

非接触式多模态手成像采集系统设计*

苑玮琦, 张宁宁

(沈阳工业大学 视觉检测技术研究所, 辽宁 沈阳 110870)

摘要: 为了提高传统生物识别系统的可靠性和易接受性,设计了一款非接触式多模态手成像采集系统。该系统可以在自然光条件下,在被采集者手掌不接触采集设备的情况下,同时获取被测者的掌纹、掌形和掌静脉3种特征信息。为提高系统的识别准确率,着重研究采集装置中的光学成像部分,其中主要包括滤光片的选取、图像传感器的配置、镜头的参数计算以及双路图像传感器与主处理器(DSP)视频口的硬件连接。同时,该系统还具有实时显示、网络传输和语音播报等功能。

关键词: 多模态;非接触式;光学成像;图像传感器

中图分类号: TP274+.2

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)06-0026-04

Design of noncontact multi-modal hand image acquisition system

Yuan Weiqi, Zhang Ningning

(Computer Vision Group, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

Abstract: In order to improve the reliability and the acceptability of traditional biological recognition system, this paper designs a noncontact multi-modal hand image acquisition system. Under the conditions of natural light, the system simultaneous achieves collector's palm print, palm-shape and palm vein information even without collector's palm contacting acquisition device. To make system's recognition more accurate, the paper focuses on the optical imaging part in the study of acquisition device, including filter selection, image sensor configuration, lens parameter selection and the connection between dual image sensor and DSP video port. In addition, the system also has various functions such as real-time display, network transmission and voice broadcast.

Key words: multi-modal; noncontact; optical image; image sensor

多模态生物识别技术融合了多种不同生物特征来进行身份判断,提高了认证系统的安全性。近年来,一些研究者开发了各种各样的手成像系统,主要可以分为两类:(1)手局部成像装置,例如:掌纹成像装置、手掌静脉成像装置、手指静脉成像装置等^[1-2],这类装置或者是可见光成像,或者是近红外成像;(2)是全手成像装置^[3-4],其特征在于所采集的手图像包括了手掌静脉、手指静脉、掌纹、掌形、指节纹信息,但是,由于所采用的是单一图像传感器,分时点亮可见光和近红外光,使得在近红外光成像下,其手静脉图像受可见光的影响难以避免,成像质量难以满足特征提取的要求。

本文提出利用两个图像传感器分别实现可见光和近红外光手成像系统的设计方案。该系统由近红外和可见光光源、近红外和可见光滤光片、镜头、图像传感器、TI公司达芬奇系列DSP、显示屏等组成,通过合理设计

两个镜头摆放角度,使两个图像传感器成像重合,以便解决复杂背景下手轮廓提取问题。

1 系统总体设计

多模态手成像采集系统总体框图如图1所示,主要包括红外感应装置、可见光和近红外光源系统、双路图像采集系统、实时显示电路、数据存储电路、网络接口、主处理器(DSP)及外围电路等。

2 光源波长选择

掌静脉成像是由于在近红外区域内体液和软组织相对透明,近红外光能够较好地透射进入皮下组织,而血液中的血红蛋白对近红外光谱有较多的吸收。掌纹成像是由于屈肌纹处留下光源的阴影,使掌纹与非掌纹区域对比度增大。掌形识别主要是根据手的大小和形状来进行判断。

根据参考文献[5]中对760 nm、850 nm、890 nm、940 nm 4种不同波长下的成像效果进行对比,发现光源波长为

* 基金项目:国家自然科学基金(60972123);教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20092102110002);沈阳市科技计划项目(F12-277-1-10;F10-213-1-00)

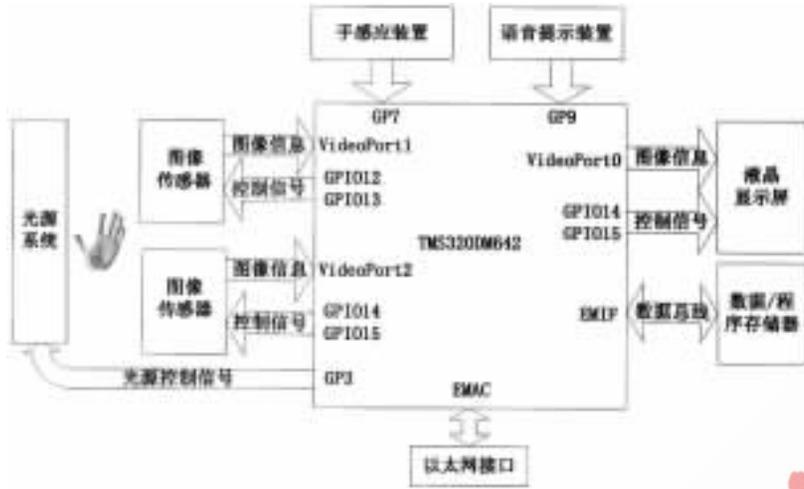


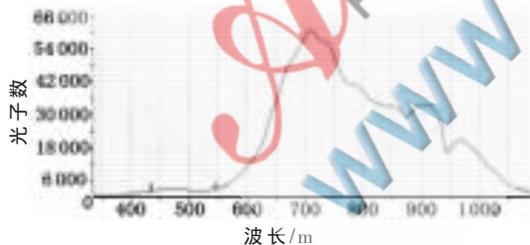
图1 系统总体设计框图

850 nm 时掌静脉特征清晰度最佳^[5]。根据在同一光强下蓝光、红光、绿光的成像效果对比实验^[6]，发现 470 nm 的蓝光条件下拍摄到的掌纹纹理最为清晰。因此，本设计中采用 850 nm 近红外 LED 和 470 nm 蓝光 LED 作为光源系统元器件。

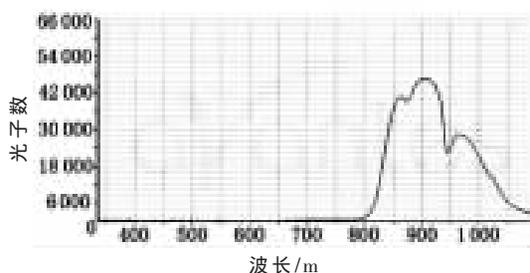
3 图像采集部分设计

3.1 滤光片的选择

本系统要在 470 nm 蓝光光源和 850 nm 近红外光源的同时照射下进行图像采集，为避免光源对手成像的影响，需在镜头前面放置滤光片使每路传感器只能接收到一种波长的光源。由于手掌静脉分布在表皮下方，必须使光达到一定的强度才可以使静脉成像，并且该路图像传感器要在光源系统高度曝光的条件下获取掌形图像。因此，综合考虑在使手掌静脉成像时选用 850 nm 长波通滤光片。图 2(a)为测得的卤钨光源光谱，图 2(b)为光谱仪的探头覆上 850 nm 长波通滤光片后在同条件下测得的同一光源的光谱。由两幅图对比可以看出，850 nm



(a) 未加滤光片的卤钨光源光谱



(b) 加 850 nm 长波通滤光片后卤钨光源光谱

图2 实测光谱

长波通滤光片可以将光源中可见光部分全部滤掉，并且光强损耗较少，因此该滤光片能够去除可见光对于手掌静脉成像的影响。

为了提高 470 nm 蓝光光源对掌纹成像的作用，在掌纹采集镜头前加上 470 nm 带通滤光片，光谱曲线如图 3 所示。图 4(a)为未加滤光片时拍摄的掌纹图像，图 4(b)为在同条件下镜头前安装带通滤光片时拍到的掌纹图像。

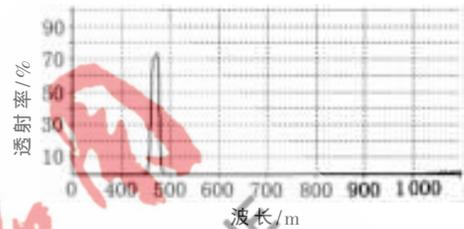


图3 470 nm 带通滤光片光谱



(a) 加滤光片 (b) 未加滤光片

图4 可见光滤光片测试图片

3.2 图像传感器的选择

由于人体的掌纹和掌静脉特征图像不易于采集，所以要求图像传感器在蓝光和近红外两种光照条件下均具有较高灵敏度，因此本系统采用美国 OmniVision 公司的 CMOS 图像传感器 OV7740。它是一款低功耗、1/5 英寸 VGA (480×640) 摄像头芯片，灵敏度达到 6800mV/Lux-sec，可以同时满足掌纹和掌静脉成像需求。OV7740 数据传输支持 8/10 bit Raw RGB data 和 8 bit YUV 格式。传输速率在 VGA 条件下可以达到 60 f/s^[7]。OV7740 内部结构如图 5 所示。

为了使系统能够同时采集掌纹、掌形和掌静脉图像，本设计采用两个图像传感器分别与 DSP 的两个视频口连接，即将带有近红外滤光片的图像传感器接到 VP1 上，带有可见光滤光片的图像传感器连接到 VP2 上。具

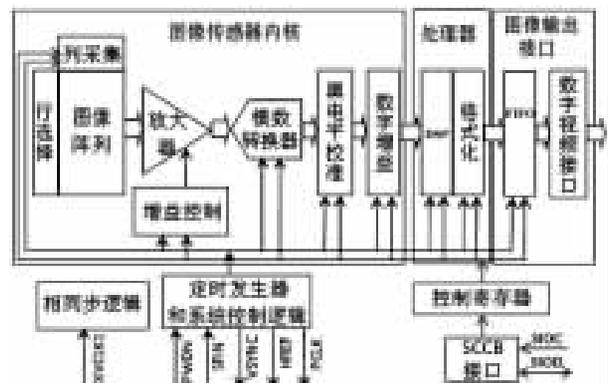


图5 OV7740 结构框图

体硬件连接如图 6 所示。

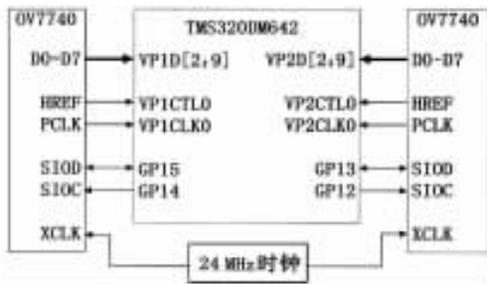


图 6 图像传感器与 DSP 硬件连接图

DM642 的视频口在采集模式下可配置成单/双通道 8/10 bit BT.656、单/双通道 8/10 bit RAW、单通道 16/20 bit Y/C、单通道 16/20 bit RAW 或 8 bit TSI 模式。由于 OV7740 只能并行输出 8/10 bit 的数据，所以本设计采用单通道 RAW 数据采集模式。在此模式下，数据只有在使能信号有效的情况下才进行采集，数据采集取决于发送方的时钟速率。设计中 RAW 模式下的使能信号(CAPEN)对应为 VCTL0，由 OV7740 的 HREF 引脚提供。时钟信号由 OV7740 的 PCLK 引脚提供，DSP 在行信号(HREF)高电平时，在每一个时钟信号的上升沿采样数据，然后将采集到的数据缓存于各自 VP 口的缓冲器(FIFO)中，由于每幅图像的大小设置为 640×480 ，即 307 200 B，而每路视频口自带的 FIFO 大小为 2 560 B，因此无法存储整幅图像，所以本设计中将一行图像数据大小 640 作为阈值。当 FIFO 中存储的数据达到 640 B 时触发增强型直接内存存取(EDMA)事件产生，将数据从 VP 口的 FIFO 中搬运到外部存储器中^[8]。EDMA 搬运无需 CPU 参与运算，使 DSP 能够有足够的时间来完成其他工作，节省资源。

3.3 镜头的选择及设计

光学成像系统的成像质量主要取决于图像传感器的像素大小和镜头的选择。在确定镜头参数之前需要明确被测目标的大小、工作距离、传感器靶面大小等要求。对于本系统，为了在手掌闭合和自然张开两种状态下均能够拍摄到完整的手掌图像，所以将目标大小设定为 $250 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 的长方形平面，该设定范围可以满足正常人手掌自然张开的最大范围。为了满足非接触式的设计要求，将工作距离设为 200 mm。由上一节可知，图像传感器大小为 1/5 英寸(即 $2.55 \text{ mm} \times 1.91 \text{ mm}$)。

根据焦距公式：

$$f = \frac{wD}{W} = \frac{hD}{H} \quad (1)$$

其中， f 为镜头焦距； D 为被摄物体距镜头的距离； W 为被摄物体需摄取的宽度； H 为被摄物体需摄取的高度； w 为 CMOS 靶面的宽度； h 为 CMOS 靶面的高度，如图 7 所示。由此公式可以计算出镜头焦距 $f < 1.91 \text{ mm}$ ，才能保证工作距离在 200 mm 以内。由此选定一款焦距为 1.11 mm、水平视场角 95° 、垂直视场角 72° 的光学聚焦镜头。

《微型机与应用》2014 年 第 33 卷 第 6 期

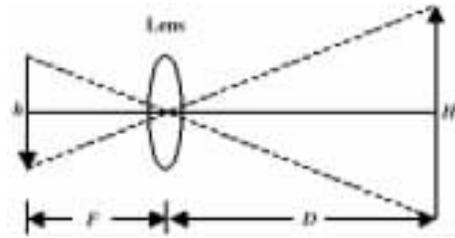


图 7 镜头焦距计算图

在确定了镜头的焦距之后，还需要确定该款镜头的视场角是否满足要求。视场角计算公式为：

$$\theta_w = 2 \arctg\left(\frac{W}{2D}\right) \quad (2)$$

$$\theta_h = 2 \arctg\left(\frac{H}{2D}\right) \quad (3)$$

当 $D=200 \text{ mm}$ 时，根据上述计算得出，水平视场角为 64° ，垂直视场角为 53° ，均在镜头角度参数范围之内。因此选定该款镜头配合图像传感器作为系统的采集模块。

由于本次设计采用两路传感器同时采集，那么两个传感器的摆放位置和角度将对成像效果产生一定影响。为使两传感器位置尽可能靠近同时又能满足 PCB 制板要求，将两传感器之间距离设为 10 mm。为了使手掌在不同图片中的位置偏差最小，降低掌纹、掌形和掌静脉算法融合难度，将两路采集模块倾斜一定角度，使图像传感器芯片尽可能聚焦到同一范围内。若手掌到镜头表面的距离为 200 mm 时，则由几何知识计算倾斜角度 θ 约为 2.6° ，如图 8 所示。

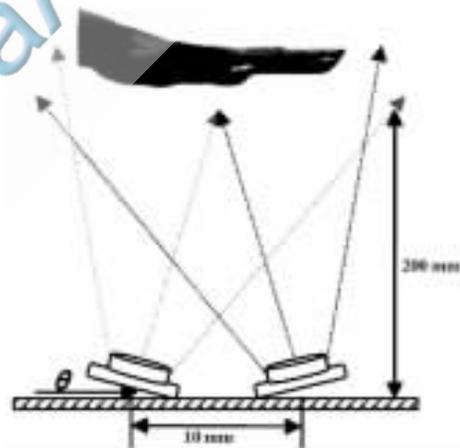


图 8 两路传感器空间位置摆放

4 运行结果

将采集装置上电后，系统将自动完成各模块的初始化工作，待光电开关检测到手掌时，装置将自动开启主动光源照射手表面，此时可以通过装置上的显示屏观察到手掌的位置，便于被测者调整姿势。当手掌摆放在限定区域内时，图像传感器将自动获取三模态特征信息图像，并将图像存储到指定的地址中。然后在图像处理专用芯片 DSP642 内实现对手部图像的识别操作，即判断被测者是否为装置事先已经注册者，并将识别结果进行语音播报和显示，图 9 为该装置采集到的手部三模态信

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 31

息图像。

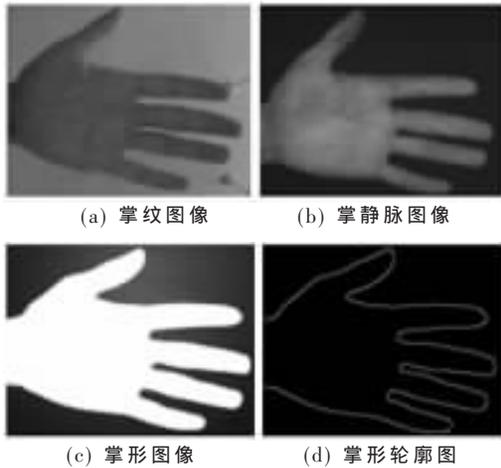


图9 系统采集的手部三模态信息图像

本文所设计的非接触式多模态手成像采集装置可在不同环境中获取成像质量高、特征信息丰富的掌形、掌纹和掌静脉图像。采用双路图像传感器同时采集,并在DSP完全不需要干预的前提下搬运到不同的存储空间,提高了系统的识别速度。通过嵌入多模态特征识别算法,使系统能够独立运行,增强识别的准确性和可靠性。

参考文献

[1] 王璐,张文涛.人体手掌静脉图像采集系统研究[J].激光与红外,2013,43(4):404-408.

- [2] 竺乐庆,张三元,幸锐.基于ARM与WinCE的掌纹鉴别系统[J].仪器仪表学报,2009,30(12):2624-2628.
- [3] 汤永华,苑玮琦.基于6416和FPGA的手部三模态识别装置设计与实现[J].电子技术应用,2012,38(10):15-18.
- [4] 孔德奇.基于多光谱的手掌采集与识别系统[D].沈阳:沈阳工业大学,2013.
- [5] 吴微,苑玮琦,林森,等.手掌静脉识别典型波长选择[J].光学学报,2012,32(12):133-139.
- [6] 苑玮琦,王黎黎,张宁宁.手部三模态图像采集系统的设计与实现[J].传感器与微系统,2013,32(5):78-81.
- [7] OmniVision OV7740 color CMOS VGA Camera Chip™ sensor with OmniPixel3-HS technology [EB/OL].(2008-07-29)[2013-12-17].<http://www.Omnivision.com>.
- [8] Texas Instruments. TMS320C64x DSP video port/VCXO interpolated control(VIC) port reference guide[EB/OL].(2007-06-11)[2013-12-17].<http://www.ti.com.cn/dsp/cn/docs/litabsmultiplefilelist>.

(收稿日期:2013-12-17)

作者简介:

苑玮琦,男,1960年生,教授,博士后,主要研究方向:机器视觉检测,图像处理与模式识别。

张宁宁,女,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:手部多模态生物特征识别系统。