

指纹识别系统的设计与实现

Design of Fingerprint Recognition System

(哈尔滨工业大学) 谢健阳 李铁才 唐降龙 佟喜峰

Xie,Jiayang Li,Tiecai Tang,Xianglong Tong,Xifeng

摘要: 本文研究了嵌入式指纹识别系统的设计方法与实现技术。通过构造以 ADI ADSP-BF533 DSP 为平台的硬件环境, 实现了指纹识别的嵌入式系统设计, 并且针对指纹识别算法对系统运行速度的影响进行了研究, 给出了实验结果, 证实了该方法能够较好的构造嵌入式指纹识别系统。

关键词: 指纹识别; DSP; 嵌入式系统

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

Abstract: This paper focuses on design method and techniques of embedded fingerprint recognition system. The embedded fingerprint recognition system is implemented based on hard platform of ADI ADSP-BF533 DSP. And we study influence between the fingerprint recognition algorithm and the system running speed. The experiment results show that the method can construct embedded fingerprint recognition system effectively.

Key words: fingerprint recognition; DSP; embedded system

1 引言

嵌入式指纹识别系统已经广泛地应用在了各种领域, 随着社会需求的不断增加, 同时对于指纹产品安全度、速度等方面要求的不断提高, 对于指纹识别算法, 便提出了越来越高的要求, 尤其是安全性、速度, 这两个方面是评价指纹产品实用性的两个重要的标准。安全性可以通过不断地改进软件识别算法来实现, 但随着软件识别算法的不断完善、复杂, 其处理速度也在下降, 对于用户来说, 长时间的等待是无法忍受的, 所以, 在安全性不断提高的同时, 提高速度同样是一个很重要的方面。

ADI ADSP-BF533 Blackfin DSP 是 ADI 公司主推的一款高性能、低价格的定点数字信号处理器, 具有很高的处理速度, 可以满足指纹识别算法运行所需的速度以及时间, 而且又具有较低的价格, 可以构造出具体实用的产品。本文根据指纹识别算法的特性, 采用了基于 ADSP-BF533 DSP 平台的硬件环境, 构造出了嵌入式指纹识别系统。

2 指纹识别算法

大多数指纹识别系统都是依靠提取指纹的细节特征点来实现指纹的识别, 其特征提取过程主要分为指纹图像归一化、计算方向图、计算图像有效区域、计算指纹频率、指纹图像增强、二值化、指纹图像细化以及细化后处理等步骤组成。整个的算法运行流程如图

1 所示。

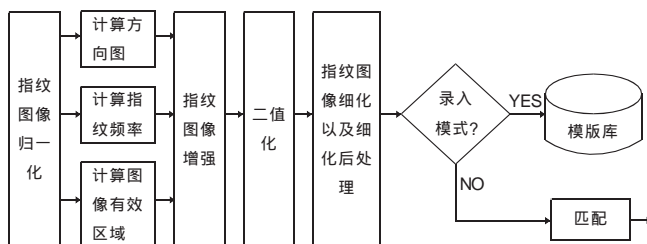


图 1 指纹识别算法流程

指纹图像归一化主要是将读取到的指纹图像数据进行预处理, 以便于后续的处理。计算方向图用于实现指纹图像增强, 所以计算方向图是一个重要步骤, 它直接影响到图像增强的效果, 错误的方向图最终会导致错误的图像增强。目前, 计算指纹方向图主要分为两类: 预先规定若干离散方向的方法与使用连续方向的方法。指纹图像的采集必然包含许多无效的区域, 计算图像有效区域就是去除这些无效的区域, 以免影响最终的识别效果。指纹图像的增强需要指纹的频率信息, 所以在进行指纹图像增强以前, 必须要先计算指纹图像的频率。由于指纹采集设备的光照不均匀、采集设备的精度的限制、指纹的干湿程度的不同等实际情况的普遍存在, 采集的原始图像绝大部分都是质量较差的图像, 所以, 在对图像进行进一步的处理之前, 必须要对指纹图像进行图像增强。所以指纹图像增强是一个非常重要的步骤。用于指纹图像增强的方法主要有方向加权中值滤波、各项异性滤波、基于规则的图像增强、基于模糊逻辑的图像增强、Gabor 图像增强等。通过比较与实践, 用 Gabor 滤波器进

谢健阳: 博士研究生

国家自然科学基金资助: 编号: 60332010

行指纹图像增强的方法,其性能较为优良,故本文采用基于 Gabor 滤波器的方法来进行指纹增强算法的设计。二值化是将灰度图像转化为二值图像的过程。常用的二值化的方法包括固定阈值的二值化和动态阈值的二值化。本文采用了动态阈值的二值化方法。指纹图像的细化以及细化后处理都是为了便于提取指纹特征点而必须进行的步骤。

经过以上的一系列步骤后,便可以提取出指纹的特征点,可以进行下一步的录入或是匹配的工作了。

3 指纹识别系统硬件平台

指纹识别软件需要在特定的硬件平台上运行,这个硬件平台是软件运行的载体。指纹识别系统的硬件平台有以下几个部分组成:图像传感器,DSP,程序存储器,数据存储器以及控制电路。系统框图如图 2 所示。

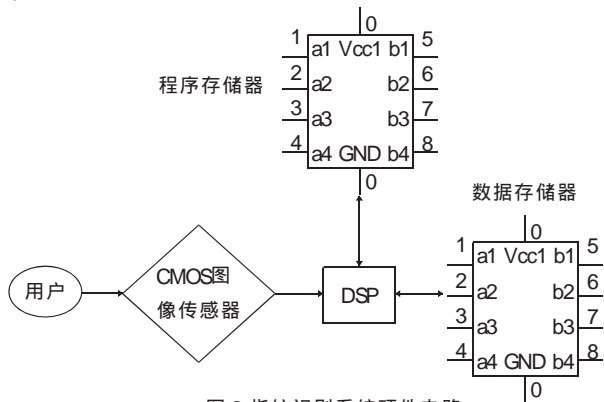


图 2 指纹识别系统硬件电路

图像传感器用来读取指纹图像,本文采用了 Hynix 公司的 HV7131R 型 CMOS 图像传感器,指纹图像大小为 240*240。DSP 采用了 ADI 公司的 ADSP BF533 Blackfin 数字信号处理器。程序存储器采用了 Atmel 公司的 AT91LV1024 型号的 Flash 存储器。数据存储器则采用了 SRAM 来实现。CMOS 图像传感器读取的原始图像如图 3 所示。



图 3 CMOS 传感器读取的原始图像

4 指纹识别系统的设计

整个指纹识别系统的软件部分由以下

几个部分组成:读取 CMOS 图像传感器图像软件,指纹识别软件,指纹模版写入比对软件,系统控制软件等。所有的软件部分都存入 Flash 程序存储器中,

DSP 的启动模式选择从片外 Flash 启动,这样的话,系统一上电,DSP 便执行片外启动模式,首先将系统控制软件下载到片上并开始执行。系统控制软件主要执行初始化配置与常用的系统功能,初始化配置完毕后,便等待用户的要求,此时为节省功耗,可将系统置于低功耗运行状态,如将 DSP 置于深睡眠状态,关闭 CMOS 图像传感器等等。一旦用户有了输入,系统便退出低功耗状态,进入正常执行状态,控制软件判断用户的需求,执行相应的功能。如果用户有了指纹注册或是比对的需求,则启动 Flash,将指纹识别软件与指纹模版写入比对软件上载到片上并执行,并将结果写入到 Flash 中。

5 实验结果与研究

通过对指纹识别系统的测试,表 1 列出了指纹识别中各部分所占用的时间。

表 1 指纹识别各部分运行所需时间(单位:秒)

	归一化	方向图	有效区域	指纹频率	指纹增强	二值化	细化后处理
时间	0.04	0.103	0.176	0.064	0.732	0.07	0.213

从表 1 中可以看出指纹图像增强部分运行时消耗的时间在整个指纹识别系统运行时消耗的时间中占 52%,所以这个部分需要进行优化。

根据 ADSP BF533 DSP 的特点,用汇编语言重写了指纹增强部分,采用了 Scratch pad 技术以及指令并行执行技术,对于指纹增强算法中大量多重循环的特点,采用了硬件循环以及动态分支预测的方法,试验结果显示改进后的指纹增强部分运行时间减少了 53%。

6 小结

嵌入式指纹识别系统设计的一个关键因素是运行的时间,采用了基于 ADI ADSP BF533 DSP 的硬件平台,可以较大地降低系统的运行时间,并且其成本也较低。对于实际构造指纹识别系统具有很大的意义。

参考文献

- [1]Analog Devices, Inc., Blackfin DSP Family Publications, 2002.
- [2]冯国飞,宋蕴兴. 基于 USB 数据采集卡的设计与实现 [J],微计算机信息,2005,1:75-77

作者简介:谢健阳,1977 年生,男,博士研究生,主要研究方向:基于人体生物特征的鉴别。Email: xiejianyang@hit.edu.cn;李铁才,男,1950 年生,教授,博导,主要研究方向:智能电器与智能系统;唐降龙,男,1960 年生,教授,博导,主要研究方向:人工智能与图像处理。佟喜峰,男,博士研究生,研究方向:指纹识别。(150001 哈尔滨工业大学 计算机科学与技术学院 模式识别研究中心) 谢健阳 李铁才 唐降龙 佟喜峰

(投稿日期:2005.8.20) (修稿日期:2005.9.1)