

ZigBee 无线传感器网络在点餐系统中的应用^①

马 斌 赵辽英 (杭州电子科技大学 计算机应用研究所 浙江 杭州 310018)

摘要: 介绍了 ZigBee 技术的特点, 同时阐述了信息化餐饮管理的三种模式, 提出了一种基于 ZigBee 无线传感器网络的点餐系统设计方案。该方案给出了点餐系统的具体管理模式, 对系统各部分的软、硬件进行了设计, 并着重阐述了无线传感器组网的过程。研究表明, 该无线传感器网络实现了网络组建和数据通信的功能。基于 ZigBee 技术的点餐系统具有低功耗, 低成本, 无线化, 通信距离远等特点。

关键词: 餐饮管理模式 ZigBee 技术 无线传感器网络 组网 网络节点

Application of Wireless Sensor Network Based on ZigBee to Order-Meal Restaurants System

MA Bin, ZHAO Liao-Ying

(Institute of Computer Application Technology, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The technical characteristics of the ZigBee networks and types of wireless sensor networks are introduced. Three modes of information-based restaurant management are expounded and the design of the order-meal restaurants system based on ZigBee wireless sensor network is proposed. The concrete management model is given in the proposal and the design of software and hardware is realized. Simultaneously, the processes of the ZigBee Networking is elaborated on. The experimental results show that the function of the ZigBee Networking and data communication is realized. The system has the advantages of low power, low price, and wirelessly designed, with far communication distance.

Keywords: restaurant management mode; ZigBee technology; wireless sensor network; networking; network node

现阶段, 随着社会的快速发展、生产力的大幅提高以及信息化建设的迅速普及, 国民经济的各个领域都进行着不同程度的信息化建设, 作为第三产业的支柱产业—餐饮服务业也同样进行着信息化建设。餐饮业的竞争范围已经从原先的依靠规模经营, 商品价格等硬件因素渐渐扩大到经营策略、服务质量、管理效率等软实力上来了。这种改变对于餐饮经营决策者提出了更高的要求。无线点餐系统正是致力于在软实力上帮助餐饮企业提高服务水平和工作效率, 实现企业价值最大化同时又使成本最低化。

目前, 应用于餐饮行业的无线通信技术主要包括: IrDA 红外线技术、蓝牙技术和 ZigBee 技术等。IrDA 红外线技术属于短距离、点对点的半双工通信方式, 使用不便且误码率高。不适用于网络的组网; 蓝牙技

术则因为网络容量有限, 成本较高, 不适合较多节点网络。

本研究通过采用低速率、低成本、低功耗的 ZigBee 无线通信技术, 设计了无线点餐系统。

1 ZigBee的技术特点

1.1 ZigBee 协议

ZigBee 的协议架构是建立在 IEEE 802.15.4 标准基础之上的。ZigBee 协议栈分为两部分: IEEE 802.15.4 标准定义了 ZigBee 的物理层(PHY)和媒体访问控制层(MAC); ZigBee 联盟则定义了 ZigBee 协议的网络层(NWK), 应用层(APL)和安全服务规范。图 1 为 ZigBee 协议栈结构, 各层之间通过服务接入点(SAP)来实现层与层之间数据通信与协议栈管理。层与层之

^① 收稿时间:2009-04-13

间有两个 SAP：数据实体提供数据传输，管理实体提供所有其他的服务。ZigBee 设备在工作时，各种不同的任务在不同的层次上执行，通过层的服务完成所要执行的任务。每一层的服务主要完成两种功能：根据它的下层服务要求为上层提供相应的服务；另一种是根据上层的服 务要求对它的下层提供相应的服务，各项服务通过服务原语来实现[1]。

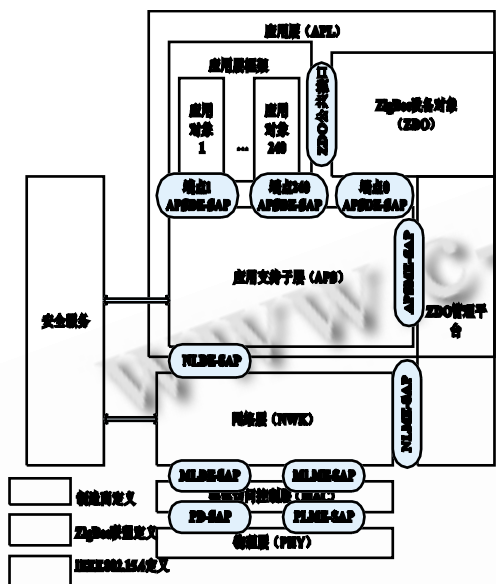


图 1 ZigBee 协议栈结构

1.2 ZigBee 网络拓扑

ZigBee 联盟规定在一个 ZigBee 无线网络一般包含三种设备：协调器、路由器、终端设备。根据设备功能的不同，IEEE802.15.4 把网络中的设备分为全功能设备 (FFD) 和简化功能设备 (RFD)。协调器和路由器必须是 FFD，而终端设备为 RFD。

ZigBee 网络可以根据不同的使用环境而分别采用星型网络拓扑结构、簇状网络拓扑结构、网状网络拓扑结构，而最终要实现的目标是网状网。网状网络允许网络中所有具有路由功能的节点直接互联，由路由器中的路由表配合实现消息的网状路。这种结构有助于降低通信时延，并且提高网络的可靠性。但缺点是网状结构需要存储许多节点信息，对传感器的硬件要求较高[2]。如图 2 所示，从左到右依次是星型网络，簇状网络，网状网络的拓扑结构图。

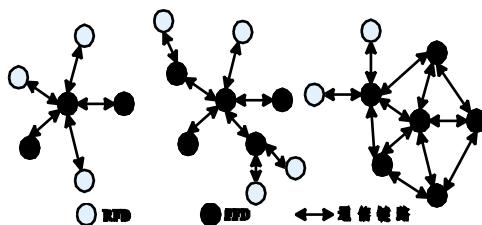


图 2 星型、簇状、网状三种网路拓扑结构

2 信息化餐饮管理模式介绍

随着市场竞争的加剧，不少酒店、饭店开始利用高科技来改变餐饮服务模式和经营模式。在此基础上，无线点菜系统应运而生[3]。目前我国市场上出现的餐饮管理系统基本上可归纳为以下三种形式：

(1) 触摸屏+服务器+识别卡

系统由多台触摸屏构成交互终端，采用局域网与主服务器相连，顾客用识别卡自主到触摸屏前进行点菜、查询等操作，就餐后凭卡到总服务台结账。此种方式需建立有线局域网，采用 C/S 或 B/S 结构，利用数据库技术，动态网页技术，无盘工作站技术等。

(2) 无线点菜机+无线接入点+服务器+识别卡 (可选)

此种类型的点菜机和接入点之间采用短距离无线通讯方式，其他部分采用有线方式连接，使用识别卡或台号作为识别信息，参看传统菜单，顾客根据传统菜单点菜，服务员把识别信息、点菜信息输入终端，经顾客确认后服务员必须在靠近的固定接入点把信息传入餐饮服务系统，顾客走时凭识别信息在门口结账。这种方式一般采用红外技术，蓝牙技术等短距离无线通讯技术，构成无线点菜系统。

(3) 无线 PDA+无线接入点+服务器

此种方式中，以台号作为顾客识别标志，顾客可随时随地点菜，既有有线局域网丰富的资源，又不受位置和网线的限制。无线局域网最高可达 nMbit/s 的速度，确保可立即得到反馈结果，极大的提高了工作效率和服务质量。它使用通用 PDA 加无线网卡或使用集成通讯模块的专用 PDA；一般采用 802.11b 无线局域网技术组建无线局域网，要求无线接入点具有交换或路由功能，有效通讯距离可达 100 米，能够真正实现移动点菜，达到近乎完美的效果。

3 ZigBee无线传感器网络在点餐系统中应用

3.1 ZigBee 无线网络点餐系统方案

整个系统采用“无线 PDA+无线接入点+服务器”餐饮管理系统模式。其具体系统构成是由服务员手持的带 ZigBee 无线数据通讯功能的无线点菜手机或安装在餐桌上的具有 ZigBee 无线数据通讯功能的点菜机、无线通讯路由节点及安装了无线中心节点的 PC 控制机组成。PC 控制机端无线通讯节点与无线点菜机配合使用，完成点菜系统的无线数据通讯功能。一台 ZigBee 无线通讯中心节点能够以轮询的方式与多台无线点菜机通讯。在室内环境，受建筑物的阻挡等因素影响，当一台 PC 端无线数据节点的通讯距离不能覆盖整个应用场所时，在适当位置增设多个无线通讯路由节点，可以组成相当可靠的蜂窝状网络，保证数据的可靠传输。无线点菜系统配置为网状拓扑结构^[4]，其结构如图 3 所示。

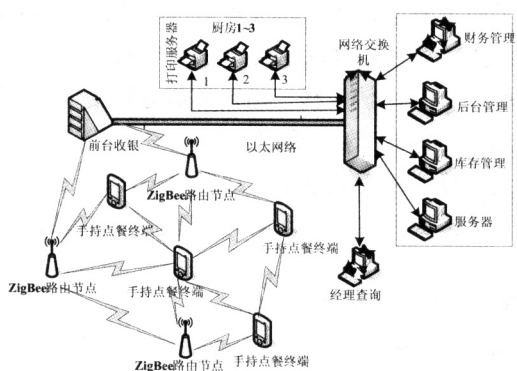


图 3 基于 ZigBee 无线网络的点餐系统结构图

在基于 ZigBee 技术的点餐系统通信网络中，网络节点设备可分为配置较高的 FFD 和配置较低的 RFD。安装了无线中心节点的 PC 控制机是 FFD，作为网络协调节点，控制整个网络，主要负责发起建立新网络、设定网络参数、管理网络中的节点，并负责汇集所有手持点餐终端输入的信息，并对各个节点发送相应的控制指令。无线通讯节点也是 FFD，作为 ZigBee 路由节点，主要是参与路由发现、消息转发、允许其他节点通过它关联网络等。手持终端设备为 RFD，只能作为终端节点，通过 ZigBee 协调点或者 ZigBee 路由节点关联到网络，但不允许其他任何节点通过它加入网络，其功能是负责周期性采集顾客菜单数据和部分节点数据的转发。手持终端节点之间，手持终端节点与无线通信路由节点以及无线通信路由节点与协调器节点之间都是通过 ZigBee 协议进行通信。

3.2 ZigBee 网络组网和地址分配

只有那些具有 ZigBee 协调器能力，但不是当前加入网络的设备能尝试建立一个新的 ZigBee 网络，其建立策略是：一个 FFD 设备在第一次被激活后，通过广播查询网络协调器请求，如果在主动扫描时没有收到任何信标帧或是收到的信标帧参数与自身节点能力不匹配时，就可知该 FFD 能成为具有组建网络功能的 PAN 协调器。如果收到网络中已经存在网络协调器，则通过一系列认证过程，设备就成为了这个网络中的 RFD 或是具有路由功能的 FFD。一旦 FFD 设备成为 PAN 协调器后，PAN 协调器将为网络分配一个唯一的 PAN 标识(ID)，有了 PAN 标识，网络设备可以使用短地址通信，并且不同 PAN 之间也可以通信。在 ZigBee 协调器设备建立网络后，路由器或者终端设备，可以作为子节点加入协调器建立的网络，子节点加入网络的方式有两种^[5]：通过 MAC 层关联方式加入网络；通过之前指定的父节点直接方式加入网络。

当新建网络中的设备允许一个设备加入网络时，这两个设备就构成了父子关系。新加入的设备是子设备，而第一个设备是父设备。在允许子设备加入新建网络后，父设备的网络管理实体将搜索它的邻居表来判断是否能找到一个匹配 64bit 的扩展地址。如果发现一个匹配地址，网络管理实体将获得相关的 64bit 网络地址，并发出一个连接响应到 MAC 层。如果没有找到一个匹配地址，在可能的情况下，网络层管理实体将分配一个网络中唯一的 16bit 网络地址给子设备^[6]。具体网络组建进程图如图 4 所示。

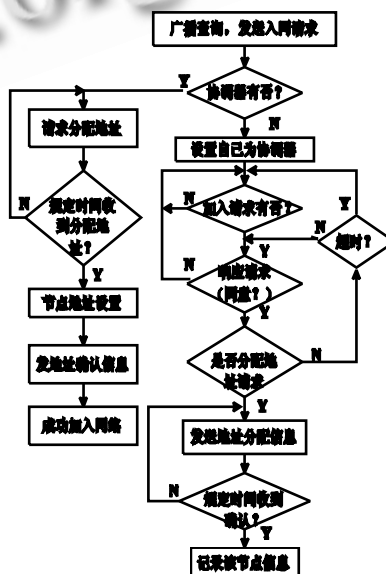


图 4 ZigBee 网络组建流程

4 ZigBee无线传感器网络节点软硬件设计

4.1 ZigBee 网络节点硬件设计

本网络中的通信节点，按协调器模块、路由器模块和终端设备模块的功能特点，设计不同的硬件架构，如图 5 所示，从左到右依次为协调器节点，路由器节点和终端设备节点的硬件框图。

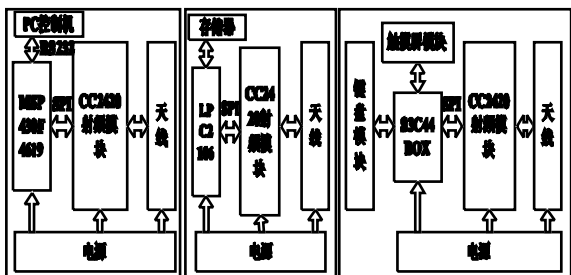


图 5 ZigBee 各种类型节点硬件框图

网络协调器模块采用 TI 公司的低功耗单片机 MSP430F4619 与射频芯片 CC2420 搭配构建，网络协调器负责整个网络的数据进行收集处理，并将节点数据显示在显示屏上。路由器节点模块选用 Philips 公司开发的基于 32 位 ARM7TDMI-S 内核的 LPC2106，通过 SPI 接口实现对 ZigBee 芯片的数据控制与传送，路由器节点负责将终端节点的数据转发给网络协调器节点，并允许其他节点通过它联网。终端节点采用 Samsung 公司的 RISC 处理器 S3C44BOX 与射频芯片 CC2420 搭配构建。当发送数据时，首先把所需跟点菜有关的数据按一定顺序组成应用数据层的数据帧格式，再按照 ZigBee 无线通信协议格式对输入数据打包，处理后交给串口通讯层。由串口通讯程序把数据传送给 ZigBee 无线通讯模块，无线通讯模块实现无线数据的传输，校验，重发等功能。协调器接受数据时，过程正好相反，无线通讯模块收到的数据先由串口通讯程序接受，然后由无线协议数据层的数据解包程序进行解包，最后应用数据层再分离出跟点菜系统相关的信息。

4.2 ZigBee 网络节点软件设计

ZigBee 节点网络系统的软件部分建立在 IEEE802.15.4/ZigBee 标准所采用的分层协议体系之上。系统软件设计采用 C51 语言，协调器节点、路由器节点、终端节点的内嵌程序按它们的在节点网络系统所起的功能而不尽相同。如图 6 所示。

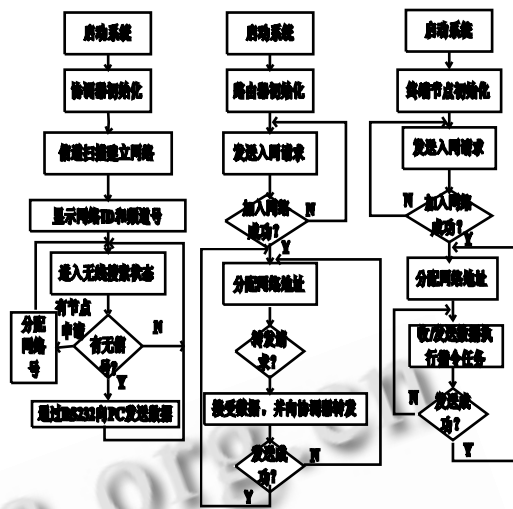


图 6 ZigBee 各网络节点程序流程图

终端 PDA 将要处理的数据通过 ZigBee 终端节点模块发送给协调器节点模块，路由器节点在 ZigBee 终端节点离开协调器节点覆盖范围时启动并向协调器转发数据。系统软件底层部分采用成都无线龙公司的精简版 ZigBee 协议栈，组建非信标网络，实现随终端节点与协调器节点的距离变化，在星状与网状结构间灵活切换，从而拓展了无线网络覆盖范围，让服务员在更大区域里自由移动地为顾客提供点餐服务。

5 系统投入/产出分析

该方案一旦投入运行，便一定成为酒店的特色服务之一，因为它安装调试相当简单，不涉及综合布线，建设周期相当短，在施工过程中不影响酒店的正常营业，设有布线，美化了环境，给人一种赏心悦目的感觉。这套灵活便捷的无线点餐系统不仅明显地改善了酒店的服务流程，提升了工作效率和服务质量，而且也使酒店在业务管理，财务规范和个性化入伍方面也收益。由于 ZigBee 模块耗电非常低，仅需更换电池就可完成电能供应，一般一年左右才更换一次电池。此外，ZigBee 无线方案具有出色的性价比。比如，从前该酒店要 50 个服务员，每个服务员的工资最少要 800 元/月，50 个人就要 50*800=4 万元，虽然增加一些比较昂贵的设备，如 PDA，但是现在酒店服务员只须 10 人工资为 10*800=8000 元，减少了 80% 的负担，每个月这样在半年之内连本带利收回，达到盈利的目的，真是令酒店感到物超所值。

(下转第 197 页)

6 结语

本文在研究 ZigBee 无线传感器网络的基础上,提出了基于 ZigBee 通信协议的无线点餐系统的构成方案。研究表明:该系统能有效地进行传感器网络的组建,在室内环境 60~80 米距离之内实现了数据的可靠传输。随着科技的进步和网络设备成本的降低,ZigBee 技术在现代餐饮业中的应用将产生重大的经济效益和社会效益。

参考文献

- 1 王健,刘忱.ZigBee 组网技术的研究.仪表技术,2008,4(4):10-12.
- 2 刘青,宋立军.ZigBee 无线传感器网络组网研究.电脑开发与应用,2008,21(6):44-46.
- 3 王飞.一种新型的电子点菜系统.电子技术应用,2004,2(6):32-36.
- 4 吴呈瑜,孙运强.基于 ZigBee 技术的短距离无线数据传输系统.仪表技术与传感器,2008,(5):38-40.
- 5 金纯,罗祖秋,罗凤,等. ZigBee 技术基础及案例分析.北京:国防工业出版社,2008.158-186.
- 6 瞿雷,刘盛德,胡咸斌. ZigBee 技术及应用.北京:北京航空航天大学出版社,2007.169-197.