

# 基于瑞萨 MCU 的不带字库液晶模块的汉字图形显示<sup>①</sup>

牛国锋, 张明新, 朱苗苗

(常熟理工学院 计算机科学与工程学院, 常熟 215500)

**摘要:** 针对不带汉字字库的点阵液晶模块显示原理的研究, 基于瑞萨 78K0R/KG3 16 位微控制器和 128\*64 液晶显示模块的特点, 采用汉字取模软件取模实现汉字和点阵图形的混合显示.

**关键词:** 瑞萨; 微控制器; 不带字库液晶模块; 汉字图形显示

## Chinese Characters' Graphics Display Based on the Renesas MCU LCD Module without Character

NIU Guo-Feng, ZHANG Ming-Xin, ZHU Miao-Miao

(School of Computer Science and Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

**Abstract:** Based on the display principle of dot matrix LCD module without Chinese word stock, we display Chinese characters using Renesas 78K0R/KG3 16bit microcontroller and the modulus software of Chinese characters, considering the characteristics of 128\*64 LCD modules.

**Key words:** Renesas; MCU; LCD module without character; Chinese characters graphical display

21 世纪电子技术获得了飞速的发展, 在其推动下, LCD 液晶显示屏以其可靠性高、功耗低、体积小等特点而成为目前比较流行的显示终端, LCD 液晶显示技术作为人机交互的主流方式, 正广泛应用于家电、手机、个人电脑、各种智能仪表、电子设备等显示终端, 其产品几乎渗透了我们日常生活和生产的各个领域, 有力地推动了社会生产力的发展和社会信息化程度的提高.

目前, 在很多嵌入式智能仪器仪表中常用的 LCD 液晶模块一般都不带有汉字字库, 而实际应用中的人机界面需要显示汉字, 如果直接把汉字点阵字库存放在程序空间需要占有大量的程序空间, 并且字库不一定完整, 经常更新会加大使用成本. 本文以瑞萨电子 78K0R/KG3 16 位微控制器和 LCD-G12864D 显示模块为例, 介绍了一种基于无汉字字库的图形 LCD 模块结合瑞萨编译软件实现汉字图形显示的解决方案.

## 1 LCD 液晶显示模块

液晶显示器(LCD)是一种功耗极低的显示器件, 广泛应用于便携式电子产品中, 它不仅省电, 而且显

示信息量大, 显示美观方便, 其显示界面较之数码管有了质的提高. 近年来液晶显示技术的发展和需求都在以惊人的速度提高, LCD 显示器已经成为仅次于象管的第二大显示产业, LCD 显示产品已经渗透到人们生活的各个领域.

### 1.1 LCD 基本结构

LCD 液晶显示器<sup>[1]</sup>基本是由两片光刻有透明导电电极的基板, 夹持一个液晶层, 封接成一个偏平盒, 在外表面贴装上偏振片等构成, 其主要三大基本部分: (1)玻璃基板, 这是一种表面极其平整的浮法生产薄玻璃片; (2)液晶, 液晶材料是液晶显示器件的主体, 不同器件所用液晶材料也有所不同; (3)偏振片, 偏振片又称偏光片, 由塑料膜材料制成, 涂有一层光学压敏胶, 可以贴在液晶盒的表面.

### 1.2 LCD 显示控制器原理

点阵图形液晶显示模块将显示区分为左右半屏, 整个屏从上到下 64 行分为 8 页, 每页 8 行, 每页从左到右分为 128 列. 数据为纵向读写, 即每页的第一行对应 D0, 第二行对应 D1, 以此类推, 第八行对应 D7. 行地址和列计数器实际上是作为 DDRAM 的地址指

① 收稿时间:2014-04-08;收到修改稿时间:2014-05-08

针,行地址计数器为 DDRAM 的页指针,列地址计数器为 DDRAM 的列地址指针.行地址计数器没有记数功能,只能用指令设置,列地址计数器具有循环记数功能,各显示数据写入后,列地址自动加 1,列地址指针从 0 到 63.人们习惯于将行地址左、右半屏分为 CS1 和 CS2 两个 64 列来选择写入.

因为数据按字节在屏幕上是竖向排列的,上方为低位,下方为高位,所以在横向上,也就是 Y 轴方向一共是 128 列数据,在竖方向上,也就是 X 轴方向,一字节数据显示 8 个点,竖向 64 个点分为 8 个字节,称做 8 页(X=0-7).了解了显示原理,我们就知道要满屏显示一张图就要从 y=0...127、X=0...7 一共写 128×8=1024 个字节的数据.

控制器的指令总共七条指令:显示开关设定、显示起始行设定、页地址设定,列地址设定状态读取,写数据,读数据.因此,无论是字符型还是点阵型 LCD,其基本原理都是通过将数据写入所对应的 DDRAM 地址中来显示所需要的字符或是图形.

### 1.3 LCD 端口端子

数据总线 0...7,高电平时对应显示数据第 1...7 位.本设计主要采用的是 128\*64 点阵图形型 LCD,是在一平板上排列多行和多列,形成矩阵形式的晶格点,点的大小可根据显示的清晰度来设计,这类液晶显示器可广泛用于英文,汉字和图形显示的输出终端.LCD 液晶显示右两边各有一组小型的 LED 晶体管状态显示灯,左边的一组状态显示灯为功能控制接口的对应状态,右边的一组(DB0—DB7)状态显示灯显示数据接口对应的输入输出状态,可通过软件编程方便地对液晶控制,其硬件接口定义如表 1.

表 1 LCD 硬件接口功能

端口功能	端子引脚	端子名称	功能描述
控制端口	VP10	R/W	读写选择,高电平:读数据;低电平:写数据
	VP11	E	读写使能,高电平有效
	VP12	DI	数据指令选择,高电平:数据 D0-D7 将送入显示 RAM;低电平:命令器执行.
	VP14	CS1	片选择信号,高电平时选择前 64 列
	VP15	CS2	片选择信号,高电平时选择后 64 列
	VP17	RST	复位信号,高电平有效
数据端口	VP20 ... VP27	DB0 ... DB7	数据总线 0...7,高电平时对应显示数据第 1...7 位

### 1.4 LCD 读写时序

该液晶模块与 MCU 的接口采用 8 位并行数据线,可交换命令和数据.当 E 为高电位时,读写使能打开,读出的值为模块内的状态字,如果 R/W 为低,表示向液晶模块写入数据或命令,如果 R/W 为高,表示从液晶模块读数据或命令,读时序图和写时序图如图 1 和图 2 所示.

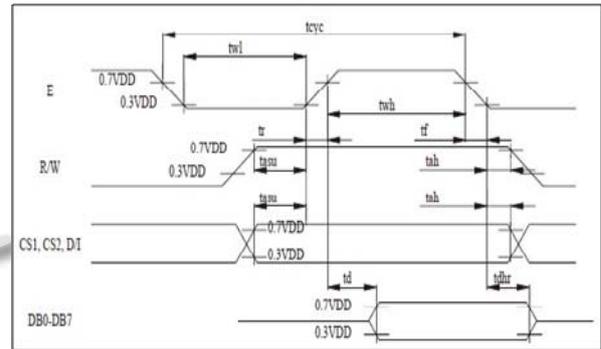


图 1 LCD 液晶屏写时序图

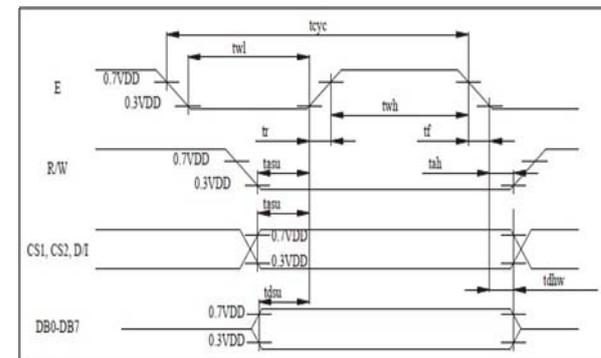


图 2 LCD 液晶屏读时序图

## 2 瑞萨微控制器及IDE环境

### 2.1 瑞萨 78K0R 微控制器

随着人们环保意识的日益提高,消费者越来越关注微控制器系统的环保节能性.为了扩大在节能家电和电池供电系统等市场领域的应用,瑞萨电子在新的产品中加入了节能理念,推出业界高标准 16 位低功耗闪存微控制器产品 78K0R 系列.78K0R 系列<sup>[2]</sup>是瑞萨公司推出的一款 16 位单片机微控制器,此系列微控制器具备领先业界的低耗电量及高效能等特点.瑞萨 78K0R 系列结合瑞萨在 16 位 MCU 市场中现有主要产品 78K0 系列的优异技术,并且整合多种周边功能,使其性能更加强大.瑞萨 78K0R 微控制器相对于其他微控制器具有下列主要特性<sup>[3]</sup>:

(1)支持尺寸更小、功耗更低的系统. 该 MCU 集成了面向电容触摸传感器的片上传感器控制单元, 意味着可以利用单块芯片处理系统控制和触摸控制, 不再需要外部触摸传感器 IC 芯片, 从而缩小了系统尺寸. 并且可直接与用于实现触摸感应的传感器电极相连, 这样就为各个电极消除了对电阻器和电容器的要求, 使减少元件总数、降低系统总成本、提高可靠性、缩短开发时间得以实现.

(2)降低了系统总功耗. 通过添加传感器控制单元, 极大地缩短了触摸检测所需的 CPU 处理时间, 并且将系统功耗降至使用瑞萨类似产品且在软件中实现触摸检测时的几分之一. 此外, 传感器控制单元能够实现低频(4MHz 或 5MHz)操作, 从而进一步降低了功耗. 该系列产品可广泛的应用于电池供电系统及节能家电领域.

近年来瑞萨 MCU 因其低成本、低功耗而得到广泛的关注和应用, 本文主要以瑞萨 16 位单片机微控制器: 78K0R/KG3: □PD78F1166GF(100pin)型号为核心, 该微控制器有 1KB 大小的 EEPROM 作为存贮, 将提取的汉字字模数据存放在 EEPROM 内, 作为数据存储器进行寻址操作, 可节省程序存储器的空间.

## 2.2 瑞萨 IDE 编译环境

集成开发环境 CubeSuite<sup>[4]</sup>是针对瑞萨微控制器开发使用的一款专用集成型开发环境, 它为采用 8 位到 32 位架构的微控制器提供了统一的支持. 在开发适用于 MCU 的软件(程序)时, 此集成型开发环境将所有的工具(编译器、与仿真器一起使用的调试器等)链接起来, 使其可以在同一个主机上, 完成所有的设计、编码、评估和验证任务, 使用开发者根据其开发软件所针对的 MCU 的类型, 选择采用 CubeSuite 集成型开发环境中相对应的型号.

## 3 图形点阵液晶显示编码规则

### 3.1 汉字编码规则

一般情况下, 带字库的液晶显示屏通常用点阵液晶显示模块的汉字字模是直接从系统中文字库中提取的, 然后经过格式上的调整和转换, 可以得到想要显示的汉字字模. 针对没有带字库的点阵液晶显示模块, 采用字模软件来取模, 将汉字和图形点阵转换为计算机内部显示缓冲单元的数据. 本文使用的 KS0108 LCD 模块是不带字库的, 为了扩展其使用功

能而显示汉字图形效果, 采用 LCD 汉字图形取模软件来完成取模过程, 其界面如图 3 所示.



图 3 字模软件界面图

使用字模软件提取要显示汉字的字模阵列, LCD 显示模块显示中文字符串中, 显示汉字(16×16 点阵)必须使用图形方式. 在使用 KS0108 图形方式时, 显示缓冲区单元与显示屏的对应关系是一一对应的, 显示格式与 RAM 缓存中的存储顺序相反, 例如要在显示屏上显示 10010110, 则须向 RAM 中写入顺序为 01101001. 按照缓存的这种需要, 在字模软件取模时要设置“字节倒序”.

在取模时, 需设置一些取模参数: 选择纵向取模、字节倒序等, 在对字符取模时, 可以根据个人需要设置不同字体和字号. 选择不同字体和字号, 取模之后得到对应字阵的宽和高有所不同, 但一般都采用 16×16 字阵, 这是为了在显示过程中便于控制写入数据. 在字符显示过程中, 扫描方式是先按行扫描, 每一行再按列扫描.

### 3.2 图形编码规则

图形与字符的编码规则基本相同, 但在图形取模时, 要求是位图, 文件的扩展名为 BMP, 其它类型图形不好取模, 而且位图的大小不能超出 128\*64 这个范围.

图形转换为机内字模之后, 跟字符显示原理基本相同. 在图形的上下滚动上, 是将显示起始行地址在显示完全屏之后增加 1; 在图形的左右移动上, 相对而言要复杂得多. 起始行地址不变, 由于液晶屏的列分左、右屏进行控制, 当在起始列在左半屏时, 先从左半屏的第一列开始写入数据直到左半屏的第 64 列完成; 当起始列在右半屏时, 左半屏不需要驱动, 直接从起始列中减去 64 而得到对应右半屏的第多少列, 然后从右半屏的第多少列开始依次写入数据, 直到写完所有列.

## 4 设计与实现

### 4.1 汉字取模实现

不带字库的KS0107和KS0108液晶显示器不能直接存储位图,因此需要使用取模软件将位图转化为可识别的数据来编程实现。首先要先准备好需要显示的单色位图,然后使用取模软件将图片转换为可识别的机器代码进行保存。这里使用“LCD液晶汉字图形字模提取”软件完成取模工作。汉字图形位图取模的操作步骤:

(1)单击选择“基本操作”——“打开图像图标”,并选择事先准备好要显示的位图图像;

(2)设置取模参数:“输出格式”中数据排列顺序选择从左到右从上到下,“取模方式”中选择纵向8点下高位,选择图片截取范围的X、Y坐标和输出大小的X、Y坐标;

(3)单击选择“参数确认”,并进行数据保存,弹出另存为对话框,命名该图片对应的数据代码,保存为Lcm Dot files(.h)格式。

借助于图片显示功能,还可以将中文或其他字符进行取模,并输出到12864LCD上,方法与显示图片一致。除此之外,还可以在12864LCD上显示简单的动画。动画效果的实现其实就是不断刷新LCD显示的内容,可以通过改变图片或者图形的坐标位置实现简单的位移动画,也可以输出一系列连续的位图来组合成一段动画<sup>[5]</sup>。

### 4.2 LCD显示实现

采用辅助取模工具取得数据代码后,通过微控制器结合LCD,在IDE环境下编写程序,通过调试工具MINICUBE2烧写程序到MCU上,在MCU通电情况下就能在液晶显示器上成功显示汉字和图形。

#### 4.2.1 硬件设计

主要以瑞萨电子16位MCU为核心,将LCD液晶显示扩展板通过数据线与MCU对应的两个扩展接口相连接,分别为数据接口和控制接口。MCU通过仿真器与计算机连接,仿真器的一端连接MCU,另一端USB接口连接到计算机上,通过仿真器不断调试,并将计算机上最终编写的程序烧写到MCU存储芯片上,同时还充当了电源给MCU不间断供电,保持其正常测试运行。

#### 4.2.2 软件环境设计及C语言编程

在IDE集成型开发环境CubeSuite中,选择MCU型号为78K0R/KG3:PD78F1166GF(100pin),建立新的工程Project,工程建好后按照设计要求进行配置和

编程。

首先要设计工具“端口设置”中选择要使用的端口进行设置,利用引脚列表配置复用引脚处理,同时在引脚配置图内确定引脚布局。按照MCU扩展接口对应的端口号和端口电路设计图进行端口引脚的出入力设定,设置每个端子的输入输出功能。LCD显示板上的两个接口P1引脚设置成输出,为控制信号的输出,P8的引脚都设置成输入输出,为数据信号的输入输出,设置完成后进行端子生成,就会在端子配置图中显示端子配置情况。在编译写入仿真器中选择调试器型号78K0R MINICUBE2(Serial)作为debug调试工具,然后在“代码生成器”中编写相应的C语言程序,完成后系统编译生成该工程,并同时通过瑞萨Debug工具——片上调试器反复调试,成功后写入到MCU板上内存中保存,接通电源即可运行,实现最终汉字和图形的显示结果。

显示屏内带LED背光,显示效果还可以通过LCD板上的VLCD电压旋转按钮来调节液晶的对比度。本设计还可采用独立键盘实现显示屏翻页效果,显示更多的汉字图形信息。

## 5 结语

图形点阵式LCD液晶显示具有功耗低、体积小、重量轻、超薄等诸多优点,不仅可以显示字符、数字,还可以显示各种图形、曲线及汉字,并且可以实现屏幕上下左右滚动、动画、闪烁、文本特征显示等功能,被广泛用于智能型仪器和低功耗电子产品中。本文以瑞萨MCU为核心,采用不带字库的128\*64液晶显示屏结合汉字取模软件,实现了汉字图形的显示。采用这种取模显示汉字和图形的方法,对于LCD显示功能的扩展和显示的修改十分方便,对于不带字库的液晶显示具有一定的实用价值。

### 参考文献

- 1 Predko M.胡光华译.PCI微控制器基础与实践.北京:科学出版社,2007.
- 2 矢野敏之,高桥美穗,李建波,张玉梅.瑞萨M16C/62P单片机原理和应用.北京:清华大学出版社,2006.
- 3 瑞萨16位R8C/TINY系列MCU.世界电子元器件,2005,(4).
- 4 瑞萨科技公司.适用于微控制器的CubeSuite+集成型开发环境,电子制作,2011(7).
- 5 陈吕洲.Arduino程序设计基础.北京:航空航天大学出版社,2013.