

# 家庭网络系统的技术构成及电力线通信的应用研究

## Architecture of Home Network and Application of Power Line Communication

徐 元/XU Yuan<sup>1</sup>, 赵宇明/ZHAO Yu-ming<sup>2</sup>, 陈国华/CHEN Guo-hua<sup>1</sup>

1. 中国海洋大学网络中心, 山东青岛, 266003; 2. 清华大学电机工程与应用电子技术系, 北京, 100084

1. Network Center, Ocean University of China, Qingdao 266003, Shandong Province, China

2. Department of Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

**[摘要]** 以家电为对象的居室网络系统, 通常称为“家庭网络系统”或“网络家居”。家庭网络系统由计算机、网络 and 多媒体等技术组成, 可用于家庭安全、自动化和通信中。本文以网络家居的构成要素为重点, 介绍了各种通信方式的特征; 同时, 讨论新型通信方式——电力线通信 (Power Line Communication, PLC) 技术在家庭网络中的应用。

**[关键词]** 家庭网络, 构成要素, 通信方式, 电力线通信

**[中图分类号]** TP393.03

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-7857(2005)09-0017-04

**Abstract :** The network system based on home electrical equipments was known as home network. The home network involves computer, network and multi-media techniques, etc. It can be applied on home security, home automation and communications. Focusing on the architecture of the home network, this paper presents the characteristics of different types of communications. The application of a new type of communication technique, powerline communication, in the home network was also discussed.

**Key Words :** home network, architecture, communication mode, power line communication

**CLC Number :** TP393.03

**Document Code :** A

**Article ID:** 1000-7857(2005)09-0017-04

### 1 引言

家庭网络系统, 是应用于家庭的网络之总称, 它既可单指物理媒体, 也可指包含软件在内的全系统。1998 年 5 月, 在新加坡召开了“亚洲家庭电器和电子消费品国际展示会”, 会上提出了美国埃施朗公司开发的 Lon works 网络家庭展示系统。在该系统中, 用户可通过手机遥控自家的空调设备、调整室温, 同时在发生盗窃事件时, 可自动运行家庭安全机制、拨号通知用户等。该行为运用了家庭网络系统的功能, 但因是通过电话和掌上电脑进行的手动控制, 所以尚不能称为真正意义上的智能化家居。可以预见, 随着人工智能技术的发展, 在电脑、网络、通信技术和多媒体技术的共同支撑下, 综合的家庭安全防范系统、家庭自动化系统、家庭通信系统和家庭文化系统将会逐步实现, 而为人们提供一个安全、舒适、便捷和充满信息交流的生活空间。本文以网络家居的构成要素为重点, 报道其技术现状与特性; 同时, 对新型通信方式——PLC 在家庭网络中的应用开发现状作了介绍。

### 2 家庭网络系统的类型与技术构成

#### 2.1 家庭网络系统的类型

家庭网络系统分为小型办公室和家庭办公室型 (Small Office, Home Office, SOHO) 以太网、家庭电话线网络联盟 (Home Phone-line Networking Alliance, Home PNA) 和外部串行总线标准 (IEEE1394) 及家电控制型电力线通信调制解调器 (Power Line

Modem, PLM) 等类型。表 1 是这些类型的比较。

表 1 家庭网络系统类型的比较

|          | 物理网络 | 速率(Mbit/s) | 距离(m) | 用途              |
|----------|------|------------|-------|-----------------|
| HomeRF   | 无线   | 1~2        | 50    | AV 控制, PC 数据通信  |
| Home PNA | 电话线  | 10         | 150   | 家电和 AV 控制, 数据通信 |
| IEEE1394 | 双绞线  | 100~400    | 4.5   | AV 控制, 影像数据传送   |
| X10      | 电线   | 60         | >100  | 普通家电, AV 控制     |

#### 2.2 家庭网络系统的构成要素

为了实现网络家居的目标, 各国加快了具有互联网连接功能家电的研究。这种家电可在用户无意识的情况下设置应用程序、接收和处理数据, 并可在家庭、楼宇中通过构建网络的各要素, 统一控制分散的资源、使用共同的协议确立通信业务。此外, 互联网协议版本 6 (Internet Protocol Version 6, IPv6) 技术还给每一个家电产品赋予了 IP 地址<sup>[1-3]</sup>, 提供了利用新网络资源的可能性。

在家电设备连接中, 运用了互联网标准化技术, 如以太网、无线局域网、蓝牙和 IEEE1394 等。其中, 日本使用了光纤入户 (Fiber To The Home, FTTH) 技术, 使家庭内的互联网速度接近 100Mbps 的理论值, 实现了大容量数据传输。

##### 2.2.1 机顶盒 (Set Top Box)

作为日本播放业务的重要一环, 2003 年家庭内置型摄像机与电视接收器等同性能、大容量的记忆装置实现了互连。由大企

收稿日期: 2005-07-18

基金项目: 日本文部科学省资助项目

作者简介: 徐 元, 男, 青岛市鱼山路 5 号中国海洋大学网络中心, 硕士, 主要从事智能网络、智能计算机环境研究;

E-mail: xulyuan@yahoo.com.cn

业开发的机顶盒,将卫星电视播送/有线播送的数字调节器、大容量硬盘及 56 kbit/s 调制解调器组合在一起;并以此为基础,根据用户的需求录制、播放电视节目。因此,硬盘数据的存储、电视节目的更新、必要信息的读取等,均可由机顶盒提供、电视仅起到了显示器作用。上述播放业务和通信设备的结合以及微波数字接收,使数字机顶盒的功能趋于完善。

## 2.2.2 日本能源节约与家庭网络 (Energy Conservation and Homecare Network, ECHONET)标准技术

该标准技术,是针对家庭、中小建筑物和普通家电等设备制定的低速通信的网络标准。该标准为了保持相互连接家电的互换性,使用了家庭音频、视频交互技术(Home AV Interoperability, HAVI)、基于 Java 语言的新型分布式对等计算结构 JINI (Java intelligent network infrastructure) 等的中间件 (Middleware) 技术。ECHONET 被划分为 7 层,这些层又被分为 3 个部分:通信下部(第 1、2 层,定义通信接口和通信软件)、通信中间件部(第 3 到 7 层,可控制各种通信协议差异,实现协议吸收处理功能)和通信处理部(实现通信协议和路由处理、项目管理和机器状态监控等)。3 层中的通信中间件部是关键部分,它位于通信下部的传送媒体及通信软件处。其中的协议差异吸收处理部可以接收、处理各种不同类型的接口地址和信息;通信处理部具有通信协议处理、路由处理、机器项目管理、机器状态和信息实时监视等功能。由于模块化设备为远程控制提供了相同的信息接口,所以就实现了不同设备间的通信,从而减轻了应用程序接口的开发负担、提高了可移植性。

ECHONET 的特性如下。

- 1) 创建相互连接时,可隐藏物理的、复数的网络构成要素。
- 2) 设备地址的管理方法有集中型和分散型两种,且通常在本地决定设备地址。因每个设备都携带着自身信息,所以在向信息源发出确认后,对方(一般是服务器)可对这些信息做出应答。
- 3) 在系统内部设定了标准活动码,能周期性地检测温度、能源、湿度、照明、设备和环境等状态变化并发送信息。
- 4) 能够检测系统设备连接状态的变化;动态或周期性地发送设备地址和类型标志符,并能对离线状态做出处理。

## 2.2.3 通用即插即用 (Universal Plug and Play, UpnP) 标准化技术

UpnP,是微软公司推荐的标准技术。该标准可以自动检测装置的插拔状态。UpnP 以 XML 技术为基础,在网络内部交换信息。如果家电具备了此类功能,使用移动电话就可以控制室内的电器设备。UPnP 具有良好的设备互连功能,并将家庭内部网络和智能访问系统组合在一起,可以灵活地构建高性能的网络系统<sup>[4]</sup>。

## 2.2.4 住宅网关 (Residential Gateway, RG)

RG 是在实现了接入网络的服务条件下、连接家庭内外设备的技术。美国通信产业协会 (Telecommunication Industries Association, TIA) 的 TR41.5 委员会,组织了一个 RG 成员组,著名的 IBM、HP、GTE、Bellcore、DavidSarnoff、RelianceComm/Tec、B&C Consulting 等公司均是其成员<sup>[5]</sup>。从 1997 年,该成员组就开始了网络与家庭内部电器设备相连接的标准化问题讨论。此外,欧洲家庭电器系统(Home Electronic System, HES)作为家电控制的核心技术,促进了家庭内部网络标准化的发展。

## 2.3 阻塞分析

### 2.3.1 流媒体阻塞控制 (Streaming Traffic Control) 技术

流量是图像和声音等多媒体数据的数据量。根据数据的传送方式,接收和播放可分为 3 种类型。第一种:利用 HTTP、FTP 等软件在网上自由传播和使用数字内容。第二种:类似于 Real Time 播放,能实时地进行数字通信,但用户方不能复制数字内容。第三种:是根据用户要求传送数据的通信服务。第一和第三种传输类型要求用户和服务器方都有相应的通信软件。随着互联网传

送手段的多样化,数字内容的控制也要求一体化和实时性处理<sup>[6]</sup>。

在电力线通信中传送影、音数据流,要求有较高的通信速度。长期以来,日本为了解决“Sky Perfect TV”节目在大厦内的播放问题,其电视台与电信公司用光纤进行了影、音通信试验,即通过光纤、多重复用波长(WDM)和标准数字电视(SDTV)技术,发送了 500 个频道的影、音节目;同时还提供了上下行速度为 100 Mbit/s 的互联网业务,有效地防止了信息传输中的流量阻塞。

### 2.3.2 传感阻塞控制 (Sensor Traffic Control) 技术

表 2 是日本不同连接方式下的通信容量和传送速度。可见在前 7 种通信方式中,最大传送数据率为 100 Mbit/s、实际传输速率为 500 kbit/s;而第 8 种 PLC 传送的信息量为 10 kbit/s~3 Mbit/s,其实际传送速率达到了 5kbit/s~1.5 Mbit/s、实现了传感器和设备的信息阻塞控制。说明在输送少量信息时,电力线通信具有传感器阻塞控制的优势。

表 2 不同连接方式的通信容量和传送信息情况(日本)

| 连接方式          | 传输数据率(bit/s) | 实际传输速率(bit/s) |
|---------------|--------------|---------------|
| 56k Modem     | 53k          | 4.8k          |
| DUAL ISDN     | 128k         | 12 k          |
| DSL           | 8M           | 12 k          |
| T1            | 1.54 M       | 150 k         |
| Cable modem   | 6 M          | 300 k         |
| Intranet/LAN  | 10 M         | 350 k         |
| 100BASE-T LAN | 100 M        | 500 k         |
| PLC           | 10k~3 M      | 5k~1.5 M      |

## 3 家庭网络中通信方式的比较

美国家庭插电联盟 (Homeplug1.0) 技术、PLC、FTTH、不对称数字用户线 (ADSL)、综合业务数字网 (ISDN)、HomePNA、IEEE1394、无线 IEEE802.11x 和蓝牙 (Bluetooth) 是家庭网络中的代表性通信方式。其通信方式的比较见表 3。

表 3 家庭网络中不同通信方式的比较

| 通信方式        | 频率(Hz)   | 传输速率(bit/s) | 调制   | 距离(m)     | 应用              |
|-------------|----------|-------------|------|-----------|-----------------|
| LPLC        | 10~450k  | 9.6k        | SS   | <300      | 用于家电设备能源控制      |
| HPLC        | 2~30M    | 1~50M       | OFDM | <300      | 最后一公里接入高速通信     |
| ADSL        | 25k~1.1M | 1.5~9M      | DMT  | 2000~7000 | 利用电话线接入以太网      |
| Home PNA    | 5.5~9.5M | 1~10M       | FDM  | 200       | 低速数据通信          |
| IEEE 1394   | 5.2G     | 70M         | OFDM | 1.4       | IP 数据通信         |
| IEEE 802.11 | 5.2G     | 54M         | OFDM | -         | 不支持 IP 语音传送     |
| Bluetooth   | 2.4G     | 720k~1M     | FHSS | 2         | 短距离,不支持高速通信     |
| Home RF     | 2.4G     | 1.6M~10M    | FHSS | >10       | 支持 OA 设备之间的声音传送 |

### 3.1 Home Plug 1.0

Home Plug 电力线联盟,是由美国多个企业联合设立的电力线通信企业团体。该联盟发表的 Home Plug 1.0 标准技术,可利用多功能的电力线调制解调器,构建廉价、高速的电力线通信系统。该系统可以根据用户的要求改变网络位置,实现降低成本和简单施工的目标。

### 3.2 PLC

电力线通信技术已有 20 多年的历史。其优点是可以利用现有的电力线,节省线缆铺设资金。另外,如果网络设备连接到同一个电力线网络上,可以实现通信状态的实时监控。

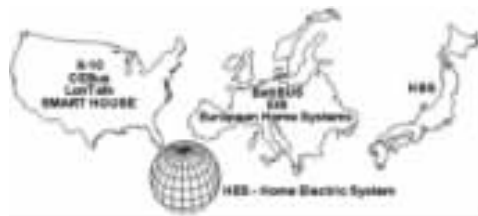


图 1 电力线通信研究机构

图1为世界主流电力线通信研究机构的分布图。目前,美国正在开发高速电力线局域网,成熟的技术有X10、LonTalk、CEBus和SMARTHOUSE等。欧洲的电力线通信基础研究部门 and 世界标准联盟有欧洲家庭系统(European Home System,EHS)、欧洲安装总线(EIB)和家庭电器系统(Home Electric System,HES)。日本设立了家庭总线系统(HBS)研究机构,并开发了ECHONET标准。

PLC<sup>[7]</sup>是用电力线发送、接收数据,通过电脑和设备之间的连接装置达到大范围、大容量和高速通信的技术。电力线通信系统可以通过专用的网络端口访问互联网和电话网络,并可与其它网络互联。

正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)技术,是电力线通信的基础技术。该技术可以高效地实现频带复用,并能有效抑制多径效应带来的符号间干扰,提高通信质量。该技术还被广泛应用于移动通信、地面数字广播、无线局域网等技术中。

#### 1) 电力线通信标准

美国的FCC(Federal Communication Commission)规定,电力线通信的使用频带为100~450 kHz。欧洲电工标准化委员会(CEN-ELEC(European Committee for Electrical Standardization)规定,电力线通信使用频带为3~148.5 kHz。在日本,电力线通信的允许使用频率为100~450 kHz。中国规定电力线通信频带为3~500 kHz。2002年6月,日本总务省划分了电力线通信的适用频带,规定10~450 kHz属于低频率通信范围、1.7~30 MHz为高频率通信使用范围。

#### 2) 电力线通信收发器的开发

作为能源管理系统的重要组成部分,美国在全国范围内对大型制造设备配备了电力线通信收发器(Power Line Transceiver, PLT)。英国,在位于本土和北海油田的远程测量装备之间也使用了PLT。在日本,有7 300多家商店使用了PLT,统一对电灯、冰箱和能源控制系统进行管理。德国,在一个欧洲商业展示会内采用PLT,实现了会议期间4 000多台电表的监测。在中国,应用PLT的2 Mbit/s和14 Mbit/s高速电力线通信系统,已经在200户家庭和办公室内进行了网络试验,实现了高速数据通信。在荷兰,通过PLT监视控制了10 000多个路灯、1 000台停车表和水压设备。在北美,使用PLT监视货客列车,并对故障现场进行控制。在瑞典,家庭和办公室的各种抄表以及远程数据传输,均由PLT完成。表4列举了PLT设备的研发情况及特点。

表4 各国电力线通信收发器PLT设备的研发状况及特点

| 企业名        | 国名  | 通信速率<br>(Mbit/s) | 要 点                                     |
|------------|-----|------------------|-----------------------------------------|
| Intellon   | 美国  | 14               | 具有10年电线通信历史,采用Home Plug为基础技术            |
| Enkia      | 美国  | 8~30             | 采用LSI系统指向,和德国OneLine公司合作                |
| DS2        | 西班牙 | 45               | 采用OFDM技术实现45Mbit/s高速系统。更高速的技术正在开发中      |
| Basicom    | 日本  | 1                | 以高速电力线通信系统为中心开发使用                       |
| ArchNet    | 中国  | 2~14             | 采用SS技术开发的高速电力线通信系统                      |
| Itran Comm | 土耳其 | 2~24             | 采用SS技术开发的高速电力线通信系统,设立了与日本关西电力、松下电工的合资公司 |

#### 3) 日本的PLC

日本国内的PLC,主要以控制家电设备和能源管理为目标。在家电设备控制方面,使用UPnP技术自动完成网络连接。这种通信必须进行用户端和网络家电设备的信息认证及识别,还必须进行ID、IP地址和空端口的请求。

利用PLC技术的电力线抄表系统,可以从水、电、天然气表收集数据,在接收端进行信息的分析和处理,但电力线的电磁干扰和负载的变化仍是电力线通信系统面临的难题。

#### 3.3 FTTH

FTTH系统,由双向光纤组成。该系统可简单地实现影音和

数据传送服务,已逐渐成为代替传统通信技术的新型住宅接入网络。

日本的FTTH网络,是从邻近的电话局引出一根主光纤,最终分配成多根光纤接入家庭的。该网络使用电话同步传送技术,实现了一芯光纤的多户使用。但在实际使用中出现了传输速率的瓶颈,其通信速度只有几个Mbit/s。此外,由于操作系统不同,产生了不同默认值传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)的接收窗口问题<sup>[8,2,3]</sup>。例如,Windows 98系统的默认值只有8 kbit/s,降低了通信速度。同时,铺设光纤需要大量的人力和财力,存在短期内难以投入的问题。

#### 3.4 ADSL

目前,在家庭内有单路和多路2种电话网络铺设方式。ADSL网络如果是多路的,则室内铺设可以改变普通老式电话业务的分支结构,采用安装低通滤波器的方法,可将ADSL的阻塞分配到各房间设备上。

#### 3.5 ISDN

由于ISDN存在泄漏问题,1994年日本的用户减少了40%。目前,ISDN的用户容量还不到总用户数的3%。

#### 3.6 Home PNA

Home PNA,是利用电话线和家庭内部调制解调器实现高速通信的一种网络技术,没有即插即用功能,电脑可以增设,但连接台数有限,在办公室内未普及。调制解调器和接口的配置相同,连接时无需转换。因设备种类不同,其传送距离在200~1 000 m之间。但是,由于本地网络的主机间通信可以共享文件,所以无法保护用户的隐私。如果在Home PNA网络中设置集中管理装置,就可利用检验主机接入口(Port-Based)来保证传送速率和信息安全。

#### 3.7 IEEE 1394

IEEE 1394是针对电脑、电脑周边设备和AV设备的标准数字接口。有即插即用功能,靠集线器或拨号路由器连接,多为树状拓扑结构。产品价格较低、类型较多,在办公室内可实现无缝使用。

#### 3.8 IEEE 802.11 a

IEEE 802.11 a具有三大通信功能:1)基本服务集合(Basic Service Set,BSS),是指事先与通信对方建立连接后进行通信的功能;2)扩展服务集合(Extended Service Set,ESS),是通过划分接入指针和末端,由2个以上BSS形成一组服务的功能;3)多跳移动无线网络(Ad hoc),是指末端设备在不同接入点之间移动的时候,通信接入点的自动切换功能。目前,日本又提出了用IEEE 802.11b进行无线连接的家庭媒体工作站,实现了无线电视和HDD录像设备的互补。

使用5GHz无线局域网的802.11a,与使用2.4 GHz无线局域网的一样,均可满足802.11工作组协议。5 GHz无线局域网和欧洲的Hipper LAN可以共存,传送速率分别为6(9),12(18),24(36),48(54)Mbit/s。其中,速率为24Mbit/s的设备已经实现了商品化。

#### 3.9 Bluetooth

Bluetooth技术,是由Bluetooth SIG(Special Interest Group, SIG)开发的、用于移动电话和便携终端设备间短距离通信的技术。目前有1 200多家企业加入了SIG,主要是制定不同设备间的连接认证和芯片间的规范化接口。Bluetooth技术使用跳频扩谱通信(Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS)方式,发射功率只有1 mW,可以在10 m距离上实现通信。Bluetooth还提供了实时性交换技术(Asynchronous Connection Less, ACL),可以实现连接认证和数据加密。

#### 4 结论

本文记述了机顶盒、ECHONET和住居网关等家庭网络系统

# 论葡萄产业可持续发展模式的目标 ——优质、稳产、长寿、美观

Study on the Mode of Sustainable Viticulture: Quality, Stability, Longevity and Beauty

李 华/LI Hua, 房玉林/FANG Yu-lin

西北农林科技大学葡萄酒学院,陕西葡萄与葡萄酒工程技术中心,陕西杨凌 712100

School of Enology, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China

**[摘要]** 葡萄是我国重要的栽培果树之一,其生产模式和指导思想在我国一直存在一些偏差。从系统学的角度,以科学发展观为指导,论述了目前我国葡萄生产模式和技术系统中存在的问题、影响葡萄生产水平提高的限制性因素以及与发达国家相关技术领域的差距;认为只有从生产观念的变革出发,遵循“优质、稳产、长寿、美观”的原则,实施科学合理的栽培系统,促进生产与环境的和谐统一,才能实现我国葡萄产业可持续发展、美观、高效的生产目标。

**[关键词]** 葡萄产业可持续生产, 优质, 稳产, 长寿, 美观

**[中图分类号]** S663.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-7857(2005)09-0020-03

**Abstract :** Under the background of the globalization and furious worldwide concurrence, the wine industry of China must be more and more perfect, considering the protection of environment and the people. Therefore, the most important thing is to promote the mode of durable viticulture, with the objectives of assurance high quality of grapes, stable yield, longevity and beauty of the vineyards.

**Key Words :** sustainable viticulture, quality, stability, longevity, beauty

**CLC Number :** S663.1

**Document Code :** A

**Article ID :** 1000-7857(2005)09-0020-03

## 1 前言

葡萄是我国重要的栽培果树之一,改革开放和农村产业结构的调整促进了葡萄与葡萄酒产业的发展,特别是近10年,葡

萄栽培面积和产量一直呈上升趋势。据农业部统计,2002年全国葡萄栽培面积392 400 hm<sup>2</sup>,居世界第六位;产量448万t,居世界第五位,葡萄与葡萄酒产业在世界

已占有一席之地。但长期以来,我国葡萄产业的发展却与可持续生产的原则相悖,存在以下问题。①产业布局不合理。葡萄与葡萄酒产业的布局没有严格根据葡萄的生态

收稿日期:2005-05-27

基金项目:国家科技成果重点推广项目(2004EC000317)资助

作者简介:李 华,男,陕西杨凌西北农林科技大学副校长,教授,主要从事葡萄与葡萄酒方面的研究;E-mail: fangylin@sohu.com

的构成要素,指出随着该系统中送、受信的实现,对通信速度和数字内容的要求不断增长。分析表明,在网络家庭系统中,ADSL、Home PNA 和 IEEE 1394 通信方式是有线网络的代表,拥有较高的通信速度;Bluetooth 技术是短距离内的无线通信技术,具有比有线网络更便于移动和安装的特点;而电力线电源,可通过末端和其它网络设备的共同使用,达到连接移动系统和电话系统、完成多系统间通信的目的。笔者认为,随着电力线使用频率带的扩展和高速通信协议的完成,今后的电力线通信将向高速、高品质的方向发展。此外,随着万能插头和噪声透过技术的完善,电力线通信可能与家电设备相协调、成为家庭网络系统中多种传送业务之一。

## 参考文献(References)

[1] 富永英儀,石川宏. 標準 ATM 教科書 [M]. マルチメディア通信研究会, 1999. 24~27

[2] 梅田峰子. TCP/IPスタンダード[M]. ソフトバンク パブリッシング, 2000. 25~33

[3] 橘康雄 W?リチャード?スティーヴンス[J]. 詳解 TCP/IP, 2000, 1: 15~58

[4] UPnP. ダイアモンド社, 2003

[5] 財団法人情報処理相互運用技術協会. 平成 11 年度 rg (レジデンシャルゲートウェイ)調査報告書[R]. 2002. 35~38

[6] 財団法人デジタルコンテンツ協会. デジタルコンテンツ白書 2002 [M]. 日本図書館協会, 2002. 85~91

[7] Guo Jingbo, Li Gang. Research on modeling of high-speed data transmission channel via low voltage power lines [D], Master thesis, Tsinghua University, 2002

[8] Tamura Y, Tokuda H. Ecs: a congestion control scheme for tcp in a 2.4GHz wireless link [C]. In :Real-Time Mach Workshop '97, 1997

(责任编辑 王 芷)