

基于 S3C2440 嵌入式智能倒闸装置^①

张万金, 汪玉凤, 覃荆伟

(辽宁工程技术大学 电气与控制工程学院, 葫芦岛 125105)

摘要: 在煤矿中倒闸操作是关乎生产安全的重要环节, 使用基于三星芯片 s3c2440 和 linux 嵌入式系统来做倒闸的控制器, 开发了基于 Qt/Embedded 的控制系统, 使用加窗傅立叶变换计算合闸时间, 并将程序移植到嵌入式设备上。

关键词: 倒闸操作; ARM; Linux 嵌入式系统

Intelligent Switching Operation Based on S3c2440 Embedded System

ZHANG Wan-Jin, WANG Yu-Feng, QIN Jing-Wei

(Liaoning Technical University, Faculty of Electrical and Control Engineering, Huludao 125105, China)

Abstract: In the coal mine, switching operation is an important part of relating to production safety. This article based on Samsung s3c2440 chip and Linux embedded system. Switching controller is developed based on Qt/Embedded control systems, the use of co-windowed Fourier transform calculation gate time, and porting to embedded devices.

Key words: switching operation; arm; embedded Linux operation

矿井有两条回路电源线路, 即双母线供电。矿井两回路电源线路应分别来自电力网中两个不同区域的变电所或发电厂。煤矿系统进行检修时, 需要停止工作中的母线, 启动备用母线, 需要把原母线负荷转移到备用的母线, 在检修结束恢复运行时, 要进行相反的操作。倒闸是最重要的步骤。本文以三星基于 s3c2440a 芯片设计控制系统, 快速稳定的进行倒闸操作。控制系统根据电流, 电压等检测电路获得数据, 经由嵌入式系统处理, 并实时显示双母线电压电流等数据, 在得到合闸指令后, 控制合闸的驱动电路和断路器进行合闸, 如果合闸不成功自动进行重合闸。

1 系统概述

1.1 系统功能

系统采用嵌入式 Linux 和三星 S3C2440A 处理器及相应的外围接口电路来完成各项功能。要检测的两条母线电压电流通过电压、电流互感器和低通滤波器滤除不需要的谐波后, 送入电压、电流检测板, 经高

性能 AD 芯片转换, 转换成数字量后, 输入处理器。数据处理后, 可在 LCD 屏幕上显示电压, 电流, 频率, 相位角等值, 同时开发了基于 Qt/Embedded 的控制系统, 在得到倒闸命令, 符合倒闸条件后, 控制驱动和断路器模块, 进行倒闸操作。

同时处理后的数据存储于 SDRAM 上, 应用嵌入式 Web 技术。可以通过网络访问控制装置, 查看历史数据。系统结构如图 1 所示。

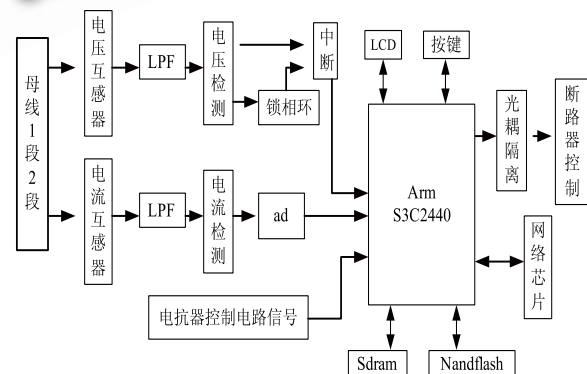


图 1 电路结构框图

① 基金项目: 辽宁工程技术大学创新基金(Y201000404)

收稿时间: 2010-12-11; 收到修改稿时间: 2010-12-28

1.2 数据采集电路

电压信号经过 LPF(低通滤波器)后进行检测(如图 1)和调理成方波(如图 2), 编译检测和控制, 倍频检测电路, 使电压检测更加精确(如图 3)。

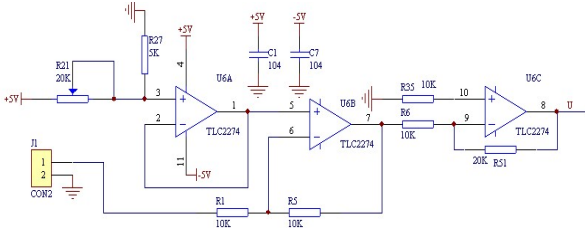


图 2 电压检测电路

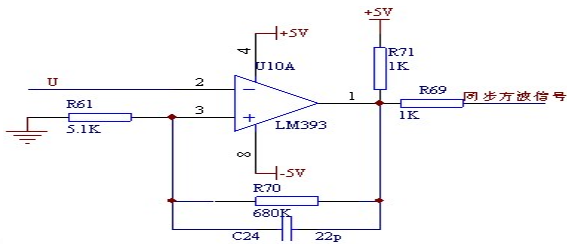


图 3 电压调理倍频电路

锁相电路使用 CD4046 和 CD4040 芯片, CD4046 为数字锁相环(PLL)芯片, 内部包含缓冲放大器、输入信号放大与整形电路、内部稳压器, 还有压控振荡器和鉴相等。如图 4。

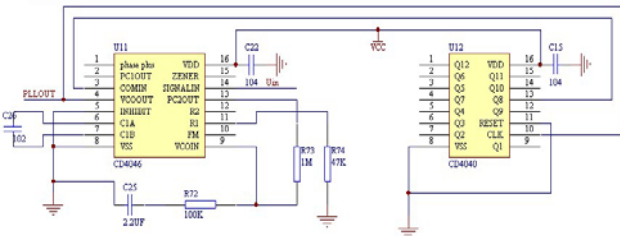


图 4 256 倍频锁相环电路

电流信号经过 LPF,检测后经过 AD 芯片转换成数字信号后输入控制系统。其中 AD 芯片选用一种高速、多通道、14 位模-数转换芯片 max125。

1.3 数据处理

合闸的时机判断是关乎安全和系统稳定的关键因素, 在得到合闸指令后, 满足母线 1, 2 段电压幅值一致, 两母线电压角频率相等。瞬间相角差为零时, 即刻合闸。其中确定相角差是最复杂的步骤。本文采用加窗离散傅立叶变换^[1]来检测相角差。

在加窗离散傅立叶变换方法中, 对于电网频率都

是 50Hz 的周期信号, 设其频率为 f_0 , 幅值分别为 A_1 , B_1 , 初相位分别为 α_1 , β_1 。

$$x_1(t) = A_1 \cos(2\pi f_0 t + \alpha_1)$$

$$x_2(t) = B_1 \cos(2\pi f_0 t + \beta_1), \text{ 相角差 } \theta = \alpha_1 - \beta_1$$

加广义余弦窗, 并进行离散傅立叶变换后, $x_1(t)$ 变

$$\text{换为 } X_{1W}(k) = \frac{A_1}{2} W_0 \left[-\frac{2\pi\lambda}{N} \right] e^{j(\pi\lambda + \alpha_1)}$$

$$x_2(t) \text{ 变换为 } X(k) = \frac{B}{2} W \left[-\frac{2\pi\lambda}{N} \right] e^{j(\pi\lambda + \beta_1)}$$

对应于 $\theta_1 = \alpha_1 + \lambda\pi$ $\theta_2 = \beta_1 + \lambda\pi$

用离散傅立叶变换计算 $x_1(t)$, $x_2(t)$ 的基波后, 可

$$\text{以得到 } \theta = \text{tg}^{-1} \left[\frac{X_{1IM} X_{2RE} - X_{1RE} - X_{2IM}}{X_{1RE} X_{2RE} - X_{1IM} - X_{2IM}} \right]$$

其中, X_{1RE} , X_{1IM} 为 $x_1(t)$ 加广义余弦窗并进行离散傅立叶变换的实部和虚部。 X_{2RE} , X_{2IM} 为 $x_2(t)$ 加窗并进行离散傅立叶变换的实部和虚部。

2 S3C2440处理器

S3C2440 处理器是一类极具竞争力的嵌入式处理器, 是一种高性能、低功耗、低成本的处理设计模式。三星 S3C2440 芯片是一款基于 ARM9T 内核的微控制器。内部资源丰富, 加强 ARM 体系结构 MMU 支持 Linux 嵌入式系统。支持从 Nand 启动, 支持大容量外部存储器和主存储器, 可以在其基础上扩展丰富的人机接口设备, 如鼠标、键盘和 TFT-LCD 触摸屏等。

S3C2440 的主要功能:

外部存储器控制和片选逻辑;

4 通道 DMA 并有外部请求引脚;

2 通道 SPI, 2 端口主 USB, 1 端口从 USB;

130 个 I/O 口和 24 通道外部中断源;

具有普通, 慢速, 空闲和掉电模式。

本项目使用天嵌 TQ2440 开发板, Nand Flash 选用三星 K9F2G08U0A, 缓存选用镁光 48LC16M16A2。

LCD 屏幕选用东华 3.5 英寸触摸屏, 在触摸屏和硬件基础上实现基于 Qt/Embedded 的图形用户界面, 良好的人机界面在电压等参数显示的时候更加直观, 操作更加安全, 给倒闸操作提供可靠保障。

3 嵌入式Linux移植

三星公司的 ARM920T 系列处理器 S3C2440 支持从 Nand Flash 启动的模式, 它的工作原理是将 Nand-

Flash 中存储的前 4KB 代码装入一个称为 Stepping-stone(BootSram)的地址中, 然后开始执行该段引导代码, 从而完成对操作系统和应用程序的加载。Nand Flash 中烧写了 bootloader, Linux 内核, yaffs 文件系统。

3.1 Bootloader 移植

在嵌入式系统中, 通常并没有像 BIOS 那样的固件程序, 因此整个系统的加载启动任务就完全由 Boot Loader 来完成。U-Boot (Universal Boot Loader), 是遵循 GPL 条款的开放源码项目。是最常用的 Boot Loader。开发板使用 U-Boot 引导嵌入式 Linux 系统是因为 U-Boot 不仅开发源码, 而且支持 ARM 处理器和嵌入式 Linux 系统。在配置 Nand Flash 启动模式之后, S3C2440 上电会先将 Nand Flash 中的 0x0 - 0x0800 的数据拷贝到位于 Bank0 中的 Boot Internal SDRAM 上开始引导启动。如图 5。



图 5 U-Boot 从 Nand Flash 启动

3.2 Linux 内核移植

本文选用 2.6.22 的 Linux 内核, Linux 2.6.22 内核使用了由 Ingo Molnar 开发的新的调度器算法, 称为 O(1)算法, 它在高负载的情况下执行得极其出色, 并且当有很多处理器时也可以很好地扩展。一般我们的平台并不是源码的默认平台, 所以还要对 makefile 进行修改。下载后还要进行修改 makefile, 我们这里使用交叉编译器 arm-linux-gcc 3.4.1。设置 flash 分区。配置好内核后下载到开发板。

3.3 文件系统的建立

文件系统是基于划分在存储设备上的逻辑上单位上的一种定义文件的命名、存储、组织及取出的方法。如果一个 Linux 没有文件系统, 它是不能被正确的启动的。因此, 我们需要为 Linux 创建文件系统, 我们将其创建在 K9F2G08 Nand Flash 上。Yaffs 是一种专门为嵌入式系统中常用的闪存设备设计的一种可读写的文件系统, 它比 jffs2 文件系统具有更快的启动速度, 并对 Flash 使用寿命有更好的保护机制。我们使用 mkyaffs 工具可以将 Nand Flash 中的分区格式化为

yaffs 格式 (如/bin/mkyaffs/dev/mtdblock/0 命令可以将第 1 个 MTD 块设备分区格式化为 yaffs), 使用 mkyaffs-image 则可以将某目录生成为 yaffs 文件系统镜像。

3.4 Qt/Embedded 应用

Qt/Embedded 是一个用于嵌入式系统的图形用户界面系统, 能够高效、稳定地运行于嵌入式 Linux 系统下, 能为用户提供可靠的交互功能。Qt/Embedded 类的库完全使用 C++封装, 丰富的控件资源和较好的可移植性是 Qt/Embedded 最为优秀的一方面, 使用开发下具 Qt Designer 可以直接开发基于 Qt/Embedded 的 UI(用户操作接口)界面。开发环境如图 6。

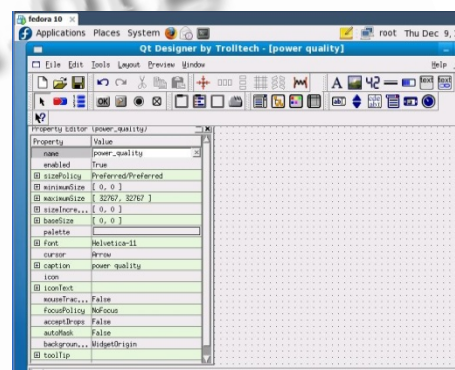


图 6 QT/Embedded 开发环境

使用 Qt 图形编辑器开发图形界面, 这是种所见即所得的方式。启动 Qt 图形编辑器, 编辑 Gui 界, 保存后得到.ui 文件。在 Qt Designer 的代码编辑器里输入的代码保存为 file.ui.h 文件(C++源文件)。双击窗体启动 Qt Designer 的代码编辑器, 以添加所制窗口的些额外功能。比如添加新的槽函数, Qt Designer 会自动监测到在代码中已经创建了个新槽, 并且 Uic (User Interface Compiler)会在窗体的类定义中自动生成正确的函数声明。在 Qt 中, Uic 是从 XML 文件生成代码的用户编辑器, 用来将 file.ui 文件生成 file.h 和 file.cpp



图 7 控制和显示界面

文件。基于 Qt/Embedded 开发的倒闸控制和显示界面如图 7。

4 系统软件流程

系统软件流程如图 8 所示，系统软件由一些列子程序组成，初始化子程序，电压电流处理子程序，断路器控制子程序，显示子程序等。

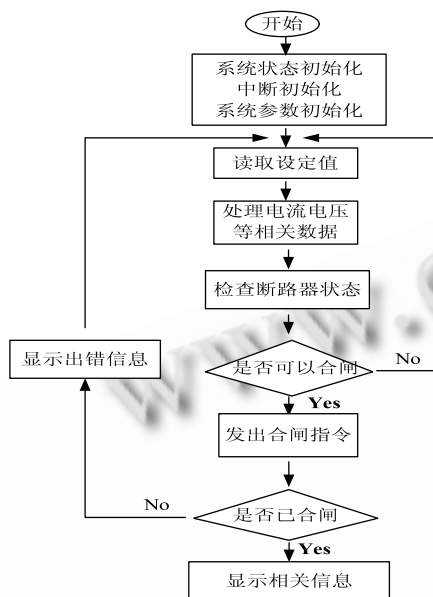


图 8 系统软件流

5 结语

本文把三星 S3C2440A 处理器和嵌入式 Linux 系统应用于电网倒闸控制装置。并开发了基于 Qt/Embedded 的控制系统界面。实践证明控制方案可行，并取得很好的控制效果。Linux 的开源性和可移植性节约了开发成本了，良好的人机界面易于操作。倒闸时间精确控制，保障了生产安全。

参考文献

- 1 江亚群,何怡刚.基于加窗 DFT 的相位差高精度测量算法. 电路与系统学报,2005,(4).
- 2 杜春雷.ARM 体系结构与编程.北京:清华大学出版社,2003.
- 3 宋宝华.Linux 设备驱动开发详解.北京:人民邮电出版社,2008.
- 4 王学龙.嵌入式 Linux 系统设计与应用.北京:清华大学出版社,2001.
- 5 刘淼.嵌入式系统接口设计与 Linux 驱动开发.北京:北京航空航天大学出版社,2006.

(上接第 218 页)

性能好，稳态误差小。

3 结语

本文介绍了一种智能车的硬件设计和控制策略。从实验和比赛效果来看，摄像头能够很好的采集路径信息，并且算法的结构性和稳定性较好，这就保证了智能车在复杂路径情况下，能够迅速控制舵机，调整驱动电机的速度来适应比赛。该方法思路简单，控制策略具有较强的弹性和适应性，模块化设计的程序，能有效克服复杂路径给摄像头带来的影响。从比赛运行的情况来看，采用本方案设计的智能车，整体系统运行可靠，定位准确，达到了设计要求。

参考文献

- 1 MC9S12XS256 Reference Manual Rev 1.09 Freescale Semiconductor Inc. 2009
- 2 孙同景,陈桂友.Freescale 9S12 十六位单片机原理及嵌入式开发技术.北京:机械工业出版社,2008.
- 3 韩毅,杨天.基于 HCS12 单片机的智能寻迹模型车的设计与实现.计算机工程与设计,2008,29(18):4736-4739.
- 4 卓晴,黄开胜,邵贝贝.学做智能车-挑战“飞思卡尔”杯.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- 5 郭中元.基于 MC9S12DG128 单片机的路径识别车的设计及实现.计算机系统应用,2009,18(5):186-189.
- 6 吴吟箫,张虹,王新生.基于黑白摄像头的智能小车路径识别系统设计.计算机技术及应用,2009.