

同步数字体系网管信息提取与插入系统的设计

熊正良, 徐东明

(西安邮电大学 通信与信息工程学院, 西安 710061)

摘要: 现有的不同厂家的同步数字体系(synchronous digital hierarchy, SDH)设备网管信息不能实现互通,为了解决这一问题,提出了一种SDH网管信息提取和插入系统的软硬件设计方案,主要包括网管信息的提取和插入、HDLC数据的封装和拆封、利用主控制器和USB模块进行数据传输,从而实现网管信息的高速上传并在上位机实时显示和保存功能;最后对该系统进行了测试验证,结果表明该系统能分析不同的SDH设备网管信息,为网管信息互通提供了基础信息。

关键词: SDH设备;网管信息;提取和插入系统;USB模块

Software and Hardware Design of Extraction and Insertion System of SDH Network Management Information

Xiong Zhengliang, Xu Dongming

(School of Communication and Information Engineering, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 701061, China)

Abstract: In order to solve the different optical network transmission equipment cannot achieve network communication problems, the method of software and hardware design of Synchronous Digital Hierarchy management information extraction and insertion system is proposed. Mainly including the extraction and insertion of network management information, packing and unpacking of HDLC data and using the master controller and the USB module for network management information transmission to achieve high speed upload and real-time display and save in the host computer. Finally the system is tested to verify, the results show that the system can analyze different Optical Network equipment network management information and provides the basis for network management information exchange.

Keywords: SDH equipment; Network management information; system of extraction and insertion; USB module

0 引言

随着光电信息技术飞速发展,数据传输业务急剧上涨,网络构建技术持续改进,SDH网络因其高速率大容量的标准帧结构设计,良好的设备兼容性,强大的自愈能力和丰富的开销安排以及灵活的组网方式等优越性,成为最常用的组网方案^[1]。SDH网中嵌入的数据通信通道(data communication channels, DCC)传送的帧同步和对传输网络服务平台进行维护性能监视以及其他操作的管理控制信息,是构成网元之间进行交互的通信基础。但传统的DCC通道数据协议由设备生产商制定,不同的SDH设备网管信息不能互通,为不同SDH设备组建的光网络交互造成不便。本文提出了一种SDH网管信息提取与插入系统软硬件的设计方案,该系统能够提取不同光网络设备DCC通道传输的网管信息,并实现实时高速上传和存储,为网管信息的互通提供了基础信息。

1 设计概要

SDH传输网为了能够实现支路信号同步数字复用和交叉连接,形成支路信号在帧内的均匀的、有规律分布,以便于接入和取出,采用了一种以字节结构为基础的矩形块状帧结

构,如图1所示。它由 $270 \times N$ 列和9行8比特字节组成,其再生段开销(RSOH)和复用段开销(MSOH)以及管理单元指针(AU PTR)占用了前 $9 \times N$ 列^[2]。DCC被分配在SDH段开销字节中的D1~D12字节上,构成SDH管理网(SMN)的传送链路,用来保存在网元间传送的操作、管理和维护数据。其中D1~D3在RSOH中,速率为 $3 \times 64 \text{ kb/s} = 192 \text{ kb/s}$,D4~D12在MSOH中,速率为 $9 \times 64 \text{ kb/s} = 576 \text{ kb/s}$ 。上述总共768 Kbit/s的数据通路为SDH网的管理和控制提供了强大的通信基础^[3]。

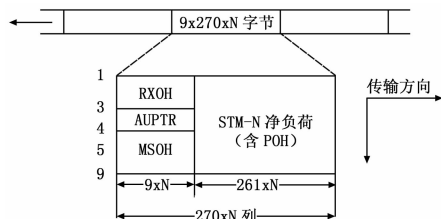


图1 STM-N帧结构

图2为本系统的典型应用环境,其中网元A1~A4组成的环网A和网元B1~B4组成的环网B使用不同SDH设备。在各自环网内,网元之间通过DCC链路进行网管信息的交互,每个网元更新存储着网络的拓扑结构和运行状况。若环网A和环网B之间不接入适配系统而是直接用光纤相连,由于DCC协议的私有性^[1],A、B环网之间将不能进行网管互通,不能实现有效通信。在接入适配系统和PC端后,为实现环网

收稿日期:2015-12-23; 修回日期:2016-01-14。

作者简介:熊正良(1989-),男,湖北武汉人,硕士研究生,主要从事专用集成电路方向的研究。

徐东明(1963-),男,湖北武汉人,教授,硕士研究生导师,主要从事通信专用集成电路方向的研究。

之间的互通, 适配系统首先提取线路上网元 A4 和网元 B2 发送的数据帧中 D1—D12 字节信息, 在知道各自 DCC 协议的情况下, 人为解析并交叉上传发送的网管信息, 实现网管信息的透传, 达到不同 SDH 网络互通的目的。

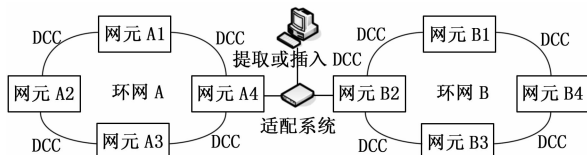


图 2 系统应用环境

2 系统硬件设计

2.1 设计原理

一方面, 由于适配系统对于光纤线路是透明传输的, 要求在不改动相关 SDH 设备软硬件配置地同时对传统的光传输网络要有较好的兼容性, 对所传送的数据业务能够在进行系统处理后正常传输; 另一方面, DCC 通道最高传输速率可达到 768 Kbit/s 而使用 RSR232 串行通讯接口, 最高传输速率为 230 400 bit/s, 在实际应用中可能出现上位机接收不及时导致数据出错或丢失现象, 所以在系统设计中采用传输速率较高的 USB 接口来实现主控制器和上位机之间网管信息交互。

根据以上需求, 系统硬件设计主要包括 3 个模块: SDH 光口模块、DCC 提取插入模块、USB 通信接口模块。系统硬件设计框图如图 3 所示, 其中:

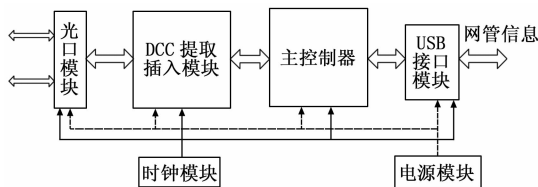


图 3 硬件系统框图

1) 光接口模块完成信号的光电转换, 即发送端把电信号转换成光信号, 通过光纤传送到远端, 接收端将光信号转换成电信号, 再进行相应处理^[4]; 2) DCC 提取插入模块选用 Xilinx 公司的 FPGA 芯片, 主要实现 STM-1 数据帧中 D1—D12 字节的提取与插入、HDLC 数据的封装和拆封等功能; 3) USB 接口模块使用沁恒公司 CH375 芯片主要完成 MCU 和上位机的高速通信; 4) 电源模块和时钟模块的作用是为系统电路提供各种所需的电压和时钟频率。

DCC 适配系统的工作原理是: 插入发送时, 将串行比特流封装成 HDLC 帧, 添加 16 位 CRC 检验, 插入到 SDH 帧段开销中的 D1—D12 字节中^[5], 通过光纤传送至对端。接收提取时, 提取 SDH 帧数据中的 D1—D12 字节数据, 对 HDLC 网管信息解封装后进行 CRC 判别去校验位, 将有效数据传送给上位机。

2.2 关键技术实现

2.2.1 DCC 插入和提取模块

由于系统中使用的 SDH 处理芯片只能处理 2 路 STM-1 帧数据, 所以传送接收的数据都为 STM-1 帧。DCC 提取电路框图如图 4 所示。进过光电转化后并行输入的 STM-1 信号, 首先通过帧定位信息和同步时钟完成帧同步, 时钟发生器

1 产生开销提取所需的时钟频率和解复用等时钟信号, 然后把 D1—D12 字节从数据帧段开销中相应字节中提取出来, 最后在时钟发生器 2 产生的低速时钟信号下将 DCC 字节信息输出^[6]。DCC 插入模块流程与提取过程相反, 将在 DCC 协议下定义的网管信息串行输入, 通过帧定位信息和同步时钟完成帧同步, 然后在产生的相应时钟信号下将网管信息插入到帧的相应字节位置, 复用器和扰码器完成数据帧交叉复用和编码处理, 最后在产生的高速发送时钟下将数据帧并行传送。

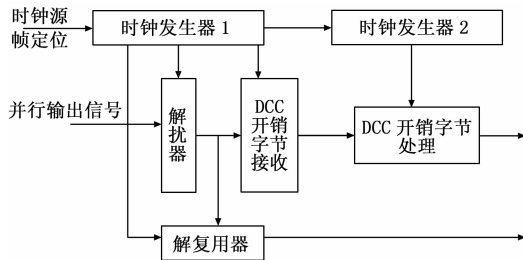


图 4 DCC 提取实现框图

2.2.2 HDLC 控制处理

为了保证网管信息传送的安全可靠性, 在将其射到 STM-1 帧中传输前, 先要经过 HDLC 封装, 然后通过 DCC 通道传输, 而接收端则对提取的 D1—D12 字节信息进行 HDLC 解封装处理, 获取有效数据。

在 HDLC 控制模块中, 为了提高传输速率, 在 HDLC 发送端添加两个 8 bit×1 024 的 SxFIFO 缓存。发送 HDLC 帧数据时, 两个缓存可进行页式切换发送, 提高传输效率。在 HDLC 接收端, 设置一个 9 bit×2 048 的 Rx FIFO 缓存, 其位宽由前 8 个数据位和最后 1 个状态位构成, 当状态位为 1, 表示前 8 个数据为 HDLC 帧的最后一个字节, 否则状态位为 0。插入发送时, HDLC 发送模块首先从 SxFIFO 取出待插入信息, 经并串转换后, 将串行数据送入 CRC 校验模块生成 16 位的 HDLC 帧校验码。当发送的串行码流中出现 5 个连续 1 时, 则在最后一个 1 后插入一个 0, 当所有数据发送完后, 将 CRC 校验码添加到帧的最后进行传送。接收提取时, 在同步时钟下 HDLC 接收模块对接收到的 D1—D12 字节码流进行帧同步识别, 当收到串行码流为 0x7e 时, 为通道填充或者帧同步字节, 丢弃收到的数据; 当串行接收到字节不为 0x7e 时, 表示接收到 HDLC 帧的第一个字节^[7], 对后续接收数据做去 0 处理并输入到 CRC 校验模块中。将处理后的数据进行串并转换后存入 Rx FIFO 中并添加标志位直至出现结束标志位 0x7e 后, 将接收到最后 2 个有效字节数据丢弃, 并在倒数第 3 个字节存入 Rx FIFO 后添加帧结束标志位。如果 CRC 检验出错, 则丢弃数据并发送报错报告。

3 系统软件设计

3.1 系统软件总体设计思想

系统软件分为三部分: USB 设备驱动程序, MCU 主控制程序和上位机应用程序^[8]。USB 设备驱动程序是实现应用程序和硬件接口之间的透明传输的软件组件, 由芯片生产商提供, 在沁恒电子有限公司官网可直接下载设备方式下的标准驱动 CH375WD.INF 和动态链接库: CH375.DLL。MCU 主控制程序为使用 C51 语言, 在 KEIL C51 编辑器与其集成的开发工具编写和构建, 最终烧录进 MCU 的可执行代码, 主要完成

与 FPGA 的通信协议配置和 CH375 芯片的通讯功能控制, 其中 USB 通信部分是本系统软件设计重点。上位机程序采用 C 语言在 VC++ + 6 编辑环境中编程实现, 由 CH375 动态链接库 DLL 和应用主程序构成。

3.2 USB 固件程序设计

USB 固件程序主要是通过对各个功能寄存器操作完成 CH375 芯片的通讯配置, 响应并处理 USB 设备驱动程序的通信请求, 包含初始化模块和通信控制模块两个部分^[9]。USB 上传数据流程如图 5 所示。

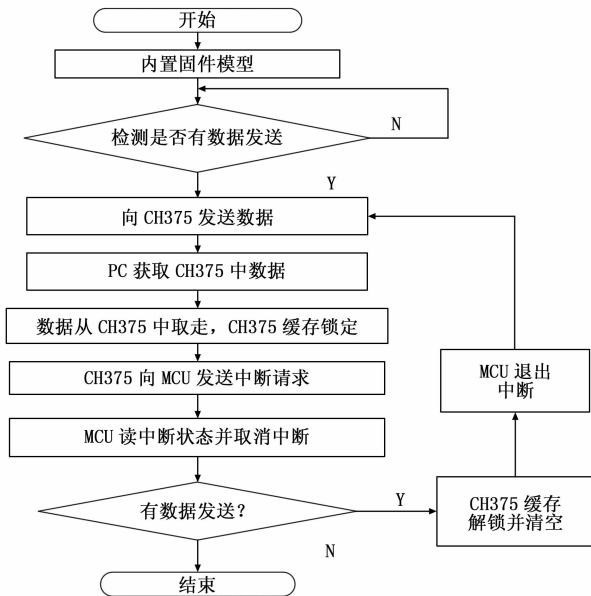


图 5 USB 上传数据流程图

硬件上电初始化过程中, MCU 首先检查 CH375 是否正常即向 CH375 发送测试工作状态命令, 如果不正常, MCU 每隔 5 ms 向 CH375 发送一次硬件复位指令。若正常, MCU 向 CH375 芯片 15 H 寄存器中写入 02 H 使其工作在内置固件模式下。USB 数据传送过程中, 由于通信只能由 USB 主机发起, MCU 检测是否有 HDLC 网管数据上传。如果有则将数据以 8 个字节为一组发送至 CH375 缓存中, 同时上位机程序调用动态库中读取数据函数在线程中读取 CH375 中缓存数据; 当 PC 应用程序机取走数据后, CH375 向 MCU 发送请求中断, 为了防止数据覆盖或溢出, CH375 锁定当前 USB 缓冲区; MCU 等待中断触发后进入中断服务程序, 执行 GET_STATUS 命令获取中断状态, 在并 GET_STATUS 命令完成后取消中断请求, 然后按照获取的中断状态进行相应操作。若中断状态为“上传成功”, 则通过写 23 H 寄存器清空缓存, 并继续检测 MCU 是否还有数据发送, 最后退出中断服务程序。

3.3 上位机程序设计

上位机程序主要功能包括对 USB 设备的检测和简单控制、网管信息实时显示与存储以及提供良好的人机交互界面。

上位机程序主要由动态链接库和应用主程序两部分组成, 其中动态链接库实现与内核态 USB 驱动程序进行信息交互, 提供了 CH375 芯片与 PC 端进行数据通信的应用层接口 API, 包括对 USB 设备的信息管理, 数据传输控制以及中断处理。

应用程序则主要实现接口函数的调用和实现良好的人机交互界面。上位机设计中加载 CH375 驱动程序后可直接调用动态库中相应的功能函数, 此时对应用程序而言, USB 设备被当做文件一样来操作, 避免了 USB 协议的再开发, 简化了系统软件设计过程, 大大提高了系统开发效率。上位机设计流程如图 6 所示。

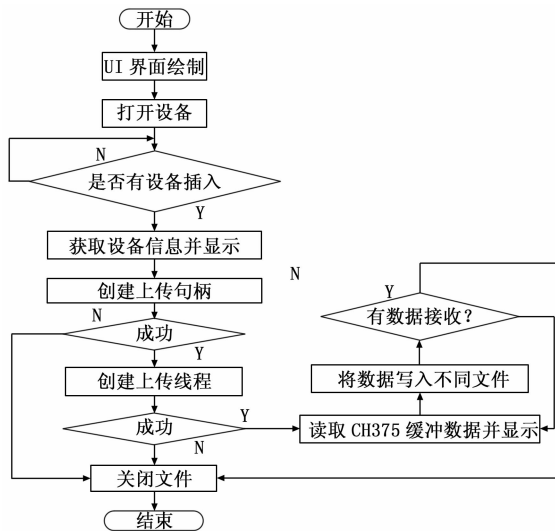


图 6 上位机设计流程

PC 端首先下载 CH375 的 Windows 驱动程序和 DLL 动态库的安装包, 当设备第一次接入计算机时, 根据系统提示加载驱动即可。在上位机程序设计中, CH372DLL. DLL 动态链接库需要手工添加到建立的 MFC 工程指定路径下。完成上位机用户界面绘制编程后, 使用编辑器提供的 ClassWizard 类向导为相应控件设置映射函数和添加控制变量^[10]。程序初始化函数过程中, 首先检测是否有 CH375 设备插入并填充设备序列号, 并调用 CH375SetDeviceNotify() 函数启动指定序号设备插拔监视; 若检测到指定设备, 则自动调用 OnOpenCH375Device() 函数打开设备, 获取并显示设备信息, 最后创建数据保存文档。通过函数 OnButton2Up() 创建端点 2 上传句柄并建立数据上传线程, 在线程函数 mThreadUp2(LPVOID pParam) 中调用 CH375ReadData() 实现光口传输的网管信息的读取, 最后通过特定标志位进行数据的提取、分屏显示和实时保存。

4 测试验证

在系统软硬件调试成功后, 搭建如图 7 所示的回环和对通实测测试环境。系统中主控制器 STC11L60XE 外接输入 11.0592 MHz 频率时钟, 此时 USB 模块上传和下传速度均能达到 1 MBps 左右, 满足实时显示网管信息的速度需求, 同时具有较高准确。

为进一步验证实验室板的性能, 将系统板送入某研究所进行了实际环境下的测试。相比单一数据、线路简单的实验室环境, 实际环境下, 获取的数据虽然会出现少量丢包或者出错的情况, 但在都在误差允许范围内, 解析数据需要的关键信息都能正常接收显示保存, 为不同 SDH 设备互通提供重要基础信息。上位机获取数据信息如图 8 所示。

(下转第 243 页)

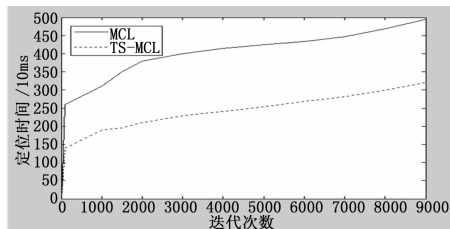


图5 TS-MCL算法与MCL算法定位时间对比

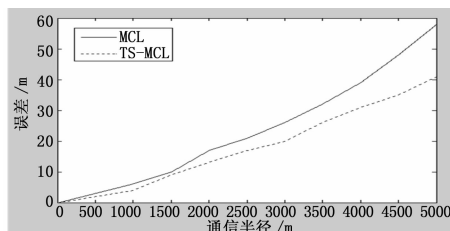


图 6 TS-MCL 算法与 MCL 算法定位误差比较

图 6 中横坐标代表锚节点的通信半径,纵坐标代表均方根误差。从图中可以看出,由于锚节点通信半径增大,定位精度都会下降,但同等通信半径条件下 TS-MCL 算法定位精度较传统 MCL 算法提高了 10% 以上。

本文通过在滤波阶段引入禁忌搜索算法对传统 MCL 算法进行改进, 仿真结果表明改进后的算法与传统 MCL 算法相比较在样本采集数、计算时间、定位精度等方面有了显著提升, 改进后的算法能更好地解决车联网的定位问题。

The diagram illustrates two testing methods for optical fiber cables:

- 回环测试 (Loopback Test):** A computer is connected to a patch panel (A) via a USB cable. Patch panel A has two ports labeled "光口 1" (Optical Port 1) and "光口 2" (Optical Port 2). An optical fiber cable is connected between these two ports, forming a loopback.
- 对通测试 (Through Test):** Two computers are connected to two separate patch panels, B and C, via USB cables. Patch panel B is connected to patch panel C using an optical fiber cable, testing the end-to-end transmission.

图 7 回环对通测试环境



图 8 上位机界面

本文设计的 SDH 网管信息提取和插入系统, 能够透传光

- [1] 孙友伟, 温涛. 基于电力线通信的新型物联网架构 [J]. 西安邮电大学学报, 2014, 19 (3): 43-48.
- [2] Sheu J P, Hu W K, Lin J C. Distributed localization scheme for mobile sensor networks [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2010, 9 (4): 510-512.
- [3] 董振中. 无线传感器网络无需测距的高效定位算法的研究 [D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2010: 23-26.
- [4] 孙友伟. 现代通信新技术新业务 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2004.
- [5] 梅 举, 陈 涤, 辛 玲. 基于蒙特卡洛方法的移动传感节点定位优化算法 [J]. 传感技术学报, 2013, 26 (05): 689-694.
- [6] 孔凡天. 无线传感器网络节点定位与数据融合技术研究及实现 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [7] 朱海平, 于红丞, 钟小勇, 等. 动态无线传感器网络的改进蒙特卡洛定位算法 [J]. 传感技术学报, 2012, 25 (9): 1284-1288.
- [8] 张玉芳, 薛青松, 熊忠阳. 基于禁忌搜索的动态粒子群算法 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44 (24): 56-58.
- [9] 刘文文, 宋国治, 孙学梅, 等. 基于捕食搜索策略 MCL 算法的蜂窝网移动终端定位问题的研究 [J]. 小型微型计算机系统, 2015, 36 (1): 54-59.
- [10] 乔 峰, 王思民. 基于 MCL 算法的无线传感网络节点定位技术 [J]. 山西电子技术, 2009 (03): 63-64.
- [11] 王 龙, 夏厚培. 禁忌搜索粒子滤波算法在目标跟踪中的应用 [J]. 科学技术与工程, 2013, 13 (06): 1630-1634.
- [12] Boer S Y, Driessen J N. Interacting multiple model particle filter [J]. IEE Proc. of Radar/Sonar Navigation, 2003, 150 (5): 334-349.

- [1] 黄浩翔, 卢上丁. 基于 DCC+OSPF 协议的光网络组网技术研究 [J]. 光通信技术, 2014 (8): 32-34.
- [2] 刘桂秋, 习友宝. SDH 中 STM-16/STM-1 解复用的设计及 FPGA 实现 [J]. 大众科技, 2010 (8): 52-53.
- [3] 韦乐平. 光同步数字传送网 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998.
- [4] 刘桂秋, 习友宝. 光模块的研究与测试 [J]. 光网络, 2014 (8): 32-34.
- [5] 郭琦, 霍林, 许新新. STM-1 段开销处理系统的可设计性测试 [J]. 电子质量, 2005 (12): 32-34.
- [6] 孟李林, 徐东明. SDH 开销处理专用集成电路的设计 [J]. 电子技术应用, 2001 (2): 79-80.
- [7] 刘文慧, 张弛, 杨宏. 基于 FPGA 的 E1/Ethernet 互联方案的研究与实现 [J]. 通信技术, 2010, 43 (12): 187-189.
- [8] 胡荣强, 郝艳杰, 唐盛. USB 接口在数据采集系统中的应用 [J]. 微计算机信息, 2005, 21 (1): 51-52.
- [9] 张全士. USB 接口驱动程序的设计与开发 [D]. 西安: 电子科技大学, 2009.
- [10] 龚建伟 熊光明. Visual C++ _ Turbo C 串口通信编程实践 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.