

# I<sup>2</sup>C 总线在指纹识别系统键盘显示中的应用

罗焕发, 李见为, 杨先周

(重庆大学 光电技术及系统教育部重点实验室, 重庆 400030)

**摘要:** 针对大多数嵌入式系统键盘显示电路复杂、不灵活、维护困难等问题, 结合指纹识别系统在汽车安全领域的应用, 介绍了基于 I<sup>2</sup>C 总线的数码管显示驱动和键盘扫描控制芯片 CH452S 以及扩展口器件 PCF8574AP 在指纹识别系统键盘显示接口中的应用, 包括硬件电路连接和软件程序设计。采用 I<sup>2</sup>C 总线, 不仅占用端口资源少, 电路结构简单, 而且易于电路扩展与系统升级。

**关键词:** I<sup>2</sup>C 总线; 单片机; PCF8574AP; LCD; CH452S

中图分类号: TP368

文献标识码: B

## I<sup>2</sup>C bus used in keyboard and display of fingerprint identification system

LUO Huan Fa, LI Jian Wei, YANG Xian Zhou

(Key Lab. on Opto-Electronic Technology and Systems of State Education Ministry, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of complex circuit, inflexible structure and difficult maintenance in keyboard and display interface of embedded system, combining with the application of FIS (fingerprint identification system) in vehicle security system, it introduces PCF8574AP and CH452S used in keyboard and display interface of FIS base on I<sup>2</sup>C bus, including hardware connection and software program. By using I<sup>2</sup>C bus, it has advantages of taking up few I/O ports, simple circuit structure, easy circuit extending and system upgrading.

**Key words:** I<sup>2</sup>C bus; single chip microcomputer; PCF8574AP; LCD; CH452S

本文介绍的指纹识别系统采用单片机与 DSP 协同工作, 实现用户服务。为此, 必须提供一个与用户进行对话的接口, 即键盘显示人机接口。指纹识别系统框图如图 1 所示。嵌入式系统开发过程中, 键盘显示一般采用微控制器直接与专用集成电路连接, 如 HD7279A、KS0108 等, 其所需引脚多、空间大, 不利于产品小型化, 而且成本高。由于本系统被控对象较多, 包括 DSP 的 HPI 口、键盘显示、GSM 短信报警以及汽车控制接口, 端口供需矛盾尤其突出。I<sup>2</sup>C 总线是近年来嵌入式系统开发所广泛采用的总线标准, 仅需 2 根线即可简单、方便、有效地实现 I/O 口扩展。本文主要介绍利用单片机普通 I/O 口模拟 I<sup>2</sup>C 总线操作, 控制 CH452S 实现按键操作的捕获, 并控制 PCF8574AP 扩展的并行口生成 LCD 读写控制所需时序, 完成指纹识别系统信息显示。

### 1 I<sup>2</sup>C 总线简述

Inter-Integrated Circuit Bus 简称 I<sup>2</sup>C 总线, 是由 Philips

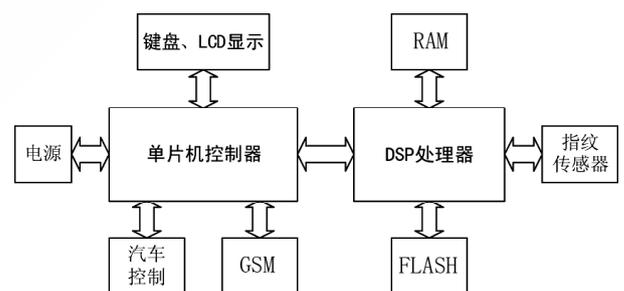


图 1 指纹识别系统结构框图

公司开发的两线串行总线, 长度可达 25 英尺。I<sup>2</sup>C 总线实现系统功能简单有效, 占用空间小, 所需芯片管脚数量少, 只须使用 2 根线即可方便构成多机系统与扩展系统, 便于系统维护与升级。这 2 根线一根是数据线 SDA, 另一根是时钟线 SCL, 2 条线都必须通过一个上拉电阻连接到正的电源电压, 其数据只有在总线空闲时才可传送<sup>[1]</sup>。SDA 线上的数据必须在时钟线 SCL 高电平期间保持稳定, 否则将被视为起始条件或停止条件。当 SCL

# 硬件纵横 Hardware Technique

为高电平时，SDA由高电平切换为低电平，则为起始条件；当SCL为高电平时，SDA由低电平切换为高电平，则为停止条件，如图2所示，其中S为起始条件，P为停止条件。

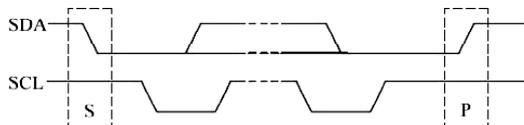


图2 起始条件(S)与停止条件(P)

I<sup>2</sup>C总线上可以同时有多个I<sup>2</sup>C器件，每个器件都有唯一的地址识别，而且每个器件可作为主机，也可作为从机，可以是发送器，也可以是接收器，这主要取决于器件所要完成的功能。数据传送格式是以主机发送启动信号开始，接着发送第一个字节，此字节的高7位为从设备地址，最低位为读写控制位。该位为0表示主机向从机发送数据，为1表示主机从从机读取数据。总线每次传送的字节数没有限制，但是各字节之间必须插入一个应答位，数据字节从最高位开始发送，全部数据发送完后，就发送停止信号完成一次数据传送。其中，应答位是在发送每个字节之后主机发出第9个时钟脉冲的高电平期间，发送器释放SDA线(高)，接收器拉低SDA线。如果传输中存在主机-接收器，则在最后一个字节

不产生响应，通知从机-发送器数据传输结束，其传输格式如图3所示。

## 2 硬件电路设计

在指纹识别系统中，单片机负责管理系统级事务，监控键盘的按键操作和LCD的显示。键盘用于完成用户操作指令的输入，使得用户可以借助键盘输入指令实现指纹识别系统的操作，而LCD用于显示系统操作菜单以及系统反馈的提示信息和处理结果。

单片机采用Philips的P89C58，该款单片机基于80C51内核，具有32KB非易失性只读程序存储器、256B内部数据存储器RAM、32个双向I/O口、3个16位定时/计数器、6个中断源<sup>[2]</sup>。

键盘控制采用南京沁恒电子公司的CH452S，CH452S是数码管显示驱动和键盘扫描控制芯片，内置时钟振荡电路，可以驱动8位数码管并进行64键键盘扫描<sup>[3]</sup>，具有4线接口和2线接口，其中2线接口支持I<sup>2</sup>C总线。

显示采用小尺寸的LCD，带有仅写入的SPI接口，由扩展口芯片PCF8574AP的并行口控制。PCF8574AP是Philips公司推出的一款带有I<sup>2</sup>C总线硬件接口的扩展口

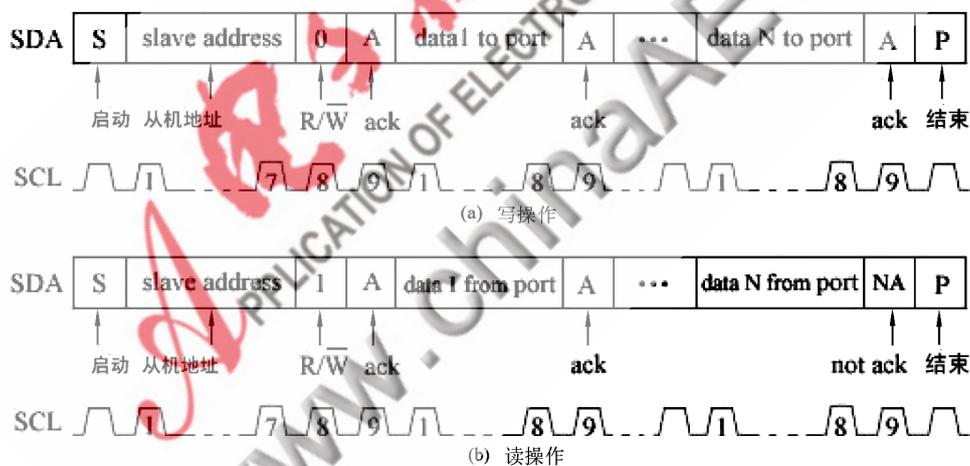


图3 I<sup>2</sup>C总线数据传输格式

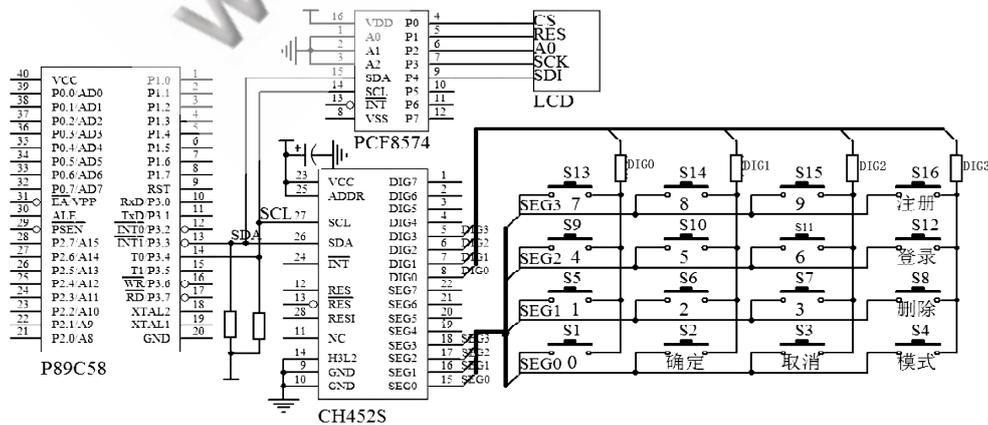


图4 单片机与键盘、LCD显示接口电路

## 硬件纵横 Hardware Technique

芯片, 具有 8 位 I/O 口, 且每一位都可独立作为输入输出线。I/O 口带输出锁存, 具有大电流驱动, 可直接驱动 LED<sup>[4]</sup>。

由于该单片机 P89C58 不带 I<sup>2</sup>C 硬件接口, 因此, 利用单片机的 2 个 I/O 口模拟 I<sup>2</sup>C 总线, 总线的数据线接单片机的外部中断 1 端口 P3.3, 时钟线接单片机的 P3.4 端口, 电路连接如图 4 所示。

在应用中, CH452S 采用标准 2 线接口, 串行数据时钟输入线 SCL 和串行数据输入、输出线 SDA, 按键中断输出方式为低电平脉冲。在扫描键盘期间, DIG7~DIG0 引脚用于列扫描输出, SEG7~SEG0 引脚都带有内部下拉电阻, 用于行扫描输入。键盘扫描是由 CH452S 自动完成的, 当检测到有效按键时, 会以中断的方式通知单片机进行处理。根据本系统需要, 设计了 4 × 4 的键盘矩阵。用户通过操作键盘对系统进行控制和使用, 键盘按钮的功能定义如下: (1)数字键: 输入数字 0~9; (2)确定键: 确认当前操作; (3)取消键: 取消当前操作; (4)注册键: 进入用户指纹注册界面; (5)登录键: 进入用户指纹登录界面; (6)删除键: 进入用户指纹删除界面; (7)模式键: 进入模式功能选择界面。由于 CH452S 不支持组合键, 如果有多个键同时按下, 那么按键代码小的为有效按键。

单片机对 LCD 显示的控制是通过 I<sup>2</sup>C 总线读写 PCF8574AP 扩展口, 生成 LCD 读写时序实现的, 数据传输格式如图 3 所示。对于 PCF8574AP 器件来说, 从机地址为 0x70。由于 LCD 仅采用写入的 SPI 接口方式, 所以无须用到对 PCF8574AP 读操作, 但在实际应用中, PCF8574AP 作为输入时应置口锁存器为高电平, 即在读 PCF8574AP 前需要将 PCF8574AP 扩展口全部置为 1 状态。

### 3 软件程序设计

指纹识别系统的主控程序是由单片机来完成的, 监控键盘和 LCD 显示是其中的一部分。由于单片机不带硬件 I<sup>2</sup>C 接口, 所以 I<sup>2</sup>C 协议通过模拟实现, 此协议比较简单, 主要包括启动总线、结束总线、发送数据、读取数据、获取响应、发送响应。键盘控制芯片 CH452S 定义了空操作、复位、设定系统参数、读取按键代码、进入睡眠状态等 23 条操作命令, 单片机通过 I/O 口模拟 I<sup>2</sup>C 总线发送操作命令。LCD 采用 SPI 接口, 包括复位、片选、数据 / 命令、串行数据、时钟 5 条线, 分别由 PCF8574AP 扩展的 5 个 I/O 口控制, 改变状态只须往 PCF8574AP 写相应的数据即可。系统共设有 16 个按键, 当 CH452 检测到有效按键时, 将等到 SCL 和 SDA 空闲后从 SDA 输出几个微秒宽度的低电平脉冲作为键盘的中断信号。单片机响应键盘中断请求后, 向 CH452S 发送读取按键代码命令, CH452S 将从 SDA 线输出按键代码。为了提高系统运行效率、减少中断处理时间, 中断服务程序只设置键盘的中

断标志(此中断标志为自设变量), 将读取按键代码子程序放在中断外主控程序执行, 程序流程图如图 5 所示。

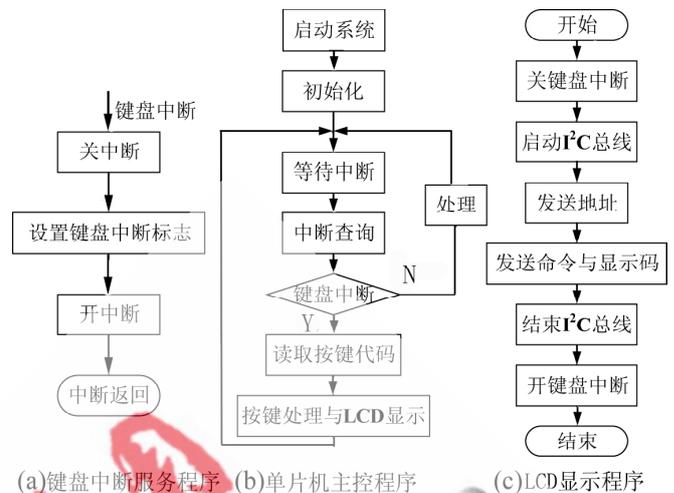


图 5 键盘、LCD 模块程序流程图

断标志。系统在上电后, 主控程序首先对系统进行初始化, 包括单片机初始化、CH452S 初始化、LCD 显示初始化、I<sup>2</sup>C 总线初始化等, 然后进入死循环。在循环中, 程序等待中断。当有中断发生后, 在中断服务程序置位相应的中断标志位, 然后退出中断等待, 进入中断查询, 看是哪种类型的中断。如果是键盘中断, 则单片机通过 I<sup>2</sup>C 总线向 CH452S 发送读取按键代码命令; 如果是其他中断, 则处理其他信息。最后进行按键处理和更新 LCD 显示, 供用户进一步操作。随后又回到等待中断循环中, 如此不停地循环反复。

本文介绍了采用 I<sup>2</sup>C 总线实现对指纹识别系统键盘及 LCD 显示的控制, 经过实践证明, 此方案构建的键盘显示人机接口可实现正常的按键捕获和信息显示, 是一种简单实用、稳定可靠的设计方案。该方案节约了单片机端口引脚资源, 降低了系统复杂度, 软硬件实现容易, 成本低廉, 而且易于系统功能扩展。本文介绍的方法, 只须经过简单适当修改, 即可应用于其他嵌入式系统场合, 很值得推广使用。

### 参考文献

- [1] I<sup>2</sup>C 总线规范[EB/OL]. <http://www.zlgmcu.com/philips/iic/xuanxing/>. 2008.
- [2] P89C58 手册[EB/OL]. <http://www.zlgmcu.com/philips/80c51/shouce/p89c5x/>. 2008.
- [3] 数码管驱动及键盘控制芯片 CH452 中文手册[EB/OL]. <http://weh.cn/>. 2008.
- [4] PCF8574AP 手册[EB/OL]. <http://www.zlgmcu.com/philips/iic/ePDF/>. 2008.

(收稿日期: 2009-03-27)