

●新特器件应用

指纹芯片 FCD4A14 的原理及应用

重庆执诚医疗仪器有限责任公司 潘建

Principle and Application of Fingerprint Chip FCD4A14

Pan Jian

摘要 FCD4A14 是爱特梅尔公司生产的一种指纹传感器芯片。利用它可以通过计算机对人类的指纹图像进行识别和认定。文中介绍了 FCD4A14 指纹芯片的主要特点、引脚功能和内部结构,同时对其应用方法进行了说明。

关键词 指纹; 传感器; 生物识别; FCD4A14

分类号 TP212.3

文献标识码 B

文章编号 :1006-697X(2002)05-0052-04

信息时代的一大特征就是身份的数字化和隐性化,如何准确鉴定身份,保证信息安全呢?如何不用记忆信用卡号、银行帐号、网络登录号等密码而又不用担心自己身份无法认定呢?正在悄然兴起的生物识别技术便可解决上述问题。生物识别技术是通过计算机利用人类自身生理或行为特征进行身份认定的一种新型技术,如指纹识别、虹膜识别、声音识别、面部识别、静脉识别等。这些识别技术都有它的优点和缺点,因此它们的应用范围也不尽相同。本文主要介绍美国爱特梅尔公司生产的指纹芯片 FCD4A14 的检测原理和应用方法。

1 FCD4A14 的主要特点

FCD4A14 是 FingerChip™ TCS 单色指纹传感器家族的一员,它是基于温度物理效应而应用于指纹检测的单一敏感芯片,采用 COMS 工艺制造,外形小,性能好,成本低,并具有线性的形状,即使是在指头滑过敏感区域时也可以捕捉到指纹。当采集到指纹后,TCS 专有软件可以将这些图像重新构成 8 位指纹图像。通过编程,FCD4A14 可以在一秒内获取不同数量的图像。同时,集成的 A/D 转换器可以建立 FCD4A14 建立与 EPP、USB 或 MCU 的数字接口,使得此器件可以很容易地应用到任何识别应用系统中去。FCD4A14 的主要特点如下:

- 敏感层位于 0.8μm 的 COMS 阵列之上;
- 图像区大小为 0.4×14mm;
- 图像阵列为 8×280=2240 像素;
- 像素尺寸 50μm×50μm;
- 像素时钟:高达 2MHz,1780 帧/秒;

- DIE 的尺寸 :1.7×17.3mm;
- 工作电压 :3~5.5V;
- 功耗 :20mW@3.3V, 1MHz, 25℃;
- 20 脚 DIL 陶瓷或 COB 封装,带有保护层;
- 工作温度范围为 0℃~+70℃;
- ESD 静电防护大于 16kV,可经受 1 百万次的指头滑动操作。

FCD4A14 指纹传感器以其诸多优点可广泛应用于终端访问(PC,网络等)系统、与付费卡(ATM,POS 等)相结合的电子付费系统、建筑物出入控制、电子锁(汽车,家庭等)、手机(保证只有注册用户才能够使用)、法律执行过程中的工具——可携带的指纹图象系统、电视使用控制以及武器使用控制(保证只有注册用户才能够使用)等系统中。

2 FCD4A14 的管脚功能

FCD4A14 具有 DIP 和 COB(chip-on-board) 两种封装形式,图 1 和图 2 分别列出了两种形式下的管脚排列,表 1 说明了相应形式下的管脚功能。

GND	1	20	AVO
AVE	2	19	TPE
TPP	3	18	PCLK
VCC	4	17	ACKN
RST	5	16	GND
OE	6	15	Do0
De0	7	14	Do1
De1	8	13	Do2
De2	9	12	Do3
De3	10	11	EPL



图 1 DIP 管脚排列

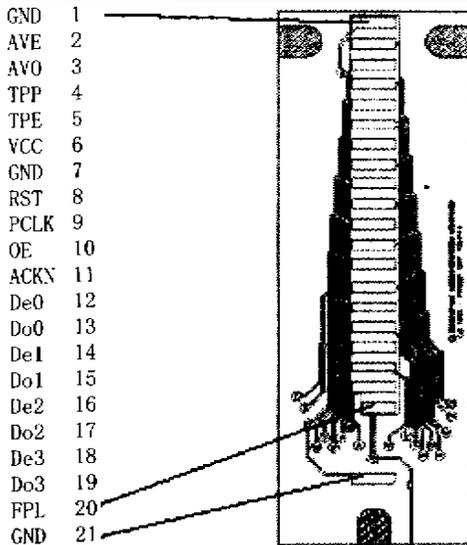


图 2 COB 管脚排列

3 FCD4A14 的功能结构

该器件内部电路分为传感器和数据转换器两个部分。在传感阵列中,当 280+1 列中的某一列被选中时,此列的每一个像素将自己的电信号送到放大器(一列一个)进行放大,然后两列被同时选中(奇和偶),两个特定的像素将其信息送到两个 4 位 A/D 转换器,这样,这两个像素就可以在一个时钟脉冲之内读出来了。FCD4A14 的内部框图如图 3 所示。

3.1 传感器

每一个像素就是一个传感器。利用这些传感器可检测从启动数据采集到读取信息之间的温度变化。这是一个时间的积分过程。时间积分从复位像素到某一个预定的状态开始,此过程与数字部分的复位没有关系。然后,像素开始对电荷充电。影响此过程的因素有热电层(pyroelectric layer)的敏感度、从复位到时间积分

结束之间的温度变化和时间的长短三个方面。

3.2 A/D 转换器/重新构成 8 位的指纹图象

A/D 转换器用于将像素的模拟信号转换为可以被 MCU 处理的数字信号。由于并口和 USB 的数据传输率为 1M 字节/秒,因此在一秒内至少需要重构 500 帧的图像,这样的速度实际上对应于中等的指头滑动速度。两个 4 位 ADC 可一次输出两个像素的内容(一个字节)。当帧恢复之后,TCS 处理程序将计算每一个像素的 8 位数值,这些通过计算的每一帧的像素值来自于器件的同一个位置,从而可以减少噪声的干扰,增加系统的可靠性。

3.3 起始序列

虽然上电后复位只需执行一次,但是在采集指纹数据之前复位 FingerChip 可以取得更好的效果,而在采集帧数据之间复位 FingerChip 则没有必要。

起始序列必须包括以下步骤:

- (1)将 RST 拉高;
- (2)拉低 RST ;
- (3)发送 4 个时钟脉冲 ;
- (4)发送时钟脉冲以跳过第一帧;

应当注意的是:第一帧一般不会包含任何数据,因为积分时间是错误的。

3.4 读取帧数据

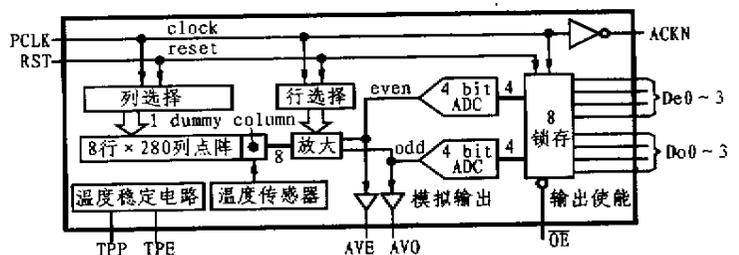


图 3 FCD4A14 内部结构框图

表 1 DIP 和 COB 管脚功能定义

DIP 管脚	COB 管脚	名称	类 型	DIP 管脚	COB 管脚	名称	类 型
1	1,7	GND	地	11	20	FPL	地
2	2	AVE	模拟输出偶像素	12	19	Do3	数字输出
3	4	TPP	电源	13	17	Do2	数字输出
4	6	VCC	电源	14	15	Do1	数字输出
5	8	RST	复位信号	15	13	Do0	数字输出
6	10	OE	数据输出使能端	16	21	GND	地
7	12	De0	数字输出	17	11	ACKN	应答信号
8	14	De1	数字输出	18	9	PCLK	像素时钟
9	16	De2	数字输出	19	5	TPE	温度稳定使能
10	18	De3	数字输出	20	3	AVO	模拟输出奇像素

一帧包括 280 个有效列和一个无效列,每列有 8 个像素。由于一次输出两个像素,因此必须发送 $281 \times 4 = 1124$ 个时钟才能读完一帧。读帧数据时,RST 必须为低。

3.5 读一个字节/输出使能

由于时钟在下降沿有效,而数据在上升沿输出。其中对于每次时钟脉冲,在启动序列之后,引脚 Do0~3 和 De0~3 上都输出新的字节,其内容包含两个像素,其中 Do0~3 为奇像素,De0~3 为偶像素。

为了输出数据,输出使能 OE 脚必须拉低。如果 OE 为高,则 Do0~3 和 De0~3 都处于高阻态。因此,FCD4A14 与 MCU 的接口非常容易,MCU 只需一个片选信号就可以控制数据的输出了。需要注意的是,FCD4A14 芯片只支持读操作。

3.6 视频输出

用户可以从引脚 AVE 和 AVO 得到模拟信号。而且视频信号的输出总是要比相应的数字信号早一个时钟(因为 A/D 转换有一个时钟的延迟)。

3.7 像素次序

复位后,像素 1 位于左上角。对于每一列的 8 个像素,1、3、5、7 由 Do0~3 输出;2、4、6、8 由 De0~3 输出。最高位为 3,最低位为 0。

3.8 哑列同步

哑列用于检测第一个像素。因此,一帧要读出 280"真"列和 1 个哑列。哑列输出为 4 个字节,头两个字节具有固定的模式,后两个字节包含的温度信息,如表 3 所列。

序列 00001111 00001111 在实际的指纹图象中很少出现。此序列每隔一帧(1124 个时钟)出现一次,很容易辨认,因此很适合用作同步。

3.9 时间积分和时钟变化

FCD4A14 对时钟变化不太敏感。最重要的要求是稳定的积分时间,以保证帧读取速率的恒定,从而获得一致的指纹图像。如果积分时间不稳定,则各个帧的对比度将会发生变化。

在每一串 1124 个时钟之间可以有等待时间,但每

一帧总的读取时间要保持恒定。等待时间往往被 MCU 用来执行某些计算工作(如检测是否有手指头等)。

3.10 温度管理

FCD4A14 的每个像素都是一个温度传感器,可用于检测温度的变化,这种变化是由手指与芯片之间的温差产生的。当芯片的温度很低或很高时,温差就变得很大,这是最好的情形;反之,当手指的温度与芯片的温度几乎接近时,情况最差。

为了获得有较强对比度的图像,传感器与手指之间至少要有 1 度的温差。临界温度是在 33°C(手指会在 $35 \pm 5^\circ\text{C}$ 上下变化)。FCD4A14 内含温度稳定补偿电路,它会在必要的时候使传感器的影像质量保持稳定。设计时可以根据外部的制约条件采用如下一些方法:

(1)首先读取传感器的温度。多数情况下温度均不处于临界区(33°C),因此不需要补偿。

(2)当传感器的温度接近临界区时,如果电源不存在问题,用户可以将温度稳定在高于手指的温度($>37^\circ\text{C}$)。但稳定的过程有时可能会长达 1 分钟,它取决于环境、热电阻及芯片的初始温度。

(3)如果电源是有限资源,最佳的方案是先不用稳定补偿对手指进行一次实验,多数情况下温差会足够大。假如鉴别失败,且检测到芯片温度处于临界区时,此时再使用稳定补偿。这一过程需要几秒钟,因为要稳定的温度比检测到的温度要高几度。

FCD4A14 有两个显著特点:第一是它内含一个绝对温度传感器。因而将数据存放在哑字节 DB3 和 DB4 中,第二是内部有温度稳定电路,其引脚为 TPP 和 TPE。

FCD4A14 的温度稳定反馈由外部来管理。可由外部处理器或算法决定是否启用温度稳定功能。因此用户可以完全控制功耗。通常 TPP 管脚传递功率;而 TPE 则用来控制流入的电流,当温度低于所需温度时,TPE 端必须设置为高;当温度到达要求时,TPE 必须设置为低。TDE 端为数字输入端,因而无须驱动,任何处理器或总线输出都可以驱动它。温度信息由 DB3 和 DB4 提供。

3.11 电源管理

为了减小功耗可以使用 FCD4A14 的睡眠方式。用以下方法可启动睡眠方式:

- (1)设置 RST 为高,关闭器件中的模拟部分。
- (2)设置 PCLK 为高(或低),关闭数字部分。

表 3 哑列后两端的温度信息

哑列字节位	偶	奇
哑列第一个字节 DB1	0000	1111
哑列第二个字节 DB2	0000	1111
哑列第三个字节 DB3	nnnn	rrrr
哑列第四个字节 DB4	pppp	tttt

(3) 设置 TPE 为低或断开 TPP 停止温度稳定电路。

(4) 设置 OE 为高。

4 应用说明

4.1 手指速度与采集速度的比较

FCD4A14 的手指速度有 5 种选择,分别为:极慢速(低于 1cm/s)、慢速(几厘米/s)、正常(10cm/s)、较快(20cm/s)和最快(100cm/s)。

由于一个完整的指纹影像应由许多小图重构,因此恢复每个小图极为重要。严格来讲需要每行都复原,但实际上只要两行复原即可,所以,手指在两帧之间的移动不能超过 6 个像素。手指速度与采集速度的比较如表 4 所列。

4.2 并口

并口通常应当满足 EPP 的指标。标准的双向并口每秒可获取 200kbyte(由使用的 PC 决定),这个速度只有 EPP 的 1/3。所以手指速度也要减小 3 倍。FCD4A14 可以直接连接到并口。电源应通过 PS/2 供给,因为并口不能永久提供电源。从软件观点出发,系统必须在获取信息期间具有较高的优先权,否则在 PC 做其它事(如访问硬盘)时会造成帧的丢失,从而使指纹图象产生“空洞”。

4.3 USB/MCU

FCD4A14 可以很容易地连接到具有 USB 接口的微处理器或 DSP 上,并由 USB 微处理器将读到的数据直接发送到 USB 电缆。应当注意在传输时必须要有足够的带宽,以避免丢掉任何帧。

4.4 软件

爱特梅尔公司不提供特殊的认证软件,客户应根据自己的需要进行软件的开发,但该公司可以随演示工具提供图像软件。客户可以对传感器的性能进行评估(指纹的 BITMAP 图像可以保存),但是不提供软件来执行细节的提取和比较。

FingerChip 专门为其光学传感器定制了软件。然

表 4 手指速度和采集速度的比较

采集速度		手指速度	
kbyte/s	帧/秒	cm/s	注释
100	89	2.7	慢速
250	222	6.7	正常速度/双向并口
700	623	18.7	中速/EPP 接口
1000	890	26.7	快速/USB 接口
1500	1335	40.0	很快/高速 USB
2000	1779	53.4	极快

而,如果能够充分利用器件的特性,则效果会更好,尤其是在获取更大的图像,以得到更多信息,可减少 FAR 和 FRR(FAR 为错误接收率,FRR 为纠错率)。

4.5 减少面积

降低传感器的成本是指纹采集的主要内容之一。尤其是硅传感器,面积越小,器件越便宜。FingerChip 技术通过在阵列里只使用少量的列的方法实现了缩小尺寸的目的。用户手指滑过传感器时,FingerChip 便可得到图像的突发序列。此时,有两种可能的后续操作:第一是重构完整的指纹图像并执行认证;第二是对图像进行分析,如果有足够的图像匹配,则确定此用户为合法用户。对用户而言,第二种方法显得更好一些,因为此时认证完成得更快。

时钟的速率要仔细调整,以便当用户的手指快速滑过传感器时仍然可以产生足够的重叠图像。而且在 FingerChip 的帮助下重构完整的指纹图像而无需知道实际的移动速度。

在相关联的两幅图像中找出两者之间的距离似乎是很耗时的工作。对于头两幅图像,这也许是对的。但是对于后续的图像就很容易猜出位置来了,因为手指的移动速度基本上是恒定的。

4.6 软件库

TCS 软件提供了一个动态链接库(FC-GetImage.dll)。这个链接库只有一个例程,用来调用一幅图像,此链接库通过调用底层例程来访问硬件,不同的硬件(EPP/USB/等)有不同的库,但调用是不变的。所以即使硬件发生了变化,开发者也无需改变其软件。EPP 版本的动态链接库只与并口开发工具一起提供。

4.7 启动及停止采集

当要求用户滑动手指时,系统开始分析采集到的图像以检测手指,并避免存储没有内容的帧(如果采用重构则需要存储)。由于采集结束后这个问题同样存在。因而需要动态链接库提供一些基本的例程来处理这些操作。

需要注意的是:在存储数据时不能发生处理器中断。如果数据丢失,要想完整地重构指纹图象就不太可能了。开发者必须为采集过程赋予高的优先级,以使其不被其它任务所中断。

收稿日期:2001-09-10

咨询编号:020521