

文章编号:1007-2780(2011)03-0354-04

实时波形的动态显示及其优化处理方法

杨树德, 高曼曼, 潘天文

(河南理工大学 电气工程与自动化学院, 河南 焦作 454010, E-mail: yangshude858755@163. com)

摘 要: 介绍了一种基于 STM32F103ZET6(ARM)芯片的可变静态存储控制器(FSMC)的 LCD 实时波形动态显示系统实现方法,给出了采集到的数据和 LCD 显示屏坐标之间的映射关系、FSMC 的特点和具体设置,介绍了对变化较快信号的波形优化处理方法,使波形更加逼真。该技术具有较好的实用性并已经用于交-交变频器的显示系统中。

关 键 词: ARM;STM32;FSMC;优化处理

中图分类号: TP334

文献标识码: A

DOI: 10. 3788/YJYXS20112603. 0354

Dynamic Display and Optimization Processes Method of Real-Time Waveform

YANG Shu-de, GAO Man-man, PAN Tian-wen

(College of Electrical Engineering & Automation, Henan Polytechnic University,
Jiaozuo 454010, China, E-mail: yangshude858755 @163. com)

Abstract: This paper introduces the implementation of LCD real-time waveform dynamic display system based on the Flexible Static Memory Controller (FSMC) of chip STM32F103ZET6 (ARM), presents the mapping relation between the collected data and the coordinates of the LCD screen, the characteristics and the specific set of FSMC. The optimization processes method for the waveform with the signals changing rapidly is introduced which makes the wave more lifelike. This technique is of highly practical value and has been applied to the AC-AC frequency conversion display system.

Key words: ARM;STM32;FSMC;optimization processes

1 引 言

随着科技的发展,人们在追求产品性能的同时对产品人性化的交互方式也有越来越高的要求,很多应用产品经常需要动态显示现场采集的实时波形^[1-5]。液晶显示器(LCD)由于体积小、功耗低、显示信息量大等优点,已经成为各种便携式电子产品的理想人机交互界面。传统的 LCD 控制一般采用 IO 口模拟时序,这对显示波形的实时性很不利。STM32 内部的 FSMC 模块支持

8080 时序,通过 FSMC 对 LCD 进行读、写操作就像是在对存储器操作,大大提高数据传送速度,显示波形的实时性得到极大提高。

LCD 显示终端所接收的数据都是数字量,对变化较快,或者有突变的信号采用传统波形显示方法不能很好地反映实际情况。本文将以前新型 RA8806 液晶显示控制器为代表,介绍如何使用 ST 公司的 STM32 微控制器的 FSMC 模块在图形点阵 LCD 上实现实时波形的动态显示,并给出一种波形优化处理方法,使得系统可以采集有突

变的信号,并能逼真地反映实际信号。

2 系统模块原理

2.1 LCD 特性简介

本文选用基于 RA8806 控制器的 240×128 触摸液晶模块。RA8806 是图文模式的液晶显示控制器,内建了双图层显示内存及 512 kB ROM 的字型码,可以显示全型的繁体中文字形或简体中文字型。RA8806 也内建了智能型触控扫描控制器,支持 4 线电阻式触控扫描接口,可程序化的脉波宽度调变器(PWM)可以用来调节 LCD 面板的对比度或背光亮度,同时支持 4 级灰度显示,是工控产品的理想选择。

2.2 STM32 及 FSMC 特性概述

STM32 系列 32 位微控制器使用来自于 ARM 公司具有突破性的 Cortex-M3 内核,该内核是专门为满足集高性能、低功耗、实时应用、具有竞争性价格于一体的嵌入式领域的要求而设计。STM32 产品系列基于行业标准的 ARM 32 位精简指令结构——ARM 公司最新的内核 Cortex-M3^[6]。STM32 具有 1 个双通道的 12 位高速模数转换器(ADC),还配有 5 个 UART/USART 接口、3 个 SPI 接口,配备 512 kB 片上闪存的高性能系列 STM32 微控制器新产品,还新增 1 个 PWM 定时器,能够提供 2 个带死区控制功能、7 路输出的定时器提供最多 21 路的三重采样保持模数转换器和可变静态存储控制器(FSMC)等。丰富的外设接口组合使 STM32 系列产品能够满足市场对高性能连接和更多控制功能的需求。

在 STM32 内部,FSMC 的一端通过内部高速总线 AHB 连接到内核 Cortex-M3,另一端则是面向扩展存储器的外部总线。内核对外部存储器的访问信号发送到 AHB 总线后,经过 FSMC 转换为符合外部存储器通信规约的信号,送到外部存储器的相应引脚,实现内核与外部存储器之间的数据交互。FSMC 起到桥梁作用,既能够进行信号类型的转换,又能够进行信号宽度和时序的调整,屏蔽掉不同存储类型的差异,使之对内核而言没有区别。通过对特殊功能寄存器的设置,FSMC 能够根据不同的外部存储器类型,发出相应的数据、地址、控制信号类型以匹配信号的速度^[7]。本系统需要配置 FSMC,访问存储器类型为 SRAM,数据宽度为 8 位,工作于 8080 时序。

3 程序处理算法

3.1 采集到的数据和 LCD 坐标之间的关系

本系统实际测试选用交-交变频器。系统采集交-交变频器输出电压和电流数值,上半屏为电压坐标范围,下半屏为电流坐标范围,幅值限定为 220 V(或 A),AD 转换器把 440 V(或 A)范围的数据转换成 0~3.3 V 的模拟数据。由于本系统采用 240×128 液晶显示模块,该液晶模块的内部行坐标是从左到右,以字节为单位,列坐标从上到下,以位为单位,坐标范围分别为 0~29 和 0~127。为了和人们的习惯一致,我们建立的坐标系是从下向上为数据轴,从左到右为时间轴,这样 AD 转换器采集到的数据和 LCD 内部坐标 Y_{LCD} 的关系为:

$$K_{(V/I)} = \frac{K_{AD}}{3.3} \times 440 - 220 \quad (1)$$

$$Y_V = 96 + \frac{K_V}{220} \times 31 \quad (2)$$

$$Y_I = 32 + \frac{K_I}{220} \times 31 \quad (3)$$

$$Y_{LCD} = 128 - Y_{(V/I)} \quad (4)$$

式中, K_{AD} 表示 AD 转换器所采集到的数据值, $K_{(V/I)}$ 表示采集到的数据值对应的实际电压或电流大小, Y_V 表示电压值在坐标轴上的位置, Y_I 表示电流值在坐标轴上的位置, Y_{LCD} 表示数值对应的 LCD 内部坐标。

3.2 动态显示算法原理

本系统采用 STM32 内部的高速 AD 转换器,设定为连续转换模式,将转换到的数据通过 DMA 储存在显示缓冲区,转换 240 个数据后 DMA 触发中断,根据显示缓冲区的数据刷新显示屏^[8]。

LCD 内部纵坐标根据式(1)~(4)确定,横坐标则根据数据采集的先后顺序依次增加 1 位即可。由于 LCD 模块是横向扫描,即横向坐标是以字节为单位,而数据横向是需要以位为单位刷新的,故需要每送 8 位数据后 X 坐标加 1。在固定 X 坐标送 8 个数据时,如果直接送出去,后面的数据有可能把前面的数据覆盖掉(当 8 位中出现至少两个 Y_{LCD} 相等时)。X 固定,依次把 10000000B 右移 0~7 次送到对应的 Y_{LCD} ,由于移位后只有 1 位为 1 其他位全部为 0(其他位清零),所以当前后送出数据对应的 Y_{LCD} 相等时,前面送出的所有数据将被覆盖掉。为了避免这种现象,该系统程序在送数据时,先读取 LCD 目标地址处的数据,

与要送的数据相或作为目标数据送出,若第一次在某 X 坐标送出 10000000B,第二次需要送 01000000B,两者相或,实际送出的数据为 11000000B,这样保证了一次传输 8 位刷新 1 个字节数据的某 1 位的同时不对该字节的其他位产生影响。

3.3 波形优化算法原理

数字显示系统采集到的数据是离散的,LCD 模块显示数据也是以点阵(离散)的形式给出的^[9]。一般 LCD 点阵比较小,所以当前后相邻数据大小比较接近时,波形看起来是近似连续的;但当前后相邻数据大小差距比较大时,波形看上去就是断续的,不逼真。

本文采用填充法,很好地解决了波形的断续现象,使波形看上去更接近实际的数据变化过程。该方法的具体思想是:在选择点亮某一坐标点 Y_k 时,先把 Y_k 和 Y_{k-1} 进行比较,如果其差的绝对值不大于 1,那么就不会出现波形断续现象,这时直接点亮坐标点 Y_k 并继续横向扫描即可;反之,若 Y_k 和 Y_{k-1} 之差的绝对值大于 1,比如 Y_k 为 168, Y_{k-1} 为 164,这时,首先点亮坐标点 Y_k ,并停止右移(停止横向扫描),继续点亮 Y_{k-1} 和 Y_k 之间的坐标点,即点亮 165、166、167,对断续的波形进行优化,再继续横向扫描。该方法实际是采用填充断续点之间 Y 坐标的方式实现对波形的优化,优化算法的主要思想如图 1 所示。

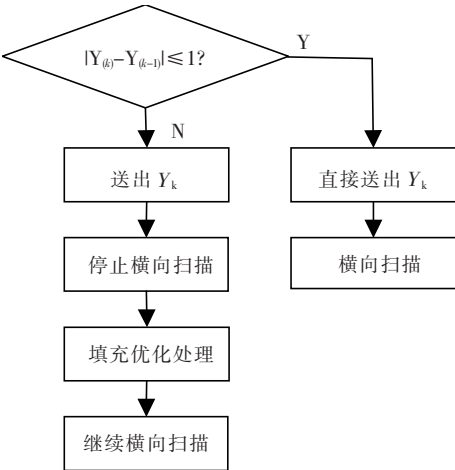


图 1 波形优化程序算法

Fig. 1 Algorithm of waveform optimization program

4 实际显示效果比较

从图 2 和图 3 可以看出,在未加入波形优化

算法时,显示变化较缓慢的信号波形断续现象不太明显;但测量变化较快的信号时波形断续现象很明显(图 2)。本系统提出的波形优化方法很好地解决了这个问题,使得 LCD 显示终端能够适应更广的信号范围,在变化较快的信号下,保持采样频率不变而优化波形,使波形更符合人们的视觉习惯、更逼真(图 3)。在测试中比较了采用传统 IO 口模拟时序(8088 时序)和 STM32 的 FSMC 两种方式的速度,结果发现采用 FSMC 控制 LCD 所用的时间约为普通 IO 口模拟时序控制 LCD 的 1/8,大大提高了显示系统的实时性。

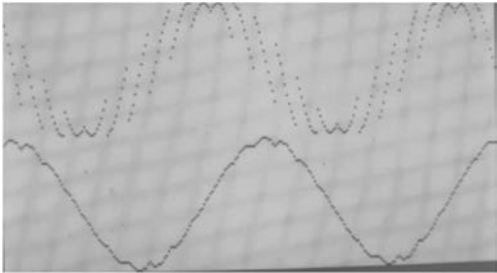


图 2 未加入波形优化算法时样机采集的交-交变频器输出电压(上)电流(下)波形

Fig. 2 Output voltage (Above) and current (Below) waveform of AC-AC converter collected by prototype without waveform optimization algorithm

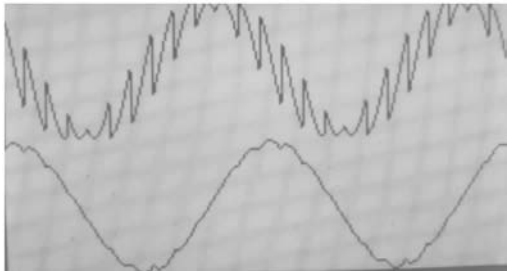


图 3 加入波形优化算法后样机采集的交-交变频器输出电压(上)电流(下)波形

Fig. 3 Output voltage (Above) and current (Below) waveform of AC-AC converter collected by prototype with waveform optimization algorithm

5 结 论

提出了一种波形优化处理方法,可以在图形点阵 LCD 上实现实时波形的动态显示,系统可以采集有突变的信号,并能逼真地反映实际信号。该技术具有较好的实用性并已经用于交-交变频器的显示系统中。

参 考 文 献：

[1] 徐爱军. 嵌入式系统应用编程与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2009:472-560.
[2] 石明江, 张禾, 河道清. 持式数字存储示波器显示驱动设计[J]. 液晶与显示, 2010, 25(5): 738-742.
[3] 王海涛, 刘兆甲, 张文明, 等. 基于 DSP 的液晶图文显示技术[J]. 液晶与显示, 2008, 23(1): 71-76.
[4] 陈建群, 段晨东, 董鹏辉, 等. 液晶模块的显示绘图方法[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(4): 748-750.
[5] 刘理云. 用 LCD 显示被测量波形的设计[J]. 北京电子科技学院学报, 2009, 17(2): 89-95.
[6] 李宁. 基于 MDK 的 STM32 处理器开发应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008:92-200.
[7] 吴明晖. 基于 ARM 的嵌入式系统开发与应用 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.
[8] 席鑫宁, 潘宏侠. 基于 DSP 的 LCD 模块设计及其在设备状态监测系统中的应用[J]. 液晶与显示, 2009, 24(1): 102-118.
[9] 姜峰, 杨玉明. 单片机控制液晶模块实时显示动态波形[J]. 微计算机应用, 2001, 22(1): 22-26.

欢迎订阅 欢迎投稿
《光学 精密工程》

《光学 精密工程》是中国仪器仪表学会一级学术期刊,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所主办,科学出版社出版。由国内外著名科学家任顾问,陈星旦院士任编委会主任,国家科技部副部长曹健林博士担任主编。

《光学 精密工程》坚持学术品位,集中报道国内外现代应用光学、光学工程技术、光电工程和精密机械、光学材料、微纳科学与技术、医用光学、先进加工制造技术、信息与控制、计算机应用以及有关交叉学科等方面的最新理论研究、科研成果和创新技术。本刊自 2007 年起只刊发国家重大科技项目和国家自然科学基金项目及各省、部委基金项目资助的论文。《光学 精密工程》竭诚欢迎广大作者踊跃投稿。

本刊获奖：

中国科学技术协会择优支持期刊
中国百种杰出学术期刊
第一届北方优秀期刊
吉林省双十佳期刊

国际检索源：

《美国工程索引》(EI Compendex)
《美国化学文摘》(CA)
《英国 INSPEC》(SA)
《俄罗斯文摘杂志》(PЖ)
《美国剑桥科学文摘》(CSA)

国内检索源：

中国科技论文统计源期刊
中国学术期刊(光盘版)
万方数据系统数字化期刊
台湾华艺中文电子期刊网
中国科学引文数据库
中国物理文献数据库
中国期刊网
中文核心期刊要目总览(北大)
中国学术期刊综合评价数据库
中国光学与应用光学文摘
中国科学期刊全文数据库
中国光学文献数据库
中国学术期刊文摘
中国物理文摘

地 址：长春市东南湖大路 3888 号

《光学 精密工程》编辑部

邮 编：130033

电 话：(0431)86176855

传 真：(0431)84613409

E-mail: gxjmgc@ciomp. ac. cn

gxjmgc@sina. com

http://www. ope. net. cn

国内邮发代号：12-166

国外发行代号：4803BM

定 价：50.00 元/期

帐 户：中国科学院长春光学
精密机械与物理研究所

银 行：中行吉林省分行营业部

帐 号：220801471908091001