

基于 DSP 和以太网的指纹识别系统

摘要: 本文提出了一种基于 DSP 和以太网的指纹识别系统。给出了系统的设计方案, 并详细介绍了 DSP 芯片怎样接收采集的指纹图像数据, 将图像进行处理后, 再通过以太网控制芯片 RTL8019+网络变压器 YL18-1001D 的接口, 将数据传输到局域网中, 从而实现了宽领域内的指纹识别。

关键词: 指纹; 识别; 以太网; 接口, 网络变压器, YL18-1001D

1 引言

人类指纹以其唯一性和不变性在验证身份中已经成为应用最为可靠、方便的一种类型, 随着计算机及图像技术的发展, 指纹识别的应用领域也越来越广泛, 目前, 指纹识别技术在刑事侦查、户籍管理、银行储蓄系统都得到了成功的应用。

网络技术的突飞猛进已经把地球变为地球村, 而怎样将指纹识别与互联网有效连接起来, 使人们在不同地点, 实现快速、准确的用指纹来验证身份也显得非常重要。应用 DSP 系统与计算机网络互连实现指纹图像的处理和传输, 基于国内局域网中大部分是以太网, 本文主要介绍应用 TI 公司的第五代产品 TMS320VC5402 与以太网控制器 RTL8019+网络变压器 YL18-1001D 实现指纹图像的处理和传输。

2 指纹识别系统的基本组成

以下框图给出了指纹识别系统的基本组成^[3]。

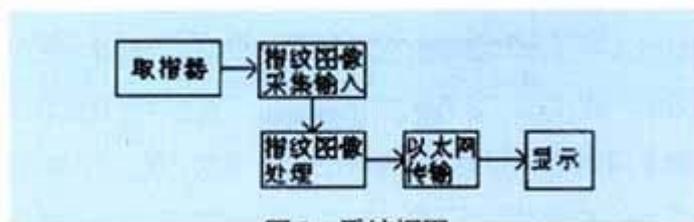


图 1 系统框图

取指方法有多种, 可采用几何光学理论, 再经过光电转换, 将指纹直接转换成电信号。

指纹图像采集输入是将电信号转换为数字信号。具体过程是将指纹的压痕转换成计算机可以识别的数字图像。典型的方法是将“1×1”的指纹图像数字化成 512×512 像素(每像素含 8bit)的阵列。将此数字图像输送给 DSP 芯片为核心的图像处理系统。

以太网输入, 指纹图像经过处理后通过以太网接口芯片传输到局域网, 与识别中心的指纹数据库进行匹配识别, 从而实现远程指纹识别。

整个系统是以 DSP 芯片为核心进行指纹图像的预处理和提取指纹特征, 通过以太网接口芯片将预识别的指纹图像传输到局域网。下面着重介绍一下整个系统的设计方案、指纹图像的处理方法及识别方法。

2.1 系统的设计方案

本系统的设计主要是两个接口的设计, 即“指纹图像采集”与“指纹图像处理”的接口方法和“指纹图像处理”与“以太网传输”的接口方法。

2.1.1 接口 1

本系统中所采用的 DSP 芯片为 TI 公司生产的第五代产品, 可实现 16 为定点

运算的 TMS320VC5402，它具有很高的运算速度，16K 字的片上 RAM 和 4K 字的片上 ROM，并可进行外部扩展。2 个自动缓冲串行口(BSP)和与外部处理器通信的 HPI。有很高的性能价格比，因而适合于图像处理^[1]。图 2 给出了 C5402 与图像采集的具体连接方法。

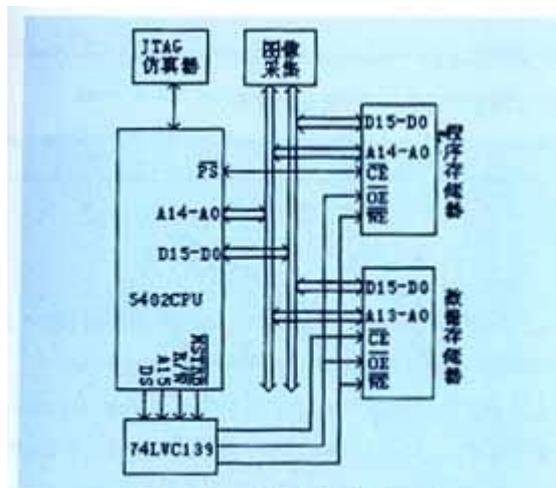


图 2 5402CPU 与图像采集的连接

(1) 内存映射选择模式 CPU 通常情况下可根据用户需要工作在不同的模式下即要求程序存储空间定义在片内还是在片外，主要由 MP / MC 决定。MP / MC=1，4000H-FFFFH 程序存储空间全部定义为片外存储器。MP / MC=0，4000H-EFFFH 程序存储空间全部定义为片外存储器，FF00H-FFFFH 程序存储空间定义为片上存储器。

(2) 数据总线图像采集的数据总线 I / O 口 I / 015-I / 00 与 C5402 的 D15-D0 相连，同时 C5402 的 D15-D0 与程序存储器和数据存储器的 I / 015-I / 00 相连。程序存储器和数据存储器的 OE 和 WE(读 / 写使能)分别由 C5402 的 MSTRB 和 R / W 经过 74LVC139 译码后选通。而程序存储的 CE 由 C5402 的 PS 选通。数据存储器的 CE 由 A15 和 DS 经 74LVC139 译码后选通。

(3) 地址总线图像采集的地址总线 A15-A0 与 C5402 的 16 位地址 A15-A0 相连，同时 C5402 的 A13-A0 与数据存储器的 A13-A0 相连，而数据存储器的 A16-A14 作为控制页码选择。因此数据存储器共分 8 页，每页 16K 字，映射到内存空间的 0X4000 到 0X7FFF。C5402 的 A14-A0 又与程序存储器的 A14-10 相连，程序存储器的 A16、A15 作为控制页码选择。因此程序存储器共分 4 页，每页 32K 字，映射到内存空间的 0X8000-0XFFFF。

2. 1. 2 接口 2

RTL8019 是台湾 Realtek 公司生产的以太网控制器，采用 100 脚的 PQFP 封装，其引脚可分为电源和时钟引脚、网络介质接口引脚、自举 ROM 及初始化 EPROM 接口引脚、主处理接口引脚、输出指示及工作方式配置引脚。网络变压器 YL18-1001D 是裕泰电子有限公司生产的 10M 的网络变压器。支持 IEEE802.3 10Base, 10Base2, 10BaseT, 在 ISA 总线卡中占有相当比例；支持 8 位或 16 位数据总线，支持 16I / O 基地址选择；内置 16K 字的 SARM，用于收发缓冲；与主机有三种可选择的接口模式，分别为跳线模式、PnP 模式和 RT 模

式^[2]。为了简化 DSP 网络的软、硬件设计，本文中所选用的是跳线模式。这种模式与早期的网络控制器兼容，其端口基地、中断口等都由开关或跳线器决定。

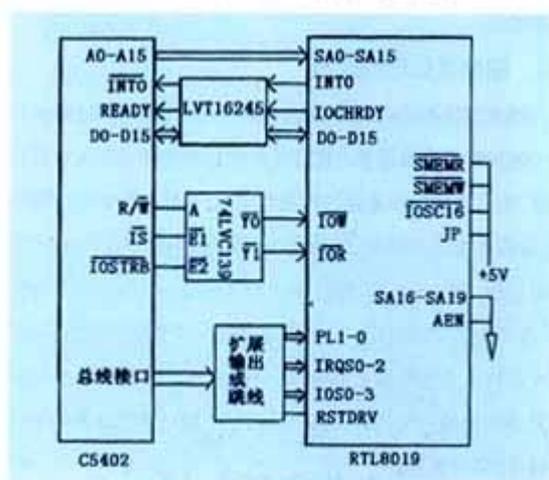


图3 指纹图象处理与以太网传输的连接

(1)模式选择模式选择有 JP 和 PnP 引脚决定，此系统选择跳线模式，JP 引脚接高电平。为了屏蔽远程自举加载，SMEMRB 引脚接高电平。

(2)地址总线 RTL8019 一共有 20 根地址线，这里用 16 根对 I/O 口寻址，即 DSP 的 A15-A0 与 RTL8019 的 SA15-SA0 相连，其余接地。为了使 I/O 命令有效，地址使能引脚 AEN 接地。

(3)数据总线选择 16 位数据总线，即要求 RTL8019 的 IOCS16 引脚接高。由于 RTL8019 的接口电平为 5V，而 C5402 的总线电平为 3.3V，所以要进行电平转换。

(4)中断与读/写控制 RTL8019 共有 8 个中断输出，只要选择其中的一个作为中断请求即可。RTL8019 的读/写状态可以由 C5402 的 I/O 口控制信号 IS、IOSTRB、R/W 信号经过 74LVC139 译码来控制。为了避免 RTL8019 与其他芯片的读写速度不匹配的现象，RTL8019 有专门给主机读写命令插入等待周期功能的引脚 IOCHRDY。因此将此引脚与 C5402 的 READY 引脚相连，可以避免 C5402 的读写速度过快而与 RTL8019 不匹配的现象。

(5)初始化配置用 C5402 的一个扩展输出口代替跳线器来指定 RTL8019AS 的 I/O 口基地址、中断输出口、介质类型，并用一个输出信号作为 RTL8019AS 的复位信号。RTL8019AS 复位结束时采样这些配置引脚，并根据引脚状态初始化其内部的配置寄存器。

在 RTL8019 复位初始化后，还要对寄存器的部分内容初始化，才能接收和发送数据，其内置的 16K 字 SRAM 可以进行接收和发送的缓冲。缓冲区可分为 64 页，页码范围从 0X40-0X80，每页 256bit。由 PSTART 和 PSTOP 寄存器来设定接收缓冲器的页码范围，由 RSAR0、1 和 RBCR0、1 寄存器来设定发送缓冲器的页码范围。

2.2 图像预处理的过程

图像预处理的目的是为了改善输入图像的质量，将其转换成一幅清晰的点线图像。图像特征的抽取和识别要求有很高的精度，因此图像的预处理过程相对复杂，具体包括指纹图像的增强、脊线的增强和恢复、二值化。图像的增强包括平滑、锐化和滤波过程，此技术已于 1989 年由

O'Gorman 和 Nickerson 得到完善,在此不做详细介绍。下面着重介绍一下脊线的增强和恢复。这个过程主要包括两个部分,第一部分是从输入的指纹图像中计算出图像的方向。第二部分是通过上面计算出的方向来进行滤波、增强和恢复。

(1)图像方向的计算如图 4 所示,图像中某一点 (i, j) 的方向记为 $D(i, j)$ ^[4],这里首先计算 S_d , 即沿着方向 d 的不同灰度值之和。

$$S_d = \sum_{k=1}^n |f(i, j) - f_d(i_k, j_k)| \quad d=1, \dots, N \quad (1)$$

上式中 $f(i, j)$ 和 $f_d(i_k, j_k)$ 分别表示像素 (i, j) 和像素 (i_k, j_k) 的相应灰度值, (i_k, j_k) 表示从 (i, j) 沿 d 方向的第 k 个像素, n 表示计算的像素数, N 表示使用的方向数。取 $N=16$ 个方向, 且 $n=8$, 即每个方向上取 8 个邻点。点 (i, j) 的方向 $D(i, j)$ 取 S_d 的最小值, 即

$$D(i, j) = \min \sum_{d=1}^N |f(i, j) - f_d(i_k, j_k)| \quad (2)$$

由上式可以得出, 在沿着脊线方向上灰度值总体变化最小, 在垂直脊线方向上灰度值总体变化最大。因此像素点 (i, j) 的方向 $D(i, j)$ 就是图像中灰度一律取最大值的方向。另外, 在求各个方向上点的灰度值时, 各个方向上的点位置是通过原 0 方向上的点的坐标旋转而得到的。如果求 1 方向上的第 i 个点坐标, 则

$$\begin{aligned} x_1 &= x \cos(\alpha) - y \sin(\alpha) \\ y_1 &= x \sin(\alpha) + y \cos(\alpha) \end{aligned} \quad (3)$$

其中 α 表示 0 方向和 1 方向间的夹角。

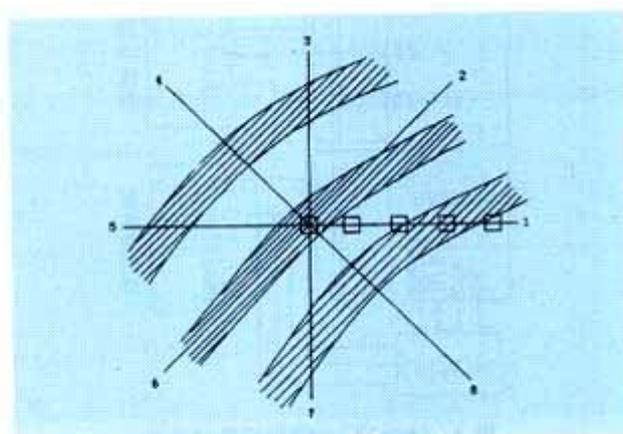


图 4 图象方向计算

通过一个分区中各个像素点的方向可以计算出该区方向, 该区方向即与该区内像素方向概率最大者相同。

(2)图像处理通过观察表明, 整个指纹图像中相互联系各个分区之间的方向不会发生急剧的变化, 因此可以判断, 凡是有急剧变化的区, 即为噪声区, 那么该区方向就由它周边各区方向最大概率者来替换, 一般进行两次这样重复操作, 约 70~80% 的噪声可以清除, 而且图像增强和恢复的效果较好, 但这种方法在分区方向计算不是非常精确的情况下不易使用超过两次, 否则会出现部分图像的扭曲。

二值化是将图像转化成 0, 1 取值的二值图像。图像每块的平均值作为阈值,

根据这个阈值判断，若像素值大于阈值则为 1，若像素值小于阈值则为 0。最后进行指纹特征的提取^[5]。

2.4 识别的方法

处理好的图像经过以太网接口芯片传输到局域网后，与识别中心的指纹数据库中的指纹模式进行匹配识别。指纹数据库中的指纹模式根据细节特征进行了分类，这样可以减少预识别指纹与指纹数据库的对比数量，大大节省了识别的时间，提高了识别的准确度。下式给出了对比相似匹配函数^[5]

$$S = (P^{**2} / (M * N)) \quad (4)$$

式中 S 表示匹配度，P 表示指纹图像的细节对数，M 表示预识别指纹图像的细节数，N 表示指纹数据库中指纹图像的细节数，如果预识别指纹图像细节与指纹数据库中指纹图像细节相近(在允许范围内)，则称为一对。这样，匹配数最高的者即可作为候选指纹。

3 结束语

由 DSP 和以太网控制芯片+网络变压器 YL18-1001D 组成的指纹识别系统，在指纹图像的处理速度和质量上可满足各方面要求，尤其是带有以太网接口，通过双绞线或同轴电缆与 PC 机构成一个高速的局域网，拓宽了指纹识别系统的应用范围。若通过 PC 机与互联网连网，设置不同的外部硬件和软件，可更进一步延伸指纹识别的应用领域。