

文章编号:1007-2780(2011)05-0655-05

智能 LED 信息显示屏控制系统设计与应用

汪 岚

(黎明职业大学 机电工程系,福建 泉州 362000, E-mail: yqing_chen@163.com)

摘 要: 针对传统点阵显示屏显示内容难以脱机更新、读写数据缓冲和扫描速度不匹配容易造成闪屏的问题,介绍了一种以 ATMEGA32 为核心的可旋转式智能 LED 信息显示屏控制系统的设计方案。硬件上利用 MBI5026 提升显示驱动能力,并利用 ADXL202 实现重力识别和显示信息自动转向的旋转功能。软件上利用编程实现汉字拼音输入功能,实时更新显示信息,还构建了行列扫描优化模型,根据模型最优解合理设置行列扫描数目和次数,可在现有硬件资源的基础上将扫描速度提升至最优状态。实践证明,系统具有显示亮度智能调节、外围电路简单和易安装升级等优点,有很好的工程实用价值。

关 键 词: MBI5026; ADXL202; 行列扫描优化模型; 汉字拼音输入

中图分类号: TN27; TP311

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20112605.0655

Design and Application of Intelligent LED Information Display Screen

WANG Lan

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Liming University,
Quanzhou 362000, China, E-mail: yqing_chen@163.com)

Abstract: In regard to the issues including information can not be update off-line, the splash screen which was caused by conflict between reading-writing frame cache and scanning, an intelligent LED display control system design method was presented based on ATMEGA32. In hardware section, MBI5026 was used to enhance the driver ability, and ADXL202 was used to build up the abilities of gravity recognition and automatic information display rotation. In software section, Chinese input-PINYIN, real time information display was available in the program, a scanning optimal model is also established. By setting up the parameters of numbers of row-column and numbers of scanning optimally, the scanning speed can be improved to its maximum capacity. Experimental results show that the system has great advantages, including the brightness can be adjusted intelligently, the external circuit is simple and easy to install and upgrade. In short, it is an excellent application for engineering.

Key words: MBI5026; ADXL202; scanning optimal model; Chinese input-PINYIN

1 引 言

在现代广告、交通运输、新闻发布等主流显示领域,LED 点阵显示屏以亮度高、节能环保、可任意组合屏幕大小、操作灵活等优点受到显示媒体

的青睐。但是现有的 LED 控制屏的显示内容多是通过程序固化在控制芯片中,一旦发生突发情况实时信息无法显示^[1-2]。如果在传统 LED 显示控制系统中加入输入功能,就能根据现场情况及时更新信息,即可扩展产品性能,提高产品的市场

收稿日期: 2011-02-27; 修订日期: 2011-04-02

基金项目: 泉州市科技计划重点资助项目(No. 2008G15, No. 2008G16)

作者简介: 汪岚(1978—),女,福建泉州人,硕士研究生,讲师,研究方向为电子技术应用及控制过程智能建模。

占有率。

针对这种情况,本文介绍了一种基于 AT-MEGA32 单片机的智能 LED 信息显示屏控制系统的设计方案。系统除具有中文拼音输入和屏幕可旋转功能,还构建了行列扫描数学模型,通过求取最优解实现扫描算法优化,与硬件设计相辅助,最大限度提高扫描速度,使因存储缓冲和扫描速率不匹配而造成的闪屏、亮度不均等显示质量问题得以解决。同时系统还具备如信息显示状态自动调整等多种智能功能,有效提高了系统的可靠性和抗干扰能力,具有很好的应用前景。

2 系统硬件设计

系统主要由控制模块、LED 点阵显示驱动模块、重力识别模块、电源管理模块、时钟温度以及背景光采集等模块组成。单片机控制模块选用的是 ATMEL 公司生产的 ATMEGA32^[3]。系统除了能显示当前温度和时间,还能根据背景光强弱自动调节 PWM 输出,从而实现显示屏最佳屏亮状态的智能控制。除此之外,系统还应用新器件和新技术对硬件进行了优化设计,以改善系统性能。

2.1 LED 点阵显示驱动模块

系统中 LED 显示屏的内容为文字信息,选用 9 块 8×8 单色点阵模块阵列构成 24×24 显示屏幕。其中,驱动部分摒弃了传统 LED 驱动芯片 74HC595,使用由台湾聚积科技公司生产的 16 位恒流 LED 驱动器 MBI5026^[4]。它是一款主流 LED 显示屏专用驱动芯片,内置 16 位移位寄存器和输出锁存器。在脉冲的作用下,依次将 16 位数据送入移位寄存器中,当 EN 端接收到低电平信号时,一次可直接控制 16 组发光二极管,扫描速度比 74HC595 快一倍。而且芯片最大输出电流可达 90 mA,片间电流误差小于±6%,位间电流误差小于±3%,有效地保证了显示屏画质的均匀性。显示驱动模块框图如图 1 所示。

在图 1 中,系统采用动态分时扫描技术显示信息,行列控制电路皆由 2 片 MBI5026 和 24 只对应的驱动三极管组成。MBI5026 高达 25 MHz 的数据移位速率可满足 LED 显示屏系统上高速的数据传输要求,加之三极管对电流放大,有效地保证了屏幕亮度和稳定性,配合后续的软件优化能更好地解决读写显示缓冲和扫描速度冲突的问

题,避免出现扫描闪烁现象。除此之外,MBI5026 还具有很好的兼容性,未来可在不变更驱动板设计的情况下直接替换为同系列更高级的驱动芯片,大大降低升级成本和升级难度。

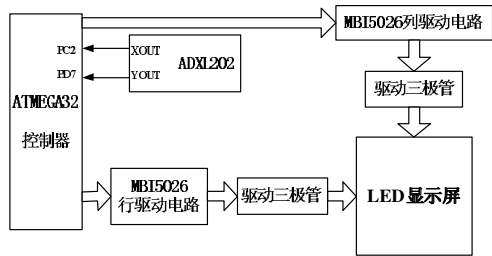


图 1 LED 点阵显示驱动模块与 ADXL202 接口电路
Fig. 1 Interface of LED dot-matrix display-driver module and ADXL202

2.2 重力识别模块

传统安装时,需在明确显示屏行列及显示信息移动方向等前提下才能正确安装,否则信息将出现侧翻现象。针对这一情况,又考虑到显示屏是垂直放置,本设计选用双轴加速度传感器 ADXL202^[5],搭配重力识别程序实现对重力向量的判定,使系统随屏幕旋转自动调整显示状态,具有显示信息可根据用户动作自动旋转的功能。这一方案将给用户带来极大的方便,安装时无需对行列等信息进行识别,可大大降低安装难度。

ADXL202 内部有两个相互正交的 X、Y 方向传感器,可将各自的感应信号以脉宽占空比的数字形式由 X_{FILE} 和 Y_{FILE} 引脚输出。设 T₂ 为占空比周期, T₁ 为脉冲宽度, a_g 为对应加速度,则占空比和加速度的关系为:

$$a_g = \left(\frac{T_1}{T_2} - 0.5 \right) / 12.5\% \quad (1)$$

将 ADXL202 与显示屏贴合在一起,其输出端 PIN9 和 PIN10 连到单片机的 PC2 和 PD7 上。系统中,设定信号对应带宽为 10 Hz,噪声为 1.9 mg,噪声峰值为 7.6 mg,则外围硬件参数为: C_X=C_Y=0.47 μF, R_{SET}=250 kΩ, T₂=2 ms。在传感器使用前,以重力系统为参照系,对 ADXL202 进行标定,使显示屏的方向与水平面平行从而得到 1 g 的校准值,参数设置和定标方法可参看文献[6-7]。电容应尽量靠近芯片引脚,以便有效减小混叠和抑制噪声,提高分辨率。采用+5 V 独立电源供电,信号经过 1 个 0.1 μF 的电容器和 1 个 100 Ω 的电阻后送入电源端,防止由

于共用电源而引起不必要的感染,更好地实现干扰抑制。

显示屏旋转角度测量如图 2 所示。当显示屏旋转时,ADXL202 也将随之改变方向,重力加速度将在 X、Y 轴分别产生分量 a_x 和 a_y ,二者与重力加速度 g 之间的三角函数关系为^[8]:

$$a_x = g\cos\alpha, a_y = g\sin\alpha \tag{2}$$

通过读取双轴输出信号的占空比,可测出其对应分量 a_x 、 a_y ,利用式(2)推算出显示屏旋转角度 α 。当传感器的敏感轴方向与重力矢量垂直时,芯片对角度的变化灵敏度最高,设定此时对应的旋转角度为 0° 。双轴的输出随屏幕旋转的每度变化为固定值,尤其是当显示屏垂直翻转 90° 时,输出值为额定值,具体数据可参见文献[9]。故屏幕每旋转 90° ,即对行列相关数据做相应处理,自动调整显示方向以保证信息时刻处于水平直立的显示状态,不会因显示屏翻转而出现侧翻现象。

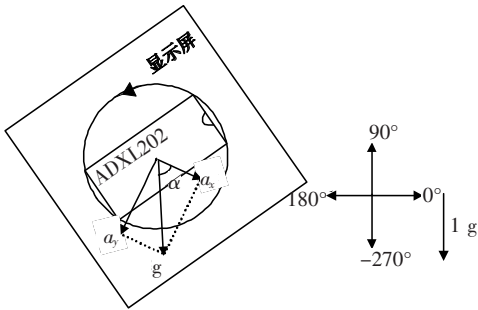


图 2 ADXL202 旋转角度测量图

Fig. 2 Measurement of ADXL202's rotation angle

2.3 电源管理模块

电源管理模块的主体是由两组 DC/DC 转换电路、一块锂电池和报警电路构成,转换电路和锂电池分别在不同情况下提供 +5 V 电源。当正常工作时,由两组转换电路分别为 ADXL202 和其他模块供电,当系统处于掉电状态时,则由锂电池供电以实现掉电保护功能,当电压值低于 3.6 V 时,系统将告警提示需更换锂电池。除此之外,电源管理模块还可根据用户需要进入节能休眠模式,在此模式下,当长时间不工作时,系统将在告警提示音后自动转入低功耗休眠状态,此时休眠电流约为 0.01 mA。当任意按键被按下时,电路可自动复位。

3 系统软件设计

本系统具有两大主控制模式:一为常规显示模式,二为实时显示模式。两种模式可通过按键输入进行选择,主要模块的程序流程如图 3 所示,采用 BASCOM 语言编程^[10]。

3.1 扫描模块的算法改进

由于系统行列数量较多,若采用传统的逐行逐列扫描方式,整屏扫描需 64 次,极大地影响显示质量。故本系统以整屏扫描总次数最小化为优化目标,采用一次同步多行扫描的方式构造行列扫描优化模型,通过求解出同步扫描行数、次数的最优解,实现整屏扫描次数锐减,保证了行列扫描的高速性。

假设系统第一次同步扫描 x_1 行,则需扫描 $32/x_1$ 次方可确定亮点的大感应区;第二次在大感应区内一次同步扫描 x_2 行,扫描 x_1/x_2 次可确定亮点小感应区;最后对小感应区采用逐行扫描,需 x_2 次可确定亮点具体列位置,列扫描算法相同。列扫描优化模型为:

$$\begin{aligned} \min \quad & f = \frac{32}{x_1} + \frac{x_1}{x_2} + x_2 \quad 2 \leq x_1 < 32 \\ \text{s. t.} \quad & 1 \leq x_2 < 32 \quad 3 < x_1 + x_2 < 32 \end{aligned} \tag{3}$$

式(3)中, f 为扫描行数数据所需总次数。由于次数为正整数,故此优化模型为一整数规划问题,基于分支定界优化算法,采用美国 LINDO 系统公司推出的“LINGO 软件”可容易求得最优解: $x_1=8, x_2=4, f=10$ 。按照优化后的参数设置同步扫描行数,可使整屏扫描次数降为 20 次,扫描时间缩短为不到原来的 1/3,行列数量越多的显示屏这种优化方法越有效果。

3.2 中文拼音输入子程序

设置输入汉字的拼音组合最长不超过 6 个,不足采用补零的方式。所需查找的相关表格有 4 个,分别是字母对应表、拼音组合表、汉字内码表和汉字字模表,都存储于 ATMEGA32 内部存储器中,其中汉字字模表是以二进制格式存储存放 16×16 的国标汉字点阵的表格,并按照拼音排序存放汉字,每个汉字占用 32 个字节。

软件编程思路如下^[11]:首先,单片机根据读取的键值(a~z),在字母表中顺序查找到对应字

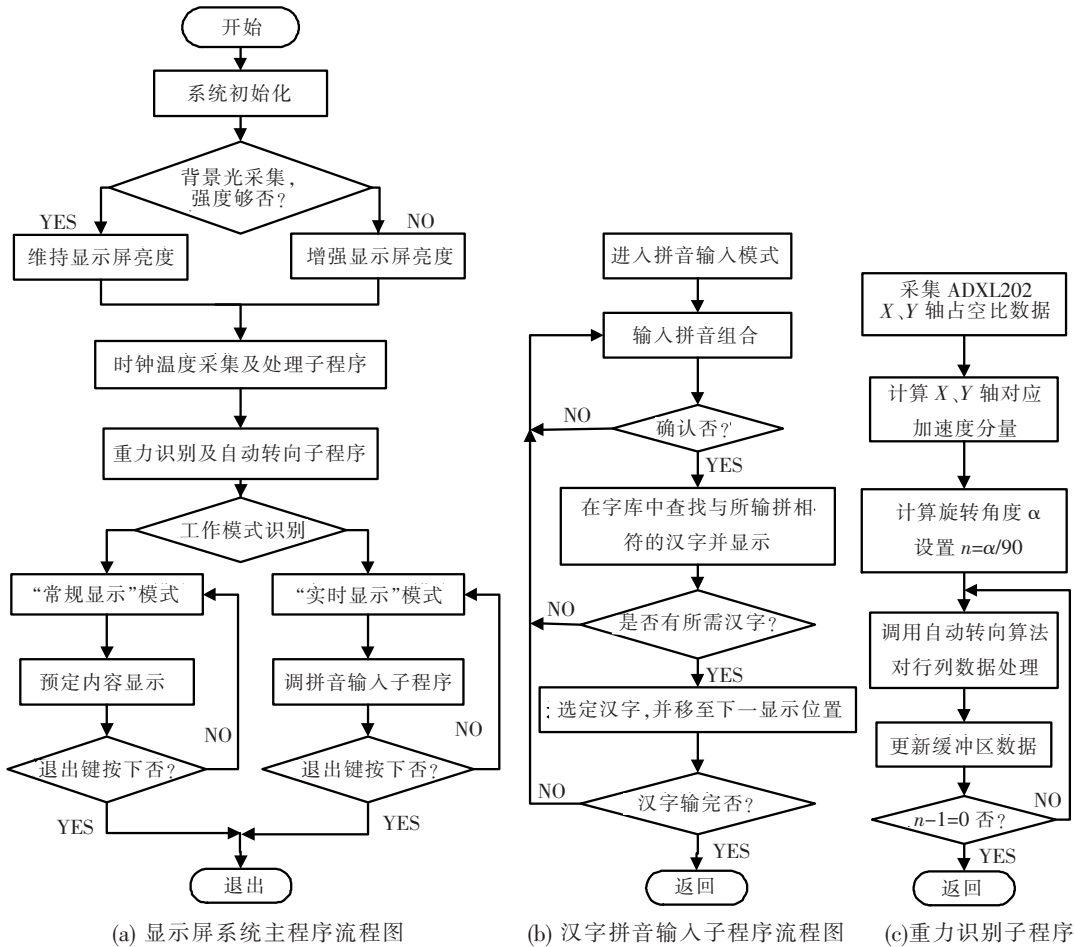


图 3 程序各模块流程图
Fig. 3 Flow chart of module

母的起始地址,提取出与按键对应的字母并送 LED 显示。其次,由按键选取所需拼音组合后,顺序检索按照拼音排序的汉字内码表,查找出与之发音相符的汉字内码的起始地址。最终根据内码地址查找到对应的所有汉字字模,提取出来送 LED 显示,其子程序流程图如图 3(b)所示。

3.3 重力识别及自动转向子程序

通过软件识别双轴输出值所对应的角度,根据自动转向算法,最终实现显示方向的智能调整。自动转向算法的编程思路是:将 0° 、 90° 、 180° 和 270° 所对应的数据依次定义为 A、B、C 和 D 4 个数组,数组中的每一个数值对应一个发光二极管的亮暗信息。当显示屏由 0° 旋转至 90° 时,将 A 数组中第一行的 24 个亮灭数据送入 B 数组第一列对应的位置,依次类推完成由 A 数组到 B 数组的数据更新。按照这种方法,若显示屏旋转 n 次 90° ,则需循环调用 n 次的自动转向算法。这一算

法的优点是仅需编制一个汉字字模表,通过循环调用自动转向算法,即可对旋转后的显示信息进行处理,实现屏幕的自动旋转功能。对应子程序流程如图 3(c)所示,显示效果如图 4 所示。

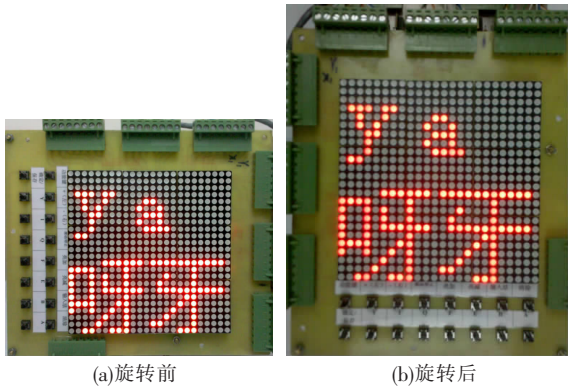


图 4 重力识别及自动转向效果图
Fig. 4 Display effect of gravity recognition and automatic rotation

4 结 论

以 ATMEGA32 为控制核心,设计了一款智能 LED 信息显示屏系统。通过硬件改进和软件优化提高了屏幕扫描速率,保证了显示质量,使系统具

有重力识别、显示内容可随屏幕旋转自动转向以及汉字拼音输入等功能。结果表明,所设计的电路简单、显示内容高亮清晰、硬件易升级,功能扩展性强,仅需扩展外部存储器即可将字库容量大大增加。因此,该系统具有很好的实用价值和推广意义。

参 考 文 献:

[1] 赵明富,张先富,陈公甲. 等公交车站牌报站及查询系统设计 [J]. 液晶与显示,2009,24(4):576-580.

[2] 朱清慧,陈绍东,徐志强. 基于图形液晶显示器的汉字显示系统设计与仿真 [J]. 液晶与显示,2009,24(5):692-696.

[3] Atmel Corporation. ATmega32 datasheet(L) [R]. USA: Atmel Corporation,2001.

[4] 积聚科技. MBI5026 Datasheet [R]. 台湾:积聚科技,2005.

[5] Analog Devices Inc. ADXL202 datasheet(L) [R]. USA: Analog Devices,Inc. ,1999.

[6] 夏家和,赵忠. 卫育新. 微型智能电子水平仪设计 [J]. 测控技术,2005,24(1):69-71.

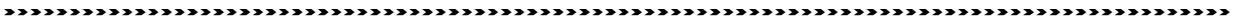
[7] 王勇军,李智,李翔. 车载电子罗盘中的一种新型抗干扰设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用,2010,(5):8-11.

[8] 屈翠香,李刚. 具有数字信号输出的双轴加速度传感器 ADXL202 [J]. 国外电子元器件,1999,(8):8-13.

[9] 刘武发,蒋蓁,龚振邦. 基于 MEMS 加速度传感器的双轴倾角计及其应用 [J]. 传感器技术,2005,24(3):86-88.

[10] 张茂青,李彦超,张敏,等. AVR 单片机高级语言 BASCOM 程序设计与应用 [M]. 北京:航空航天大学出版社,2005.

[11] 柏琳,丁维明. 单片机中文拼音输入法的设计及实现 [J]. 工业控制计算机,2005,(7):48-49,51.



可与国际单位制并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min=60 s
	[小]时	h	1 h=60 min=3 600 s
	日,(天)	d	1 d=24 h=86 400 s
[平面]角	[角]秒	"	1 "=(1/60) '=(π /648 000) rad
	[角]分	'	1 '=(1/60) °=(π /10 800) rad
	度	°	1 °=(π /180) rad
质量	吨	t	1 t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1u≈1. 660 540×10 ⁻²⁷ kg
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min=(1/60) s ⁻¹
体积	升	L,(l)	1 L=1 dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV≈1. 602 177×10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex=10 ⁻⁶ kg/m=1 g/km
面积	公顷	hm ²	1 hm ² =10 000 m ²
长度	海里	n mile	1 n mile=1 852 m(只用于航行)
速度	节	kn	1 kn=1 n mile/h=(1 852/3 600) m/s(只用于航行)