

文章编号: 1000-582X(2004)09-0022-04

基于 ARM9 的嵌入式自动指纹识别系统*

陈庆接, 李见为, 张腾, 王玮

(重庆大学光电技术及系统教育部重点实验室, 重庆 400030)

摘要: 主要介绍基于 ARM9 的嵌入式自动指纹识别系统的实现方法, 并具体说明了该系统的硬件组成部分和软件组成部分。其中硬件部分主要包括核心处理芯片 ARM9 系列的 S3C2500、指纹传感器 FPS200、存储器、电源模块和通信接口等。软件部分主要包括系统初始化、指纹采集程序和通信程序等。解决了 S3C2500 和指纹传感器 FPS200 之间的时序冲突问题。该系统实现的主要功能有快速采集指纹、与计算机通信以及为后续的指纹处理建立一个完整可靠的平台。

关键词: ARM9; S3C2500; 嵌入式系统; FPS200; 指纹

中图分类号: TP 368.2

文献标识码: A

信息化社会的到来, 使指纹自动识别系统在身份认证方面有着广阔的前景。目前, 自动指纹识别系统一般是联机的, 用指纹传感器来采集, 以计算机(PC)作为主机来处理, 实行匹配。而本文提出的基于 ARM9^[1] 的嵌入式的指纹识别系统是把采集和处理集于一身的单机系统, 可以做得很小, 很适合用于防盗门、高档的汽车门以及公司考勤系统等嵌入式场合。嵌入式系统是指以应用为中心, 以计算机技术为基础, 软件硬件可裁剪, 应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗严格要求的专用计算机系统。ARM^[1] 嵌入式处理器是一种高性能、低功耗的 32 位 RISC 芯片。本文选用韩国 SAMSUNG 公司的基于 ARM940T^[1] 核的 S3C2500^[2] 作为嵌入式指纹系统的主处理芯片。

1 硬件设计

1.1 S3C2500 介绍

韩国三星公司(SAMSUNG)生产的 S3C2500 是一款低价格、高性能的微处理器。它的高集成度使得用户可以节省系统成本和提高系统性能。

S3C2500 是建立在出色 CPU 核 ARM940T 的基础上的, ARM940T 是高性能 32 位 ARM9 家庭中的一员, 它提供了完整高性能的 CPU 子系统, 包含了 ARM9TDMI RISC^[3] 整型 CPU、4 KB 指令/数据 Cache、写入缓冲器、保护单元以及高速 AMBA 总线接口^[3]。

集成在 ARM940T 中的 ARM9TDMI 核支持 32 位

ARM 和 16 位 Thumb^[1] 指令系统, 允许用户根据需要, 在高性能和高代码密度之间选择是用 ARM 指令还是用 Thumb 指令。ARM9TDMI 与 ARM7TDMI、ARM10TDMI 以及 Strong ARM 处理器是相兼容的^[3], 具有众多的工具、操作系统和应用软件的支持。

S3C2500 主要集成以下功能模块: ARM940T、Ethernet 控制器、GDMA 控制器、UART 控制器、I2C 控制器、USB 控制器、IOM2 控制器、中断控制器以及可编程 I/O 口。

1.2 系统框图

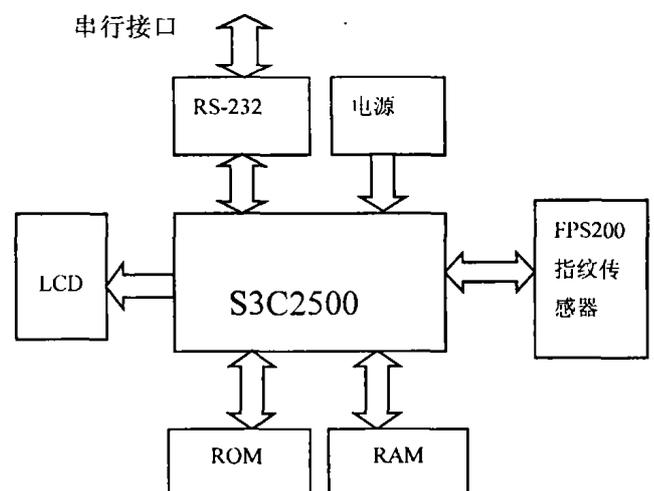


图1 自动指纹识别系统框图

* 收稿日期: 2004-03-02

作者简介: 陈庆接(1979-), 男, 福建永安人, 重庆大学硕士研究生, 主要研究方向为数字图像处理和嵌入式系统。

1.3 存储器

为了保证有足够的存储空间而又考虑到成本,作者选用了 2 片 8 位 128K 的非易失 RAM(DS1245W)组成 16 位的 Bank0 存储空间;2 片 8 位 512K 的 RAM(IS61LV5128)组成 16 位的 Bank2 存储空间。具体的与 S3C2500 的连接如下图 2、图 3:

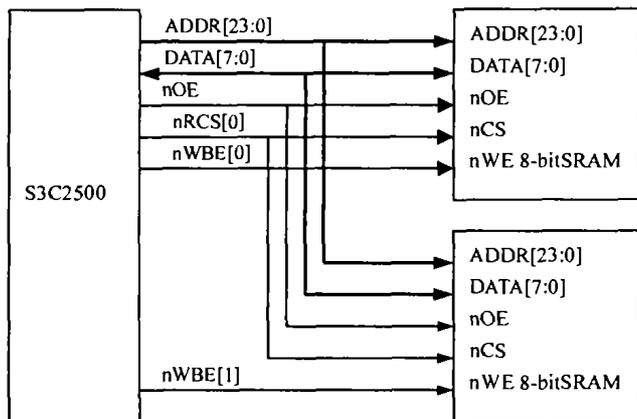


图 2 SRAM (DS1245W) 与 S3C2500 的连接

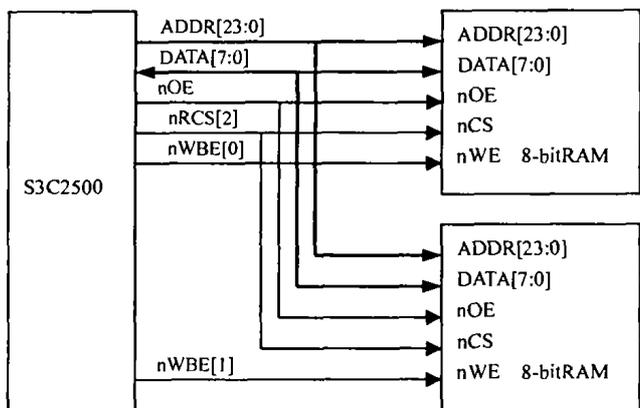


图 3 RAM (IS61LV5128) 与 S3C2500 的连接

1.4 指纹传感器

FPS200^[4]是 Veridicom 公司推出的第三代半导体指纹传感器。它是在吸收了已广泛应用的 FPS110 系列传感器优点的基础上,全新推出的新一代指纹传感器。FPS200 在性能、尺寸、集成方便度等指标上建立了一套新的标准,是 Veridicom 半导体指纹传感器家族中重要的新成员。

在实现该系统的过程中,作者发现 FPS200 传感器和 S3C2500 存在时序的冲突:S3C2500 读写是低电平有效,而 FPS200 也是低电平有效,又因设计 FPS200 是把它当作一个存储设备来用。当选种 FPS200 时,传感器就自动把采集的指纹数据送入到总线上,然而要把数据读入存储器,就要选种 S3C2500,即等到该低电平变为高电平以后,但问题是当该低电平变为高电

平以后,总线上的数据保持的时间太短了以至还来不及被读入存储器就已经变化了。同理,当往 FPS200 写入控制字时也存在类似同样的时序问题。为了解决时序冲突,作者在两者之间加上 74LV245 收发器(如图 4)。工作原理:当向 FPS200 写入数据时,首先是先把数据写到 74LV245,延迟一定时间后,再选中 FPS200 并使其在写入状态,这样 FPS200 就自动从 74LV245 的 B 端读入数据;当从 FPS200 中读入数据时,首先选中 FPS200 并使其在读状态,这时 FPS200 就自动把采集来的数据送到 74LV245,延迟一定时间后,S3C2500 再从 74LV245 的 A 端读入数据。以上所述就是指纹采集的全过程。

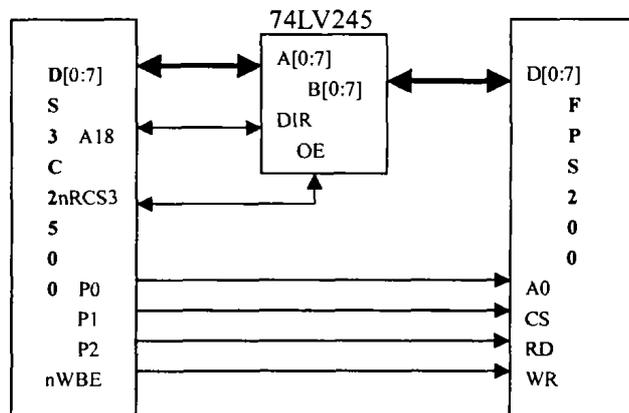


图 4 FPS200 指纹传感器与 S3C2500 的连接

1.5 电源

通过开关电源把 220 V 输入的交流电变为输出为 5 V 的直流电。由于线性电源不仅具有干扰小、输出噪声低等优点,能为 MCU 内核提供很稳定的电压,而且线性电源所需外部元件数目少,使用方便,成本低,所需电路板空间小(不加散热片时),纹波小,无电磁干扰。因此根据 S3C2500 对电源的要求,作者利用线性稳压器从 5 V 电源中采用降压方式来获得所需要的 3.3 V 和 1.8 V 电压。又通过估算该系统大概需要 1 A 左右的电流,因此我们选用 TI 公司的 TPS76318 来给 S3C2500 内核提供稳定的 1.8 V 电流,而提供给 S3C2500 外围、存储器以及 MAX232 等工作在 3.3 V 电压的器件的电流是由国家半导体公司的 LM1086CT-3.3 来产生,它能提供 1.5 A 的大电流,这足以满足该系统的需要。

1.6 RS-232 串口

虽然该嵌入式系统是可独立运行的自动指纹识别系统,但为了能灵活运用该系统,作者扩展了与计算机(PC)的通信功能,设计了 RS-232 串口。S3C2500 的

UART(Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)模块提供了两路独立的通道,可以工作在中断模式或DMA模式下。每个通道包含二个32 byte的收发FIFO。

2 软件设计

当选用ARM处理器开发嵌入式系统时,选择合适的开发工具可以加快开发速度,节省开发成本。因此,一套含有编辑软件、编译软件、汇编软件、调试软件、工程管理以及函数库的集成开发环境(IDE)是必不可少的。使用集成开发环境开发基于ARM的应用软件,包括编辑、编译、汇编、链接等工作全部在PC机上即可完成。调试工作则需要配合其他的模块或产品方可完成。作者选用ARM ADS^[5]集成开发环境。ARM ADS是ARM公司推出的新一代ARM集成开发环境工具,用来取代ARM公司以前推出的开发工具ARM SDT。它是一种快速而节省成本的完整软件开发解决方案。调试工具选用JTAG仿真器。

本文软件部分主要实现了包括整个系统初始化程序^[1,6]、指纹采集程序以及与计算机(PC)的通信程序。在此基础上可以很方便地加入相应的应用程序,因此本文中未触及指纹处理的具体算法。

2.1 系统初始化

嵌入式系统在启动或复位之后,需要对系统硬件和软件运行环境进行初始化,这些工作由启动程序完成,通常启动程序都是用汇编语言书写的。写好启动程序是设计好嵌入式程序的关键,系统启动程序所执行的操作与具体的目标系统和开发系统相关,流程如下:

1) 设置入口指针。

启动程序首先必须定义入口指针,而且整个应用程序只有一个入口指针。

```
AREA boot, CODE, READONLY
ENTRY
```

在编译的时候,编译器需要知道整个程序的入口在哪里,所以在编译前要设置好相关的编译选项,如程序入口所在的目标文件。

2) 设置中断向量。

ARM9要求中断向量表必须设置在从0地址开始,连续8×4字节的空间,分别是复位、未定义指令错误、软件中断、预取指令错误、数据存取错误、IRQ、FIQ和一个保留的中断向量。对于未使用的中断,使其指向一个只含返回指令的哑函数,可以防止错误中断引起系统的混乱。

3) 初始化堆栈。

系统堆栈初始化取决于用户使用了哪些处理器模式,以及系统需要处理哪些错误类型。对于将要用到的每一种模式,都应该先定义好堆栈指针。

4) 初始化存储器系统。

有些芯片可通过寄存器编程初始化存储器系统。S3C2500没有MMU,则通过存储器控制模块的配置寄存器来初始化存储器系统。

5) 如有必要改变处理器模式、状态。

如果前面已经进行了堆栈的初始化,那么堆栈初始化时的最后一个模式就是现在的处理器运行模式,用户如果有需要改变处理器模式和其它如中断使能的状态位等,可以设置CPSR来实现。

6) 初始化必要的I/O状态。

某些严格的I/O和用户认为需要在调用主程序前完成的状态控制,可以在启动程序里面完成初始化,特别是一些输出设备,上电后往往呈现一种随机态,需要及时加以控制。

7) 初始化C语言所需的存储器空间。

为正确运行应用程序,在初始化期间应将系统需要读写的数据和变量从ROM拷贝到RAM里;一些要求快速响应的程序,如中断处理程序,也需要在RAM中运行。

8) 呼叫C程序。

在进入主程序之前,需要确定主程序代码的编译模式是ARM还是THUMB,由此决定相应的跳转指令。如果使用ARM模式,假定用户主程序入口函数是main()那么就写成下面这样:

```
BL main ;jump to C program
```

2.2 指纹采集

FPS200可以工作在中断方式,也可以工作在查询方式。作者采用的是查询工作方式。程序流程大致如下:先初始化FPS200各寄存器,往相应的寄存器写入控制字,设置采集指纹的参数,主要是DCR、DTR、PGC这几个寄存器的设置;查询等待,当指纹被FPS200自动采集进入数据寄存器,把指纹数据存入到指定的存储空间。图5即为该嵌入式系统指纹采集部分采得的两幅指纹图像。图像质量好,完全能满足后续指纹算法的要求。

2.3 与计算机(PC)之间的通信

S3C2500的UART可工作在中断模式或DMA模式下。作者选用的是中断模式,也可以用查询方式。程序可以控制端口的波特率、数据宽度(5、6、7、8位)、停止位(1到2位)、极性控制(polarity)等通信协议的设置。



图5 系统采集的指纹图像

3 实验结果与结论

笔者采用了基于ARM的嵌入式技术,设计了一个完整的、独立运行的嵌入式自动指纹识别系统。系统板能实现快速的指纹采集,采集如图5的指纹所需的时间能控制在0.3 s以内,完全能满足用户的需要。而且该嵌入式系统还能方便地与计算机(PC)通信,目

前是用RS232进行通信,进一步的工作将采用USB接口来实现。实验表明在此基础上能方便地加入指纹图像预处理、指纹特征提取以及指纹匹配等指纹识别应用程序。

参考文献:

- [1] 杜春雷. ARM体系结构与编程[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [2] S3C2500 User's Manual. Samsung Corporation 2002[EB/OL]. [Http://www.samsung.com](http://www.samsung.com). 2003-01/2003-02
- [3] DAVID SEAL. ARM Architecture Reference Manual. Published by Pearson Education Limited[EB/OL]. [Http://www.arm.com](http://www.arm.com). 2002-11/2002-12.
- [4] FPS200 Datasheet. Veridicom Corporation 2002[EB/OL]. [Http://www.veridicom.com](http://www.veridicom.com). 2002-10/2002-11.
- [5] 马忠梅. ARM嵌入式处理器结构与应用基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [6] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.

Investigation on ARM9-based Embedded Fingerprint Identification System

CHEN Qing-jie, LI Jian-wei, ZHANG Teng, WANG Wei

(Key Laboratory on Opto-electronic Technique Under the State Ministry of Education,
Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: This paper introduces an implementation method of Embedded Automatic Fingerprint Identification System (AFIS), dealing mainly with hardware components and software modules based on ARM9. Hardware system consists of ARM9 series S3C2500, FPS200 sensor, memories, power supply, communication interface, etc. System initiation, fingerprint sampling procedure and communication program are main modules making up of system software. The conflict of time - sequence between S3C2500 and sensor FPS200 - one of the key links of the system, has been solved successfully. The system has integrated functionalities, such as fast sampling, communicating with upper and lower computers, establishing a complete and reliable platform for fingerprint image processing and identification.

Key words: ARM9; S3C2500; embedded system; FPS200; fingerprint

(编辑 张小强)