

文章编号:1007-2780(2012)05-0677-05

气象预警信息显示终端设计

余文佳^{1,2}, 王瑞光^{1*}, 宋喜佳^{1,2}

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033, E-mail: szahust@126.com;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘 要: 针对国家公共管理部门对气象预警的需求,设计了一种专业化的气象预警信息显示终端。系统融合 SMS 短信技术、GPRS 无线通讯技术、语音合成技术、LED 显示技术、嵌入式 Linux 系统和 Qt 软件设计等技术,实现了远程气象预警信息接收,信息显示与语音播报。详细描述了系统任务要求、软硬件设计方案及基于 Linux 的 LCD 接口驱动。实验和使用表明:信息内容显示清晰,通讯稳定可靠,满足灾害预警要求。

关 键 词: 气象预警;嵌入式 Linux;LED 显示;LCD 接口驱动

中图分类号: TP37

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20122705.0677

Design of Meteorological Early Warning Information Display Terminal

YU Wen-jia^{1,2}, WANG Rui-guang^{1*}, SONG Xi-jia^{1,2}

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,

Changchun 130033, China, E-mail: szahust@126.com;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Based on the national public administrations' demand for meteorological early warning, a specialized meteorological early warning information display terminal is designed. With integrating SMS technology, GPRS wireless communication technology, speech synthesis technology, LED display technology, embedded Linux technology and Qt software designing technology, the system realizes receiving, displaying and broadcasting remote meteorological warning messages. The task requirement, hardware design, soft ideas and the LCD interface driver based on Linux are described in details. Experimental results show that the system displays images distinctly, communicates with the control center stably and meets the design requirement entirely.

Key words: meteorological early warning; embedded Linux; LED display; LCD driver

1 引 言

由于现代自然环境的不断恶化,各种天气、地质等灾害越来越频繁。为了降低自然灾害的影响,如何将灾害信息和灾害预防知识及时的发布,是亟待解决的问题。在现代条件下,虽然可以通

过电视、广播、网络、手机短信等方式发布,但 these 信息发布方式具有定时定点不够方便快捷、信息内容需要预先定制、信息传输时间滞后、覆盖人群有限等缺点。

根据国家气象局“气象灾害预警系统”的整体规划,本文将现代信息服务技术与气象部门的实

收稿日期: 2012-03-05; 修订日期: 2012-04-20

基金项目: 长春市科技基础条件平台建设计划项目(No. 11KP05)

作者简介: 余文佳(1985—),男,湖北大冶人,硕士研究生,主要从事嵌入式系统研究。

* 通讯联系人, E-mail: wangruigwang1957@126.com

际需求紧密结合,融合 SMS 短信技术、GPRS 无线通讯技术、3G 网络技术、语音声讯技术、LED 显示技术、嵌入式 Linux 系统和 Qt 软件设计等技术设计了一种专业化的气象预警信息显示终端。给出了总体设计方案、ARM 控制电路与 FPGA 扫描板的接口电路设计、基于 Qt 平台的系统软件设计和基于嵌入式 Linux 的 LCD 接口驱动设计。实验和应用表明:系统通讯稳定可高,信息内容显示清晰,满足气象预警要求。

与传统的气象预警信息发布方式相比,这种依托 LED 显示技术的气象预警信息发布方式具有时效性强、覆盖面广、传输内容灵活,可控性强、信息多样化、预警符号显示明显和实用性强等优点,为各种气象预警信息的及时发布提供了一种新的专业化的途径。

2 系统总体设计

2.1 系统工作原理

气象预警信息显示终端基于全彩 LED 显示技术,面向气象等专业领域,与通用的 LED 信息显示屏比较,有如下特殊要求:

(1)清晰明朗的显示各种气象预警符号和等级。为了突出显示各种气象预警符号和等级,显示终端必须在结构上分成几个不同的子区域,每个区域分别显示通用信息、预警符号和等级、时间和重点提示信息等内容。

(2)系统通讯稳定。为了在室外偏远地区确保可靠正确的接收控制中心的信息,显示终端必须具有有线和无线两种通讯方式。

(3)系统工作可靠。为了确保系统在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等恶劣气象条件下正常工作,必须加强系统的外部结构设计和增强电路可靠性。

如图 1 所示,气象预警信息显示终端主体包括两部分:控制电路和 LED 显示电路。控制电路主要包括 ARM 主控芯片、SDRAM 内存芯片、Flash 存储芯片、GPRS 通讯模块和语音声讯模块;LED 显示电路主要包括 FPGA 扫描芯片,LED 驱动电路和 LED 全彩点阵显示屏^[1]。

系统采用 GPRS 通讯方式与远程的地区气象管理中心联网,地区气象管理中心统一控制和管理区域内所有的信息显示终端,向每块信息显示终端发送气象信息和接收信息显示终端的工作状态信息。气象预警信息显示终端中的 ARM 控

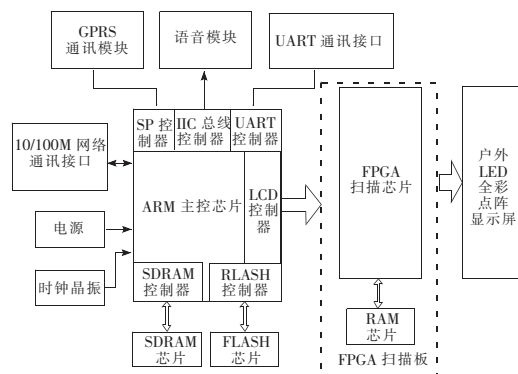


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Block diagram system

制电路通过 GPRS 通讯模块接收地区气象管理中心发送过来的信息并将其存入 SDRAM 中,如果信息为文本信息,将文本信息通过算法将其合成为 BMP 格式位图并通过 LCD 接口输送给 FPGA,同时将文本信息内容通过语音播放出来;如果信息为图片信息,则直接通过 LCD 接口输送给 FPGA。FPGA 芯片和 ARM 芯片的 LCD 接口连接,从 ARM 获取要显示的内容,然后以动态扫描的方式显示到 LED 屏幕上。

2.2 主控电路硬件设计

气象预警信息显示终端的硬件接口较多,要求主控芯片具有多种接口与外围模块进行通讯,简单的单片机已不能满足需求。系统软件任务管理复杂,涉及 TCP/IP 和 GPRS 两种通讯协议和 IIC、SPI、RS232、LCD 等多种通讯接口,以单芯片为核心的不带操作系统的软件设计思想不能满足系统需要。从系统硬件和软件的需求考虑,本设计选择 S3C2440 主控芯片与嵌入式 Linux 操作系统相结合的方案。

嵌入式 Linux 操作系统具有稳定性好、实时性高、源代码开放且可移植等优点。S3C2440 处理器基于 ARM920T 架构,内部集成 MMU、TFT 的 LCD 控制器,NAND 闪存等控制器^[2]。本设计在 S3C2440 主控芯片上移植 Linux2. 6. 32 版本内核,编写相关驱动来统一管理系统的各种硬件接口。SDRAM 内存芯片选用 32M、16 位的 HY57V561620FTP 芯片。为了满足嵌入式 Linux 系统的需求,将两片 HY57V561620FTP 组成 64M, 32 位的 SDRAM 接到 S3C2440 的数据总线上并将 HY57V561620FTP 配置成字模式。Flash 存储芯片选用 K9F1G08 芯片,其存储容量为 128M,满足

嵌入式 Linux 系统内核、文件系统和多媒体短信息的存储需求^[3]。GPRS 通讯模块选用 SIM900A 模块, SIM900A 是一个双频的 GSM/GPRS 模块, 它采用标准的 SPI 接口和 S3C2440 主控芯片通讯, 将地区气象管理中心发送来的信息传送给 S3C2440, 并接收 S3C2440 的命令, 将系统信息返回给地区气象管理中心^[4]。语音模块选用 XF-S4240 中文语音合成模块, 它采用标准的 IIC 接口和 S3C2440 主控芯片通讯, 将 S3C2440 发送的中文字符内容直接合成为语音通过喇叭输出。

2.3 ARM 主控电路与 FPGA 扫描板接口设计

系统中 LED 点阵显示屏设定为 192×128 个像素点, 为了区别和突出显示气象预警图标和等级等信息, 显示屏分割成 3 个显示子区域, 主区域大小为 192×96 , 其余两个从区域大小都为 192×16 。如图 2 所示, ARM 主控芯片与 FPGA 扫描板通过标准的 LCD 接口连接, 主控芯片 S3C2440 通过内部自带的 LCD 控制器输出像素时钟信号 VCLK, 帧同步信号 VFRAME, 行同步信号 VLINE, 行结束信号 VEN, 电源开关信号 BKL 和 RGB 数据信号 DATA [0:15]。FPGA 扫描板接收 S3C2440 主控芯片 LCD 接口输出的图像数据信息和控制信号, 将图像信息存入到 SDRAM 的 FIFO 里面, 然后 FPGA 里的显示扫描模块依据 LCD 的控制信号通过 FIFO 读取接口从 SDRAM 里面读取图像信息显示到 LED 屏幕上。

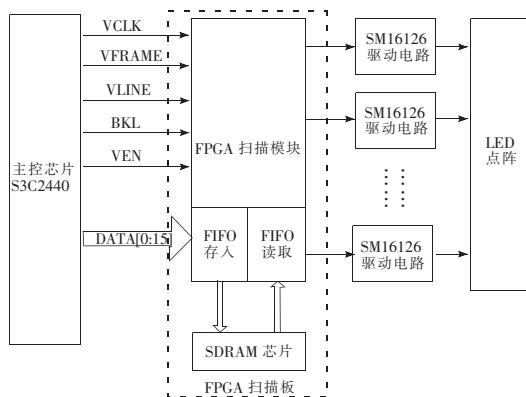


图 2 ARM 主控电路与 FPGA 扫描板接口电路

Fig. 2 Connection circuit of ARM and FPGA

3 系统软件设计

3.1 系统软件设计

Qt 是诺基亚开发的一个跨平台的 C++ 图形

用户界面应用程序框架, 具有优良的跨平台特性、面向对象、丰富的 API、大量的开发文档等优点。为了缩短开发周期, 简化软件设计的难度, 本设计以 Qt4.7.1 软件作为系统的编程软件平台。

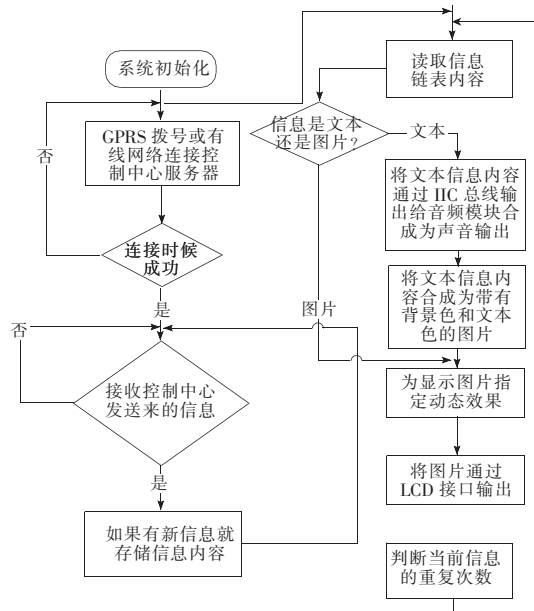


图 3 系统软件流程图

Fig. 3 Software flow chart of system

系统的主程序分为两个线程: 通讯线程和显示线程, 两个线程的流程图如图 3 所示。系统上电初始化后, 首先与地区气象管理中心的服务器连接, 系统有两种通讯方式: GPRS 和有线网络, 系统可以自动识别。系统先判断有线连接是否可用, 如果不可用则启动 GPRS 连接, 若两个连接都无效, 系统认定为无法连接上服务器^[5]。

```
GprsSimple * gprsHandle =
GprsSimple::createInstance ( GPRS_SERIAL_
PORT, serverIp, serverPort);
//创建 GPRS 连接
TcpSimple * tcpHandle =
TcpSimple::createInstance(tcp, serverIp, server-
Port);
//创建有线网络连接
```

连接服务器成功后系统处于等待服务器发送信息状态, 当接受到服务器发送来的新信息后, 将信息按优先级存储到信息链表中, 优先级分两种: 普通和应急, 在通讯协议的信息优先级位分别对应为 0 和 1。系统维持了一个信息链表, 信息优先级为应急时, 就排在链表的前列, 将首先被显

示;信息优先级为普通时就将信息加载在信息链表的尾部,显示线程从信息链表的头部到尾部依次显示。信息内容可以是文本信息、图片信息,和各种天气,地质灾害图标等。

系统初始化后启动显示线程,显示线程首先读取信息链表的内容,判断是文本信息还是图片信息。如果是文本信息,将文本信息内容通过 IIC 接口将数据传送给 XF-S4240 中文语音合成模块,XF-S4240 可以将中文文本合成为语音,将信息的内容通过喇叭播放出来。系统编程时使用 Qt 库,可以指定一张图片或者通过 Qt 的 QPainter 画一张纯色的图片,然后将信息的文本内容再画到此背景下,就合成了一张带有文本的图片。这样处理的目的是主要考虑文本显示与图片显示方法的一致性,也为了方便后面动态效果的处理。图片合成后为图片指定动态效果,如上下滚动、淡入淡出、马赛克等,最后系统依据此动态效果通过 LCD 接口将图片内容显示出来。

系统显示分 3 个区域,主区域大小为 192×96 ,显示文本和图片等通用信息;两个从区域大小都为 192×16 ,一个显示时间信息和预警等级信息,另一个显示简单文本信息。

```
QRect text_rect(0,0,192,96); //主区域
w. setAreaRect ( simpleTextPlayer:: text, text_rect);
QRect warnInfo_rect(0,96,192,16); //简单文本显示区域
w. setAreaRect ( simpleTextPlayer:: warnInfo, warnInfo_rect);
QRect logo_rect(0,96+16,192,16); //时间和预警等级显示区域
w. setAreaRect ( simpleTextPlayer:: logo, logo_rect);
```

3.2 基于嵌入式 Linux 的 LCD 接口驱动程序设计

3.2.1 Linux 驱动和帧缓冲的概念

在 Linux 系统上,设备驱动是硬件和应用软件之间的纽带,它使得应用软件只需要调用系统软件的应用编程接口(API)就可让硬件完成要求的工作,设备驱动的架构则由相应的操作系统定义。帧缓冲(framebuffer)是 Linux 系统为显示设备提供的一个接口,它将显示缓冲区抽象,屏蔽图像硬件的底层差异,允许上层应用程序在图形

模式下直接对显示缓冲区进行读写操作。用户不必关心物理显示缓冲区的具体位置及存放方式,这些都有帧缓冲设备驱动本身来完成。S3C2440 芯片内部集成 LCD 控制器,可以传输显示数据和产生控制信号,用户只要设置相关的寄存器,就可以完成显示配置和控制。配置 LCD 控制器最重要的一步就是设置显示缓冲区,显示的内容是从显示缓冲区中读出来的^[6]。

3.2.2 Linux 帧缓冲相关数据结构

帧缓冲设备最关键的一个数据结构体是 fb_info 结构体,fb_info 内部包含了多种类型的数据结构,是关于帧缓冲设备属性和操作的完整描述^[7]。

```
struct fb_info {
    int node;
    int flags;
    struct fb_var_screeninfo var; //显示屏可变参数
    struct fb_fix_screeninfo fix; //显示屏固定参数
    struct fb_monspecs monspecs; //显示器标准
    struct work_struct queue; //帧缓冲事件队列
    .....
    struct fb_ops *fbops; //帧缓冲操作集合
    .....
    char __iomem *screen_base; //显示缓冲区地址
    unsigned long screen_size; //显示缓冲区大小
    .....
};
```

结构体 fb_info 中记录了帧缓冲设备的全部信息,包括设备的参数设置,状态及操作函数指针。每一个帧缓冲设备都必须对应一个 fb_info 结构体。fb_info 中的 fb_var_screeninfo 结构体记录用户可修改的显示控制器参数,包括屏幕分辨率和每个现实点的位数等信息。fb_info 中的 fb_fix_screeninfo 结构体记录用户不能修改的显示控制器参数,如屏幕缓冲区的物理地址和长度等信息。

fb_info 中的 fb_ops 结构体为指向底层操作的函数指针集合,如打开,关系设备,设置和读取显示参数等。用户程序执行有关 framebuffer 系统调用时内核就会调用这些函数。

```
static struct fb_ops s3c2440fb_ops = {
```

```

.owner = THIS_MODULE,
.fb_check_var = s3c2440fb_check_var, //检测可变参数函数
.fb_set_par = s3c2440fb_set_par, //设置 fb_var_screeninfo 参数
.fb_blank = s3c2440fb_blank, //显示空白
.fb_setcolreg = s3c2440fb_setcolreg, //设置 color 寄存器
.fb_fillrect = cfb_fillrect, //矩形填充
.fb_copyarea = cfb_copyarea, //数据复制
.fb_imageblit = cfb_imageblit, //图形填充
};

```

fb_ops 里面包含了有关 framebuffer 的所有操作,根据具体的项目显示需要,只定义了其中一部分操作。

3.2.3 帧缓冲设备驱动注册过程

用户程序使用帧缓冲设备前需要将帧缓冲设备注册进内核,帧缓冲设备的注册过程如下:

(1)申请 fb_info 结构体的内存空间,初始化 fb_info 结构体中的固定和可变的屏幕参数。

(2)根据具体的 LCD 显示器的特性,完成 LCD 控制器硬件的初始化。

(3)申请帧缓冲设备的显示缓冲区空间。

(4)向内核注册帧缓冲设备。

4 实 验

图4为基于以上的设计方案设计完成的信息

显示终端试验样机照片。经测试、实验和相关部門实际使用,系统工作可靠,通讯稳定,图像显示清晰,达到设计要求。



图4 气象预警信息显示终端实验照片

Fig. 4 Photo of LED display system of weather warning

5 结 论

根据国家气象局“气象灾害预警系统”的整体规划,结合具体要求设计了一种专业化的气象预警信息显示终端。系统采用先进的硬件平台和嵌入式操作系统、先进的LED显示控制技术和远程控制技术,能清晰稳定的显示各种文字、符号、图形和动画。实验结果表明:系统具有技术先进、信息发布准确快捷、稳定性高、环境适应性好等突出优点。实现了远程信息接收,信息显示与语音播报,满足气象部门对各种气象信息及时发布的功能需求。

参 考 文 献:

- [1] 赵胜欢,刘守会. ARM 及其嵌入式系统在 LED 屏幕中的应用 [J]. 现代显示, 2006, 64(6): 118-124.
- [2] Samsung Corporation. S3C2440 user's manual R1 [R]. Republic of Korea: Samsung, 2006.
- [3] 熊茂华,杨震伦. ARM9 嵌入式系统设计与开发应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2008: 302-350.
- [4] 何剑锋,高宇,孙育东,等. 基于 Xscale-linux 的 GPRS/GSM 移动终端及 GUI 设计 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(3): 417-423.
- [5] Stevens W R, Ragn S A. *Advanced Programming in the UNIX Environment* [M]. 北京:人民邮电出版社, 2006: 287-311.
- [6] 韦东山. 嵌入式 Linux 应用开发完全手册 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2008: 197-221.
- [7] 宋宝华. Linux 设备驱动开发详解 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2010: 478-528.