of Web2.0. The new service model has proved its feasibility in the project of “Open Mobile Internet Platform-Research and development of algorithms and functions about applications’ running and development engine”.

Keywords Cloud computing environment, Telecom 2.0, Mashup, Service model, Web element

1 引言

随着 Web2.0 的兴起,用户既是消费者,同时也成为了生产者。通信领域因此正在转变传统的服务观念,开始更加重视服务模式的创新,努力提高用户的参与度和业务体验,使用户能够方便地获取各种需要的资源,并创建满足自己个性化需求的应用。由此借鉴 Web2.0 的理念,电信业提出了 Telecom2.0 的概念^[1]。随着 3G 技术的成熟和移动网络宽带化的发展趋势,移动通信和互联网的融合趋势日益明显,其中业

务和应用的重要性将日益显著,成为各方竞争的焦点。这些业务和应用的发展趋势不仅包括互联网应用向移动终端的移植,而且应包括移动终端的电信能力向互联网业务模式的转变。目前,国内电信运营商采用的是“封闭花园”模式的业务架构,这种业务模式部分遏制了 SP/CP 的创新积极性,并且对低成本、高效率的业务部署和业务运营带来了巨大挑战。因此运营商需要更多地考虑如何有效引入互联网业务和服务,不断提升用户体验,统筹规划部署有序的“开放花园”,顺应移动互联网的发展趋势^[2]。“开放花园”的核心理念是在开

到稿日期:2011-04-29 返修日期:2011-06-07 本文受国家自然科学基金(60802034),国家重点基础研究发展规划(973)(2011CB302704),新一代宽带无线移动通信网科技重大专项(2011ZX03002-002-01),教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20070013026),北京市科技新星计划项目(2008B50)资助。

刘 勇(1985—),男,硕士生,主要研究方向为网络服务与网络智能, E-mail: xiaobaiambition@yahoo. cn; 乔秀全(1978—),男,博士,副教授,主要研究方向为网络服务智能化理论与技术、移动社交网、上下文感知计算、物联网服务提供理论; 李晓峰(1950—),女,教授,硕士生导师,主要研究方向为网络智能与通信软件。

放的基础上,打破“有墙花园”和开放互联网的边界,并为所有业务提供通用的基础设施服务^[3]。这里所说的业务应当包括融合到互联网应用中的电信业务,所以就要求运营商逐步开放其电信业务能力 API,为电信业务在互联网上的模式创新提供基本保证。

Mashup 起源于传统互联网,是指从不同的源获取数据或业务能力并将其整合到一起而形成的具有统一体验的互联网网站或应用^[4]。Meshup 作为 Web2.0 上一种代表性的应用构建方式,已经得到了众多的研究者和开发者的关注。目前大多数 Web 服务供应商,如 Yahoo, eBay, Amazon 都提供了 Web 服务 API,使得开发人员可以利用 API 来构建相应的 Mashup 应用^[5]。文献[6-8]都各自介绍了典型的地图 Mashup 应用。此外,还有诸如搜索和购物 Mashup、新闻 Mashup、微博 Mashup 等多种互联网 Mashup 应用。当然,基于移动互联网的 Mashup 概念也成为发展的趋势,文献[9,10]介绍了 Mobile Mashup 的架构、挑战等问题。但是,无论是互联网 Mashup 应用还是移动互联网 Mashup 应用,用户都仅仅是使用者,不能对这些应用进行修改、定制,更不能让普通用户或开发者方便快捷地将一些功能性 Mashup 应用以组件的形式整合到自己的 Web 应用或网站中,从而使它们成为自己 Web 应用的功能组件。在这个过程中,用户成为了 Mashup 应用的调用者,并且不是 API 级别的调用,而是以功能组件的方式进行调用。针对这一问题,谷歌公司提出了 Google Web Element^[11]这种全新的应用模式。Google Web Element 是一个门户商店,其中包含的每个 Element 都是一个基于 Google APIs 的功能组件的定制工具。用户可以通过定制得到功能组件及生成代码,从而获得调用该组件的能力,功能组件都采用了服务器端 Mashup 技术^[12]。以其中的地图 Element 为例,它可以生成基于 Google Map API^[13]的 Mashup 应用。用户通过浏览器设置地图样式、地图大小、位置等信息。浏览器将这些定制信息发送到服务器,服务器端生成地图组件和相应的功能组件代码。用户将这些组件代码嵌入自己的网站中,即可生成与定制完全相同的地图功能组件,为来访者提供特定的地理位置信息,这样,用户得到的不仅是使用能力,而且获得了个性化 Mashup 应用的生成能力和调用能力。以上流程如图 1 所示。

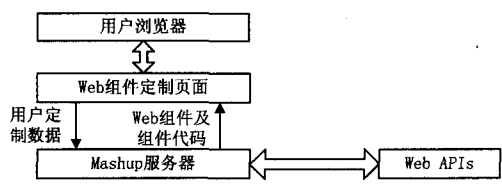


图 1 Web Element 工作流程

但是在 Google Web Element 商店中,仅仅是基于互联网的一些应用,并没有基于电信能力的个性化 Element,在电信能力 Web 组件方面还是空白。而这正是本文的重点。在开放电信能力 API 方面,中国电信走在了前面,其天翼空间应用工厂就为广大第三方开发者提供了一个自由发挥的平台。个人或者企业开发者都可以在这里申请注册用户,购买使用电信能力 API,开发个性化 Web 服务。本文基于电信能力 APIs,参照 Web Element 服务提供模式,可以封装出具备通话、短信息等电信业务生成能力的 Web Element,并且用户可

以根据需要进行定制并方便快捷地将生成的具备电信能力的功能组件添加至自己的网站。这样,普通用户就成为了基于电信能力的 Mashup 应用的调用者和创造者。本文正是在 Telecom2.0 的发展趋势下,以 OMP 云计算技术应用环境为平台,采用 Mashup 理念将电信业务能力封装成 Web Element 的呈现方式,提出了一种独特的电信网络能力服务提供模式。在 OMP 云计算应用平台上的试用证明了其可行性。

本文第 2 节介绍了电信业务发展的新趋势下,Mashup 技术占据越来越重要的角色,提出了基于 Mashup 技术的电信业务架构和云计算环境下的电信网络能力服务提供模式;第 3 节以短信 Element 和点击呼叫 Element 为例,重点介绍了应用 Mashup 技术将电信能力封装成 Web Element,以 Web 组件形式在互联网业务层提供电信能力服务;第 4 节介绍了 OMP 项目下,这种电信网络能力服务提供模式的应用背景;最后为结束语。

2 基于 Mashup 技术的电信业务架构和云计算环境下的电信网络能力服务提供模式

在最近几年里,移动通信和互联网成为当今世界发展最快、市场潜力最大、前景最诱人的两大业务。所以,现在出现的移动网与互联网相结合的趋势是历史的必然^[14]。而这两者的结合又有两个方面:一方面,就是将互联网接入手机终端,使得终端除了传统的话音、信息功能之外,还具有网络接入功能,这方面技术包括 WAP、WiFi、WiMAX 等。另一方面,传统的电信能力也可以移植到互联网上,作为一种服务或者互联网业务向广大用户开放。相比前者,电信网络的天然封闭性决定了这一方面的发展还相对缓慢。本文对此提出了互联网业务层面的一种新的电信服务能力提供模式。传统模式下,电信运营商也开放了一些能力供业务调用,但总的来说业务模式相对单一,而且业务的建设上线周期比较长。随着移动互联网时代的来临,业务趋于多样化、长尾化,而且业务生命周期大大缩短,所以必须加大电信能力开放程度,丰富其业务模式,才能更好地实现电信能力与互联网的融合,进一步构建电信信息超市^[15]。

Mashup 是对内容的一种聚合,是从多个分散的站点获取信息源,组合成新应用的一种应用模式,打破了信息相互独立的现状。Mashup 是 Web2.0 的代表技术之一,体现了简单、用户参与、个性化、资源重用等特点^[16]。在未来移动互联网时代,Mashup 技术将成为电信移动网和互联网在业务层面融合的桥梁^[17]。本文提出了基于 Mashup 的电信网络能力业务架构,如图 2 所示。

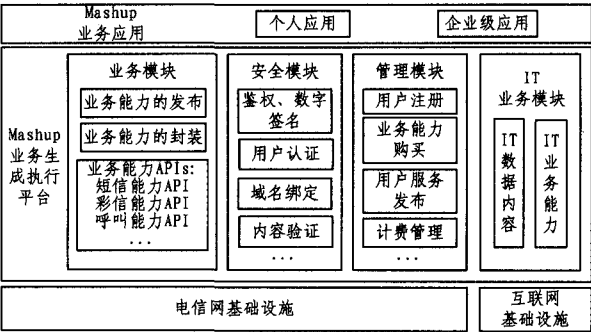


图 2 基于 Mashup 的电信网络能力业务架构

在业务架构中,以电信网基础设施和互联网基础设施为硬件平台,Mashup 业务生成执行环境可以分为业务模块、安全模块、管理模块、IT 业务模块。在业务模块中,运营商对移动运营网络的能力进行封装,并通过开放 APIs 将电信业务能力开放给开发者;安全模块主要负责与用户信息或者应用相关的安全问题,如用户身份认证、应用内容认证等,有些应用如果涉及到计费相关的内容还要求进行域名绑定等设置;管理模块主要进行平台用户信息的管理、业务能力的购买管理、第三方应用的发布管理等;与互联网数据内容及业务能力相关的部分则由 IT 业务模块负责。基于 Mashup 的电信网络能力业务架构作为一个多层次、面向服务的架构,通过标准化的开放 API 将电信网络的基本能力,如呼叫控制、短消息、鉴权、用户信息、位置信息等以能力 API 的形式开放给业务开发者,使得开发者可以迅速开发出丰富多彩的、可运营的 Mashup 应用。这些应用包括个人应用和企业级应用,部署于互联网业务层面。

在 Web2.0 异构云服务环境中,异构网元能力向互联网用户开放的趋势越来越明显,移动运营商、电子商务网站、门户网站都相继迈出提供能力开放平台的主流路线。如图 3 所示,开发者可以通过 Restfull,JavaScript,Web service 等开放接口^[18]创建 Web 应用,并且部署在云服务应用平台上,用户可以订购并使用这些服务提供的功能。本文设计的基于电信能力而封装成的 Mashup 应用是以 Web Element 的形式存在于互联网业务层面,它们不是向用户提供直接的电信业务能力,而是通过用户定制,让用户根据需要自己去构建具备电信业务能力的功能组件。重点不再是使用应用所提供的服务,而是用户可以定制并获得个性化组件。这样,用户就可以将功能组件添加到自己的 Web 站点中,使得这些功能组件成为自己博客、Web 应用等的一部分。总之,可以将本文所讲的 Web Element 看作是可定制的电信能力功能组件的生成器,而用户的角色也从以往 Mashup 应用的使用者转换为 Mashup 应用的调用者和创建者,并且这些 Mashup 应用是基于电信业务能力的个性化功能组件。

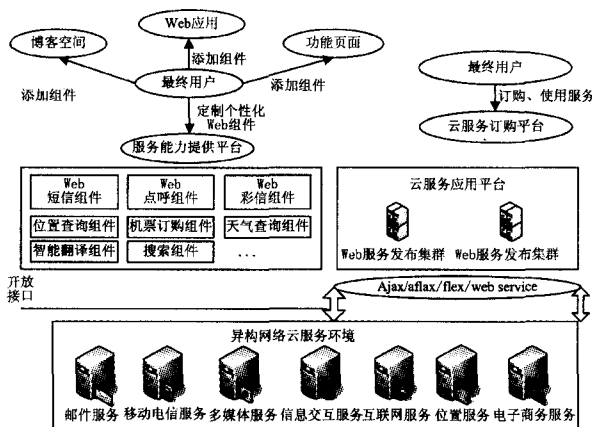


图 3 云计算环境下的服务提供模式

3 基于 Mashup 技术的电信能力 Web Element

本文实现的可生成个性化功能组件的 Web Element 都是以 Web 页面的形式呈现给用户的。不同的 Web Element 由不同的 Web 页面呈现,提供不同功能组件的定制服务和生成能力。每个 Element 服务页面均是 Element Store(本文第

4 节)中的一部分。本文设计并实现的短信 Web Element 和点击呼叫 Web Element 都是基于基本电信能力 API 的 Web 应用,分别以功能组件的形式提供互联网业务层面的电信能力服务,它们是图 3 中服务能力提供平台中个性化应用的重要组成部分。这些 Web Element 可以根据用户需求生成具备电信能力的 Mashup 功能组件。这样,用户就可以以功能组件的形式直接调用电信能力,这也正是本文所提出的基于 Mashup 的电信能力服务提供模式。其中,由短信 Element 构造的短信组件是一款实现网页发送短信功能的组件,任何用户均可在线使用该组件向任意手机号发送短信;由点击呼叫 Element 构造的点击呼叫组件实现了通过第三方建立两点通话的功能,第三方可通过该组件建立主叫和被叫之间的通话。用户通过 Web Element 定制过组件后,将生成的组件代码添加至自己的 Web 站点或应用中,即可添加上述功能组件。

在电信能力开放标准方面,由于 Parlay/OSA API 的调用比较复杂,对于开发者而言,采用 Parlay 协议规范研发基于电信网络的应用还具有相当的难度。之后出现了基于 Web 服务的 Parlay X API,对电信能力的使用做了进一步的抽象和简化,屏蔽了电信协议和控制逻辑的原始性和复杂性,因此这些 API 使用起来非常方便。Parlay REST(面向 Parlay X 的 RESTful 约束)是开放移动联盟(OMA)颁发的一套标准规范,旨在为 OMA 中的 Parlay X Web 服务规范(子)集指定 REST Web 服务约束。与 Parlay X 相比,Parlay REST API 更加轻量级,具有更优良的开发者友好性,便于 Web 应用的开发和 Mashup。中国电信的天翼空间应用工厂^[19]就是基于 REST 的风格提供了电信能力开放 API。本文中实现的短信和点击呼叫功能就是分别调用了其中的短信 API 和语音 API。下面将具体介绍短信 Element 和点击呼叫 Element 的具体功能。

3.1 短信 Element

通过短信 Web Element 定制服务可以生成短信发送功能组件,其具体功能流程如图 4 所示。用户通过浏览器登录短信 Element 定制页面定制短信组件。服务器端将用户定制信息和短信 Web API 的调用信息相结合,构造出短信组件的组件生成代码并且返回给客户端。用户通过浏览器获得短信功能组件的生成代码。这样,用户就可以在自己的 Web 页面或 Web 应用中添加该功能组件的生成代码,为 Web 应用或 Web 页面添加短信功能组件。该组件调用短信 Web API,完成短信发送功能。

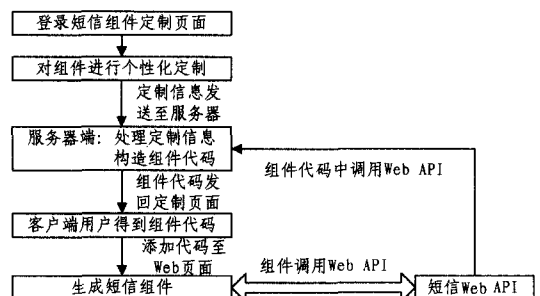


图 4 短信 Element 功能流程

短信 Web Element 的功能就是根据用户的需要生成具备短信发送能力的基于 Mashup 的功能组件,并以功能组件的形式向用户提供电信能力。其中的关键部分就是组件生成

代码。在生成代码中包含了组件需要的 Web 资源调用地址,如 Javascript 文件地址、图片地址、动态脚本地址、Web API 调用地址等。这些信息在生成代码中被封装在网页元素中,如<iframe>元素、<div>元素。所以,组件生成代码的本质就是封装了服务器端 Web 资源地址的网页元素,用户就是通过添加这些网页元素来获得相应的功能组件。在图 5 中可以看到,用户通过服务能力提供平台获得短信功能组件生成代码,将生成代码加入 Web 应用或页面中,即可得到短信功能组件。该功能组件以按钮形式呈现,点击触发后显示短信发送功能页面,输入手机号和短信内容即可点击发送。在例如 GIS 相关的 Web 应用中添加该组件,可将地理空间信息及时发送至手机保存;在个人网站如博客中添加该组件,可使信息交流更加便捷;在旅游、汇率等相关的 Web 应用中添加该组件,可方便信息查询等。可见,开发者可以方便快捷地添加短信组件,从而丰富自己的 Web 应用。

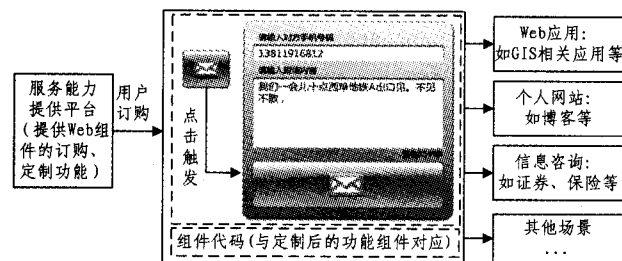


图 5 短信组件及应用

3.2 点击呼叫 Element

通过点击呼叫 Web Element 定制服务,可以生成点击呼叫功能组件。这样,开发者就可以以功能组件的形式调用电信的呼叫能力,其具体功能流程与短信 Element 基本相同(见图 4)。

如图 6 所示,用户通过服务能力提供平台获得点击呼叫功能组件生成代码,将生成代码加入 Web 应用或页面中,即可得到点击呼叫功能组件。该功能组件以按钮形式呈现,点击触发后显示点击呼叫功能页面,填入主叫号码和被叫号码后就可发起两方之间的呼叫,双方通过终端进行实时通话。同时,每个注册用户的呼叫历史记录还可以保存在服务器端数据库中,供用户查询参考。在主叫和被叫由于无法得到准确的联系方式或其他原因而不能直接建立通话的场景中,就需要借助第三方 Web 应用或者服务性网站,由第三方来发起、建立双方的通话。这些 Web 应用或者网站就可以通过组件形式来添加点击呼叫功能,调用该电信能力。

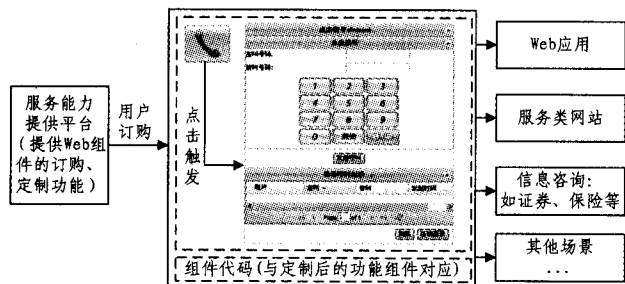


图 6 点击呼叫组件及应用

短信 Element 和点击呼叫 Element 都是通过用户定制,生成相应的个性化功能组件,以组件的形式来调用电信服务的开放 API,从而将传统的电信服务提供方式迁移到互联网

上。这些 Web Element 向用户提供的不仅仅是某种服务,而是基于电信业务的定制能力;跟以往仅仅作为互联网 Mashup 应用的使用者不同,在这里用户通过定制得到的是功能组件本身,用户成为了 Mashup 应用的创建者和调用者,并且调用的级别是功能组件级别。随着电信运营商逐步开放其业务能力 API,会更加便于开发者利用 Mashup 技术开发出丰富多彩的互联网应用,这必将成为一种全新的电信业务能力提供方式。

4 云平台下 Element Store 的应用

“OMP 应用运行和开发引擎算法及功能研发”项目包括两部分:OMP 应用运行引擎仿真平台和 OMP 应用开发引擎仿真平台。Web Elements 是后者的重要组成部分,本文设计并实现的短信 Element 和点击呼叫 Element 就是其中重要的 Web 组件。

OMP 应用运行引擎仿真平台主要提供各种业务的逻辑运行环境。底层的云计算平台为应用运行引擎提供了业务逻辑所需的各种计算资源和数据资源,而应用无需关注具体这些资源由哪个或是哪些底层节点提供。OMP 应用开发仿真平台提供各种业务的开发环境,开发引擎可以方便开发人员快速开发应用,并且可将其部署、发布、托管到平台上,例如 Web Elements 商店门户。Web Elements 商店门户主要是为用户提供一个浏览、查询和定制 Web Elements 的 Web 网站,主要功能应包括:(1)Web Elements 的分类导览功能。为用户提供一个能够快速浏览和访问已有 Web 组件的功能,方便用户快速选择功能组件。(2)Web Elements 呈现功能。用户进入 Web Elements Store 主页时,能呈现出所有服务器上的 Web Elements,用户可以选中具体的某个 Element 进行样式、功能等个性化设置,并获得最终的功能组件及生成代码。

本文提出的服务提供模式是 OMP 重要的组成部分。随着运营商逐步开放其电信能力 API,Web Elements 这种业务模式将传统电信能力融合于互联网,提出了电信能力新的网络提供模式。同时该模式成为 OMP 云平台上一种重要的服务提供方式,由此验证了其可行性。

结束语 传统电信网络可提供的服务有限,它是以封闭和垄断为基础特征、以运营商为中心的垂直整合网络。而电信 2.0 是一个“内容为王,内容多元”的电信时代,其任务是建立全业务运营的商业模式和内容多元化的经营模型^[20]。

跟随电信 2.0 的发展趋势,在运营商逐步开放其电信能力 API 的前提下,提出了一种新的电信网络能力服务提供模式,即采用 Mashup 技术将电信业务能力封装成 Web Element,以可定制的组件方式提供给用户。随着开放 API 的丰富化,这种业务提供方式必将促使涌现出多种多样的个性化电信 Web 服务,进一步实现电信能力在业务层面与互联网的融合。

参考文献

- [1] 侯自强. 面向移动互联网发展的 3G-Teleco2.0[J]. 中兴通讯技术, 2009, 15(4)
- [2] 郑平. 移动互联网的突围之路: 构造一个“没有围墙的花园”[J]. 通信信息报, 2008, 11(A15)
- [3] 杨志强, 张炎. 构建移动互联网应用基础设施-打造“开放花园”[J]. 中兴通讯技术, 2009, 15(4)

- [4] 闵栋,刘东明,徐迎阳. 基于 Mashup 的移动互联网业务架构研究[J]. 数据通信, 2009(2)
- [5] 高永兵,吴纪磊,胡文江,等. 基于 Web 服务的 Mashup 应用的研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(6)
- [6] 黄家乾,吴升. Mashup 技术在 web 地图中的应用[C]//中国地理信息产业论坛论文集. 武汉:中国地理信息系统协会, 2009
- [7] Wang A B, Zhang J, Jiang W R. Useful Resources Integration Based on Google Maps[C]//Proc. of 2009 4th International Conference on Computer Science & Education, 2009:1044
- [8] Qian Z, Wei XL. The Research and Implementation of a RESTful Map Mashup Service[C]//Proc. of 2010 Second International Conference on Communication Systems, Networks and Applications, 2010:401
- [9] Xu K, Zhang X Q, Song M N, et al. Mobile Mashup: Architecture, Challenges and Suggestions[C]//Proc. of Management and Service Science(MASS) International Conference, 2009:1
- [10] Jin L, Song M N, Song JD. Mobile Mashup Architecture Solution, Direction and Proposal[C]//Proc. of 2010 IEEE 2nd Symposium on Web Society (SWS), 2010:698
- [11] <http://www.google.com/webelements>
- [12] 王辉,高成英,刘宁. 服务器端 Mashup 开发平台的设计与实现[J]. 计算机工程, 2010, 36(10)
- [13] <http://code.google.com/intl/zh-CN/apis/maps/documentation/javascript/services.html#Geocoding>
- [14] 汪军,符涛. 下一代网络中的业务融合模式[J]. 中兴通讯技术, 2008, 14(4)
- [15] 廖康. 电信网运营商转型中信息超市的研究及其建设[J]. 电子学报, 2007, 35(4)
- [16] 秦灵伶,王文东,贾霞,等. Mashup 技术及其发展趋势[J]. 电信科学, 2009, 25(9)
- [17] 闵栋,刘东明,徐迎阳. 面向移动互联网的 Mashup 聚合业务研究[J]. 现代电信科技, 2009, 39(3)
- [18] 杨勇,贾霞,董振江. 电信业务能力开放技术标准[J]. 中兴通讯技术, 2009, 15(2)
- [19] <http://open.189works.com/app/developDocument>
- [20] 赵治. 步入多元化的电信 2.0 时代[J]. 电信技术, 2009(5)

(上接第 8 页)

- [49] Porras P, Neumann P. EMERALD: Event monitoring enabling responses to anomalous live disturbances[C]//Proceedings of the National Information Systems Security Conference, 1997:1-16
- [50] Locasto M, Parekh J, Stolfo S, et al. Collaborative distributed intrusion detection[R]. Columbia University, 2004
- [51] Lee W, Nimbalkar R A, Yee K K, et al. Stolfo. A data mining and CIDF-based approach for detecting novel and distributed intrusions[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2000, 1907:49-65
- [52] Kargupta H, Datta S, Wang Qi, et al. On the privacy preserving properties of random data perturbation techniques[C]//Proceedings of the International Conference on Data Mining (ICDM), 2003:99-106
- [53] Kantarcioglu M, Clifton C. Privacy-preserving distributed mining of association rules on horizontally partitioned data[C]//Proceedings of the ACM SIGMOD Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery, 2002:1026-1037
- [54] Lindell Y, Pinkas B. Privacy preserving data mining [J]. ACM SIGMOD Record, 2000, 29(2):439-450
- [55] Yu Wei, Xuan Dong, Zhao Wei. Middleware-based approach for preventing distributed deny of service attacks [C]//Proc. of IEEE Military Communications (MILCOM), 2002:1124-1129
- [56] Zhang Yong-guang, Lee W, Huang Yi-aa. Intrusion detection techniques for mobile wireless networks[J]. Wireless Networking, 2003, 9(5):545-556
- [57] Huang Yi-an, Lee W. A cooperative intrusion detection system for ad hoc networks[C]//Proceedings of the 1st ACM Workshop on Security of ad Hoc and Sensor Networks, 2003:135-147
- [58] Zhang Yong-guang, Lee W. Intrusion detection in wireless ad hoc networks[J]. In Mobile Computing and Networking, 2000: 275-283
- [59] Kargupta H. Distributed data mining for sensor networks[C]//Tutorial presented at ECML/PKDD, 2004:77-82
- [60] Palpanas T, Papadopoulos D, Kalogeraki V, et al. Distributed deviation detection in sensor networks [C]//SIGMOD Record, 2003:77-82
- [61] Kargupta H, Park B, Pittie S, et al. MobiMine: Monitoring the stock market from a PDA[J]. SIGKDD Explorations, 2002, 3(2):37-46
- [62] Kargupta H, Bhargava R, Liu K, et al. Veda: A mobile and distributed data stream mining system for real-time vehicle monitoring[C]//Proceedings of the SIAM International Conference on Data Mining (SDM), 2004:18-26
- [63] Babcock B, Babu S, Datar M, et al. Chain: Operator scheduling for memory minimization in data stream systems[C]//Proceedings of the International Conference on Management of Data (SIGMOD), 2003:253-264
- [64] Ghoting A, Parthasarathy S. Facilitating interactive distributed data stream processing and mining[C]//Proceedings of the International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), 2004
- [65] Plale B. Learning run time knowledge about event rates to improve memory utilization in wide area stream filtering[C]//Proceedings of the International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC), 2002:171-178
- [66] Chen L, Reddy K, Agrawal G. GATES: A grid-based middleware for processing distributed data streams[C]//Proceedings of the International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC), 2004:270-277
- [67] Chi Y, Yu P, Wang H, et al. Loadstar: A load shedding scheme for classifying data streams[C]//Proceedings of the SIAM International Conference on Data Mining (SDM), 2005:342-361
- [68] Ghosing A, Buehrer G, Parthasarathy S, et al. A characterization of data mining algorithms on a modern processor[C]//Proceedings of the ACM SIGMOD Workshop on Data Management on New Hardware, 2005:1-5