

# 基于 Zigbee 技术无线投票表决器基站设计和实现<sup>①</sup>

张程皓, 彭楚武, 肖昌炎, 唐 韬, 邹 杨

(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

**摘 要:** 设计了一款以 ARM7 芯片 AT91SAM7X256 为核心,  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  为操作系统的基于 Zigbee 技术无线投票基站。该基站用于连接 Zigbee 网络和以太网。实现了无线投票表决器远程监控和多会议室同时投票功能。主要分析了该基站的软件设计, 介绍了基站如何建立无线投票表决器网络, 收集表决器的投票情况, 接受远程监控访问的过程。并且对其硬件平台的结构做了相应描述。

**关键词:** 基站; Zigbee; 以太网; 无线; 投票表决器

## Design and Realization of the Base Station for Wireless Voting Device Based on Zigbee

ZHANG Cheng-Hao, PENG Chu-Wu, XIAO Chang-Yan, TANG Tao, ZOU Yang

(Institute of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** In this article, a base station of remote monitoring system was designed based on Zigbee technology, which takes AT91SAM7X256 as the center core and is built upon the  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  operation system. This is a base station which makes a connection of Zigbee and Ethernet is used to implement the remote monitoring of wireless voting device. It can also realize voting on the same topic in some different rooms at the same time. This paper also describes the structure of hardware platform.

**Key words:** a base station; Zigbee; ethernet; wireless; voting device

## 1 引言

投票表决器在选举, 会议, 教学, 娱乐节目中得到大量的使用。现行的无线表决系统采用单一的无线网络, 使无线终端设备与上位机进行通信。由于无线网络存在传输距离有限, 对障碍物穿透性较差等问题, 无法实现远程监控和多会议室同时投票等问题<sup>[1]</sup>。本文利用 Zigbee 技术具有低功耗, 使用频段免费和以太网具有传输远, 传输速率快等特点, 将二者相结合, 设计了一款无线投票表决器基站<sup>[2]</sup>。实现了无线投票表决器远程监控和多会议室同时投票功能。

## 2 系统概述

整个无线投票表决器系统, 由监控中心, 基站, 表决器组成, 如图 1 所示。基站既作为远程监控中心与无线投票表决器设备通信的枢纽, 并且还作为无线

投票表决器网络中的协调器, 维护和管理整个无线网络。基站收集各投票表决器的投票情况, 接受远程监控中心的指令和定时访问。

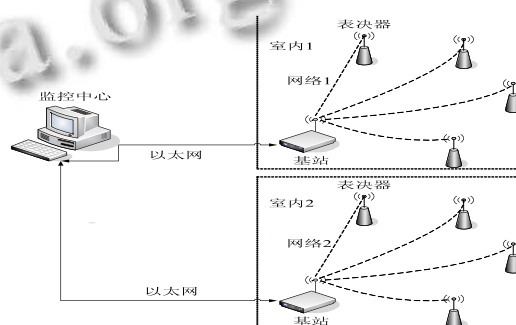


图 1 无线投票表决器系统整体结构

## 3 硬件设计

基站硬件结构如图 2 所示, 由 ARM7 处理器

①收稿时间:2011-03-12;收到修改稿时间:2011-04-19

AT91SAM7X256、无线模块、以太网模块，存储模块，电源模块，和显示模块组成。

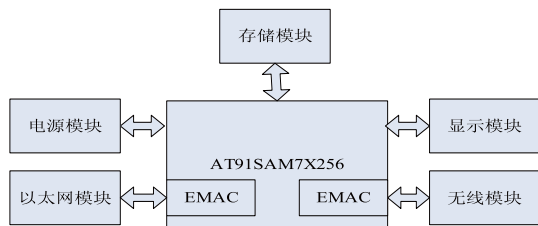


图 2 硬件整体结构

其中 AT91SAM7X256 作为整个基站的主控芯片，由 Atmel 公司出品，它集成了 ARM7TDMI 处理器，片内 256KB Flash 和 64KB SRAM,还包括了 USART、SPI、CAN 控制器、Ethernet 网口等外围设备。

无线模块采用 CC2520 芯片。CC2520 是由 TI 公司推出的第二代基于 Zigbee/IEEE802.15.4 协议的收发芯片。丰富的硬件支持帧处理，数据缓存，数据加密，CCA 等操作。CC2520 通过 SPI 接口与 AT91SAM7X256 实现通信。AT91SAM7X256 分别通过/CSN 引脚和 VREG\_EN 引脚对 CC2520 进行片选和使能，GPIO4 引脚为 AT91SAM7X256 提供接收数据帧起始信号和发送数据帧结束信号。

以太网模块采用 DM9161 芯片，DM9161 是 Davicom 公司推出的能实现全部 10M/100M 以太网物理功能的低功耗高性能物理层收发器。

#### 4 软件设计

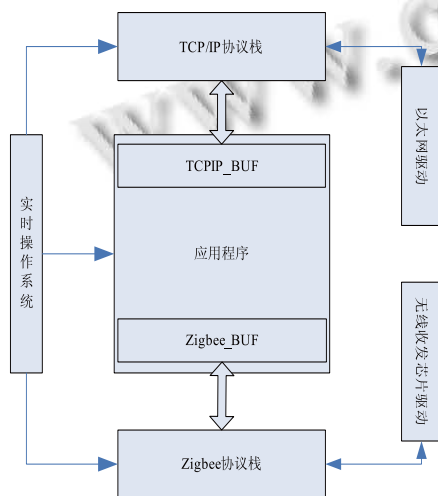


图 3 软件整体结构

软件整体结构框图如图 3 所示。本基站采用  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统，并在此操作系统上完成基于 TCP/IP 协议的 LwIP 协议栈和基于 Zigbee 协议的 msstatePAN 协议栈的移植，以及以太网网卡驱动程序，无线收发芯片驱动程序，应用程序的编写工作<sup>[3,4]</sup>。下面将详细对驱动程序和应用程序进行详细的说明。

##### 4.1 以太网网卡驱动

由 EMAC\_INIT()函数完成对 EMAC 的初始化设置，其中包括对 EMAC 操作模式、MII 接口和 PHY 进行配置，设置发送和接收缓冲区描述符<sup>[5]</sup>。MII 接口是 IEEE-802.3 定义的以太网行业标准，用于 Fast Ethernet MAC-block 与各种类型的 PHY 连接<sup>[6]</sup>。它包括一个数据接口，以及一个 MAC 和 PHY 之间的管理接口。在 PHY 上电后，先对 DM9161 进行一次软件复位操作，待软件复位结束后使 EMAC 和 PHY 各自进行初始化设置，并使能 EMAC 和 PHY 接口，然后实现自动协商过程，在自动协商过程中，依靠 MDIO 接口是 EMAC 和 PHY 进行通讯，使二者配置成相同的速度和双工模式。最后设置 EMAC 地址并完成接收和发送缓冲区标识符的初始化工作，使得每个描述符指向正确的缓冲地址并将描述符首地址写入队列指针寄存器。EMAC 的数据包读取和数据包传送分别由 EMACReadPacke()和 EMACSendPacket()函数来完成，其中为了保证获得正确的数据包读取位置在读取数据包之前必需先调用 GetInputPacketLen()函数获得数据包的长度。

##### 4.2 Zigbee 收发芯片 CC2520 驱动

由初始化模块，数据发送模块和数据接收模块组成。通过初始化模块对 CC2520 进行初始化配置。其中包括对 CC2520 进行启动，设置网络频道号，发射功率，自动 CRC 校验，将 GPIO4 管脚配置成用来接收 SFD 帧起始信号。

发射模块完成数据的发送任务。下面程序为数据发送过程。

```
void halRfSendPacket(BYTE *txBuffer, uint8 size)
{
    // 清除发射缓冲区 CC2520_INS_STROBE
    (CC2520_INS_SFLUSHTX);halRfWriteTxBuf(txBuffer,
    size); //写发送缓冲区
    CC2520_INS_STROBE(CC2520_INS_STXON);//
    进入发送状态
```

```

while(!((AT91C_BASE_PIOA->PIO_PDSR)&AT91C_PIO_PA29));//判断 cc2520 的 GPIO4
while((AT91C_BASE_PIOA->PIO_PDSR)&AT91C_PIO_PA29);//等待数据包发送完毕
CC2520_INS_STROBE(CC2520_INS_SRFOFF);
for(i=10;i>0;i--);//适当等待
CC2520_MEMWR8(CC2520_EXCFLAG0,0x00);
CC2520_MEMWR8(CC2520_EXCFLAG1,0x00);//清除 SFD 标志位
CC2520_INS_STROBE(CC2520_INS_SFLUSHRX);
for(i=10;i>0;i--);
CC2520_INS_STROBE(CC2520_INS_SFLUSHRX);
CC2520_MEMWR8(CC2520_GPIOCTRL4,CC2520_0_GPIO_SFD);
CC2520_INS_STROBE(CC2520_INS_SRFOFF);
//进入空闲状态
}

```

先清除发送缓冲区，再将待发数据包写入发送缓冲区内并进入待发状态，然后根据 GPIO4 管脚信号判断数据是否发送完毕，若未发送完毕继续等待，若发送完毕清除 SFD 标志位，最后使 CC2520 进入空闲状态。

接收模块完成数据的接收任务。当检测到 CC2520 的 GPIO4 管脚的 SFD 信号后，产生中断，进入到接收中断服务程序。接收中断服务程序与发送程序类似，这里不再一一列出。

### 4.3 应用层

主要实现：1.以太网和 Zigbee 网络的建立。2.接受远程监控中心的访问和各项指令。3.维护并管理整个 Zigbee 网络。4.接收来自 Zigbee 网络中的各投票表决器的投票数据帧。程序流程图如图 4 所示。

首先建立以太网络，完成与上位机的连接后，上位机向基站发出建立无线投票表决器网络的基础信息帧。基站根据基础信息帧中指定的频段，PAN 号，发射功率等参数建立 Zigbee 网络。各无线表决器申请加入该网络，成功加入后将会获得由基站（Zigbee 网络中的协调器）分配的一个 16 位动态网络短地址。并同时提示用户表决器通信正常。否则提示通信失败。在设定时限内，基站统计成功加入该网络的投票表决

器数目，并向上位机发送统计结果。屏蔽此后所有申请加入该网络的投票表决器设备直到基站收到上位机更新网络的命令。上位机收到参与该阶段的投票表决器总数若大于设定的最低人数时，则向基站发送投票信息帧。若参与该阶段的投票表决器总数若小于设定的最低人数时上位机则向基站发送延长等待投票表决器加入网络的时限指令。若再次超过时限仍未达到指定人数则提示该阶段投票无效。投票信息帧中包括本阶段投票的投票格式，投票类型等内容。基站收到投票信息帧后并向整个 Zigbee 网络进行广播，此时投票开始进行。Zigbee 网络中的各投票表决器根据收到的投票信息帧，将提示用户进行相应的投票操作。用户完成投票操作后，投票表决器将投票数据帧发送给基站，基站将投票数据帧存入到 Zigbee\_BUF 数据缓冲区中，并向投票表决器发送回复帧，向用户指示成功发送。然后收回该投票表决器的网络短地址，使其脱离该网络，防止用户进行二次投票。

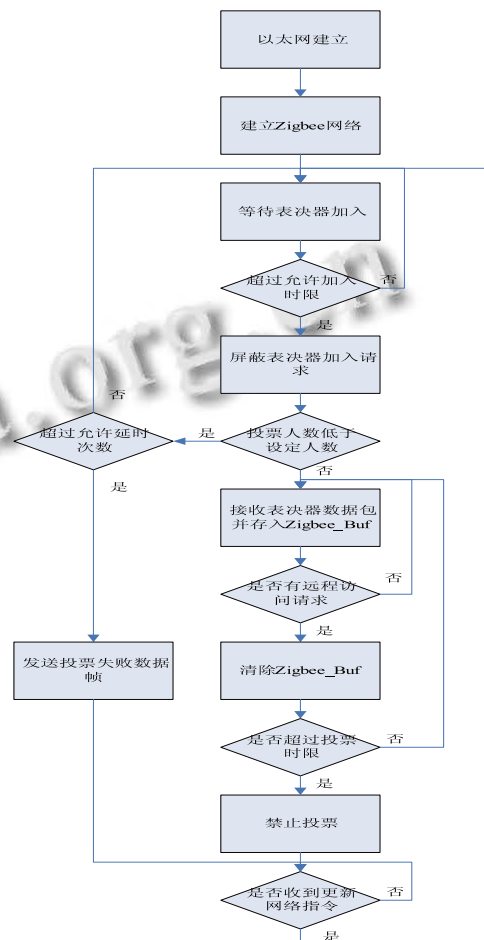


图 4 应用程序

上位机定时向基站进行访问，基站收到访问请求后向上位机传输数据缓冲区内容。上位机收到后返回信息确认帧。基站接收到上位机的信息确认帧之后清除数据缓冲区内容。基站在规定投票时限内，收回所有网络短地址，使本次加入该网络的投票表决器全部脱离，停止用户进行投票。

完成该阶段投票过程后，进入新阶段投票时，上位机向基站发送更新网络命令。此时，基站重新允许投票表决器加入该网络。开始新一轮的投票过程。

#### 4.4 实现结果

基站完成了联调工作。成功的实现了本文介绍的全部功能。图 5 为频谱仪监测基站与无线投票表决器进行通信时的数据传输情况。

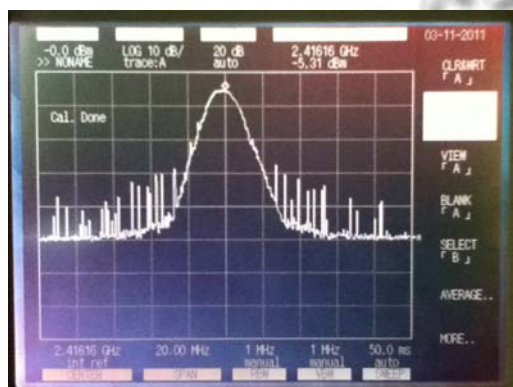


图 5 远程监控中心上位机监控软件

## 5 结论

本文设计的基站实现了以太网和 Zigbee 网络的连接，为 Zigbee 网络实现远程监控提供了一些思路。该基站已投入市场，并取得良好的经济效益。如何在功耗和传输速度上提高基站的性能以及设计出能与现行的多种协议互联的基站是我们今后研究的重点。

### 参考文献

- 1 Wang WD, Zou YX, Shi GY, Zhu YS. A web service based gateway architecture for wireless sensor networks. 11th International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT 2009,1(2):1160-1163.
- 2 Lin SZ, Liu JY, Fang YJ. ZigBee Based Wireless Sensor Networks and Its Applications in Industrial. IEEE International Conference on Automation and Logistics, 2007. 1979-1983.
- 3 李鸿强,苗长云.LwIP 移植到 uC/OS-II 中的实现天津工业大学学报,2006,25(4):38-40.
- 4 窦文.信任敏感的 P2P 拓扑构造及其相关技术研究[博士学位论文].长沙:国防科学技术大学,2000.
- 5 徐皓冬,王宏,杨志家.基于以太网的工业控制网络.信息与控制,2009,29(2):182-186.
- 6 Labrosse JJ.嵌入式实习操作系统 uC/OS-II.第 2 版.北京:北京航空航天大学出版社,2003.50-70.

(上接第 216 页)

- 1 术,2006,15(2):44-46.
- 2 安剑奇,廖丽清,温兴清.高速双端口共享存储器 IDT7025 及其应用.电子工艺技术,2006,27(5):291-293.
- 3 葛宝珊,李波,姚春连,等.基于 DSP 的视频编码器的设计与实现.计算机工程与设计,2003,1:36-38.
- 4 郭耀辉,胡波,赵建章,等.基于 TMS320C6211 的实时视频编码器.电视技术,2002,6:80-82,88.

- 5 唐朝云,孙丹,盛焕焯.基于 Linux 的嵌入式数字监控系统的设计和实现.计算机工程,2003,6:152-154.
- 6 Rubini A.Linux 设备驱动程序.第 2 版.魏永明,等译.北京:中国电力出版社,2002.410-422.
- 7 送任扩.嵌入式雷达视频数据采集系统设计[硕士学位论文].西安:西安电子科技大学,2009.