

# 智能家居基于 Cortex-M3/M0 的感知与控制子网设计

何铮<sup>1</sup>, 周娜<sup>2</sup>

(1. 海南政法职业学院, 海口 570203; 2. 海口经济学院)

**摘要:** 在物联网智能家居系统中, 将按功能分立的抄表网、环境网、电控网、安防网等分立子网, 融合成按信息流向的感知网、控制网。本文介绍了采用 NXP Cortex-M3/M0 系列 ARM 微处理器设计开发物联网智能家居系统的技术要点。

**关键词:** 智能家居; 感知网; Cortex-M3; Cortex-M0

**中图分类号:** TP368.2

**文献标识码:** A

## Sensing and Control Subnet Design of Smart Home Based on Cortex-M3/M0

He Zheng<sup>1</sup>, Zhou Na<sup>2</sup>

(1. Hainan Vocational College of Political Science and Law, Haikou 570203, China; 2. Haikou College of Economics)

**Abstract:** In the smart home system, the discrete sub networks such as meter reading network, environment network, electronic control network and security network which classified by function are fused into sensor network and control network according to the information flow. This paper introduces technical points about how to use NXP microprocessor that based on ARM Cortex-M3/M0 series to design and develop the smart home system.

**Key words:** smart home; sensor network; Cortex-M3; Cortex-M0

## 引言

在真正的物联网智能家居系统中, 不应当再按功能划分为各个独立的抄表网、环境网、电控网、安防网等, 而只是按传输接口形式和信息流的走向, 融合为感知/控制子网。对于具有多主竞争总线接口的模块(如 CAN、ZigBee 等), 融合为感知/控制子网; 而对众多仅具单主总线的 RS-485 模块, 则按信息流的流向, 融合成循环检测的感知子网和点控的控制子网。NXP Cortex-M3/M0 系列 ARM 微处理器的优异性能, 低廉的价格为这样的设计开发提供了良好的条件。

## 1 系统体系结构

物联网智能家居系统如图 1 所示, 它实际上是一个分布式测控系统。

它的上层管理网是以太网, 用于在广阔的互联网范围内信息共享, 其上连接有各种管理、存储及远程控制设备。

它的下层, 不再以功能(环境、抄表、安防、电控等)切割分块, 而是按信息流走向整合形成感知/控制网。感知网以多主或轮询的方式向上传送信息, 而控制网则可采用一主多从方式向下传送控制命令。

在感知/测控网中, 按媒体连接型式则有 RS-485 总线网、CAN 总线网、ZigBee 总线网、WiFi 总线网等。

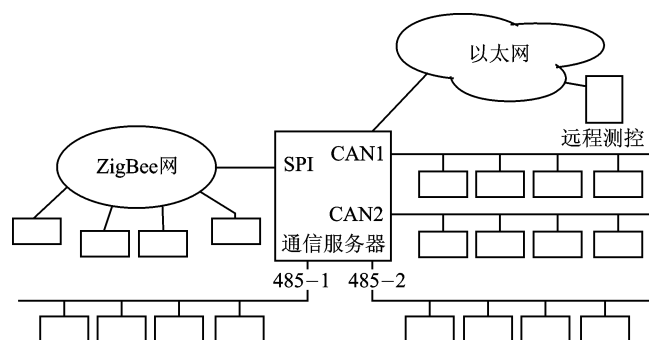


图 1 物联网智能家居系统

连接上、下层的是多个嵌入式通信服务器。通信服务器是智能家居中的核心模块, 它在整个智能家居系统中不仅起到了上下信息传递的作用, 而且进行数据融合、分类以及安全管理, 是感知网的管理主机。

## 2 嵌入式通信服务器

嵌入式通信服务器是智能家居中的核心模块, 选用的是 NXP 公司 Cortex-M3 系列中的 LPC1768 处理器。LPC1768 处理器是一个低功耗, 具有强大功能的 32 位 ARM 芯片。

LPC1768 单片机内部包含有一个功能齐全的 10/100 Mbps 以太网 RMII 接口控制器,它可以通过 RMII 接口(通常简化为媒体独立接口 MII)外接一个物理接口收发器(PHY),再接上网络变压器和 RJ-45 接口,就组成了一个完整的以太网通信接口,如图 2 所示。

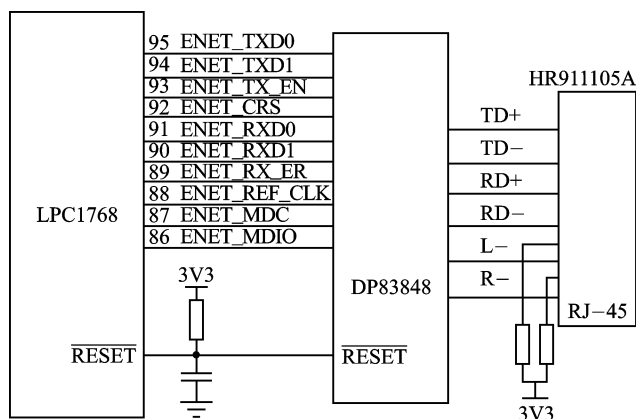


图 2 以太网接口电路

PHY 芯片选用美国国家半导体公司的 DP83848,这是 10/100 Mbps 单路物理层器件功能,用于为 LPC1768 芯片提供物理层接口。

以太网 MAC,通过 RMII 接口与片外 PHY 相连。如图 2 所示,LPC1768 的以太网模块使用 RMII(简化 MII 的媒体独立接口)来连接外部 PHY 芯片(DP83848)。其中有 8 根 RMII 的串行数据总线,还有 2 根 MIIM(媒体独立接口管理)接口管理控制线,从而实现与片外以太网 PHY 之间的连接。DP83848 的复位信号可以共用 LPC1768 的复位信号。

以太网 RMII 的引脚信号如下:

- ① ENET\_TX\_EN 为输出发送数据使能;
- ② ENET\_TXD[1:0]为输出发送数据,2 位;
- ③ ENET\_RXD[1:0]为输入接收数据,2 位;
- ④ ENET\_RX\_ER 为输入接收错误;
- ⑤ ENET\_CRS 为输入载波侦听/数据有效;
- ⑥ ENET\_REF\_CLK/ENET\_RX\_CLK 为输入参考时钟用于外部 PHY 的媒体独立接口管理(MIIM)的信号;
- ⑦ ENET\_MDC 为输出 MIIM 时钟;
- ⑧ ENET\_MDIO 为输入/输出 MI 数据输入和输出。

DB83848 通过 TD+、TD-、RD+、RD- 经隔离变压器、RJ-45 口输出,L-、R-驱动 LED,指示输入、输出状态。

### 3 CAN 接口及 CAN 感知网

在智能家居中采用 CAN 感知/控制子网,这里面有 CAN-以太网网关、CAN 路由器、CAN 感知/控制模块。由于 CAN-以太网网关和 CAN 路由器需要以太网控制器

(MAC)和 2 个 CAN 控制器,所以 CAN-以太网网关、CAN 路由器均由 Cortex-M3 的 LPC1768 来承担,而 CAN 感知/控制模块则由 Cortex-M0 的 LPC11C12/24 来承担。

#### 3.1 CAN-以太网网关、CAN 路由器

如图 3 所示,LPC1768 内部集成有 CAN 控制器,外接 CAN 收发器就构成了嵌入式通信服务器的 CAN 通信接口,所以能很方便地构成以太-CAN 网关。又由于 LPC1768 内部集成有 2 个 CAN 控制器,因而它支持 2 个 CAN 子网,能很方便地构成 CAN 路由器。

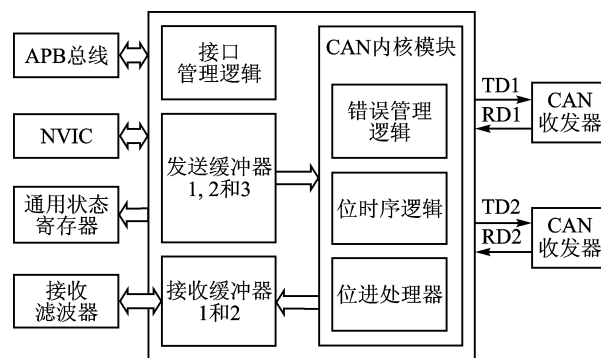


图 3 LPC1768 的 CAN 控制器

LPC1768 的 CAN 控制器支持控制局域网(CAN),提供了一个完整的 CAN 协议(遵循 CAN 规范 V2.0B)实现方案,因而它能很方便地兼容/混用过去的 SJA1000 CAN 系统。

#### 3.2 CAN 总线感知/控制模块

CAN 感知/控制模块均选用基于 Cortex-M0 的 LPC11C14/24。LPC11C14 内部集成有一个 CAN 控制器,而 LPC11C24 是在 LPC11C14 的基础上集成了一个 CAN 收发器 TJF1051。采用 LPC11C14/24 比过去采用 51 单片机 + TJF1050 + SJA1000 方式,不仅性能大大提高,而且占用 PCB 板面积大大减小,芯片材料成本减少了 40%。

新旧系统混用最好都采用同样的 CAN 收发器。由于原 CAN 系统中 CAN 收发器芯片采用的是 TJF1050,而 TJF1051 是与 TJF1050 高度兼容,因而以 LPC11C14/24 构成的 CAN 模块和采用 51 单片机 + TJF1050 + SJA1000 的 CAN 模块高度兼容/混用。

### 4 RS-485 接口及 RS-485 感知网

在原智能家居系统中有不少的感知网采用 RS-485 总线,而且采用的是 80C51 系列的 9 位多机通信方式。在新系统中选用 Cortex-M0/M3 后,也完全可兼容/混用原系统。LPC11C14 的 CAN 接口如图 4 所示。

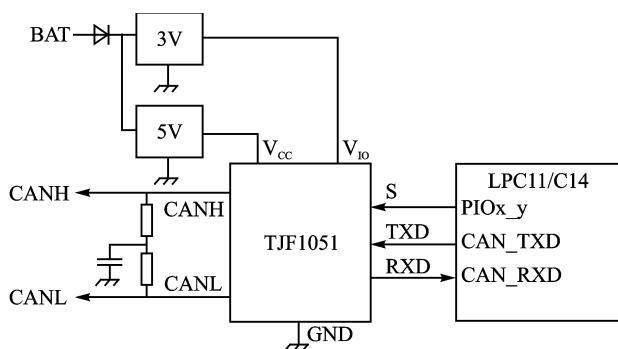


图4 LPC11C14的CAN接口

#### 4.1 LPC812M101FDH20的感知/控制网从机模块

LPC812M101FDH20 是 NXP Cortex-M0 系列中的 20 引脚廉价芯片,它有 16K 闪存、4K SRAM 和 3 个串口。如图 5 所示,LPC812M101FDH20 通过开关矩阵分配引脚充当 U0/U2/U3\_TXD、U1/U2/U3\_RXD、U1/U2/U3\_RTS,连接 MAX485 即构成了 RS-485 通信接口。在软件中,通过 CFG 配置寄存器的第 3、2 位设置成 10(9 位通信模式),这就成了兼容于 MCS-51 的多机通信方式(即可进行软件地址检测和收发器方向控制的 RS-485 通信)。

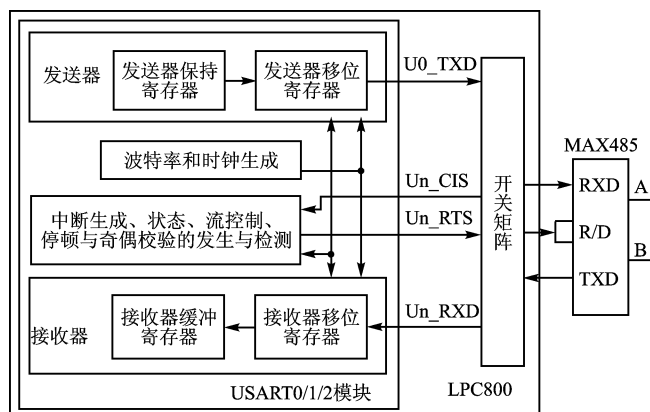


图5 LPC812M101FDH20的RS-485接口

由于 LPC800 系列微处理器串口的 9 位通信方式中的第 9 位仅能进行奇偶校验设置,不能人为设置 1/0(地址/数据),所以它只能在 RS-485 感知/控制网中充当从机。

在充当从机使用中,先要将 USART CTRL 寄存器第 2 位(ADDRDET 使能地址检测模式)设置为 1,这时仅对主机发来的地址数据,产生一个接收数据中断。软件随后便检查接收地址数据,判断是否是本机地址。如果是,则软件会清零 ADDRDET 位,所有后续输入数据均会被正常接收处理。在一次轮询应答响应完后,再将 USART CTRL 寄存器第 2 位(ADDRDET 使能地址检测模式)设置为 1,等待下次轮询本机。

LPC800 的串口由于在设置波特率时,还可使用小数分频器,使其在各种晶振下均能获得精准波特率;同时,它

采用 3 次采样接收,接收数据是 3 个样本“投票”中的 2 个,当有 1 个样本与其他不同时,会将 USART 状态寄存器第“15”位设置状态标志(接收噪声中断标志),从而大大降低了误码率。

#### 4.2 LPC1768 的感知/控制网主机模块

RS-485 感知/控制网中的主机通常都是嵌入式通信服务器,所以选用 Cortex-M3 系列中的 LPC1768 作为感知/控制网中的主机。LPC1768 虽有 4 个串口,但只有 UART1 具有 RS-485 模式。在这个模式中有 3 个专门用于 RS-485 通信的寄存器(控制寄存器、地址匹配寄存器、延时值寄存器)。

作为主机在轮询发送时,首先要将 LPC1768 的 U1LCR 线控制寄存器的 1、0 位设置成 11(8 位字符长度,相当于 MCS-51 的 9 位数据长度含 TB8/RB8 的通信);再视所发送的是轮询从机的地址还是数据,将 U1LCR 线控制寄存器第 5、4 位设成 10(将第 9 奇偶校验位强制为 1 地址),或设成 11(将第 9 奇偶校验位强制为 0 数据)。

作为主机在接收时,不再需要对自身地址匹配,所有的数据都必须接收。

通过 U1RS485DLY 延时值寄存器,可设置发送完最后一个停止位(移出 TXFIFO)和 DTR 转为接收信号之间的延时(0~255 个波特率时钟周期)。

#### 5 ZigBee 及 WiFi 接口

通过 SPI 接口,接入 CC2530 就构成了 ZigBee 接口。通过 SPI 接口,接入 WiSmart EC32L12 模块就构成了 WiFi 接口。

#### 结 语

采用 NXP Cortex-M3/M0 系列微处理器开发物联网智能家居系统,有以下几点优点:

- ① 新系统的感知/控制网是 32 位系统,性能得到了极大地提高;
- ② Cortex-M3/M0 系列 ARM 微处理器中都有一定的 ROM API 库,加快了开发速度,也减少了开发成本。
- ③ 集成度高,并有开关矩阵定义引脚,从而大大提高了硬件的适应性。
- ④ 智能家居 24 小时工作不断电,Cortex-M3/M0 微处理器超低功耗设计,使新系统的待机功耗仅为旧系统的 20%。

#### 参考文献

- [1] 广州周立功单片机发展有限公司. LPC1700 系列微控制器用户手册,2010.
- [2] 广州周立功单片机发展有限公司. LPC11X/LPC11CX User manual,2012.
- [3] 广州周立功单片机发展有限公司. LPC800 系列微控制器用户手册,2013.

(责任编辑:杨迪娜 收稿日期:2014-07-07)