

[文章编号] 1007-7405(2015)03-0198-05

# 基于Linux和CDMA的AIS数据传输系统

林晓松<sup>1,2</sup>, 林少芬<sup>1,2</sup>

(1. 集美大学轮机工程学院, 福建 厦门 361021; 2. 福建省船舶与海洋工程重点实验室, 福建 厦门 361021)

**[摘要]** 以ARM9微处理器为核心, 使用linux操作系统和CDMA无线通信技术设计船舶自动识别系统(AIS)的船载终端。系统的设计主要包括AT指令实现CDMA模块的网络连接过程及程序实现方法、图形界面的设计、红外无线键盘软硬件设计及AIS数据接收和处理、硬件设计。试验结果表明, 整个AIS数据传输系统模块集成度高, 既可以作为单独的AIS数据发送系统, 也可以集成到GPS海图仪上。

**[关键词]** 嵌入式系统; 码分多址; 自动识别; 图形界面; AIS

**[中图分类号]** U 675.7

**[文献标志码]** A

## AIS Data Transmission System Based on Linux and CDMA

LIN Xiao-song<sup>1,2</sup>, LIN Shao-fen<sup>1,2</sup>

(1. Marine Engineering Institute, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Naval Architecture and Ocean Engineering, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** With ARM9 as core microprocessor, an Automatic Identification System (AIS) onboard terminal is designed based on linux operating system and CDMA wireless communication technology. The design of system includes AT commands for network connection and Program implementations, GUI design, software and hardware design of wireless infrared keyboard, reception and processing of AIS data and hardware design. As the results shown in the experiment, the module's integration is high in the system, which makes the AIS data transmission not only can be used lonely, but also can be integrated into GPS chart plotter.

**Key words:** Embedded system; CDMA; Automatic identification; Graphical user interface; AIS

## 0 引言

随着现代船舶日益大型化、高速化, 海上交通密度及危险性货物量和装载量与日俱增, 以及全球恐怖主义的影响, 国际上越来越需要提高全球海上监视能力<sup>[1-2]</sup>。解决办法之一是采用船舶自动识别系统(AIS)<sup>[3]</sup>。AIS系统是集计算机技术、网络通信技术和电子显示技术为一体的船舶数字式助航系统, 可通过网络将船舶位置信息、标识信息、航行状态、运动参数等数据实时发送到监控中心和周围船舶, 提高航运安全<sup>[4]</sup>。目前, 船载AIS主要采用通用分组无线业务(General Packet Radio Service, 简称GPRS)网络实现AIS数据的远程传输, 但由于GPRS采用专用国际频道, 导致GPRS通信存在频率资源缺乏、抗干扰能力差等问题。

当前, 国内不少人员对上述问题做了相关研究。文献[5]通过对Winsock网络通信接口的编程,

**[收稿日期]** 2014-12-10

**[修回日期]** 2015-01-20

**[基金项目]** 交通运输部应用基础研究项目(2014329815100)

**[作者简介]** 林晓松(1990—), 男, 硕士生, 主要从事嵌入式系统的方向研究。通信作者: 林少芬(1962—), 女, 教授, 博导, 主要从事船舶与海洋结构物设计制造、机电一体化等的方向研究。

实现了近海及内河航道中多个基站与一个或多个监控中心的点对点通信;文献 [6] 采用 ARM 体系架构的嵌入式系统和 USB 无线网卡实现 AIS 数据的无线传输;文献 [7] 提出了基于 CAN 总线的集多模北斗/ GPS 模块、RFID、AIS 等多种技术的智能船载终端,既可接收 AIS 数据,又可远程发送数据.虽然以上远程无线数据传输方式频率资源丰富,抗干扰措施多,但传输距离都有限.

码分多址通信技术 (Code Divison Multiple Access, 简称 CDMA) 可同时使用 800M 频段和 1300 U 频段,与 GPRS 比较具有良好的抗干扰性和抗衰减性,具有传输速度快、不易掉线、破解密码难、发射功率小、容量大等特点,正逐步扩大覆盖面<sup>[8]</sup>.因此,本文在嵌入式 Linux 实时操作系统环境下,拟采用 CDMA 无线数据传输技术实现 AIS 数据的实时发送,实现本地 AIS 数据的液晶屏实时显示,实现通过按键进行历史数据查询和相关信息的输入,以促进水路运输船舶的远程监控和管理的便捷化.

# 1 船载 AIS 终端的系统结构

船载 AIS 终端系统结构如图 1 所示. AIS 数据接收模块接收 GPS/BD 导航信息 (位置信息、日期、时间等),同时还接收传感器、陀螺罗经仪、计程仪、转向仪等采集的航向、航速、吃水水深等船舶的运动参数. AIS 数据接收模块采用 VHF 数据链路,用广播的方式发送和接收这些重要信息,以实现 对附近海域船舶的识别和监视. 主控器 (嵌入式微处理器) 用串行通信的方式接收运动参数和航行状态等信息,再将这些信息采用串行通信的方式送给 CDMA 模块,通过 CDMA 无线网络发送到海岸基站,同时用液晶显示器显示这些发送信息. 键盘模块采用红外遥控键盘,实现船载 AIS 终端系统的人机交互.

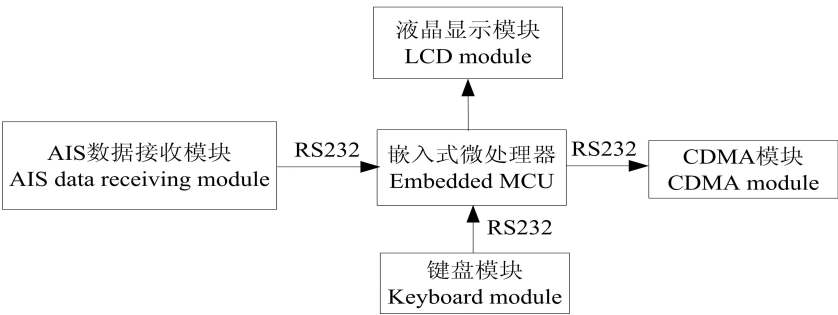


图 1 AIS 船载终端系统结构

Fig.1 Structure of AIS onboard terminal

## 1.1 主控模块

本嵌入式 linux 系统实现了串口通信、数据解码、数据储存和图形界面功能,是整个系统的核心.为了保证数据处理的效率和准确性,采用 RISC 架构的 ARM9 微处理器,其拥有独立的 16KB 指令 Cache 和 16KB 数据 Cache、MMU、支持 TFT 的 LCD 控制器、NAND 闪存控制器、3 路 UART、4 路 DMA、4 路带 PWM 的 Timer、I/O 口、RTC、8 路 10 位 ADC、Touch Screen 接口、IIC - BUS 接口、IIS - BUS 接口、2 个 USB 主机、1 个 USB 设备、SD 主机和 MMC 接口、2 路 SPI,具有体积小、低功耗、低成本、高性能、指令执行速度快、执行效率高等特点.

图形用户接口采用 Micro windows. 其目的是把图形视窗环境引入到运行 Linux 的小型设备和平台上,允许设计者轻松加入各种显示设备、鼠标、触摸屏和键盘等.同时, Micro windows 的可移植性非常好,基本上用 C 语言实现,以图形方式支持在主机平台上的仿真目标平台,可以在台式机上编写和开发,不用进行交叉编译就可测试和运行,并且直接在目标平台上运行.

## 1.2 AIS 模块

光电耦合器常用于接口电路中,作为两种供电电路间的信号电平转换.为了满足市场上 AIS 的系统输出电压 (3 ~ 12 V),需采用光电耦合器对 AIS 数据进行光耦转换,实现多信号的 AIS 数据接入.



据放入共享内存, CDMA 无线通信进程调用共享内存, 将数据发送至远程服务器, 存入远程服务器数据库, 等待查询<sup>[10]</sup>. 在建立服务器端和客户端 TCP 连接时, 采用阻塞式通信, 确保 AIS 数据正确完整地传送到远程服务器, 中间引入超时机制, 防止通信过程的死锁, 造成系统崩溃.

2.2 红外接收程序设计

HS0038 键码由一个起始码 9 ms, 一个结果码 4.5 ms, 低 8 位地址码 9 ~ 18 ms, 高 8 位地址码 9 ~ 18 ms, 8 位数据码 9 ~ 18 ms 和这 8 位数据的反码 9 ~ 18 ms 组成, 共 108 ms. 如果键按下超过 108 ms 仍未松开, HS0038 键码将仅由起始码 9 ms 和结束码 4.5 ms 组成.

红外接收流程如图 5 所示, 采用定时中断方式实现. 由于 HS0038 接收频率为 38 kHz, 红外信号周期为 26  $\mu$ s, 可设定时值为 65510, 即每隔 26  $\mu$ s 中断一次. 接收 9 ms 起始信号时, 控制定时器 T1 中断次数为 346 次即可. 当接收完 4 个数据后, 判断数据 3 是否是数据 4 的反码, 确保数据正确. 若数据 3 是数据 4 的反码, 则将数据 3 放入缓存, 以待通过串口发送到上位机; 若数据 3 不是数据 4 的反码, 说明接收到的数据错误, 结束程序.

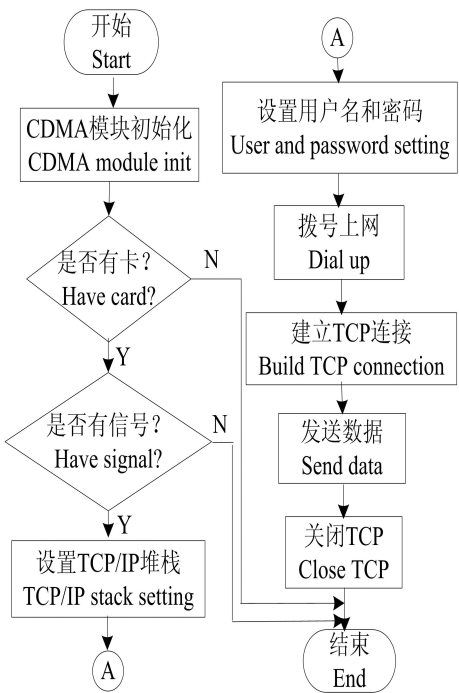


图 4 CDMA 通信程序流程

Fig.4 Communication program flow

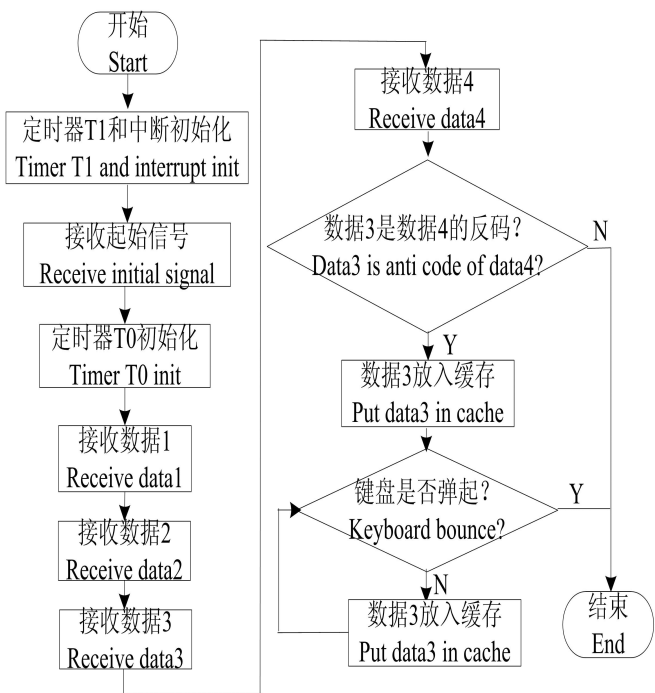
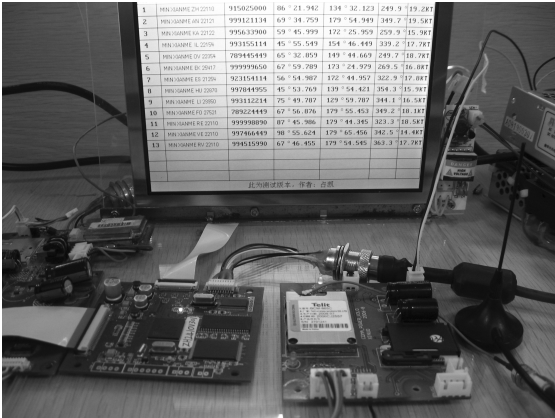


图 5 红外接收流程

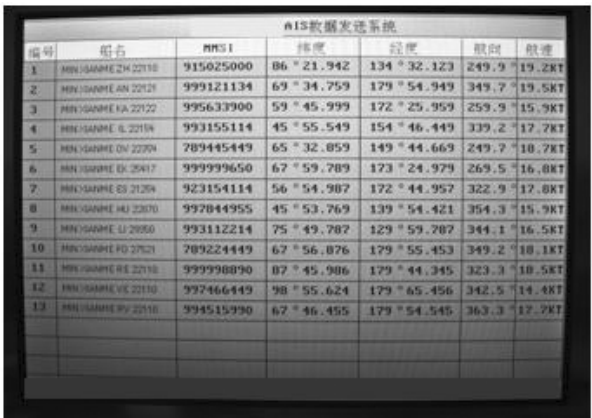
Fig.5 The receiving process of IR

3 系统测试

整个系统在某基站平台和实验室环境下进行模拟测试, 由基站平台产生信号并发送. 目标机本身带有 Linux 操作系统, 且识别 SD 卡, 将编译好的文件直接放到 SD 卡中, 则开机后 Linux 会自动运行该文件, 实现图形界面在目标板上的显示和数据远程发送. 图 6a 表示 AIS 数据接收和液晶屏显示界面, 包含 13 条船舶的信息, 其信息有船名、水上移动通信业务标识码 (Maritime Mobile Service Identify, 简称 “MMSI”)、纬度、经度、航向、航速等. 图 6b 表示 CDMA 远程通信数据接收界面. 由图 6 可看出车载 AIS 终端可实时、准确地采集 AIS 数据, 显示并远程发送数据到监控中心或其他装有 CDMA 终端的船舶. 同时, 采用红外键盘在显示屏下方输入作者信息和进行历史数据的查询, 模拟主从机的接收和发送, 实现车载 AIS 终端系统的人机交互.



a 液晶显示界面  
The display interface of liquid crystal



b 远程接收界面  
The remote receiving interface

图 6 AIS 数据接发送界面

Fig.6 The data receive and transmit interface of AIS

4 结论

船舶自动识别系统的出现对船舶的航行安全起着重要作用，也拓宽了海事管理范围。本文针对 AIS 数据接收情况，设计了能够接入大部分 AIS 数据的接收转换电路，并在 Linux 操作系统下实现了将 AIS 信息通过 CDMA 无线网络发送到一个网络终端，运用 Micro windows 完成了图形界面显示，克服了标准船载 AIS 终端频率资源短缺，抗干扰能力差的问题，以及其他相关产品传输距离短的问题。所设计的无线红外键盘，对电台、对讲机的干扰有很强的抗干扰能力，方便用户与终端间的交互。然而，本文没有考虑数据发送过程中的可靠性，断电保护和数据加密将是后续研究的主要内容。

[ 参考文献 ]

[1] GUDRUN K HØYE, TORKILD ERIKSEN, BENTE J MELAND, et al. Space-based AIS for global maritime traffic monitoring [J]. Acta Astronautica, 2008, 62(2): 240-245.

[2] 黄鹏飞, 周建文, 黄艳玉. AIS 在海事调查处理中的应用 [J]. 集美大学学报: 自然科学版, 2010, 15(6): 438-442.

[3] 姜洪涛, 杨晓峰. 基于 AIS 时态数据库的船舶实时监控系统 [J]. 测绘通报, 2014(1): 114-117.

[4] 梁高金, 汤滚荣. 船载自动识别系统 AIS 的操作和管理 [J]. 航海技术, 2013(6): 40-42.

[5] 李勇, 包世泰, 周品. 基于 Winsock 的 AIS 基站网络数据传输研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(4): 949-951.

[6] 林伟珣, 邵哲平. 基于嵌入式 Web 服务器的 AIS 数据无线采集系统 [J]. 上海海事大学学报, 2011, 32(1): 40-43.

[7] 沈立, 王海涛, 王凤鸣, 等. 内河运输船舶智能船载终端的设计与应用 [J]. 船舶, 2013, 24(4): 61-64.

[8] 郭江涛. 基于 CDMA 技术的井下无线通讯系统 [J]. 煤矿安全, 2012, 43(3): 107-109.

[9] BELLWAVE. Telit BCM-865C programmer's guide [EB/OL]. [2014-02-06]. <http://www.gfsswy.com/?qzTlit+BCM-865C+programmer%27s+guide>.

[10] 朱运利, 厉彦峰. 船舶智能监控系统的研究与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(5): 893-896.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 黄振坤)