

基于 Z85230 的雷达中继设备维修平台 嵌入式软件设计

聂停顺, 郝福珍

(华北计算技术研究所 后勤信息化事业部, 北京 100083)

摘要: 雷达中继级设备是连接雷达设备与管制中心的关键设备,但目前对该类设备的故障检测还没有行之有效的方法。针对这一问题,提出了一种可以快速定位中继级设备故障的解决方案。重点阐述了方案中设备的数据流模型、用户空间软件设计以及底层驱动程序设计三个方面的内容。试验结果表明,该设备可以帮助技术人员有效提高雷达中继级设备故障检测效率。

关键词: 串行通信; tty 设备驱动; 故障诊断; 信号检测

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)22-0044-03

Embedded software design of radar repeater repair platform based on Z85230

Nie Tingshun, Hao Fuzhen

(Logistics Informationization Department, North China of Computing Technology, Beijing 10083, China)

Abstract: Radar repeater is an important device between radar and ATC (Air Traffic Control) center. Fault diagnosis methods we have cannot effectively locate fault points currently. In light of this problem, a fault location scheme is proposed, which can quickly and effectively locate fault points. Data stream model of device, software which is running in user space and Z85230 tty driver which Linux tty driver framework used in are emphasized. The results show that the efficiency of fault diagnosis is improved effectively with the help of the device.

Key words: serial communication; Linux tty device driver; fault diagnosis; signal detection

电子技术和计算机技术的迅速发展推动了雷达技术的发展。雷达凭借其发现目标距离远、测定目标坐标速度快、能全天候工作等优良特性在警戒、引导、武器控制、侦察等方面得到广泛应用,成为现代战争中的重要电子装备^[1]。但雷达中继设备一旦发生故障将使这些优良特性受到严重影响,据统计,中继故障设备占有故障设备的 70% 左右,而中继设备维修的基础建设还很薄弱,缺乏集成、高效的故障检测手段。然而,中继级信号检测设备具有雷达数据转发、信号模拟、接口协议分析、链路质量检测等功能,可以满足中继设备维修的要求。

Z85230 是 Zilog 公司生产的比较成熟的串行通信控制芯片,支持的协议丰富、操作方便,是该设备的关键部件。嵌入式处理器 AT91RM9200 本身集成了丰富的外设,成本低、体积小、功能强,是中继信号检测设备的控制器^[2-4]。

1 设备的功能要求

中继信号检测设备(以下简称检测设备)具有以下功能:

- (1) 3 个 10/100 Mb/s 对外网口,方便参数配置和接入雷达服务器主机;
- (2) 4 个串行接口,同时支持 HDLC/BSC/ASYNC,可接入不同的雷达或中继设备,接口最高速率达 115 200 b/s;
- (3) 支持网口到串口、串口到网口的双向数据转发;
- (4) 能够检测雷达设备的接口协议;
- (5) 能够检测中继级设备的链路质量。

2 硬件平台

维修平台采用 C/S 设计模式,如图 1 所示。在硬件方面采用 ARM 处理器 AT91RM9200 作为检测设备的控制器,是控制模块的核心器件;Z85230 构成检测设备的串口模块。



图 1 维修平台 C/S 模型

网络与通信 Network and Communication

3 嵌入式软件设计与实现

3.1 数据流模型及其分析

根据设备的功能要求将检测设备的数据流分为两大类:(1)航空管制中心用户对设备的配置数据流,双方按照约定的通信协议发送配置和响应信息;(2)雷达信息数据流,可由雷达数据服务器主机发起,也可以由雷达中继设备发起。前者属于雷达数据的回放过程,雷达数据从雷达主机经检测设备回放出来;后者属于雷达数据的录制过程,数据经检测设备最后转发给雷达数据分析软件。如图2所示。

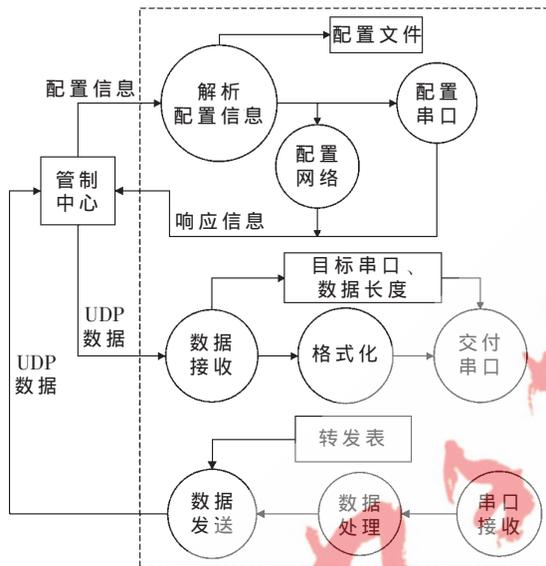


图2 雷达中级检测设备数据流模型

3.2 软件模块划分及其实现

按照功能将检测设备的软件部分划分为通信模块、配置模块、转发模块、协议分析模块、IP地址搜索模块和底层驱动模块。其中IP地址搜索模块属于单独的模块,与其他模块没有关系。模块间关系如图3所示。

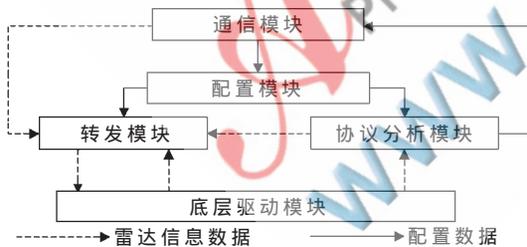


图3 嵌入式软件各模块间关系

3.2.1 通信模块

该模块的主要功能包括:(1)侦听来自配置管理软件的连接请求;(2)接收来自配置管理软件的配置命令;(3)接收来自网口的雷达数据;(4)将配置命令的执行结果以及协议分析模块的分析结果发送给配置管理软件;(5)设备关闭或重启时对内存进行清理。

配置命令通过以太网传输,延迟相对较大。为降低配置命令的发送延迟和接收延迟,设置发送器直接从用户空间获取数据,接收器直接将数据交付给用户空间缓

存,而不经中间缓存。

3.2.2 配置模块

配置模块用于解析和执行配置命令,并将执行结果交付给通信模块最终发送给配置管理软件。串口配置命令是该模块中最重要的命令,该命令用于对串口参数进行配置,直接影响到串口能否正常工作。该命令将串口配置参数传输给底层驱动,数据量相对较大,不能使用get_user()和put_user()等少量数据传输函数。本文采用ioctl命令配合copy_from_user()和copy_to_user()函数实现用户空间与内核空间之间的大量数据交换。串口配置命令的关键代码如下:

```
//用户空间关键代码
int SerialPortConf(int fd_sock,Conf_cmd *cmd){
.....
sprintf(dev_name,"%s%d",devBaseName,index);
fd_serial=open(dev,O_RDWR);
ioctl(fd_serial,TIOCCONFIG,cfg_data); //调用 ioctl
close(fd_serial);
.....}
//内核空间关键代码
int z85230_ioctl(struct tty_struct *tty,struct file * file,
                unsigned int cmd,unsigned long arg){
.....
switch(cmd){
case TIOCCONFIG:
copy_from_user(confBuf,(void __user*)arg,CONFIG_SIZE);
//拷贝数据到内核空间
z85230_config_format(info->pChannel,confBuf,regTable);
//格式化配置信息
//根据配置信息配置 Z85230
z85230_config(info->pChannel,regTable);
break;
.....}}
```

3.2.3 转发模块

转发模块按照雷达中继检测设备的数据流模型将数据转发到网口或者串口,其中转发到网口的数据流按照转发表的设置进行,转发到串口的数据流按照数据帧标示进行。本文中为每一个串口建立两个线程,分别负责发送、接收和封装成帧的工作。

3.2.4 协议分析模块

在配置管理软件的配合下,该模块实现从未知雷达协议的串行链路中推断出雷达协议。一则便于对未知雷达协议的串行链路进行故障诊断;二则便于对中继设备的参数进行配置。本项目中使用两片CPLD对各串口各引脚的状态进行采集,并将采集结果发送给配置管理软件,由配置管理软件对采集结果进行分析推断,最后再将推断的结果发送给检测设备作为协议分析的基参数,检测设备在此基础上重新采集各引脚的状态,重复以上

网络与通信 Network and Communication

过程即可逐渐接近雷达协议。

3.2.5 IP 地址搜索模块

航空管制中心的中继设备一般以 IP 地址作区分,随着规模的不断扩大,人工管理将逐渐变得异常困难且效率低下。该模块通过响应配置管理软件的地址搜索指令,将设备的基本信息发送给配置管理软件,因此在未知设备 IP 地址的前提下也能对设备进行配置管理。本项目中,在检测设备端启动一个进程负责侦听来自网络的地址搜索指令,当识别到搜索指令后该进程将设备的基本信息以广播的形式发送出去。

3.2.6 底层驱动模块

检测设备要求同时支持多种链路控制协议,这是驱动程序设计的关键。本项目采用 Linux 下 tty 设备驱动程序框架结构^[5],该结构封装了通用的设备访问接口,只需编写链路规程和硬件驱动即可方便地对设备进行控制。以下是 Z85230 的中断处理和 tty 驱动程序的设计。

(1) 中断处理函数的设计

Z85230 芯片的每个通道都有 3 个中断源,按照中断优先级由高到低分别为:接收中断、发送中断、外部/状态中断。另外 A 通道中断源优先级高于 B 通道。中断处理流程如图 4 所示。

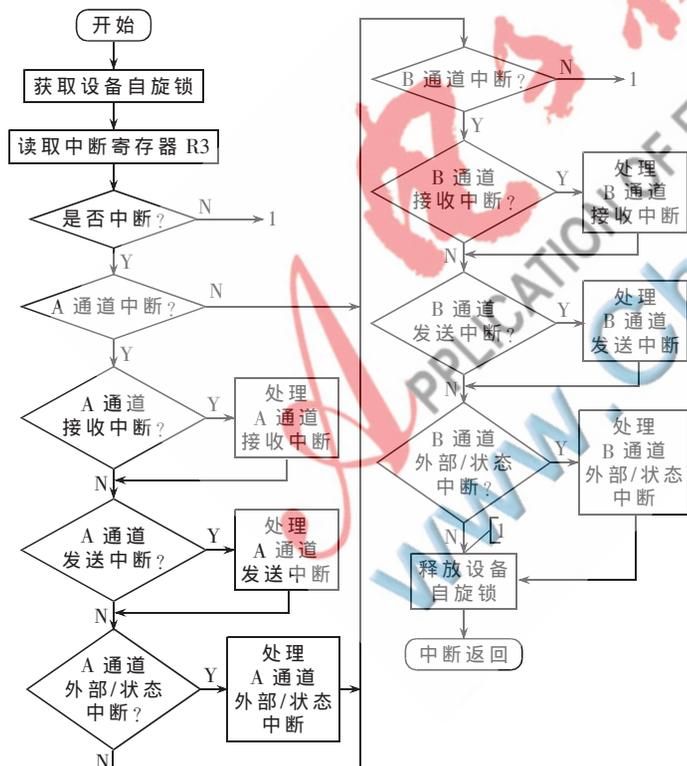


图 4 Z85230 中断处理流程

(2) 构建 tty 驱动程序

tty 驱动程序最重要的数据结构是 tty_driver,它用于向 tty 核心注册和注销驱动程序,该结构提供了 tty 驱动程序最重要的信息。为获得 tty_driver 对象,首先调用 alloc_tty_driver(),该函数向 tty 核心申请并返回指向 tty_

driver 对象的指针。

初始化 tty_driver 对象之后,调用函数 tty_register_driver(driver),并传递初始化的 tty_driver 对象,即可向 tty 核心注册该驱动。

最后一步是注册中断服务程序,本项目中两片 Z85230 分别连接在两条不同的中断线上,因此需将中断处理函数注册到不同的中断号上。调用 Linux 内核中断注册函数 request_irq()即可完成中断注册过程。

```
request_irq(z85230_irqs, z85230_interrupt, SA_INTERRUPT,
"Z85230_SERIAL", &z85230_devs);
```

注意:z85230_devs 为触发中断的设备;z85230_irqs 为中断号,两芯片需单独注册;z85230_interrupt 为中断处理函数。

4 设备功能测试

4.1 转发功能测试

测试过程:首先使用配置管理软件对设备的串口进行配置,参数如表 1 所示。

表 1 串口配置参数

配置项	串口号	
	串口 1	串口 2
协议类型	HDLC	HDLC
波特率	9 600	9 600
数据位	8	8
通信角色	DCE	DTE
CRC 多项式	CRC-CCITT	CRC-CCITT

连接串口 1 和串口 2,然后在主机端发送录制好的雷达数据,测试设备的雷达数据回放和录制功能。统计结果如表 2 所示,雷达数据接收演示如图 5 所示。

表 2 录制与回放功能测试结果统计表

测试样例	错误字节数	错误率
3 657 137 B ASCII 字符	5	$1.367 2 \times 10^{-6}$
20 176 B ASCII 字符	0	0
27 075 B ASCII 字符	3	$1.108 0 \times 10^{-4}$
24 604 672 B 二进制数据	11	$4.470 7 \times 10^{-7}$
26 609 664 B 二进制数据	15	$5.637 0 \times 10^{-7}$
4 834 972 B 二进制数据	7	$1.447 8 \times 10^{-6}$
6 414 759 B 二进制数据	10	$1.558 9 \times 10^{-6}$



图 5 雷达数据接收演示窗口

4.2 协议分析功能测试

测试过程:将串口 1 连接到雷达情报服务器的输出端口,启动协议分析功能,对情报服务器的输出端口的数据协议进行分析,协议分析过程如图 6 所示。

雷达中继信号检测设备改变了中继级设备传统的



图 6 协议分析过程演示

手工故障定位方式,在配置管理软件的配合下可以有效地帮助技术人员快速定位故障设备。将检测设备的不同功能组合起来不仅可以实现中继级设备链路质量的检测,还可用于非雷达中继级串行设备信号的检测。检测设备的协议分析功能目前还不完善,只能识别出通信协议类型、通信角色等。对波特率、同步字符还不能正确识别,必须人工或配置软件干预,还需要进一步完善。

参考文献

[1] 邱荣钦.雷达技术的发展[J].电子科学技术评论,2005(3):

1-6.

- [2] 郝福珍,李天万,王江少.基于 Z85230 的雷达情报服务器的设计[J].计算机工程与应用,2009,45(10):76-79.
- [3] Zilog Inc.Z85230/Z80230 enhanced serial communications controller[S].2002.
- [4] Atmel Corporation.ARM920T-based microcon-troller AT91RM9200 datasheet[S].2009.
- [5] JONATHAN C,ALESSANDRO R,GREG K H,et al.Linux 设备驱动程序(第3版)[M].魏永明,耿岳,钟书毅,译.北京:中国电力出版社,2006.

(收稿日期:2012-08-21)

作者简介:

聂停顺,男,1988年生,本科,主要研究方向:嵌入式驱动软件的设计。

郝福珍,男,1970年生,高级工程师,主要研究方向:嵌入式系统与网络设备技术。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.ChinaAET.com