

# 支持移动学习的无线校园网建设<sup>①</sup>

黄伟强, 梁卓明

(华南师范大学 网络中心, 广州 510631)

**摘要:** 随着移动技术以及数字化技术的飞速发展和广泛应用, 各类便携式、多功能、可移动智能终端的普及, 人们对移动学习和移动办公提出了更高的要求, 建设新一代支持移动学习的无线校园网应运而生。研究支持移动学习的无线校园网建设规划和设计, 探讨无线校园网 IPv6 的支持, 并提出移动学习应用需求。

**关键词:** 移动学习; 802.11n; Mesh; 802.11i; WAPI; IPv6

## Mobile Learning Support in Wireless Campus Network Construction

HUANG Wei-Qiang, LIANG Zhuo-Ming

(Center of Network, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** With the rapid development and the widespread application of the mobile technology and digital technology, popularization of various types of portable, multi-function, movable intelligent terminals, request for moving learning and moving office is getting higher, based on which creating a new generation of wireless network to support the moving learning arises. This paper analyzes the new generation of the wireless mainstream application technology 802.11 n, researches the construction planning and design of the wireless campus network which supports moving learning, discusses the supporting for IPv6 on wireless campus network, and puts forward the application requirement of moving learning.

**Key words:** mobile learning; 802.11n; Mesh; 802.11i; WAPI; IPv6

### 1 引言

无线移动技术的不断发展以及信息化技术的广泛应用, 推动了无线校园网建设和教学方式的变化。依托移动通信网络, 学校的教学、科研、管理和服务等各项业务变得更加快速便捷, 学校师生对无线网络的倚赖程度, 已经变得越来越高。无线网络接入的便捷, 高校的教学方式的变化, 教学手段的更新以及高容量、高带宽业务的广泛应用, 对无线校园网建设提出了更高要求, 建设支持移动学习的无线校园网已是迫在眉睫。

### 2 支持移动学习的无线校园网调研

我们学校无线网络建设是从 2007 年开始的, 最初选择几个示范点, 使用 802.11b/g 无线设备进行前期的

实验性部署。运行几年以来, 在带宽、容量和覆盖范围方面已经无法满足现在移动学习的需求。建立移动数字化学习体系是我校“十二五”期间信息化工作的一项重要内容, 已被列入到学校的“十二五”事业发展规划中。学校已近开始通过组织有关部门及人员对新一代无线校园进行技术调研、学习和交流, 形成我校移动数字化学习环境的建设理念、建设模式和建设方案, 为我校移动数字化学习环境建设的全面铺开作好准备。

我校支持移动学习的无线校园网建设需要适应学校整体的发展统筹, 目标是建设稳定、高效、可拓展、同时融合多种业务的校园无线网络, 实现随时随地的网络接入, 提供丰富的移动学习应用, 为移动数字化学习提供良好的网络支撑平台。

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-03-25;收到修改稿时间:2011-04-30

支持移动学习的无线校园网建设要配合数字化校园的整体建设,按照“统一规划、分步实施”的原则进行部署。实现校园环境和资源的移动信息化,从而达到提高教学管理水平和效率,提升办学质量的目的。

### 3 支持移动学习的无线校园网总体规划设计研究

#### 3.1 无线校园网采取主流应用技术 802.11n

随着 802.11n 技术的标准正式发布,采用代表无线网络先进接入技术 802.11n 协议来构建新一代无线校园网已经成为一种趋势。802.11n 协议作为新一代的 WI-FI 标准,其使用 2.4GHz 频段和 5GHz 频段,覆盖范围比传统无线技术提高 20%-30%,对用户容量较大的区域有很好的覆盖承载能力;802.11n 传输带宽是传统无线的 5 倍,传输速率理论上最高可达 500Mbps,实际速率也超过了 100Mbps;802.11n 还提供并发双频操作,能为宽带多媒体应用提供更多的信道容量,可以满足高带宽、高质量的移动学习服务<sup>[1]</sup>。表 1 是 IEEE802.11 无线通讯技术的比较。

表 1

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
传输速率	54Mbps	11Mbps	54Mbps	+100Mbps
频段	5GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4-5GHz
传输距离	70m	100m	100m	+100m
IEEE 认证	1999年	1999年	2003年	2007年

802.11n 中,MINO(Multiple Input Multiple Output,多输入多输出)是其中的核心技术,利用多支天线来改进传输品质:接收端的天线除了接收强度最大的信号外,也会收到经过反射或散射而来的信号。适合多人使用同一无线网络资源的情况,例如:在教室,无线网络用户在使用单独的无线网络节点,那样教室内其他用户就可以同时使用该节点了。而在传统无线网络中,如果多个用户同时使用一个节点,网络性能会被弱化。有了 802.11n 的核心技术 MIMO,单独的天线也可以分配给多个用户使用,而其速度不会有明显影响,从而保证移动教学的服务质量,提供更佳用户移动学习体验。

在实际环境中,校园客观还存在大量的 802.11b/g

网卡的用户,在采用 802.11n 模式下,由于 802.11n 为了向下兼容 802.11b/g 或 802.11a,会影响 802.11n 设备的整体性能。因此在 802.11n 设备上调整射频配置,通过两路射频提供用户接入。例如将一路工作在 5 GHz 频段配置为 802.11n 模式,专门为 802.11n 网卡用户提供高速接入;另一路工作在 2.4G 频段为混合兼容模式,确保传统的 802.11g 客户的正常接入,为不同用户分别提供最佳适应性的上网体验。

如图 1 所示:

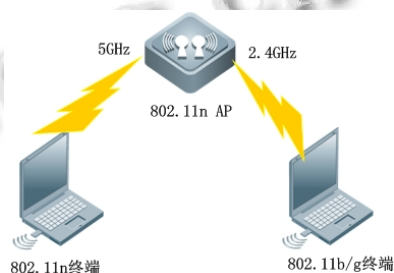


图 1 802.11n 双频工作

#### 3.2 无线校园网组网方式

##### 3.2.1 自治式

自治式也称为的 Fat AP 组网方式,AP 设备作为单独的个体独立工作,将 WLAN 的物理层、用户数据加密、用户认证、QoS、网络管理、漫游技术以及其他应用层的功能集于一个 AP 里,通过无线方式与用户进行数据接收与发送。

自治式模式的业务功能较单一,在设备运行前需对每一个 AP 设备进行单独配置、管理、监控及控制。目前多用于为用户提供简单数据接入业务,较难扩展到大型、连续、协调的无线校园网和增加移动学习应用。

##### 3.2.2 集中控制型 AC+Fit AP 组网方式

在这种无线网架构下,需要由接入控制器 AC(无线交换机)来统一进行配置管理。Fit AP 本身不带有任软件及配置,AC 集中实现了射频监控、数据流量管理、安全认证、QoS、接入控制、负载均衡以及 AP 的控制管理等功能,AP 只实现 802.的空口功能,完成无线电波的收发任务。采用 AC+Fit AP 架构,实质就是降低了 AP 的复杂性,将网络智能向上层控制设备转移,从而有效地解决 Fat AP 组网架构模式下暴露出来的问题。

采用 AC 集中转发方式,所有数据必须到 AC 上

处理转发。这种方式便于集中规划和维护,维护工作简单,配置灵活。缺点是AC容易成为无线网络瓶颈。

### 3.2.3 Mesh组网方式

无线 Mesh 网络(Wireless Mesh Networks, WMN),也叫无线网状网或无线多条网,是通过无线链路把固定的和移动的节点连接起来构成的一个多跳(multi-hop)的移动自组织网络<sup>[2]</sup>。在无线 Mesh 网络中,任何无线设备节点都可以同时作为 AP 和路由器,网络中的每个节点都可以发送和接收信号,每个节点都可以与一个或者多个对等节点进行直接通信<sup>[3]</sup>。

无线校园网存在以下几个突出特点:一是校园无线网络的规模巨大,不仅地域范围大,用户多,而且通信量也大,因为在移动学习中,学生会更多地使用多媒体;二是网络覆盖的要求高,网络必须能够实现室内、室外、礼堂、宿舍、图书馆、公共场所等之间的无缝漫游;三是负载均衡非常重要,由于学生经常要集中活动,当学生同时在某个位置使用网络时就可能发生通信拥塞现象。解决这些问题的传统作法是在室内高密度地安装 AP,而在室外安装的 AP 数量则很少。但由于校园网的用户需求变化较大,有可能经常需要增加新的 AP 或调整 AP 的部署位置,这会带来很大的成本增加。而在无线 Mesh 网络中,AP 的增加或调整变得更容易、配置更灵活、安装和使用成本更低,尤其是对于那些需要经常移动接入点的区域,无线 Mesh 技术的多跳结构和配置灵活将非常有利于网络拓扑结构的调整和升级。使用 Mesh 方式组网,合理部署的 Mesh 节点,较好的完成空旷区域的广覆盖,不仅易于实现网络的结构升级和调整,而且无线 Mesh 网络允许网络用户共享带宽,消除了目前单跳网络的瓶颈,并且能够实现网络负载的动态平衡,在无线管理能力方面,融合集中控制的优势,在安全可管理上又比自治式有很大的提高<sup>[3]</sup>。

综合考虑,无线 Mesh 网络融合了传统胖 AP 和瘦 AP 两者的优势,是一种组网方便、支持多跳、高容量高速率的网络,可以很方便地提供健壮的、可靠的支持移动学习的网络覆盖。

无线 Mesh 校园网络组网如图 2。校园各个区域节点组成 Mesh 骨干网络。

### 3.3 无线校园网覆盖区域的规划

虽然 802.11n 的标准数据传输速度和 Mesh 组网的效率得到了提高,但是只有正确规划无线校园网覆盖

区域,设置接入点的位置才能体现支持移动学习无线校园网的高性能,让诸如实时教学等得到充分运用。

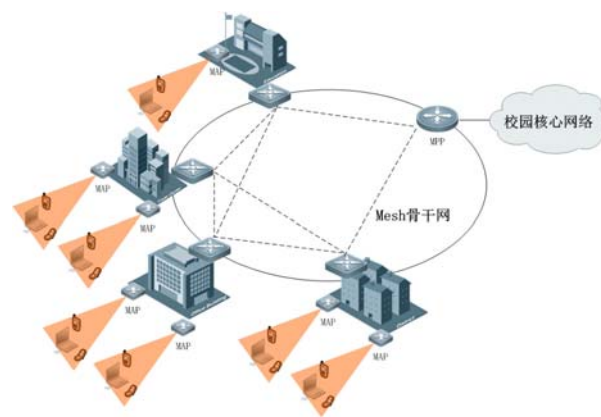


图 2 无线 Mesh 校园网

#### 3.3.1 室内覆盖

室内覆盖区域的大小和建筑结构的复杂程度往往差别很大,根据学校的具体需求,设计多种室内覆盖解决方案。一般来讲,针对局部开发的室内大环境,如图书阅览室、国际会议厅、体育馆、大教室等,网络用户数量较多而集中,推荐设计以单个 AP (Access Point, 无线接入点) 小面积覆盖,多个 AP 整合交叉覆盖形成大面积覆盖区域,每个 AP 都独立接到交换机上,保证有效带宽更宽。在具体实施项目中,一般采用兼容 802.11n 标准的室内无线 AP 产品完成无线网络的室内覆盖<sup>[4]</sup>。

#### 3.3.2 室外覆盖

主要是利用室外 AP 对目标场景进行信号覆盖。学校体育场、中心广场、教学楼宇间公共区域等,一般是学校要实现无线覆盖的室外公共区域。根据需覆盖的室外区域的实际情况,可以设计建立多个无线覆盖基站,采用重叠交叉无线覆盖的方式,完成区域的无缝无线覆盖。为学校举办大型活动提供良好的网络支撑,提高办事效率<sup>[4]</sup>。

#### 3.3.3 综合覆盖

对学校既有室外场景,又有室内建筑的大型站点进行无线信号覆盖。针对办公楼、教学楼等结构较为复杂的室内区域,可根据建筑结构具体情况,选用以下两种方案:方案一,采用高灵敏度、穿透能力强的无线 AP 产品,配合分离式吸顶天线,以一个 AP 配合一个天线,或一个 AP 配合多个天线,完成室内区域的完全覆盖。一般要选用专用的无线 AP,配合室内吸

顶天线,完成楼宇内部无线覆盖。采用分离式天线设计,可以适应无线设备与高增益天线的连接使用,以保障高质量的无线信号能够覆盖更远距离,同时增强设备在干扰较大的频率环境中使用的能力。方案二,采用室外覆盖方式,选用室外无线 AP,通过天线聚集无线信号,使无线覆盖范围更大、更远,穿透能力更强。设备与天线安置于楼宇顶部或底部,以无线信号向下或向上整体覆盖楼宇<sup>[4]</sup>。

针对我校的网络现状及需求,采用了基于有线、无线一体化的整体解决方案,无线网络将优先覆盖包含教学楼、图书馆、行政办公楼、院系楼、会议室、广场在内的重点区域。在这些地区中,办公区和会议区的是负责学校正常运转的重点区域,信号强度和网络容量是主要考虑的内容;对于广场、体育场、饭堂等室外休闲区域,由于上网人数少且分散,则是尽量提高覆盖面积为主,保证覆盖效果;对于宿舍区,公共机房,由于现有有线网络已足够支撑覆盖,建设优先可以相对放低,这些区域用户上网密集度高、建筑物结构复杂,无线网络的设计以信号强度、用户容量和 QoS 保障为主。因此,在无线网络设计中,将区域分为重点和非重点进行按需要覆盖,按照“保证所有无线用户都能上网”的设计原则,最大程度控制网络建设成本。

### 3.4 无线校园网的管理

#### 3.4.1 射频管理

无线信号在空间是自由传输的方式,无线环境也是不断变化的,考虑信道的互相干扰对无线信号传播造成的影响,需要不断地对无线校园网进行射频调整来适应无线用户环境的变化。以往无线校园网射频管理是依靠工程师手动配置的,这种固定式、静态的管理手段并不灵活,有很大缺陷,尤其不能适应大规模的无线网部署及动态复杂多变的无线环境,因此,我们需要更智能化的动态射频管理。

AP 与 AP 之间的射频信息通过无线交换机汇总后,统一通过智能控管,可以很方便地自动调节线上所有 AP 的电波特性,自动进行频谱配置,而无需逐一设置,减少 AP 之间的干扰。自动配置可以设置在每天特定的时间,如用户使用少的时间,凌晨 2 点。

#### 3.4.2 用户的管理

##### (1) 用户群的分类

无线校园用户群体主要包含以下几种:  
校内教学,科研和管理人员;

本专科生、研究生、博士生和留学生;  
短期进修教师,访问学者。

##### (2) 用户权限的管理

根据不同的用户群,设置不同的用户权限,根据不同的用户权限设置不同访问权限。

##### (3) 统一认证管理

无线网络和有线网络统一身份认证,全校师生可以通过统一的身份和认证界面访问校园网,实现多个校区之间的无线漫游。

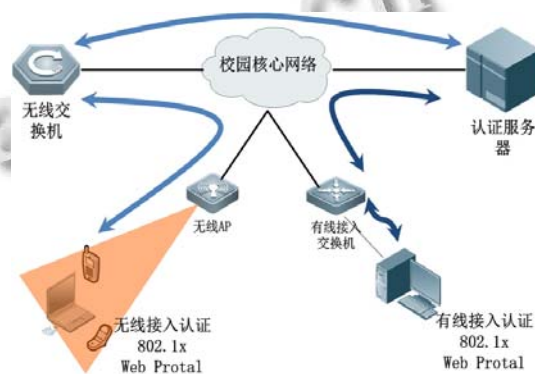


图 3 无线有线统一认证

如图 3 所示,无线网络与现有有线网络认证平台对接,采用同一套用户信息数据库,无线网络与有线网络均可使用同一套 802.1x 客户端软件,或者 Web Portal 认证方式上网。

### 3.5 无线校园网的安全部署

无线网数据传输的信道是开放的,存在的安全隐患不得不考虑。支持移动学习的无线校园网安全部署主要从身份认证、数据加密和数据完整性三个方面考虑。目前 WAPI 与 IEEE 802.11i 分别作为国内外主导的无线局域网传输协议。

#### 3.5.1 WAPI

WAPI ((Wireless LAN Authentication and Privacy Infrastructure)无线局域网鉴别和保密基础结构,是一种安全协议,同时也是中国无线局域网安全强制性标准。

WAPI 核心内容是认证基于 WAPI 独有的 WAI 协议,使用证书作为身份凭证;数据加密采用 SMS4 算法;基于 3 次握手过程完成单播密钥协商,两次握手过程完成组播密钥协商。

#### 3.5.2 802.11i

802.11i 核心内容包括基于 802.1x 身份认证;基

于 TKIP、CCMP 等加密算法实现数据加密；基于 4 次握手实现用户会话密钥的动态协商<sup>[5]</sup>。

在身份认证方面，802.11i 和 WAPI 都支持数字证书形式认证，可以实现无线校园网接入设备和无线客户端的双向鉴别。

在数据加密方面，WAPI 强制使用数字证书作为身份凭证，既方便了安全管理，同时还提升了安全性。802.11i 支持多种加密方式，在互通时要采用相同的加密方式，而且在多种加密方式并存的接入环境中，广播/组播包只能采用较低安全等级的加密算法传输，容易产生漏洞。

在数据完整性方面，WAPI 特别保证了鉴别信息的完整型，在 802.11i 中，鉴别成功信息不包含完整性校验，鉴别消息容易被篡改对网络构成安全威胁。

虽然 802.11i 存在一定的安全漏洞，但是该协议由 Wi-Fi 组织倡导，目前大多数无线网络产品所采用的都是 IEEE 802.11i 传输协议，WAPI 作为中国积极倡导和发展的无线局域网标准，其在无线网络安全性上的优势，也受到越来越多的关注，无线局域网芯片和设备厂商纷纷加入了 WAPI 阵营。在无线校园网安全部署中要考虑稳定性同时兼顾可扩展性，因此考虑同时支持 802.11i 和 WAPI 安全策略，积极引入试点 WAPI。

WAPI 应用如图 4 所示：

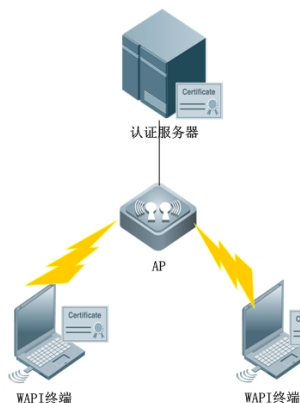


图 4 WAPI 应用

WAPI 终端设备和 AP 都支持 WAPI 认证加密协议。在 WAPI 终端设备和 AP 设备以及认证服务器上预置了数字证书文件。当 WAPI 终端设备开始接入无线网络时，AP 对这个终端设备进行认证。

### 3.6 QoS 部署

学校支持移动学习的无线校园网 QoS 的部署可以

在支持 802.11e 服务质量的基础上，增加了基于用户状态流的区分和优先级映射。通过区分数据流的各种参数，包括源/目的地址、协议、服务，设置流分类、优先级标记、流量限速、队列调度等灵活的 QoS 策略，和有线网络 QoS 相协同，实现符合校园网多种业务并行发展的全网端到端的 QoS，从而更加有效的服务于学校的各项移动学习应用业务<sup>[7]</sup>。

全局 QoS 部署可以考虑基于每个用户的带宽管理，基于每个 SSID 的带宽管理以及基于每个 SSID 的资源权重管理，比如将 STP 和 RTP 协议设定在高队列，而一般应用则放在较低队列。这样对于语音、视频等对时延敏感的业务，将可以得到最佳的带宽与传输质量保证。

### 3.7 IPv6 的支持

对于提供移动学习平台的无线校园网，IPv6 的意义不是单纯为替换 IPv4，丰富 IP 地址资源而已。通过 IPv6，为每一位学生，老师，每一间教室，每一处教学设施，每一本书籍分配 IPv6 地址，将学校的人、事、物全部连接成为一个有机的整体，增加额外的性能和功能，让学与教互动的方式，从单纯的屏幕控制，提升到使用无线感应的个性化。

在具体建设中，由于一些无线设备不一定支持 IPv6 协议，可以让 IPv6 的协议报文透明传输，通过 IPv4 认证后，联通上一级支持 IPv6 设备自动分配 IPv6 地址并且路由，实现 IPv6 资源的访问。

## 4 校园移动学习的应用需求

### 4.1 校园移动学习应用终端支持

校园移动学习终端就是通过无线技术上网接入移动学习校园网的终端设备，它的主要功能就是移动上网学习，因此对于无线网络的支持就十分重要。目前智能手机，笔记本电脑，平板电脑等移动互联网设备都可以作为校园移动学习应用终端。

### 4.2 校园移动学习应用系统支持

目前主要的移动智能系统有 Android，IOS，Windows Phone 和 Symbian，在开发校园移动学习应用中必须主要考虑是否适合目前的网络环境，移植性，通用性是否满足大多数师生移动学习的需要。

### 4.3 校园移动学习应用平台

目前各高校大多已经建立以网络为基础的办公自动化、综合教务管理、财务管理、科研管理、设备

资产管理、网络教学、综合信息服务等系统,为学校师生提供各类信息服务。目前系统与无线网络平台的结合将成为建设的难点。创造一个开放的、支持多种应用协议并且可管理的移动学习应用平台,要求系统能全面支持高校教学、科研和办公等各种典型应用,如手机网站 web 浏览、收发邮件、文件传输、跨校区班车查询、校内地图导航、校历课程安排等,尤其是近年来迅速发展的各种多媒体应用,如实时或非实时视频点播、视频会议、即时通讯、IP 电话、教学博客和互动社区等。

## 5 结语

随着我校对支持移动学习无线校园网技术研究的进一步深化,通过建设支持移动学习的校园无线网络,可以给学生和老师提高自己的学习能力、研究水平创建移动学习平台,并且在原有数字化校园基础上逐渐扩充出其他新的业务应用,让每一个拥有支持移动学

习终端的学生和教师都可以自如享受移动学习应用。

## 参考文献

- 1 段炳玺,李柏年,马金定.WLAN 中 IEEE802.11n 标准及关键技术研究.通信技术,2008,8:123-125.
- 2 王华,李静静,何振,韩姗姗.无线 Mesh 网络技术研究.南京信息工程大学学报(自然科学版),2010,2(4):332-336.
- 3 陈永坚,丛林.无线网状网与应用技术.网络通讯与安全,2010,6(13):3369-3372.
- 4 魏晓波.无线校园建设方案及常见问题.中国信息技术教育,2009,4:86-87.
- 5 吴暑静.基于 IEEE802.11 无线局域网安全性研究.湖南科技学院学报,2010,31(12):86-88.
- 6 赵隼,黄振海,赵跃华.WAPI 与 IEEE 802.11i 安全协议通信性能分析.通信技术,2007,12(40):228-231.
- 7 朱智达.无线校园网建设中 QoS 部署与应用研究.广西轻工业,2009,10:85-86.
- 8 Symposium on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS), 1997,1-8.
- 9 Arocena GO, Mendelzon AO. WebOQL: Restructuring documents, databases, and Webs. Proc. of the 14th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE). 1998, 24-33.
- 10 Liu L, Pu C, Han W. XWRAP: An XML-Enabled Wrapper Construction System for Web Information Sources. Proc. of the 16th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE). 2000,611-621.
- 11 Soderland S. Learning Information Extraction rules for Semi-structured and Free Text. Journal of Machine Learning, 1999, 34(1-3):233-272.
- 12 Kushmerick N, Weld D, Doorenbos R. Wrapper induction for information extraction. Proc. of the Fifteenth International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI). 1997,729-735.
- 13 Muslea I, Minton S, Knoblock C. A Hierarchical Approach to Wrapper Induction. Proc. of the Third International Conference on Autonomous Agents (AA-99). 1999.
- 14 Chang CH, Lui SC. IEPAD: Information Extraction Based on Pattern Discovery. Proc. of the Tenth International Conference on World Wide Web (WWW). 2001,223-231.
- 15 Chang CH, Kuo SC. OLERA: A Semi-supervised Approach for Web Data Extraction with Visual Support. IEEE Intelligent Systems. 2004,19(6):56-64.
- 16 Crescenzi V, Mecca G, Merialdo P. RoadRunner: Towards Automatic Data Extraction from Large Web Sites. Proc. of the 26th International Conference on Very Large Database Systems (VLDB). 2001,109-118.
- 17 Wang J, Lochovsky FH. Data Extraction and Label Assignment for Web Databases. Proc. of the Twelfth International Conference on World Wide Web (WWW). 2003,187-196.
- 18 吴晓彦.基于结构语义熵的互联网商品信息抽取技术研究[硕士学位论文].上海:复旦大学,2009.

(上接第 54 页)