

嵌入式无线局域网设备的设计与实现

黄学雷 陈祖爵

1 嵌入式系统简介

嵌入式系统是指以计算机技术为基础、以应用为中心、软件硬件可裁剪,功能、可靠性、功耗、体积、成本有着严格要求的专用计算机系统。追求“短、小、轻、薄,省电、快、成本低”的目标。嵌入式系统设备已广泛应用于制造工业、过程控制、仪器仪表、军事装备、消费类产品等领域。嵌入式系统由软硬件组成,一般分为五个部分:处理器、存储器、输入输出、操作系统和应用软件。如图 1 所示:

嵌入式系统最初的应用是基于单片机的,它只是使用 8 位的芯片执行一些简单的单进程的程序,没有多进程的任务调度,还谈不上系统。随着 16/32 位嵌入式微处理器的出现,嵌入式系统开始引入嵌入式操作系统,从而使得应用开发人员从小范围的开发中解放出来,也使嵌入式有了更广阔的应用空间。比较著名的嵌入式操作系统有 ISI 的 pSOS、WindRiver 的 VxWorks、QNX 的 QNX、微软的 WinCE、以及源代码开放的 Linux 和 uC/os 等。

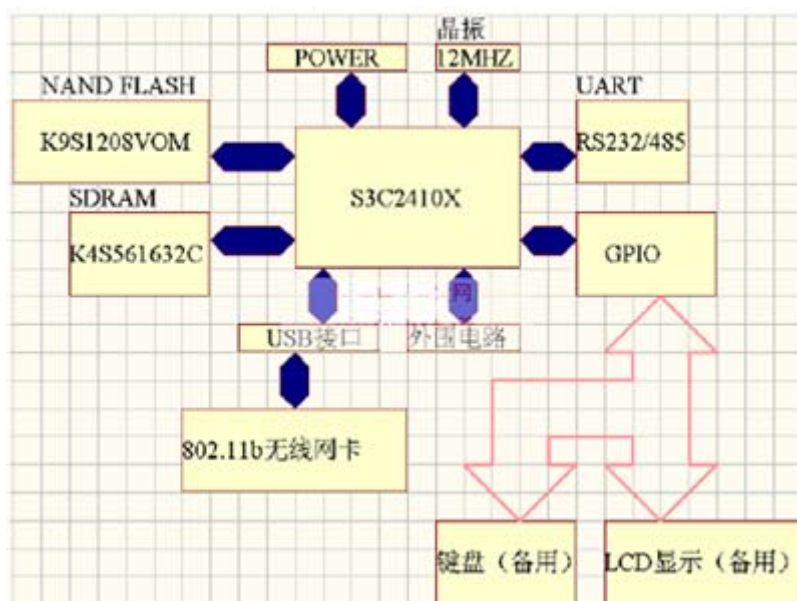


图 1：嵌入式系统组成结构图

2 无线局域网概述

无线局域网(Wireless Local Area Network ,WLAN)属于一种短距离无线通信技术,是现代计算机网络与无线通信技术相结合的产物。通过无线射频(RF)或红外(Infra Red ,IR)技术在空中传输数据、语音和视频信号等。无线局域网可在一些特殊的应用环境中弥补依靠线缆或光缆构成的有线以太网的不足,实现网络的延伸。

无线局域网标准的物理层定义了两种射频传输方式和一种红外传输方式。RF 方式使用的频段有三个:L 频段(902MHz~928MHz)、S 频段(2.4GHz~2.4835GHz)、C 频段(5.725GHz~5.85GHz)。一般使用 S 频段,该频段被叫做 ISM(Industry Science Medical)频段即工业科学医疗频段,ISM 频段不受美国联邦通信委员会(FCC)的限制,属于工业自由辐射频段。工作在此频段的无线局域网有直接序列扩频(Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS)和跳频扩频(Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS)两种扩频方法。

1997 年 6 月, IEEE 通过了无线局域网的标准,即 802.11 标准。IEEE 802.11 无线局域网标准的制定是无线网络技术发展中的一个里程碑,标准主要是对网络的物理层(PHY)和媒质访问控制层(MAC)进行了规定,其中对 MAC 层的规定是重点。

802.11 速率最高只能达到 2Mbps,不能满足人们的需要, IEEE 小组又推出了 802.11b 标准。IEEE802.11b 工作在 2.4GHz 频段,采用直接序列扩频 DSSS 技术和补偿码键控 CCK 调制方式,可提供 11Mb/s、5.5Mb/s、2Mb/s、1Mb/s 多种速率,且在 2Mb/s、1Mb/s 速率时与 IEEE802.11 兼容。802.11b 是目前技术最成熟且使用最多的无线局域网标准。本文采用的就是 IEEE-802.11b 无线网卡。

目前,人们对无线局域网技术的应用仅局限在 PC 机和笔记本,且一般用于热点(Hot Spot)分布地区。而嵌入式系统整合无线局域网技术实现无线通信和数据传输将成为今后应用的热点。例如无线数字机顶盒、计算机、无线网关和家用电器等可构成家庭无线局域网,同时经过 AP、无线路由器或无线网桥可以连接到 Internet;无线仪表进行数据采集和无线传输;无线仪器设备在工作现场布置自组织网络(Ad Hoc 网络)相互进行信息传递、远程无线监控,减少布线的麻烦和不便,将极大地提高工业生产效率,方便人们的生活。

3 嵌入式无线局域网模块的硬件设计

本文以三星 S3C2410X 为嵌入式微处理器,结合无线局域网技术,设计了一款嵌入式无线局域网设备,实现数据采集和无线传输。设备硬件结构图如图 2 所示。

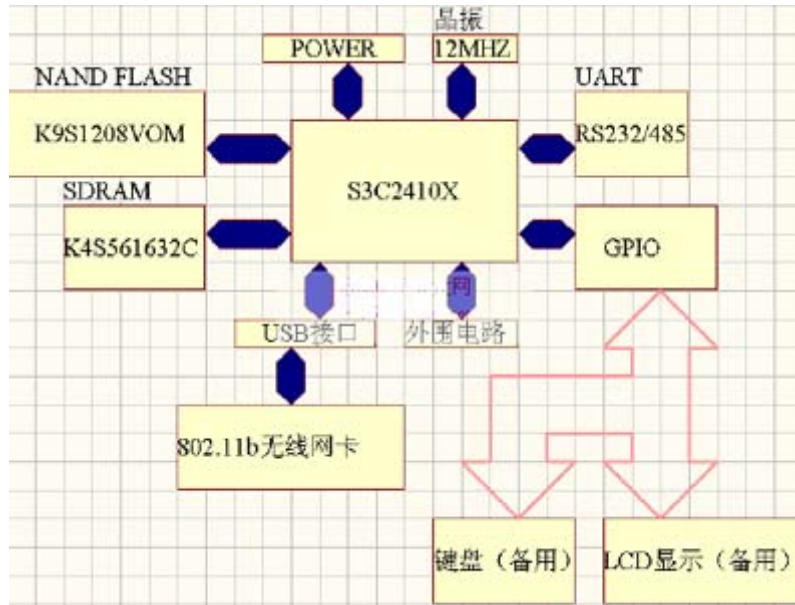


图 2: 系统硬件结构图

NAND FLASH 用于存放启动程序、操作系统、TCP/IP 协议栈、驱动程序和相关应用程序。S3C2410X 支持 NAND FLASH Boot Loader, 系统上电后, S3C2410X 通过内置的 NAND FLASH CONTROLLER 将 NAND FLASH 中的启动代码加载到其内部叫“Steppingstone”的 4KB SRAM buffer 执行启动任务, 而不需要经过外部的 SDRAM 进行系统启动, 从而加快整个系统的启动过程。等启动完成后, 运行操作系统, 这时的代码以及后来的应用程序都在外部的 SDRAM 执行。操作系统启动完成后, 就可以执行设计的应用程序, 通过 RS232/485 接口进行数据采集, 再通过 802.11b 无线网卡将数据传输出去。S3C2410X 的所有 GPIO 都被引出来, 以备将来系统功能的扩展。

S3C2410X 是一款基于 ARM920T 内核的 16/32 位 RISC 嵌入式微处理器, 该处理器是为手持设备以及高性价比、低功耗微控制器而设计的。它采用了一种叫做 AMBA (Advanced Microcontroller Bus Architecture) 的新总线架构。S3C2410X 内部的主要资源有内存管理单元 MMU、系统管理器、各为 16KB 的指令和数据缓存、LCD 控制器 (STN& TFT)、NAND FLASH Boot Loader、3 通道 UART、4 通道 DMA、4 个 PWM 时钟、1 个内部时钟、8 通道 10 为 ADC、触摸屏接口、多媒体卡接口、I2C 和 I2S 总线接口、2 个 USB 主机接口、1 个 USB 设备接口、SD 主接口、2SPI 接口、PLL 时钟发生器以及通用 I/O 端口等。

S3C2410X 内部包含一个叫 MMU 的内存管理单元, 可以实现虚拟存储空间到物理存储空间的映射。通常嵌入式系统的程序存放在 ROM/FLASH 中, 系统断电后程序能够得到保存, 但 ROM/FLASH 与 SDRAM 相比, 速度要慢的多, 而且嵌入式系统中通常把异常中断向量表存放在 RAM 中, 利用内存映射机构可以解决这种需要。

NAND FLASH 采用三星公司 64MB 的 K9S1208VOM。它可进行 10 万次的编程/擦除, 数据保存长达 10 年, 被用来装载操作系统镜像和大容量的数据。

SDRAM 是用来运行操作系统和存储程序运行过程中所需要的数据,采用三星公司的 K4S561632C,它是 4M*16bit*4bank 的同步 DRAM,容量为 32MB。用两片 K4S561632C 实现位扩展,使数据总线宽度为 32bit。

S3C2410X 自带 USB 主从接口,不需要专门的 USB 芯片支持,只要对其安装驱动程序即可进行 USB 传输数据。

4 软件系统设计

软件系统主要包括操作系统、TCP/IP 协议的移植、驱动程序的安装以及用户应用程序的编写等。

S3C2410X 集成了内存管理单元,因而可以实现嵌入式操作系统中更多的功能。在本文中采用 Linux 作为嵌入式操作系统。

Linux 是从 UNIX 发展而来,继承了 UNIX 大多数的优点且弥补其不适合在 PC 机上运行的缺点,Linux 公开的内核源代码使得它成为目前最流行的操作系统。

Linux 是真正的多用户、多任务、多平台操作系统,可运行于许多硬件平台,具有内置安全措施的分层的文件系统,支持多达 32 种文件系统,支持大量的外部设备。

定制操作系统的步骤如下: (1) 编写板基支持包 BSP; (2) 裁剪和配置操作系统的各个部件,并修改相应的配置文件; (3) 编译 Kernel、组件和 BSP,生成操作系统镜像文件; (4) 将镜像文件下载到目标板上,进行调试。

将操作系统下载到目标板上有如下几种方法: 通过 BDM 或 JTAG 接口下载、USB 下载、网络接口下载和串口下载等。后面几种方法都要先通过 JTAG 接口将相应的监控程序下载到 Flash 中,然后 CPU 从 Flash 启动。

要在操作系统支持下实现 TCP/IP 协议,就需要进行任务划分,可以将 TCP/IP 的实现划分为 4 个任务来实现: ①IP 任务,主要用来解决 IP 分片的重组;②TCP 输入任务,主要用来处理接收到的 TCP 报文段;③TCP 输出任务,主要用来将要输出的数据打包、发送;④TCP 定时器任务,主要用来为各种时延事件(如重发事件)提供时钟。它们之间的关系可用图 3 来表示。

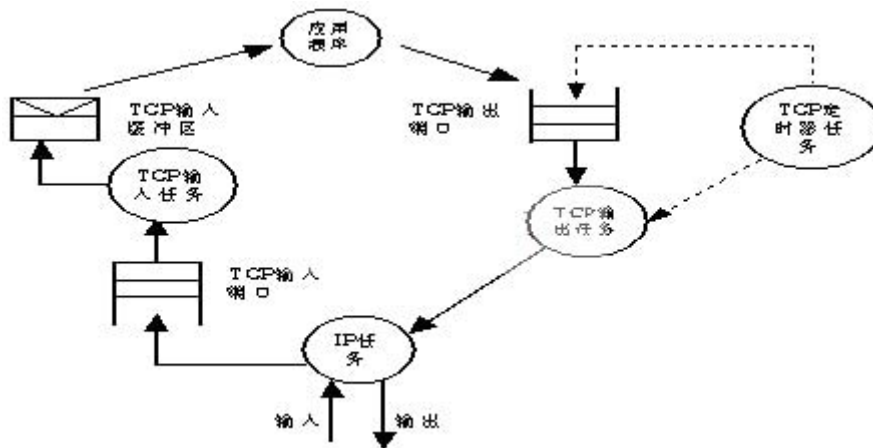


图 3 任务关系

USB 驱动程序设计采用 WDM(Winddows Drive Mode)。WDM 设备驱动程序提供了一个参考框架,大大降低了由 DDK 书写驱动程序带来的难度。

USB 驱动程序包含如下几个部分:

(1) 创建设备

创建设备函数带两个参数调用,一个参数是指向驱动程序对象的指针,另一个参数是指向物理设备对象的指针。

(2) 关闭设备

(3) 读取设备数据

当客户应用程序有读取设备数据的要求时,系统将此要求以 IRP_MJ_READ 的 IRP 形式传递给功能驱动程序,由设备的 D12Meter_Read 程序执行,然后再由 D12Meter_Read 指定 USB 总线驱动程序直接与设备实现信息交互。

(4) 对设备写入数据

当客户应用程序有写设备数据的要求时,系统将此要求以 IRP_MJ_WRITE 的 IRP 形式传递给功能驱动程序,并由 D12Meter_Write 执行,然后再由 D12Meter_Write 指定 USB 总线驱动程序直接与设备实现信息交互。

USB 驱动程序通过安装文件 (.inf 文件) 中 PID(产品识别号)和 VID (厂商识别号) 识别 USB 设备。

一旦操作系统装载完成后,就可以安装无线网卡的驱动程序和其他相应的应用程序。将无线网卡的驱动程序作为一个模块打包到操作系统中,可避免系统掉电后每次都要重装无线网卡驱动程序。

用户应用程序要针对具体的应用情况而定,一般都用 C 语言编写。

5 总结

嵌入式无线局域网设备可以用于有线网络无法延伸或难以安装、有可灵活移动和临时性使用等要求的场合。可以用于数据的采集和无线传输、可以用于嵌入式手持移动终端、可以用来构建家庭无线局域网,若加摄像头和图象处理芯片,还可以用于工业现场中的远程无线视频监控。