

基于扩频载波技术的 CEBus 电力线通讯模块

郭 锐 吴明光 张玉润 浙江大学系统工程研究所(310027)

Abstract

Power line communication has been one of the most important fields of the Home Network application, Spread Spectrum Communication technology has great anti-jamming ability, so it is a better way applied in it. The paper outlines the methods of SSC technology and SSC P300 integrate chip manufactured by Intellon., and combining the CEBus protocol, examples and results of the power line carrier wave communication applied in information electronic device were described.

Keywords: power line, carrier wave, spread spectrum communication, CEBus SSC-P300

摘 要

电力线通信是家庭网络应用的重要方向之一,扩频载波通信(SSC)具有很强的抗干扰能力,是应用于电力线通信的较好的通信技术。本文介绍了 SSC 技术及 Intellon 公司 SSC P300 集成芯片,并结合 CEBus 协议,描述了电力线载波通讯在信息家电中的应用实例。

关键词: 电力线,载波,扩频技术,CEBus SSC-P300

在楼宇和家庭智能化中,利用现有的电力线(PL)进行信息传输,无需额外的通讯电缆,可以节约大量的人力、物力和财力。但由于电流会产生影响数据传输的噪音,因而难以实现高速通信。近年来,扩频通信技术显示了很强的抗干扰能力,又可实现码分多址,是应用

于电力线通信的较好的通信技术^[1]。由于其在电力线上通信速度快且可靠性高,扩频载波通信技术 SSC (Spread Spectrum Communication) 应用于电力线通信得到了较为广泛的支持^[2]。

1 扩频载波技术和 CEBus 总线

(接上页)

业务逻辑模块如何在 Client 和 Server 端进行分布,这正是提高 MIS 系统性能的关键所在。在本系统设计中有所不同的是, FAXMIS 系统采用注册表技术,客户端与服务器端注册表之间是通过数据流的形式进行通信的,基于软件的价格考虑,避免使用了 RDBMS,在数据量相对不多的情况下系统性能比较稳定,由于注册表的局限性必然以限制数据量为代价。

(3)数据流技术

该系统客户端与服务器端之间的握手采用流数据传输的形式;在 Delphi 5 中提供了 TNMStrm 和 TNMStrmServ 类来处理流数据的传输, TNMStrm 组件用于在 Internet 或 Intranet 上发送流数据到流数据 server 上, TNMStrmServ 组件用于接收来自 TNMStrm 发送的流数据;本系统 Client/Server 之间的握手主要包括用户管理、发送和接收传真传真校验、传真方式判定等,下面仅列出部分握手情况如下:

客户端	服务器
用户登录:	返回客户端登录是否成功信息:
sfrom: LOGIN ip+用户名	sfrom: REPLY error,succs
stream: PASWD	stream: USER
校验有无新传真	返回客户端有无新传真信息:
sfrom: IFNEW ip+用户名	sfrom: NEWLY exist,donot
stream:EMPTY	stream: EMPTY
发出发送新传真文件请求	准备接收客户端传真文件:

sfrom: FSEND ip+用户名	sfrom: BEGIN fname
stream:fname	stream: EMPTY
发出取服务器传真方式默认请求	返回服务器传真方式
sfrom: FMODE ip+用户名	sfrom: RMODE smode
stream: EMPTY	stream: EMPTY
发出转发请求	响应转发请求:
sfrom: CTRANS ip+用户名(对方)	sfrom: STRAN error
stream: EMPTY	stream: EMPTY

(4)第三方组件技术

在 FAXMIS 系统中采用一些传真管理方面的第三方控件,这些控件在传真管理方面起着重要的作用,大大提高了工作效率。采用 TApdFaxDevice 控件驱动传真的打印, TApdRecieveFax 控件接收传真、 TApdSendFax 控件发送传真, TapdFaxViewer 控件用于传真的预览, Tapp 控件用于传真的处理, Traylcon 控件用于创建托盘程序等。

3 结束语

FAXMIS 系统尚有许多需要完善和改进的地方,下一步,我们将着力开发支持多层结构和 internet 技术的传真管理系统。

参考文献

- 1 Steve Teixeira Xvier Pacheco(美)著. Delphi5 开发人员指南.机械工业出版社,2000
- 2 窦万峰,张子瑜,编著. Delphi 5 网络编程.华中理工大学出版社,2000

[收稿日期:2002.10.11]

1.1 扩频载波通信

利用电力线作通信信道,其困难主要是多种不同类型的电源线对信号所显现的特性阻抗和衰减常数不一样,用电负载有不同的特性;电源线上除 50Hz 的交流电外,还有不同来源的多种电磁干扰;电源线作通信信道的特性,依据配电形态和使用电器的不同而不同。所以在复杂的电磁环境中传输数据,这将使信号出现明显的衰减和畸变,传统的单载波调制方法很难克服电力线恶劣的通信环境。

扩频载波通信技术 SSC 是将传送的信息数伪随机码调制,实现频谱扩展后再传输,接受端采用同样的编码进行调制及相关处理,恢复原始数据信息。因此,具有抗干扰、抗噪声、抗多径衰落、低功率谱密度工作、保密性高、可多址复用和任意选址、高精度测量等优点。从利用电磁波来看,SSC 用伪随机码把基带信号的频谱展宽,形成低功率谱密度信号发射,其工作方式基本有:直接序列扩频(direct sequence spread spectrum)、跳变频率(frequency hopping)、跳变时间(time hopping)、宽带线性调频(chirp modulation)等工作方式。

其中宽带线性调频方式中信号占用的频带宽度远远大于信息带宽,可以获得很大的处理增益。宽带线性调频利用一组扫描频率作为载体,如图 1 所示。

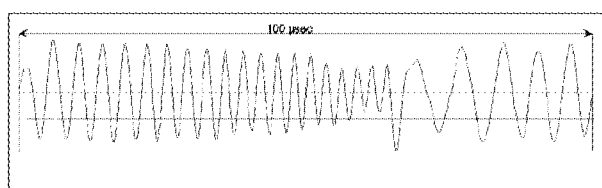


图 1 线性扫描 chirp 信号

该扫描频率是一系列短促的、可自同步的连续脉冲,又称作 chirps,每个 chirps 一般持续 100us,它代表了最基本的单位通信符号时间(UST)。它可通过不同的 UST 组合来实现数据传输,其最大速率为 10kbps。按照 CEBus 标准,这些信号频率覆盖了 100~400kHz 的带宽。在 Intellon 公司的 SSC P300 芯片中,扫描总是以 200kHz 的频率开始和结束,400kHz 和 100kHz 的频率总是在每一个 chirps 的中间,这样做的优点是便于进行扫描信号的谐波抑制,并使数据传输中位与位之间的过渡变得比较平滑。另外,此种 chirps 波形具有很强的独立性,所有连接在网络上的设备可以同时识别从网上任意设备发出的这种独特波形,而不需要在发送和接收设备间进行同步。

1.2 SSC P300 电力线接口控制器

Intellon 公司的 P300 电力线网络接口控制器是一个高度集成化的电力线收发器和信道存取接口,它适用于与 CEBus 兼容的产品。P300 提供了用于 EIA-600 标准信道存取和通讯服务的数据链路层控制逻辑,一个扩频载波的电力线收发器,信号调节电路和一

个与 SPI 兼容的主处理器接口。P300 与主处理器一起可用于构造与 CEBus 兼容的产品,并在各种低廉的电力线网络应用中,充当基本的通讯单元。

P300 的主要特性是:适用于与 CEBus 兼容的低价位产品;提供 EIA-600 标准中数据链路层服务;提供 EIA-600 标准中物理层的收发器;提供 SSC(扩频载波)PL(电力线)技术;提供 SPI(串行外围接口)的 host 接口;提供数据链路模式、控制和监控模式;需要一个 +5V 的电源;为 20 针的 SOIC 封装。

1.3 CEBus 总线协议

美国电子工业协会(Electronics Industry Association, EIA)联合其国际著名的成员厂商,在 1989 年制定出一套家庭自动化控制规格的初步草案并在 1992 年发布,命名为 CEBus(Consumer Electronic Bus),其目标是建立一个针对消费类电子产品的开放性协议,即:针对消费类电子产品开发一套通用的、廉价的、与制造厂家无关的通讯方法;允许消费者以一个非常小的代价实现在系统中加入新的家电产品;满足对家庭自动控制的需要;减少家庭中消费类设备功能的冗余。1997 年,CEBus 的 EIA-600 成为美国 ANSI 标准。

CEBus 采用了简化的 OSI 模型,分为物理层、数据链路层、网络层和应用层。物理层使用 7 种不同的媒介:电力线、双绞线、同轴电缆、射频广播和红外线,光纤和 AV 线。不同的媒介能满足不同设备对通讯量的要求。CEBus 是一个完全面向报文分组(packet)的对等网络,使用载波侦听多重访问和冲突检测与冲突分辨协议(CSMA/CD/CR)。符合 CEBus 规范的设备,可以相互之间无差错地收发信息。在 CEBus 中采用“公共应用语言”(Common Application Language),简称 CAL 语言。通过 CAL 语言,设备之间可以相互访问,可以知道一个设备所有的资源,工作状态,还可以控制这个设备。不同厂家的产品都能够理解 CAL 语言,从而可以相互控制或操作(interoperability)。CAL 语言定义了设备之间交换信息的语法,而另一个规范,HOMEPLNP“即插即用”规范应用这个语法组成统一的信息交换和控制命令。它定义了一些公共的信息格式。另外,为简化用户电器设备的安装,它提供设备安装工具,实现“即插即用”。CEBus 是一个相当完备的家庭自动化/家庭网络的标准。

2 电力线通讯模块硬件设计

基于 SSC P300 的通讯模块主要分为 3 个部分:主控器、P300 和电力线耦合。主控制器选用了 Philips 公司的 P89C51RD2, P89C51RD2 和 P300 之间采用 SPI 接口通讯,用模拟的 I2C 总线和串行 E2PROM 通讯。这样,中断口,串口和有足够的 IO 口可以用于实际设备的设计。

根据文献[3][4],使用 SSC P300 的 CEBus 典型

电力线节点如图 2 所示。

从 P300 输出的信号幅度小、驱动能力弱而且还有高次谐波,因此必须经过滤波和放大,然后才能通过耦合电路将信号调制到电力线上。耦合电路又能够将高压和低压隔离开,可防止高压击穿 PCB 板上的器件。另一方面,从电力线来的载波信号又要由 P300 接收,而电力线上的干扰很大也很不确定,所以需要有一个带通滤波器,通过 100kHz 到 400kHz 的信号,再送到 P300 的接收端^[5]。实际上 P300 的收发类似于半双工方式,因为当它在“发送”劣态的时候,实际上并没有输出信号,因此,这个时候它可以处于接收状态,如果接收到了优态,就表示发生了竞争。

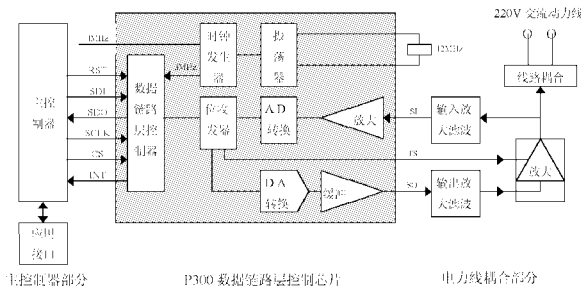


图 2 采用 P300 节点方框图

P300 的输出信号的驱动能力很弱,而且电压幅度也不合 CEBus 的要求,在 220V 的电力线上根据 CEBus 规范中的建议数据,在实际应用中载波发送电压的幅值定为 10V,因此必须把 P300 的输出信号放大之后才能够驱动电力线。放大电路不仅要有强有力的输出能力,还需要能够有禁止输出功能,这样才能使 P300 接收到其它节点发出信号。模块中采用了一个运放构成的跟随器驱动 Intellon 公司的 PIII 芯片来实现信号的放大功能^[6]。

除了在电力线上会产生高压脉冲破坏器件以外,当设备刚刚接上电源的时候,如果电力线刚好处于电压的最大值,而此时电容上的电压为 0,会有 300V 的高压直接加在变压器的两端,引起很大的电流,从而在次级产生尖峰脉冲,这个脉冲的电流相当大,同时在出现脉冲的一微秒之内仍然有几十伏的电源,足以烧坏放大电路,因此还需要两个肖特基二极管进一步把电压钳位在电源电压左右,电感的作用是阻断特别窄的高压脉冲。

3 电力线通讯模块软件设计

本模块中,P300 有 6 跟信号线连接到控制器,主控制器和 P300 是主从的关系,也就是说,P300 不能主动向主机发送数据,它只能使 INT 线有效,表示有数据请求,主机响应后再开始传送数据。

上电复位之后,P300 开始工作,主机要确认 P300 是否已经开始工作,在向 P300 写命令字节之前,主机必须使选通线有效,读写操作结束以后,要是选通线无效。在 P300 的内部实际上有一个单片机内核与主机

通讯,因此即使是一个脉冲毛刺都有可能使通讯紊乱。将选通线恢复为无效,可以使 P300 内部与主机的通讯复位,从而排除累计错误。系统初始化的流程图如图 3 所示。

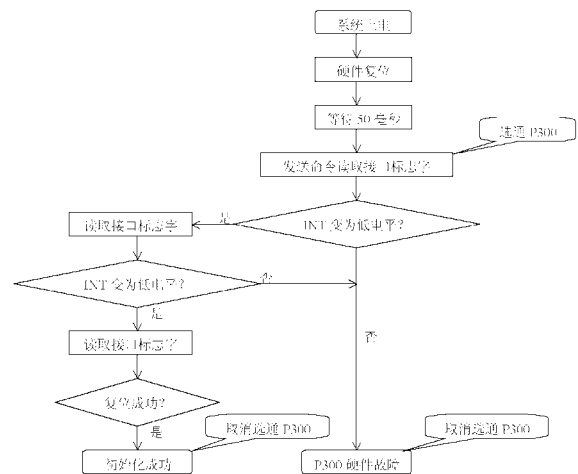


图 3 P300 系统初始化流程图

完成一个数据包通讯的基本过程是：①初始化各节点,也就是写 Layer management write 的数据结构和节点地址；②根据 Interface Read 各标志位的状态判定系统通讯状态；③根据时序要求发送 TRANSMIT HEADER INFO 和 TRANSMIT NPDU FIELD 数据结构,模块进入标志位处理程序,并判定是否通讯成功；④当 P300 接受到数据或要求主机处理时,拉低 INT 线,引发 MCU 中断,进入中断处理子程序。

4 结束语

在电力线载波通信中,采用 SSC P300 网络接口控制器,利用扩频载波技术,即节省了冗繁的接线,又增加了系统的可靠性和维护的简易,并较好的解决了电力线载波通信中信号易受干扰和通讯速率的问题,可以用较低的成本实现多用户的电力线载波通讯。

参考文献

- 1 Jae_chu Moon,Real Time event kernel architecture for home network gateway Set-Top-Box [J],IEEE Transactions on Consumer Electronics,Aug 1999,Vol.45(3)
- 2 Denny Radford,New spread spectrum technologies enable low cost control application for residential use [R], Intellon Corp,Technical Article,April,1997
- 3 P89C51RB2/RC2/RD2 flash 单片机手册,www.zlgmcu.com,Jun,2001
- 4 Intellon Technical Data Sheet SSC P300 PL Network Interface Controller,Jan,1998
- 5 Intellon SSC P200 and P300 Hardware Design Reference,Jan,1998
- 6 Intellon Technical Data Sheet SSC PIII PL Network Interface IC,Aug,1998

[收稿日期:2002.10.25]