

文章编号:1001-9081(2010)S1-0006-04

## 基于LTE系统的物联网架构的研究与设计

宁祥峰,张春业,万伟,李仁波,李婧卿

(山东大学信息科学与工程学院,济南 250100)

(ningxiangfeng@163.com)

**摘要:**由于通信网络在物联网架构中的缺位,使得早期的物联网应用往往在部署范围、应用领域等诸多方面有所局限,终端之间以及终端与后台软件之间都难以开展协同。随着物联网发展,建立端到端的全局物联网将成为必须,通信网络将成为物联网的基础承载网络,移动通信终端也可实现与物联网终端的融合。首先简单地介绍了物联网和长期演进(LTE)系统,分析了两种技术融合的可能性和必要性,然后提出了一种LTE技术与物联网技术相互融合的一种架构,最后研究了基于新架构的物联网在供应链中的应用。

**关键词:**物联网;长期演进;电子产品代码;射频识别;供应链

**中图分类号:** TN929.5 **文献标志码:** A

## Research and design of Internet of things architecture based on LTE system

NING Xiang-feng, ZHANG Chun-ye, WAN Wei, LI Ren-bo, LI Jing-qing

(College of Information Science and Engineering, Shandong University, Jinan Shandong 250100, China)

**Abstract:** As the mobile communication network is not used in the Internet of Things (IOT), the scope of applications and many other areas of the IOT have been limited. With the development of the IOT, in order to expand the application range, the establishment of the end to end global IOT becomes necessary. The communication networks will be the bearer network of IOT, and mobile communication terminals can also be used as IOT terminals. Firstly, this paper gave a brief introduction about the IOT and the LTE system, analyzed the possibility and necessity of the cooperation of the two kinds of technology, and proposed an architecture of the IOT based on LTE system. Finally, this paper gave a supply chain application based on the new architecture.

**Key words:** Internet of Things (IOT); Long Term Evolution (LTE); Electric Product Code(EPC); Radio Frequency Identification (RFID); supply chain

### 0 引言

3GPP长期演进项目是近年来3GPP启动的最大的新技术研发项目,这种以OFDM/FDMA为核心的技术可以被看做“准4G”技术,是三种主流3G标准的主要演进方向。传统移动通信网络主要是解决人与人的互联,而物联网(Internet of Things, IOT)解决的是物与物的互联。当有更多的关键性基础设施挂到互联网上时,互联网将成为一个设备网络而不再只是一个计算机网络。从“智慧地球”的理念到“感知中国”的提出,随着全球一体化、工业自动化和信息化的不断深入,物联网时代悄然来临。

由于通信网络在物联网架构中的缺位,使得早期的物联网应用往往在部署范围、应用领域等诸多方面有所局限,终端之间以及终端与后台软件之间都难以开展协同。随着物联网发展,建立端到端的全局物联网将成为必须,通信网络将成为物联网的基础承载网络,移动通信终端也可实现与物联网终端的融合,从而为电信业务的发展带来新的机遇。本文首先简单地介绍了物联网和长期演进(Long Term Evolution, LTE)系统,分析了两种技术融合的可能性和必要性,然后提出了一种LTE技术与物联网技术相互融合的一种架构,最后

研究了基于新架构的物联网在供应链中的应用。

### 1 物联网

#### 1.1 物联网概念

物联网是指通过射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描仪等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。其实质就是利用RFID技术,通过计算机互联网以实现全球物品的自动识别,达到信息的互联和实时共享<sup>[1]</sup>。

物联网是利用无所不在的网络技术(有线的、无线的)建立起来的,其中非常重要的技术是RFID电子标签技术。它是以简单RFID系统为基础,结合已有的网络技术、数据库技术、中间件技术等,构筑的一个由大量联网阅读器和无数移动标签组成的,比Internet更为庞大的网络。物联网成为RFID技术发展的趋势。在这个网络中,系统可以自动地、实时地对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件。

#### 1.2 物联网基本原理

基于电子产品代码(Electric Product Code, EPC)的物联网是在计算机互联网的基础上,利用全球统一的物品编码技

收稿日期:2010-01-13;修回日期:2010-02-24。

作者简介:宁祥峰(1987-),男,山东聊城人,硕士研究生,主要研究方向:第四代移动通信技术、3GPP LTE技术;张春业(1951-),男,山东济南人,副教授,主要研究方向:第四代移动通信技术;万伟(1984-),男,河南商丘人,硕士研究生,主要研究方向:第四代移动通信技术;李仁波(1986-),男,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向:第四代移动通信技术;李婧卿(1986-),女,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向:第四代移动通信技术。

术、射频识别技术、无线数据通信技术等,实现全球范围内的单件产品的跟踪与追溯,从而有效提高供应链管理,降低物流成本,被誉为具有革命性意义的新技术,引起了世界各国的广泛关注。EPC 系统的构成如表 1 所示<sup>[2]</sup>。

表 1 EPC 系统构成

系统组成	名称	注释
EPC	EPC	识别单品
编码体系	编码标准	的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品上或内嵌在物品上
	读写器	识读 EPC 标签
信息网络系统	EPC 中间件	EPC 系统的软件支持系统
	对象名称解析服务 (Object Name Service, ONS)	定位商品对应的 信息服务器地址
	EPC 信息服务	存储 EPC
	(EPC-IS)	对应商品信息

在图 1 中所示的物联网中,产品在生产完成时,贴上存储有 EPC 码的电子标签,此后在产品的整个生命周期,该 EPC 成为产品的唯一标识,以此 EPC 编码为索引能实时地在物联网上查询和更新产品的相关信息,也能以它为线索,在供应链各个流通环节对产品进行定位追踪<sup>[3]</sup>。

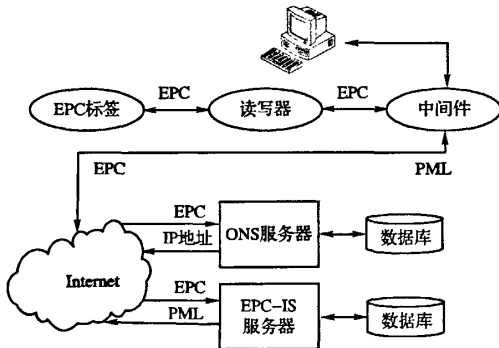


图 1 EPC 系统工作示意图

在运输、销售、使用、回收等任何环节,当某个读写器在其读取范围内监测到标签的存在,就会将标签所含 EPC 数据传往与其相连的中间件,中间件以该 EPC 数据为键值,在 ONS 服务器获取包含该产品信息的 EPC 信息服务器的网络地址,然后中间件根据该地址查询 EPC 信息服务器,获得产品的特定信息,进行必要的处理后,把信息传送到后端企业应用程序做更深层次的处理。

### 1.3 物联网作用和用途

物联网用途非常广泛,遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。物联网把新一代信息技术充分运用在各行各业中,将通过感应器获得的信息实时地与现有的互联网和通信网整合起来,实现人类社会与物理系统的整合。在这个整合的网络当中,存在能力超级强大的中心计算机或者数量众多的云计算群,能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制,在此基础上,管理人员可以用更加精细和动态的方式管理生产和生活,达到“智慧”状态,提高资源利用率和生产力水平,改善人与自然间的关系。

### 1.4 物联网应用中存在问题

1) 成本。物联网要求所有的物品都贴上标签,标签价格对于汽车、手机等商品可能不值一提,但是如果在牙膏、香

皂等低价商品上都贴上标签,会大幅度增加这些低价商品的成本。

2) 安全性。现在的互联网上存在大量的病毒,可想而知在市场价值更大的物联网上,为了牟取利益而从事物联网病毒的人将会更多。鉴于物联网在生产生活中的重要作用,如果哪天物联网遭到病毒攻击而瘫痪,也许会出现工厂停工,社会秩序混乱等严重后果。

3) 隐私性。隐私问题主要有两个方面,首先是标签信息泄露问题,其次是通过标签的唯一标识符进行恶意追踪问题。当在你的身份证或手机卡上打上你的一切信息,在全世界任何一个读卡器上都能随便读取你的信息,在这个注重隐私权的现代社会相信大多数人都接受不了。

## 2 LTE 系统

### 2.1 LTE 技术简介

LTE 能够支持 1.25 MHz、2.5 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz 和 20 MHz 等多种系统带宽,在系统部署上具有很强的灵活性。LTE 增强了 3G 的空中接入技术,信号的覆盖范围大幅延伸。在 20 MHz 的带宽下,能达到下行 100 Mbps、上行 50 Mbps 的峰值速率,数据速率非常高。LTE 能在 350 km/h 的高速移动的情况下达到良好的接收效果,移动速度高<sup>[4]</sup>。

2009 年 10 月 14 日至 21 日,国际电信联盟在德国德累斯顿举行 ITU-R WP5D 工作组第 6 次会议,确定 LTE-Advanced 和 802.16m 为 4G 国际标准候选技术。LTE-Advanced 得到国际主要通信运营企业和制造企业的广泛支持。运营商对于 LTE 的青睐,无疑指明了 LTE 发展的美好前景。

### 2.2 LTE 关键技术

1) 正交频分复用技术 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)。OFDM 是一种无线环境下的高速传输技术。无线信道的频率响应曲线大多是非平坦的,而该技术的主要思想就是在频域内将给定信道分成许多正交子信道,将高速数据信号转换成并行的低速子数据流,在每个子信道上使用一个子载波进行调制,并且各子载波并行传输。OFDM 与一般的频分复用的主要差别在于:它的不同载波的频谱可以相互重叠,因此可以得到最佳的频谱利用率。

2) 多输入多输出 (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO)。MIMO 多天线技术作为提高系统传输率的主要手段,也受到了广泛关注。MIMO 系统在发射端和接收端均采用多天线和多通道。若各发射接收天线间的通道响应独立,则多人多出系统可以创造多个并行空间信道。通过这些并行空间信道独立地传输信息,数据速率必然可以提高。MIMO 将多径无线信道与发射、接收视为一个整体进行优化,从而实现高的通信容量和频谱利用率。

### 2.3 LTE 系统架构

从整体上说,与 3GPP 已有系统类似,LTE 系统架构仍然分为两部分,如图 2 所示,包括演进后的核心网 EPC (Evolved Packet Core network) 和演进后的接入网 E-UTRAN。

LTE 接入网仅由演进后的节点 B (evolved Node B, eNB) 组成,提供到 UE 的 E-UTRA 控制面与用户面的协议终止点。eNB 之间通过 X2 接口进行连接,并且在需要通信的两个不同 eNB 之间总是存在 X2 接口,如为了支持 LTE\_ACTIVE 状态下不同 eNB 之间的切换,源 eNB 与目标 eNB 之间会存在 X2 接口。LTE 接入网与核心网之间通过 S1 接口进行连接,

S1 接口支持多对多连接方式<sup>[5]</sup>。

与 3G 系统的网络架构相比,接入网仅包括 eNB 一种逻辑节点,网络架构中节点数量减少,网络架构更加趋于扁平化。这种扁平化的网络架构带来的好处是降低了呼叫建立时延以及用户数据的传输时延,并且由于减少了逻辑节点,也会降低运营商的运营成本。

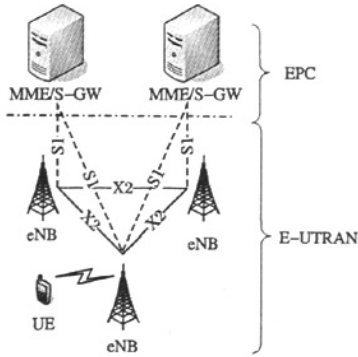


图2 LTE系统架构

### 3 基于LTE的物联网架构设计

#### 3.1 物联网技术与LTE技术的结合

物联网的终端都需要以某种方式连接起来,发送或者接收数据(这些数据种类也是多种多样的,如声音、视频、普通信息数据等),考虑到方便性(需要数据线连接)、信息基础设施的可用性(不是所有地方都有方便的固定接入能力)以及一些应用场景本身需要随时监控的目标就是在活动状态下,因此具有覆盖广、建设成本低、部署方便、具备移动性的移动通信网络将是物联网最主要的接入手段。

物联网相关技术在当前的移动通信中已经有所应用。移动通信技术的发展直接结果是一个结构更复杂、功能更强大的通信系统的产生,除了传统的人与人的通信,设备与设备的通信(Machine-to-Machine, M2M)也将得到迅速发展,而物联网中的RFID在其中扮演关键角色,因为RFID所具有的标记、地址号码和传感功能能够解决M2M很多实际问题。虽然设备本身不具有感知功能,但可利用支持RFID技术的智能终端了解设备所处的环境,从而更好地实现对设备的数据读取、状态监控和远程遥控等诸多业务。

物联网中的UHF频段的RFID技术通过电场来传输能量,抗干扰性较差,有效距离一般小于10 m,而且读写终端的位置比较固定,这对实现物与物之间无障碍通信是一个很大的限制。现在移动通信网是覆盖面积最广阔的通信网,如果能够实现物联网和移动通信网的融合,那么物与物之间的通信将成为现实。如果给每一个物都贴上一个标签,还有遍布各地的读写器,物与物之间通信的容量非常大,现有的GSM和3G通信技术都不足以提供这么大的通信容量,采用频谱效率非常高的LTE技术是解决这个问题一个方案。所以可以在读写器上直接集成LTE通信模块,将读写器直接改造成一个智能终端,并且根据需要,这个终端可以完全具有手机的功能,这样每个人的手机都可以成为一个读写器。

LTE技术可以在20 MHz频谱带宽上提供下行100 Mbps、上行50 Mbps的峰值速率,具有非常高的频谱效率。在组网方面,以LTE为代表的4G能够真正实现无线接入技术(包括局域网、无线局域网、家用局域网和自组织网络等),移动网络和有线宽带技术的融合,这使得LTE系统能够真正提供

“无所不在”的服务。

未来物联网通信主体的数量将是人的数量的百倍以上,目前的IPv4地址濒临耗尽,而IPv6在地址空间上大大增加,可以满足物联网应用对IP地址日益增长的需求。IPv4实现的只是人机对话,而IPv6则扩展到任意事物之间的对话,它不仅可以为人类服务,还将服务于众多硬件设备,如家用电器、传感器、远程照相机和汽车等。IPv6为物联网的应用提供了充足的地址资源,而LTE系统又支持IPv6协议,可以允许容纳足够多的终端。

#### 3.2 采用LTE技术的物联网体系结构

物联网技术与以LTE为代表的4G移动通信技术的相互融合是未来的发展趋势。本文设计了一种基于LTE技术的物联网体系结构,如图3所示。此体系结构主要包括三个部分:国家传感信息中心、LTE核心传输网和综合接入网。

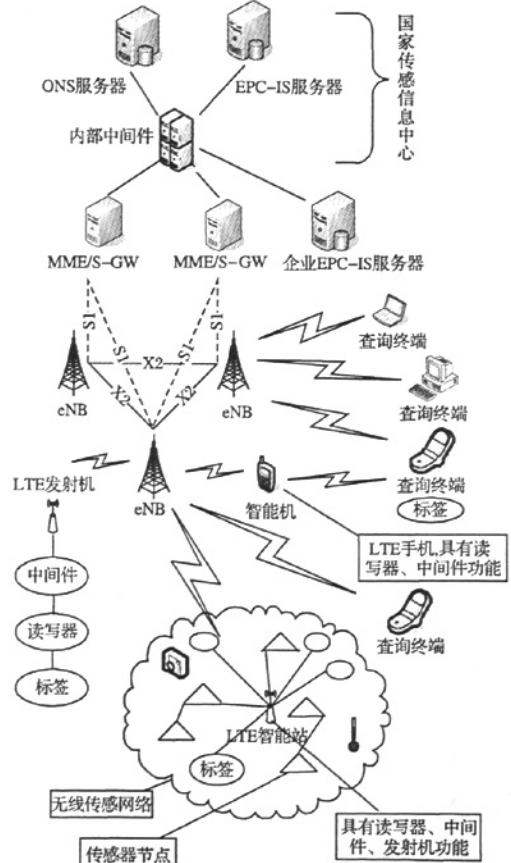


图3 基于LTE系统的物联网架构

国家传感信息中心,也叫“感知中国”中心,包括ONS服务器、EPC-IS服务器和内部的中间件。由于标签中只存储了产品的EPC,计算机需要一些将EPC匹配到相应产品信息的方法。ONS服务器就是一个物联网的名称解析服务器,被用来定位物联网对应的EPC-IS服务器。EPC-IS服务器就是一种物联网信息发布服务器,提供了一个模块化、可扩展的数据和服务接口,使得相关数据可以在企业内部和企业之间共享。EPC-IS服务器主要包括客户端模块、数据存储模块和数据查询模块三个部分。内部的中间件负责提供一个服务器与LTE核心网的接口,收集EPC数据,还可以集成防火墙的功能。大型企业也可以建立自己的EPC-IS服务器。

LTE 核心传输网,主要负责数据的可靠传输,和原有的物联网架构中的互联网作用类似,主要包括基站和移动管理实体两部分。移动管理实体中的网关设备适合将多种接入手段整合起来,统一接入到电信网络的关键设备,网关可满足局部区域短距离通信的接入需求,实现与公共网络的连接,同时完成转发、控制、信令交换和编解码等功能,而终端管理、安全认证等功能保证了物联网业务的质量和安全。

综合接入网部分支持不同的终端接入。图 3 中左下角的 LTE 收发信机只提供收信息和发信息的功能,应用模式和图 1 的物联网 EPC 系统工作示意图相同。综合接入网可以把无线传感网直接通过具有读写器、中间件功能的智能站接入 LTE 系统,此智能站可以收集所辖范围内的标签数据和传感器数据。也可以把读写器、中间件直接集成到 LTE 手机里,现在手机已经非常普及,如果手机都具有读写器功能,可以大大增加收集标签的地域范围。还可以通过手机、笔记本电脑等各种终端进行查询和更新 EPC-IS 服务器产品信息。

### 3.3 物联网结合 LTE 系统的问题

现在国内 3G 正式商用也没多长时间,LTE 的标准化工作才基本完成。2009 年底,由华为提供端到端解决方案的全球首个 LTE 商用网络在挪威奥斯陆正式运营。虽然现在已经开通了实验网,LTE 进入网络部署阶段,但是由于采用了全新的技术和架构,技术还不算成熟,更不要说集成了读写器模块的 LTE 智能手机了。

物联网系统已经在零售业和物流业、交通领域制造业、安全领域和军事领域等得到部分应用,但进一步的拓展应用仍存在着标准和频率问题、标签和硬件的经济性、隐私问题,以及供应链成员间的信息共享问题等障碍。

虽然 LTE 技术和物联网技术现在还都不成熟,还存在各种各样的问题,但是两项技术的大规模融合应用只是时间的问题,两项技术的融合是未来的发展趋势。

## 4 物联网在供应链的应用

采购、存储、包装、装卸、搬运、运输、流通、加工、配送、销售和服务都是物流链上不可或缺的业务环节和业务流程,它们之间既相辅相成又相互制约。在物流运作时,企业必须实时精确掌握物流环节的商流、物流、信息流和资金流等。物联网能够在物流诸多环节上发挥关键作用,这些环节包括零售环节、存储环节、运输环节和配送分销环节。下面以一罐啤酒为例来说明,当物联网广泛应用时的供应链管理过程<sup>[6]</sup>如下。

1) 啤酒生产公司给它生产的每一罐啤酒加上一个射频识别标签。

2) 公司用全自动、成本效益高的方式,对啤酒进行识别、计数和跟踪。啤酒装箱后,装进带标签的货盘。

3) 货盘出厂时,装货站门口的 RFID 读写器发出的射频波射向智能标签,启动这些标签同时供其电源。

4) 标签发射各自的 EPC,读写器收到货物 EPC 信息。

5) 读写器与运行中间件的系统连接,将收集的 EPC 传送给中间件,中间件通过 LTE 网络向 ONS 服务器发出 EPC,ONS 返回 EPC-IS 服务器的 IP 地址,世界各地的授权的中间件系统都可以读取并增添 EPC-IS 服务器中的产品数据。EPC 工作示意图见图 1。

6) 货盘抵达装运公司的集散中心。经过卸货区的读写

器后,啤酒直接装上货车。

7) 在高速路收费站以及一些重要路口安装有读写器,货物在经过这些读写器时,把货物运送信息更新到 EPC-IS 服务器;也可以通过具有读写器、中间件、GPS 的 LTE 智能手机把货物的位置实时传送到 EPC-IS 服务器。

8) 送货车抵达超市,而超市一直在通过 EPC 系统跟踪这批货物的运送,啤酒经过装有读写器的超市仓库门口时,EPC 系统把货物进入超市仓库信息增加到 EPC-IS 服务器。

9) 超市零售货架上装有读写器,货架如果空了,提示服务员把仓库货物上架。

10) 若一个顾客拿走了两罐啤酒,同样把这样的信息增加到 EPC-IS 服务器,超市和啤酒公司都可以通过 EPC 系统掌握销售了两罐啤酒。

11) 顾客可以通过超市的查询终端查询这两罐啤酒的信息,辨别购买商品的真伪。

12) 顾客不必经过收银台,直接推着货物走,装在超市门口的读写器可以通过货物的 EPC,辨认购物车里的货物,顾客只要刷卡结算即可离开。

13) 顾客回到家中,冰箱更新其记录,记下新买的啤酒。当主人喝完这些啤酒时,冰箱将在自动购物单上添加这一项。

14) 当啤酒罐送到回收利用中心时,RFID 读写器将自动分拣,旧啤酒罐送回原厂家,经过消毒卫生处理后,更新标签中的 EPC 信息并重新利用。啤酒罐和标签的重复利用既绿色环保又可以减小物联网应用的成本。

每件商品的信息在这个过程中被精确记录,通过物联网系统,在全球高速传输,于是分布在全球各地制造商,每时每刻都可以准确地获得自己产品的销售和仓储情况,从而及时调整生产和供应。

## 5 结语

尽管目前的物联网和 LTE 系统尚处于初级阶段,在成本、标准和规模化方面还有待完善。LTE 可以成为物联网背后的有力推手,更高速的网络带宽使得所有局部细小的传感网络能够有机联系在一起,其传输的数据有文本、语音及视频等多种形式的选择,LTE 网络的建成让互联网从技术角度不再受限,可以根据各行业间的不同要求孵化出适合的行业终端和应用。移动通信网与物联网的结合,将极大地延伸传统通信业的领域,使人与人的通信延伸到物与物的通信、人与物的通信。

特别是随着 RFID 等识别技术、传感技术和短距离无线技术的发展和普及,配备无线通信功能的传感器和控制芯片,将附着在物体、动物和植物之上。人们可以在任意时间、任意地点,使用任意工具,与任何客户端(包括人、手机、电脑、电视、冰箱、电子音响及任何设备或物品)实现无线连接并交换信息,人类将迈进一个人与物、物与物相互连接的无处不在的物联网世界。

本文提出了一种 LTE 技术与物联网技术的融合架构,研究了基于新架构的物联网在供应链中的应用。物联网技术还可以和无线局域网(Wireless Local Area Network, WLAN)、超宽带(Ultra-WideBand, UWB)、WiMAX、Bluetooth 和 Zigbee 等技术融合,以支持不同的应用需求。LTE 与物联网的结合,将全面加速手机支付、物流监控、交通管理、物业管理、工业控制等行业应用的发展步伐,成为移动通信行业应用的重要切入点。

(下转第 39 页)

从以上实验结果可以看出,从VoIP的延迟、抖动和丢包率方面,建立在IEEE 802.11g标准之上的VoIP比IEEE 802.11b标准具有显著的性能优势。这是由于IEEE 802.11b标准只能接收CCK格式的数据,能够提供的数据速率较低,而对于IEEE 802.11g标准来说,它兼容了IEEE 802.11b标准,而且还可以接收OFDM格式的数据。在无线电通信中,其传输通道的频率响应曲线一般比较陡峭,引入正交频分复用技术,就是把指定的信道细分,使之成为众多的窄信道,这些窄的信道相互正交,在每个窄的信道上,使用子载波进行调制,各个子载波相互独立,独立发送信号。通过这种方法处理后,每个信道比较平缓,在每个信道上进行窄带传输,信号的带宽与信道的带宽相比较小,于是能够有效地消除信号之间的相互影响。由于各子信道的载波相互正交,其频谱相互重叠,频谱得到有效的利用,使IEEE 802.11g的数据传输率明显大于IEEE 802.11b的数据传输率。在IEEE 802.11g标准上运行VoIP,具有比IEEE 802.11b更加流畅,同时在保证性能的前提下,能提供更多的通话数量。

IEEE 802.11g标准比IEEE 802.11b标准能够承载更多的数据访问,有着更广阔的应用前景。

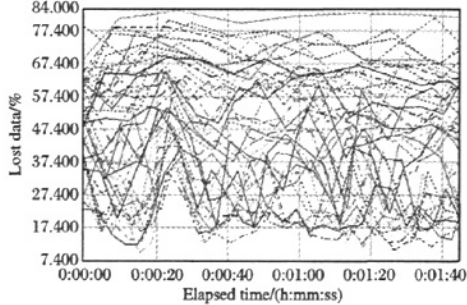


图5 IEEE 802.11b标准下测得的丢包率

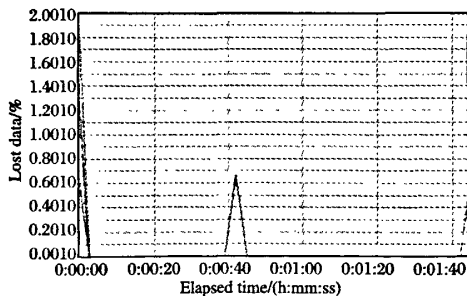


图6 IEEE 802.11g标准下测得的丢包率

#### 4 结语

无线局域网技术和多媒体技术的普及,使得基于IEEE 802.11的VoIP电话应运而生。然而,在无线网络中实现

语音的传输有其自身的特点,在WLAN环境下为VoIP提供QoS支持,延迟、抖动以及丢包率是影响QoS的主要因素。本文对IEEE 802.11b标准及IEEE 802.11g标准进行了比较,后者采用了CCK技术与前者保持兼容,还采用了OFDM技术,使得性能得到明显的提高。通过实验验证,在IEEE 802.11g标准的网络中,VoIP在延迟、抖动和丢包率方面比IEEE 802.11b具有明显的优势。因此,基于IEEE 802.11g的VoIP电话在未来的无线IP网络中将占有越来越重要的位置。

#### 参考文献:

- [1] IEEE Std. 802.11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specification[S]. IEEE, 1999.
- [2] IEEE Std. 802.11b. Higher-speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band[S]. IEEE, 2001.
- [3] IEEE Std. 802.11a. Higher-speed physical layer in the 5 GHz band[S]. IEEE, 2000.
- [4] IEEE Std. 802.11g. Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band[S]. IEEE, 2003.
- [5] CROW B, WIDJAJA I, KIM J, et al. IEEE 802.11 wireless local area networks[J]. IEEE Communications Magazine, 1997,35(9):116-126.
- [6] ME G, VERDONE D. An overview of some techniques to exploit VoIP over WLAN[C]// ICDD'06: International Conference on Digital Telecommunications. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2006:67-67.
- [7] 李浩,高泽华,高峰,等. IEEE 802.11无线局域网标准研究[J]. 计算机应用研究, 2009,26(5):1616-1620.
- [8] 赵贵昉. 浅析无线局域网IEEE 802.11系列标准[J]. 网络安全技术与应用,2007(5):94-95,87.
- [9] 韩旭东,张春业,曹建海. IEEE 802.11g研究综述[J]. 世界电信, 2004,17(1):47-50.
- [10] 江汉红,王征,李庆,等. 基于IEEE 802.11g标准的WLAN性能分析与测试[J]. 武汉理工大学学报,2005,27(4):86-88,92.
- [11] EDO M, GARCIA M, TURRO C, et al. IP Telephony development and performance over IEEE 802.11g WLAN[C]// 2009 Fifth International Conference on Networking and Services. Valencia, Spain: IEEE Computer Society, 2009:186-191.
- [12] SHIN S, SCHULZRINNE H. Experimental measurement of the capacity for VoIP traffic in IEEE 802.11 WLANs[C]// INFOCOM 2007: 26th IEEE International Conference on Computer Communications. Washington, DC: IEEE, 2007:2018-2026.
- [13] CAI L X, XIAO Y, SHEN X M, et al. VoIP over WLAN: Voice capacity, admission control, QoS and MAC[J]. International Journal of Communication Systems, 2006,19(4):491-508.
- [14] WANG S-C, CHEN Y-M, LEE T-H, et al. Performance evaluations for hybrid IEEE 802.11b and 802.11g wireless networks [C]// IPCCC 2005: 24th IEEE International Conference on Performance, Computing, and Communications. [S. l.]: IEEE, 2005:111-118.

(上接第9页)

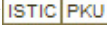
#### 参考文献:

- [1] 宁焕生,王炳辉. RFID重大工程与国家物联网[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [2] THIESSE F, FLOERKEMEIER C. Technology, standards, and real-world deployments of the EPC network[J]. Internet Computing, 2009,13(2):36-43.
- [3] NING HUAN-SHENG, NING NA, QU SHEN-FENG. Layered structure and management in Internet of things[C]// Proceedings of Future Generation Communication and Networking. Washington,

DC: IEEE Computer Society, 2007, 2:386-389.

- [4] 沈嘉,索士强,全海洋,等. 3GPP长期演进技术原理与系统设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [5] KHAN F. LTE for 4G mobile broadband[M]. New York: Cambridge University Press,2009.
- [6] YAN BO, HUANG GUANGWEN. Supply chain information transmission based on RFID and Internet of things[C]// ISECS International Colloquium on Computing Communication Control and Management. New York: IEEE, 2009:166-169.

# 基于LTE系统的物联网架构的研究与设计

作者: [宁祥峰](#), [张春业](#), [王伟](#), [李仁波](#), [李婧卿](#), [NING Xiang-feng](#), [ZHANG Chun-ye](#),  
[WAN Wei](#), [LI Ren-bo](#), [LI Jing-qing](#)  
作者单位: [山东大学, 信息科学与工程学院, 济南, 250100](#)  
刊名: [计算机应用](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF COMPUTER APPLICATIONS](#)  
年, 卷(期): 2010, 30(z1)  
被引用次数: 2次

## 参考文献(6条)

1. [YAN BO;HUANG GUANGWEN](#) [Supply chain information transmission based on RFID and Internet of things](#) 2009
2. [THIESSE F;FLOERKEMEIER C](#) [Technology, standards, and real-world deployments of the EPC network](#) 2009(02)
3. [宁焕生;王炳辉](#) [RFID重大工程与国家物联网](#) 2009
4. [KHAN F](#) [LTE for 4G mobile broadband](#) 2009
5. [沈嘉;索士强;全海洋](#) [3GPP长期演进技术原理与系统设计](#) 2008
6. [NING HUAN-SHENG;NING NA;QU SHEN-FENG](#) [Layered structure and management in Internet of things](#) 2007

## 引证文献(2条)

1. [付永贵](#) [基于分组教学的高校物联网实验室构建研究](#)[期刊论文]-[中国教育信息化·高教职教](#) 2011(3)
2. [高华. 楼惠群](#) [移动通信技术在物联网中的应用探讨](#)[期刊论文]-[数字通信](#) 2011(1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jsjyy2010z1003.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjyy2010z1003.aspx)