

收稿日期： 2002- 03- 21

# 蓝牙技术综述

## Summary of Bluetooth Technology

胡新华 杨继隆 姜 伟 殷进军  
Hu Xinhua Yang Jilong Jiang Wei Yin Jinjun  
(浙江工业大学机电学院 杭州 310014)

(School of Mechatronical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, 310014, China)

**摘 要** 在无线通信系统中, 蓝牙技术的应用越来越广泛。从蓝牙技术的发展历史和其优越性出发, 分析了蓝牙系统的组成、 蓝牙协议栈以及各个协议层之间的关系、 蓝牙的硬件实现和蓝牙技术的应用前景。  
**关键词** Bluetooth 蓝牙技术 蓝牙协议栈 蓝牙模块

### 1 引 言

Bluetooth 无线技术是一个低功耗、 短距离、 双向无线通讯的全球规范。 它的设立是为实现“全球性互联”的概念。 装备有 Bluetooth 无线技术功能的设备之间可以实现无缝互操作。 一个微型的 Bluetooth 模块可以嵌入到任何电子设备中, 使得产品可以直接通讯或通过完善的全球网络通讯。 Bluetooth 无线技术使得数据、 图像、 声音、 视频和远程遥控指令可以无线地传输到世界任何地方。 Bluetooth 把用户从线缆的束缚中解放出来, 超越了需要依赖其他技术实现无线通讯的传统观念。 Bluetooth 技术的应用实现了音频产品、 个人通讯设备和计算机的跨越式应用。

蓝牙的英文名称是 Bluetooth, 是 Ericsson 移动通信公司在 1994 年开始启动的, 当时想解决移动电话与它的外围配件, 如免提耳机、 台式设备间的无线连接问题, 后来逐渐发展成一种短距离无线链路的概念。

1998 年 5 月, 爱立信、 英特尔、 东芝、 诺基亚和 IBM 等 5 家公司组成的“蓝牙专门兴趣小组”(Bluetooth Special Interest Group- SIG) 把蓝牙无线技术的理念

正式推向社会, 使其成为无线技术的全球规范。 Bluetooth 取自中世纪欧洲丹麦的一个开国皇帝 Harald Bluetooth 的名字, 他为统一四分五裂的瑞典、 丹麦、 芬兰立下了汗马功劳。 瑞典爱立信公司为这种即将成为全球通用的无线技术命此名, 也许大有一统天下的含义。

Bluetooth 工作在 2.4 GHz 附近的 ISM (Industrial, Science and Medicine) 频段, 此频率附近的频段在世界范围内都是公开、 免费的, 无需特许就可使用。 不过, 不同的国家和地区对实际可供使用的频段都有各自的规定。 一般而言, 在北美和欧洲有 79 个频段可供使用, 而日本、 法国和西班牙只有 23 个频段可供使用, 每个频段间隔均为 1 MHz。 当功率为 0 dBm 时, 通讯距离可达 10 m; 当功率提升至 20 dBm, 通讯距离则可高达 100 m。

Bluetooth 采用时分多址 (TDM A) 的技术。 数据经分组打包, 才经由长度达 625  $\mu$ s 时隙发送。 Bluetooth 支持两类型链路, 即同步面向连接 (Synchronous Connection- Oriented, SCO) 和非同步非连接 (Asynchronous Connection- Less, ACL)。

纷采用 FTTB+ LAN 的以太网宽带接入网, 并取得成功, 显示出巨大的优越性。 因此, 以太网宽带接入作为宽带接入网的方案, 符合我国国情, 将成为接入网的主流得到迅速的发展。

**Abstract** The problem of ethernet broadband insertion needing resolved are analyzed. Two key techniques —— LAN and PP-POE are introduced, two kinds of resolution are presented, emphasizing on the resolution based on broadband access server.  
**Keywords** broadband insertion, ethernet, V LAN, PPPOE

**作者简介** 徐 琨 女, 长安大学信息工程学院助教, 西安电子科技大学硕士研究生, 主要研究方向为网 络及多媒体技术。

SCO包在预定时隙传送,主要用来传送声音;与此对应,ACL则可在任意时隙传送,主要功用是传送分组的数据。每个声音通路都支持 64 kb/s 的同步链路,而非同步数据通路则可支持 721 kb/s 的不对称链路或是 432.6 kb/s 的对称链路。

为了使其能在嘈杂的无线环境中工作,使链路安全可靠,蓝牙无线技术采用快速跳频扩频技术(Frequency Hopping Spread Spectrum),单时隙分组的跳频速率为每秒 1600 次,而多时隙分组的跳频速率则略有降低;但在建立链接(包括寻呼模式和查询模式)时,跳频速率可提高至每秒 3200 次。由于使用了这样的高跳频速率,Bluetooth 系统具有足够的抗干扰能力。

Bluetooth 系统支持点对点和点对多点的无线连接。当一组设备通过 Bluetooth 链接起来后,就构成了微微网(piconet);多个独立而非同步的微微网组成的群组则构成分散网(scatternet)。任何一个设备都可以主动引发无线链接并成为主单元(Master);而在微微网链接期间,其余所有非主单元设备则成为从单元(Slaves)。主单元的时钟和跳频序列进而成为其他设备用以保持同步链接的依据。一般而言,一个主单元可支持多达 7 个同步链接,与 7 个从单元作数据交换,此时,这些附从被称为活跃从单元;其余的惰性从单元(Parked Slaves)虽仍与微微网同步,但并没有参与数据传输。事实上,微微网或分散网中的任何 Bluetooth 设备都可能在数据传输中作为主单元或从单元。

蓝牙技术是一种短距离无线连接技术,其目的是取代目前许多专用的电缆设备。主要优点有:可以随时随地用无线接口来代替有线电缆连接;具有很强的移植性,可应用于多种通信场合;功耗低;蓝牙集成电路应用简单。

## 2 蓝牙系统组成

蓝牙系统一般由无线部分、链路控制部分、链路管理支持部分和主终端接口组成。如图 1 所示。

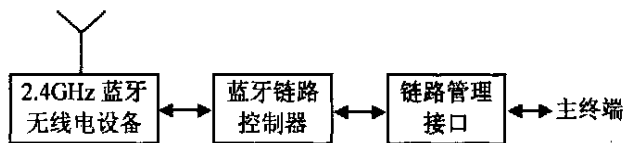


图 1 系统组成

## 3 蓝牙协议栈 (Bluetooth Protocol Stack)

蓝牙技术是一个开放性系统(OSI),其主要目的就是使符合该规范的各种设备能互通,这就要求本地

设备和远端设备使用相同的协议,当然,不同的应用,其使用的协议栈也可能不同,但是,他们都必须使用蓝牙技术协议规范中的物理层和数据链路层。完整的蓝牙协议如图 2 所示。

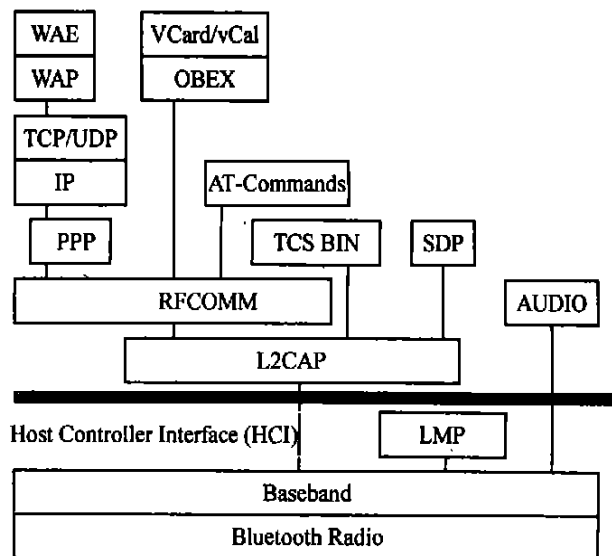


图 2 协议构成

当然,不是任何应用都必须使用所有协议,可以只采用部分协议,例如语音通信时,就只需经过基带协议(Baseband)就行,而不必通过 L2CAP 层。除了上述协议层外,规范还定义了主控制器接口(HCI),它为基带控制器、连接管理器、硬件状态和控制寄存器提供命令接口。主控制器接口可以位于 L2CAP 的下层,也可以位于 L2CAP 的上层。这些协议又可分为蓝牙指定协议和非指定协议,这样区分主要在蓝牙指定协议的基础上尽可能地采用和借鉴现有的各种高层协议(也就是非指定协议),使得现有的各种应用能移植到蓝牙上来,充分利用兼容蓝牙技术规范的软硬件系统。蓝牙核心协议都是蓝牙指定协议,绝大多数蓝牙设备都需要这些协议。而 RECOMM 和 TCS-binary 协议是 SIG 分别在 ETSI TS 07.10 和 ITU-Recommendation Q.931 协议的基础上制订的。选用协议主要是各种已经广泛使用的高层协议。总之,电缆替代协议、电话控制协议和选用协议在核心协议的基础上构成了面向应用的协议。下面,就各个协议做一个简单地介绍。

### 3.1 蓝牙核心协议

#### 3.1.1 基带协议 (Baseband)

基带协议就是确保各个蓝牙设备之间的物理射频连接,以形成微微网。蓝牙的射频系统是一个跳频扩频系统,其任一分组在指定时隙、指定频率上发送,它使用查询(Inquiry)和寻呼(Paging)进程同步不同

## 蓝牙设备间的发送频率和时钟

它可为基带数据分组提供两种物理连接方式: 同步面向连接 (Synchronous Connection-Oriented, SCO) 和异步非连接 (Asynchronous Connectionless, ACL)。SCO既能传输语音分组 (采用 CVSD编码), 也能传输数据分组; 而 ACL只能传输数据分组。所有的语音和数据分组都附有不同级别的前向纠错或循环冗余校验编码, 并可进行加密, 以保证传输可靠。此外对于不同的数据类型都会分配一个特殊的信道, 可以传递连接管理信息和控制信息等。

### 3.1.2 连接管理协议 (Link Manager Protocol, LMP)

连接管理协议负责蓝牙设备间连接的建立和控制, 包括控制和协商基带分组的大小。它还用于连接的发起、交换、核实, 进行身份认证和加密等安全措施。另外, 它还可以控制无线设备部分的电源模式和工作周期, 以及微微网内各设备的连接状态。

### 3.1.3 逻辑链路控制和适配协议 (Logical Link Control and Adaptation Protocol, L2CAP)

逻辑链路控制和适配协议是基带的上层协议, 可以认为它是与 LMP并行工作的, 它们的区别在于当数据不经过 LMP时, L2CAP直接为上层服务。L2CAP采用多路复用技术、分段、重组技术及组的概念。虽然基带协议提供了 SCO和 ACL两种连接类型, 但是 L2CAP只支持 ACL, 并允许高层协议以 64K字节的速度收发数据分组。

### 3.1.4 服务发现协议 (Service Discovery Protocol, SDP)

服务发现协议是蓝牙技术框架中非常重要的一个部分, 它是所有用户模式的基础。使用 SDP, 可以查询到设备信息和服务类型, 之后, 蓝牙设备之间的连接才能建立。

### 3.2 电缆替代协议 (RFCOMM)

RFCOMM是基于 ETSI 07.10规范的串行线仿真协议, 它在蓝牙基带协议上仿真 RS-232控制和数据信号, 为使用串行线传送机制的上层协议 (如 OBEX) 提供服务。

### 3.3 电话控制协议 (Telephony Control Protocols, TCS)

二元电话控制协议是面向比特的协议, 它定义了蓝牙设备建立语音和数据呼叫的控制信令, 定义了处理蓝牙 TCS设备群的移动管理进程。在 ITU-TV.250和 ET300 916 (GSM 07.07) 的基础上, SIG

定义了控制多用户模式下, 移动电话、调制解调器和可用于传真机业务的 AT命令集电话控制协议 (AT-Commands)。

### 3.4 选用协议 (Adopted Protocols)

#### 3.4.1 点对点协议 (PPP)

PPP是 IETF (Internet Engineering Task Force) 制订的, 在蓝牙技术中, 它远行于 RFCOMM之上, 完成点对点的连接。

#### 3.4.2 UDP/TCP/IP

UDP/TCP/IP也是由 IETF制订的, 是互联网通信的基本协议, 在蓝牙设备中使用这些协议, 是为了与互联网连接的设备进行通信。

#### 3.4.3 对象交换协议 (OBEX)

OBEX是 IrOBEX的简写, 是红外数据协会 (IrDA) 制订的会话层协议, 采用简单和自发的方式来交换对象。它提供的基本功能类似于 HTTP, 在假定传输层可靠的基础上, 采用客户机-服务器模式, 而独立于传输机制和传输应用程序接口 (API)。另外, OBEX专门提供了一个文件夹列表对象, 用于浏览远端设备上的文件夹内容。电子名片交换格式 (vCard) 和电子日历及日程交换格式 (vCal) 都是因特网邮件协会 (Internet Mail Consortium) 开发的开放性规范。这些规范只是定义了数据传输格式, 而没有定义传输机制。SIG采用这些已经定义好的规范, 是为了进一步促进个人信息的交互。

#### 3.4.3 无线应用协议 (WAP)

WAP是无线应用协会论坛制订的, 它融合了各种广域网络技术, 其目的是将互联网内容和电话传送的业务传送到数字蜂窝电话或其他无线终端, 选用 WAP, 可以充分利用无线应用环境 (WAE) 开发的高层应用软件。

## 4 蓝牙的硬件实现

目前多数厂家供应的蓝牙核心模块由三部分组成: 基带处理器、无线收发模块和 flash, 配备少量的外围元件如音频编译码器 (CODEC)、主机控制接口 (HCI)、电源电路等即可构成蓝牙产品, 例如由 ERICSSON微电子公司推出的 POK 101 007蓝牙模块。典型的蓝牙模块框图如图 3所示。

利用蓝牙芯片供应商提供的蓝牙模块, 我们可以很方便地实现一个应用。如图 4所示为采用 UART接口的蓝牙系统框架。图中利用 UART作为数据通信接口, 而 PCM作为语音通信接口。

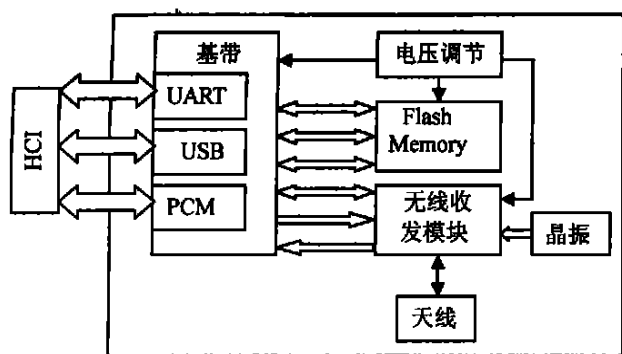


图 3 蓝牙模块框图

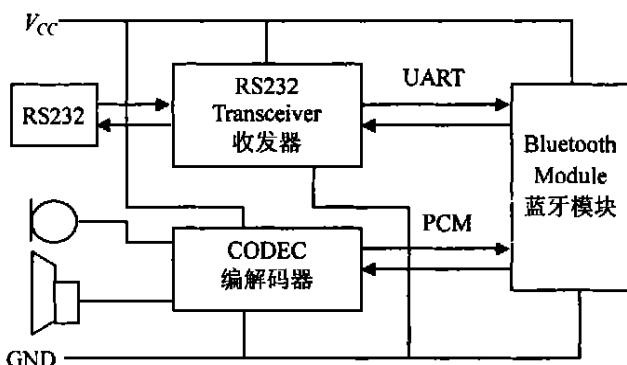


图 4 采用 UART 接口的蓝牙系统框架图

## 5 蓝牙技术的应用前景

Internet 和移动通信的迅速发展,使人们对各种数据源和网络服务的需求迅速增长。蓝牙作为一个全球开放性无线电标准,通过把各种语言和数据设备用无线链路连接起来,使人们能够随时随地实现个人区域内语音和数据的交换与传输,随着技术的发展和完善,蓝牙必将对人们的生活和工作产生重大影响。

最近的报告显示:“1999年,蓝牙技术产品的全球销售量几乎为零,2000年猛增至3670万美元,到2001年最少将达1.26亿美元。2002年,全球使用蓝牙技术的外围设备将达1.5亿台,使用蓝牙技术的笔记本电脑将达2500万部。2003年,全球90%以上的笔记本电脑将使用蓝牙。2005年,全球将推出6.7亿台使用蓝牙的信息家电。而届时全部蓝牙产品将达到40亿件。”在中国,蓝牙技术也正受到越来越多的关注。包括联想在内,中国的海尔、TCL、科龙等一批精英企

业都加盟 SIG。家电业巨头海尔公司新近成立了研究中心,将蓝牙产品的开发放在重要位置。“E海尔、E家庭”就是基于蓝牙推出的新概念。

值得注意的是,目前市场上已有一种名为“802.11b”(或称 Wi-Fi)的无线网络技术,国外一些大公司已经投入大量的人力、财力和物力进行研究、推广和应用,而且蓝牙的性能和它相比并不占绝对优势。市场上还有一种传输速度达4 Mb/s 的红外 IR 无线传输技术,最近采用16 Mb/s 的扩展方案也已经批准,它的传输速度不仅大大超过蓝牙,而且其传输距离也大大超过蓝牙,鹿死谁手,还难预料。更令人担忧的是,目前蓝牙芯片价格约在15~20美元,距蓝牙市场的起飞价5美元还有一段距离。这个价格对大多数相对低廉的外设来说是一笔不菲的成本。蓝牙在目前还不是一种低成本的通信方式。最早支持蓝牙技术的 Intel 公司,现在也对蓝牙的前途产生了怀疑。他们已经决定在新型无线互联网设备中采用另外一种被称为“HomeRF”的技术,以留条后路。无论如何,蓝牙是美丽的,它具有独特的技术优势,而且受到电信行业尤其是电话公司的追捧,现在的关键就是需要使其更加成熟并迅速地推广。

## 参 考 文 献

- 1 <http://www.bluetooth.com>
- 2 何荣森,王宏宝,张跃. 蓝牙技术及其硬件设计. 电子技术, 2001 (4)
- 3 曹冲. 蓝牙技术的发展现状和应用前景. 无线电工程, 2001 (3)
- 4 Nathan J Muller Bluetooth Demystified. 北京: 人民邮电出版社
- 5 陈慧,潘志浩. 蓝牙技术要点及设计方案介绍. 无线电工程, 2001 (9)
- 6 <http://www.ericsson.com/microelectronics>
- 7 Specifications of the Bluetooth System Version 1.1
- 8 金纯,许光辰,孙睿. 蓝牙技术. 北京: 电子工业出版社

**Abstract** The application of Bluetooth wireless technology has become more and more popular in the wireless communication system. By presenting the history of development and the advantages of Bluetooth technology, the composition of Bluetooth system, Bluetooth protocol stack and the relationship between protocol layers, the implementation of Bluetooth hardware, and the application perspectives of Bluetooth wireless technology are analyzed.

**Keywords** bluetooth, bluetooth technology, bluetooth protocol stack, bluetooth module