

基于 LabVIEW 和 NI USRP 的远程人脸识别系统设计与实现

谢 轩

(北京邮电大学泛网无线通信实验室 北京 100876)

摘 要:人脸识别作为身份识别领域的主要研究方向之一,在快速、准确、安全的身份识别应用中占有重要的地位。软件无线电技术由于其灵活性,近年来在无线通信领域的应用变得越来越广泛,将上述两种技术相结合,搭建远程人脸识别系统是未来身份识别的一个发展趋势。介绍了一种基于 NI USRP 硬件平台和 LabVIEW 软件平台的远程人脸识别系统的设计和实现。系统按照功能模块可以分为图像采集、人脸识别、无线通信 3 部分。该系统由一台主机和多台从机组成,从机通过摄像头采集人脸图像,利用 NI USRP 设备将数据经无线信道发送给主机;主机从相连的 NI USRP 接收从机数据,并在 LabVIEW 开发环境中进行数据处理和人脸识别,最后将识别到的身份信息反馈至从机。

关键词:人脸识别;LabVIEW;NI USRP;无线通信;软件无线电

中图分类号: TN92 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5015

Design and implementation of remote face recognition system based on LabVIEW and NI USRP

Xie Xuan

(Key Laboratory of Universal Wireless Communications, Beijing University of Post and Telecommunication, Beijing 100876, China)

Abstract: As the main direction of the identification, face recognition plays an important role in this field. Due to its flexibility, the use of software defined radio is becoming more and wider in the field of wireless communication in recent years. Combining these two techniques, building a remote face recognition system is a trend of future identification. In this paper we introduce a remote face recognition system based on LabVIEW and NI USRP. This system consists of three parts. That is image capture, face recognition and wireless communication. One host and several slaves constitute this system. The slave capture picture of face and send it to host with NI USRP by wireless channel. The host receives data from NI USRP connecting with slave, and then processes data and recognizes the pictures. Finally, the identity information was sent to the slaves.

Keywords: face recognition; LabVIEW; NI USRP; wireless communication; software-defined radio

1 引 言

简洁快速准确的身份识别将会是未来的一个应用热点。通用软件无线电外设(USRP)可以让研发人员利用计算机设计一个强大、灵活的开发系统。NI USRP 为软件无线电开发提供了一个理想的原型化平台,为真实化的无线通信开发提供了性能优越的开发平台。将软件无线电技术和身份识别相结合将有效促进身份识别的应用。

2 系统框架及功能组成

本系统为星型结构,系统组成如图 1 所示。主机可与

外围从机进行无线通信^[1],系统采用半双工的工作方式,主机完成图像识别和信息反馈,从机进行图像采集和预处理。在计算机上利用 LabVIEW 处理信号,USRP 进行无

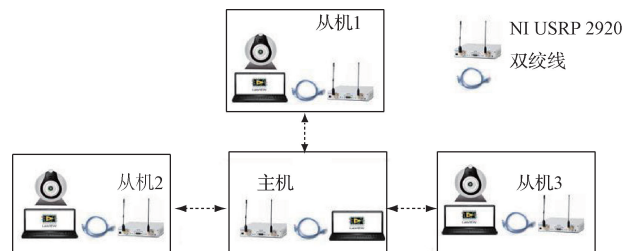


图 1 人脸识别系统硬件组成

收稿日期:2015-12

线射频信号的收发^[2]。系统功能组成如图2所示。

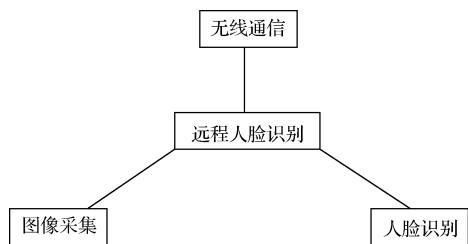


图2 人脸识别功能组成

3 图像采集和人脸识别的实现

为了方便高效的完成图像采集的工作,本系统采用了NI公司的视觉采集模块^[3]。视觉采集模块丰富的机器视觉和图像处理函数库提供了大量用于图像预处理、图像提取的开发工具,可完成图像格式转换、二值化处理、几何变换等工作。图像采集模块工作流程如图3所示。

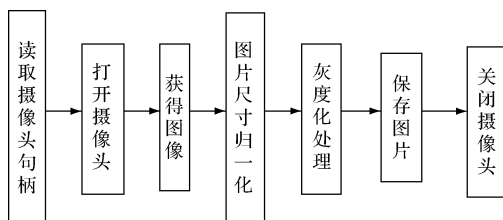


图3 图像采集模块工作流程

图像采集摄像头直接采集的照片为RGB格式,大小为1280×720像素,而后续识别需要的图片为灰度图,大小为92×112像素,转换公式如下:

$$\text{Gray} = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

系统待识别的图片可以是机已有图片或者现场采集的图片,图像采集及处理部分的搭建主要依靠LabVIEW视觉开发模块来实现。

4 人脸识别功能实现

人脸识别主要在于提取人脸特征、分类、训练以及识别等。系统选取了两种比较经典的人脸识别的算法:主成分分析法(PCA)和线性判别分析法(LDA)。

4.1 PCA 算法

PCA算法^[4]是利用K-L变换抽取人脸的主要成分,构成特征脸,在识别时,将测试图像投影到特征脸空间,得到一系列投影系数,通过与各个人脸图像比较进行识别。

程序运行结果如图4所示。

4.2 LDA 算法

LDA算法^[5]是一种较为普遍的用于特征提取的分类方法,它基于Fisher准则,寻找一组将高维样本投影到低维空间的最佳判别投影向量,使所有的投影样本类内离散度最小且类间离散度最大。图像识别前、后分别如图5、6所示。

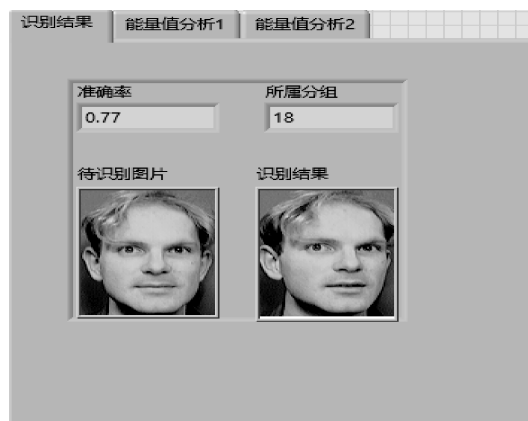


图4 识别后面板

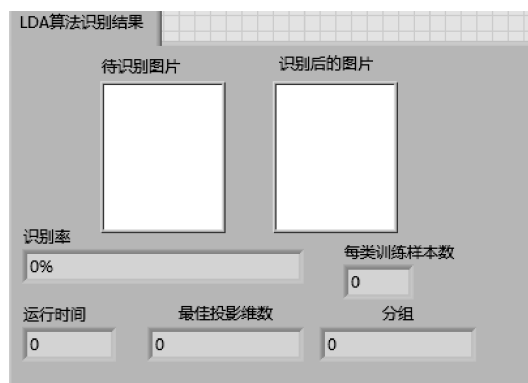


图5 图像识别前

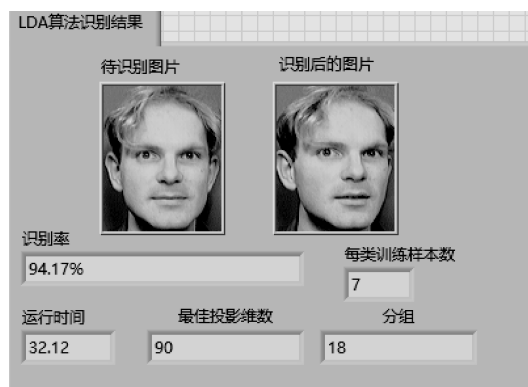


图6 图像识别后

PCA算法和LDA算法对比分析:PCA算法只是将数据整体投影到最方便表示的坐标轴上,映射时并未利用数据内部的分类信息,因此,虽然做了PCA之后,整组数据在表示上更加方便,将数据的维数降低,并且将数据损失降到最低,但是在分类上也会变得更加困难,而LDA在增加了分类信息后,两组输入映射到另外一个坐标轴上,有了这样一个映射,两组数据之间就变得更加容易区分了,并且减少了很大的运算量。将两种算法分别编程实现后,可以发现PCA算法的优势在于识别花费时间较短,但是识别准确率不高;而LDA算法的识别准确率较高,但是由于跨平台调用,所以花费时间较长。所以本系统最终选

择 LDA 算法来实现系统的人脸识别部分的功能。

混合编程的实现:系统的识别功能通过跨平台调用 MATLAB 文件来实现。其中,MATLAB 与 LabVIEW 实现混合编程的方法总共有 3 种:1)通过 MATLAB Script 节点中直接使用直接 MATLAB 程序。在 MATLAB Script 节点中,用户可以编辑 MATLAB 程序,也可以直接导入已经存在的 MATLAB 程序,并且可以直接在 LabVIEW 环境下运行,而不需要安装 MATLAB 的工作环境。2)利用 COM 组件调用 MATLAB 算法。用户可以在 MATLAB 中使用 MATLAB COM Builder 功能快速将.m 文件转化成独立的 COM 组件对象,生成的 COM 组件可以在任何支持 COM 组件对象的平台上使用,在 LabVIEW 中可以通过 ActiveX 控件实现对 COM 组件的调用。3)利用动态链接库技术。用户可以在 MATLAB 中将.m 文件翻译为 cpp 代码,接着编译为.dll 文件,然后用 LabVIEW 提供的调用库函数(Call Library Function ALF)控件实现对.dll 文件的调用。

5 无线通信模块的设计与实现

5.1 整体设计方案

通过考虑通信系统的工作效率和充分利用软件平台和硬件平台完成整个系统的设计的原则下,本系统采用了一台主机和 3 台从机来完成整个系统的搭建,共需要 4 台 USRP-2920 和 4 台配有千兆比特传输能力网卡的计算机,工作系统如图 7 所示。

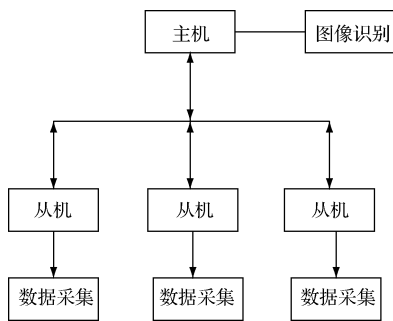


图 7 系统无线通信模块

5.2 系统硬件连接

USRP-2920 参数如表 1 所示。

USRP 与计算机相连就可以作为软件无线电设备使用。信号通过 SMA 连接器输入,通过直接转换接收器(DCR)转换为基带 I/Q 分量,这个分量由一个双通道,速率为 100 MS/s 的 14 位模数转换器(ADC)采样形成。数字化的 I/Q 数据在一对并行路径上通过数字下变频(DDC)处理,混合滤波后,再对输入的 100 MS/s 的信号十分频,变成用户需要的信号。下变频采样信号总共有 32 位,其中 16 位为正交支路,另外 16 路为同相支路。采样信号传输到计算机的速率为 20 MS/s,可通过千兆以太网传输到计算机进行处理。在传输过程中,基带 I/Q 信号通

过计算机合成,当使用 32 bit 进行传输时(正交支路和同相支路各 16 bit),通过千兆以太网返回到 USRP-2920 的速率为 20 MS/s。USRP 硬件对输入信号进行数字上变频(DUC)处理,使信号速率达到 400 MS/s 然后将信号进行转换,输入到模拟双通道、16 位数字模拟转换器(DAC)。最终模拟信号与用户制定的载频混合。在支路为 8 bit 模式下,正交支路和同相支路的数据通过下变频采样或上变频采用被转换为 16 bit,这时,USRP 和计算机通过千兆以太网的传输速率可达到 40 MS/s。系统整体结构如图 8 所示。

表 1 USRP-2920 参数表

硬件模块	性能指标
USRP-2920	通用软件无线电收发器
频率范围	50 MHz ~ 2.2 GHz
频率步进	<1 kHz
最大实时带宽(16 bit)	20 MHz
最大 IQ 采样率(16 bit)	25 MS/s
频率准确度	2.5 ppm
无杂散动态范围(SFDR)	80 dB
最大输出功率范围	+15~+20 dBm
增益范围	0~+30dB

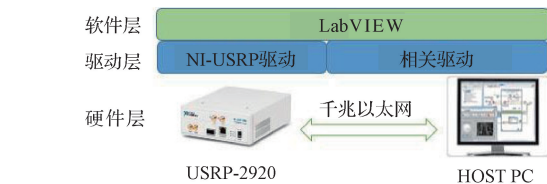


图 8 系统结构框图

5.3 无线通信系统

考虑到硬件平台传输速率有限,需要传输的文件较小,本系统信息传输采用异步通信的方式完成。将数据分块传输,并且在传送数据时,加入校验位,保证数据传输的准确性。

无线通信系统的代码实现流程如图 9 所示。



图 9 无线通信系统实现流程

下面对系统的数据帧格式进行说明:在对需要发送的数据进行编码后,形成比特码,然后分装成帧,帧内数据顺序依次为校验、同步位、数据包在整个信息序列中的次序、数据位。首先,校验位发送 30 个连续 1,解码端如果收到的数据包中的前 30 位为连续 30 个 1,则表示数据帧无误

误,否则出错,将数据包丢弃。其次,同步位,同步位为QAM解调时,用于同步的参数,二十位,由周期为31的PN码组成。第三个数据为数据包的次序,原数据格式为有符号32位整型,在编码时,将其转换为 1×32 的一维数组。符号用于解调时接收数据包进行排序。最后是数据位,长度可自定义,但是数据位的长度会影响接收数据的质量,数据位过长可能会造成丢包,数据位过短会使接收时间过长,所以需要综合系统参数来选择合适的长度。在综合测试数系统传输参数之后,选择传输数据长度为1024位,因此可以计算数据包的有效率为: $1024/(30+20+32+1024)=92.42\%$ 。

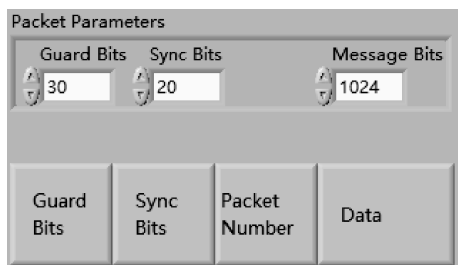


图10 数据帧格式

5.3.1 数字通信系统^[6]的搭建

信源编(解)码:本系统主要处理的数据为文本文件和BMP位图。文本文件以汉字和英文字母为主,所以选择将其编码为ASCII码进行传输,BMP位图在灰度化处理之后是二维数组,数据范围是0~255,所以可以直接传输。编码和解码所用控件基本作用相反,不再赘述。

信道编(解)码:对要在信道中传送的数字信号进行纠错、检错编码就是信道编码^[7]。信道编码之所以能够检出和校正接收比特流中的差错,就是因为加入了一些冗余比特,把几个比特上携带的信息扩散到更多的比特上^[8]。但是为此必须付出的代价是必须传送更多的比特。上述在传输的数据帧中增加30个比特的校验位也属于信道编码的一种,但是这种编码只具有检错能力,而没有纠错能力,传输的也并非全是信息位,还包括其他的校验比特。

5.3.2 QAM调制的过程

QAM调制的过程为:

1)将已经编码完成的比特流输入到QAM的调制端,首先对码流的合法性进行检查保证输入的比特流只包含0或者1。同时对输入系统的QAM参数和成形滤波器的参数做合法性检查。

2)所有数据检查无误之后,将比特流(bits)按照输入的参数映射为码流(symbol sequence)(即,2进制到m进制映射)

3)将2)中得到的码流输入脉冲成形滤波器,将码流转换为波形。

4)按照发送的数据格式将3)中得到的复波形转化成簇,输出,系统采用队列的方式将数据包进行存储,在数据包中加入序号,方便发送。通过队列的方式处理数据包方便快捷。

5.3.3 QAM解调^[9]

在接收端将相关参数设置好之后,就可以接收数据了,接收到数据格式如图11所示。

```
dada(簇3元素)
DEU t0(双精度[64位实数(~15位精度)])
DEU dt(双精度[64位实数(~15位精度)])
C Y(ID数组, 内容为)
CDB Numeric(双精度复数[~15位精度])
```

图11 接收数据包类型

接下来,从该波形信息中,恢复出文件数据:

1)首先将接收到的数据顺序包存储,由于每个数据包中都包含有序号信息^[9],所以,按照次序信息,将数据包中的数据信息组成二维数组,即由复波形恢复成双精度复波形二维数组;

2)为了抽样方便,在发送端加入了Packet Pads,即数据之间加入缓存,值为 $0+0i$,所以接收端可以根据接收数据的能量值来确定抽样位置,根据接收信号的能量信息绘制XY图;

3)同时将该数组进行重采样,降低采样率,进行QAM解调^[10];

4)重采样后的数据输入到QAM解调模块,输出比特流,比特流以二维数组形式保存,而接收数组行与列的乘积即为发送的数据比特流的长度。

5)解调之前的数据可以画出其星座图;

6)最后将接收到的比特流解码,即可恢复初始发送的文件。

6 系统整体测试与功能评价

6.1 系统测试

主机发送部分的前面板如图12、13所示,图12为图像源选择面板,图13为系统参数设置面板。从机传输选择载波频率为450 M,带宽为1 M。

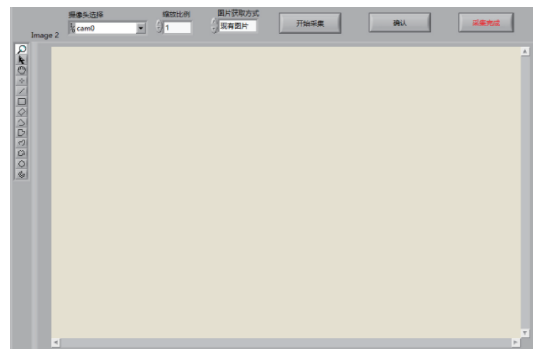


图12 识别图片选择面板

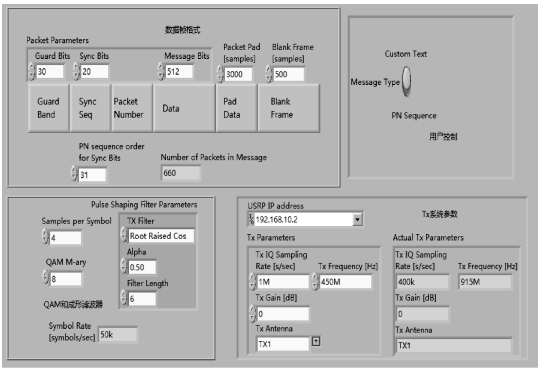


图 13 系统参数设置界面

如图 14、15 所示为从机采集图片并发送至主机的程序前面板,由于采用 8QAM,所以可以看出,收端和发端的星座图有 8 个点。

如图 16 所示为接收数据的监控面板,图中的 Correct Packets Rx 表示正确接收数据的个数,上述测试中,发送端发送 660 个数据包,实际收到 659 个,可以看出图像产生噪点^[11]。

6.2 主-从机通信系统测试

主机在接收到来自从机的图片之后,进行识别,然后将识别结果显示,并将数据库中保存的关于人物的文字介绍发送至从机。主机的前面板如图 17 所示。

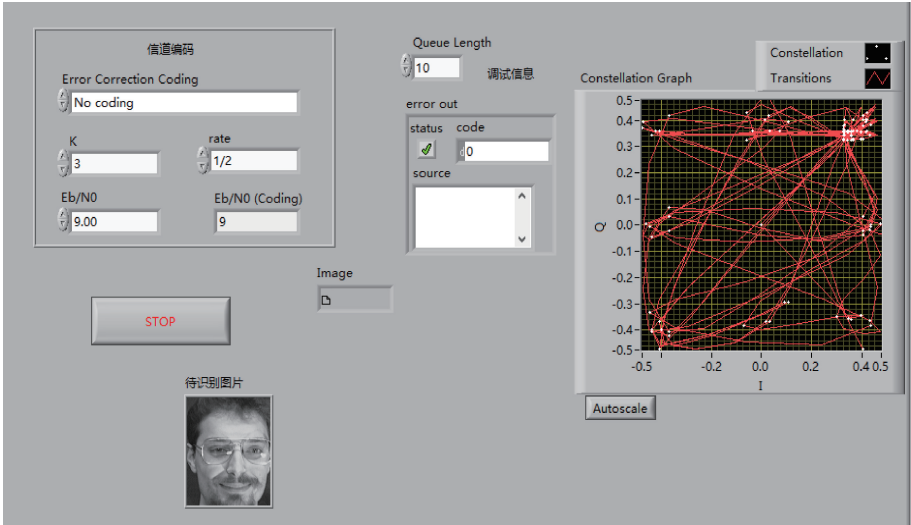


图 14 从机发送端前面板

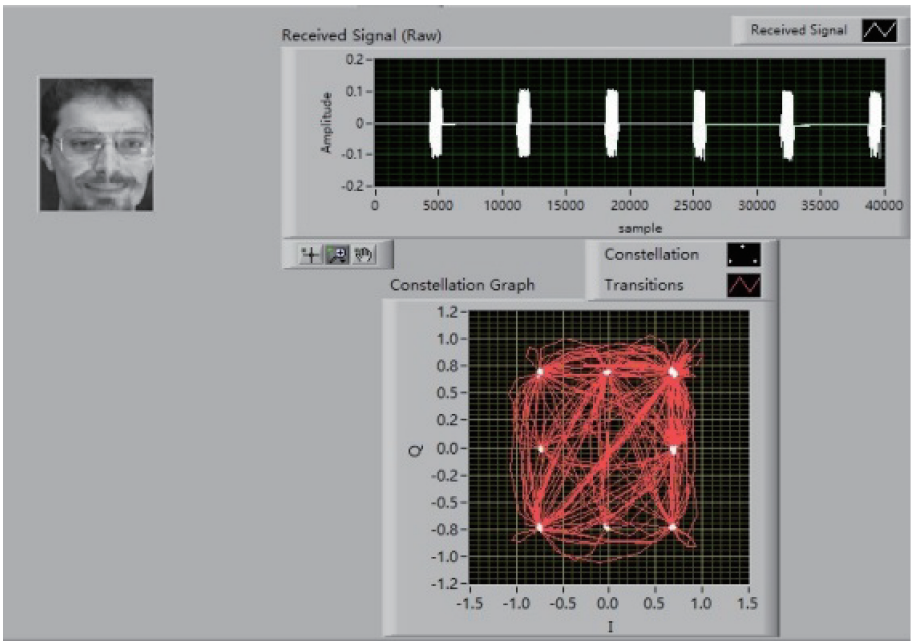


图 15 主机接收端前面板

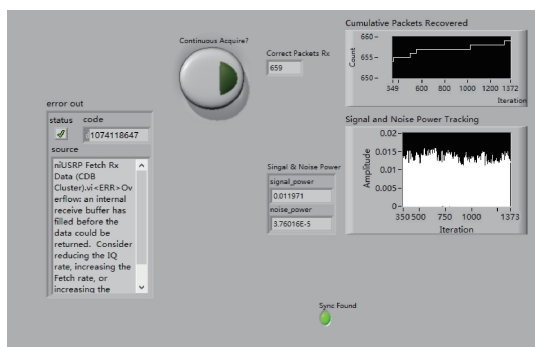


图 16 接收端测试面板



图 17 用户控制前面板

主机接收到待识别的人脸图像后会缓存到本地,待用户按下开始识别按钮之后,执行人脸识别算法,识别完成后将数据库中的第一幅图片显示。



图 18 LDA 算法识别结果

接下来将数据库中该分组的图片和人物的身份信息反馈至从机,如图 19 和图 20 所示。

姓名:张三
国籍: 中国
籍贯: 辽宁省大连市甘井子区
最高学历: 本科
毕业院校: 大连理工大学
专业: 电子信息工程
年龄:21
性别:男
身份证号码:922722501191812031

图 19 TXT 格式身份信息(存于主机中)

测试总结:本章按照程序执行流程对系统进行测试,主要包括两部分:从机到主机的信息传输、主机实现图像识别并且将信息反馈到从机。在识别的过程中,主机端得到识别的具体参数,可以看出从识别到通信都比较圆满的完成了预期目标。

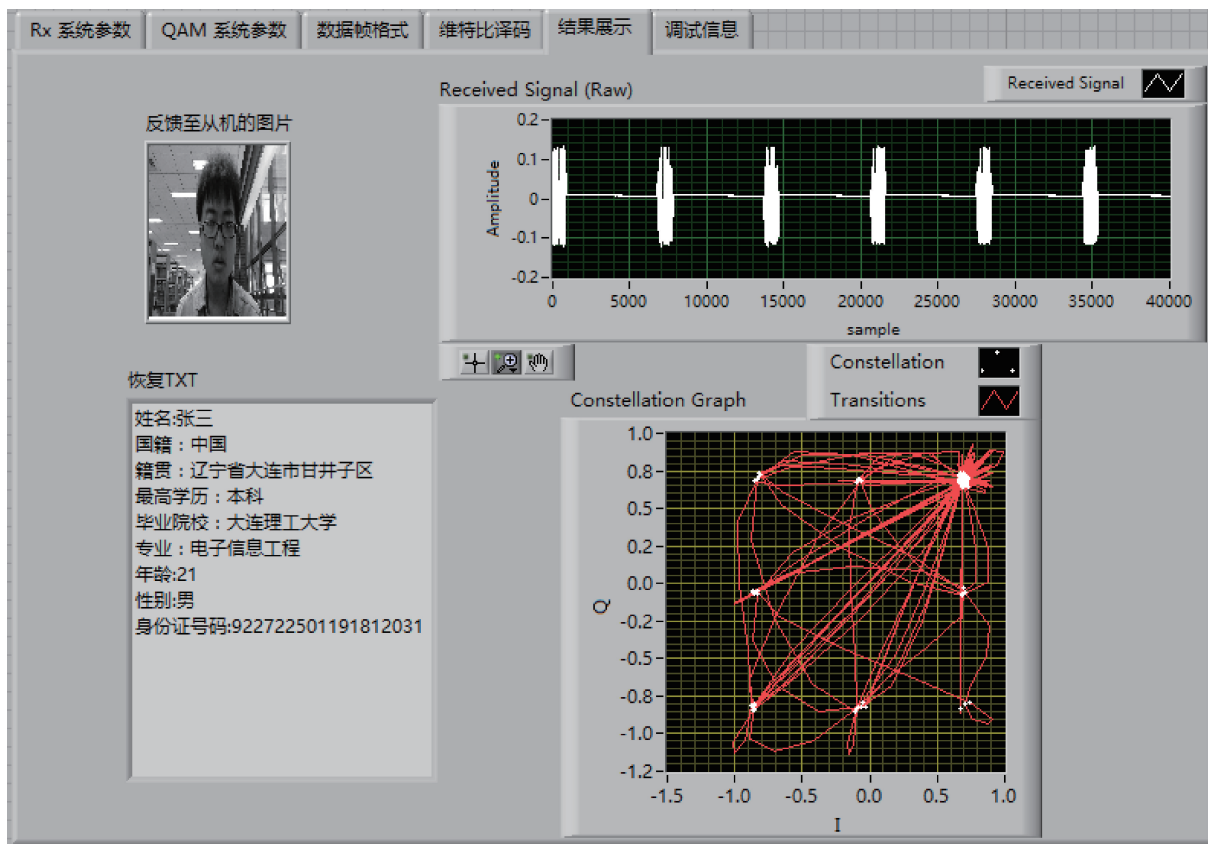


图 20 识别结果反馈(从机最终得到识别结果)

7 结 论

本文将软件无线电和模式识别相结合,是一种将身份识别应用于现实的新理念。以实现了远程人脸识别系统为目标,构建通信规则,实现人脸识别算法,利用软件无线电设备实现射频通信。

本文主要完成了以下工作:

- 1) 凭借 PCA 算法和 LDA 算法实现了人脸识别的功能。
- 2) 在 LabVIEW 平台上搭建了无线通信系统。其中包括硬件配置、异步通信、编码、解码、同步、校验等模块。
- 3) 通信系统和人脸识别功能测试。测试结果证明本文成功搭建了具有实际功能的通信系统,并且较理想的完成人脸的识别和传输的过程。

由于本系统的主要目的是通信系统的搭建,在识别算法方面并未有太多的创新之处,这是本系统一个薄弱之处。而且,通信子系统的鲁棒性也不够,在距离过大时,传输能力明显减弱,作者在以后研究中将会在此方面做出更深层次的研究。

本系统利用硬件结合软件平台对识别过程进行多次测试,系统运行稳定、高效,但是在传输距离方面还有不足,还有待于后续研究中的改进。

参 考 文 献

- [1] DOHL J. 消除有扰射频:基于 LabVIEW 和 NI USRP 进行射频/通信物理层研究[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(9): 60-61.
- [2] 叶长明, 蒋建国, 管曙. 不同姿态人脸深度图识别的研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(10): 870-878.
- [3] 王树东, 何明. 基于 LabVIEW 高速采集系统方法的

研究[J]. 电子测量技术, 2014, 37(7): 84-87.

- [4] 尹飞, 冯大政. 基于 PCA 算法的人脸识别[J]. 计算机技术与应用, 2008, 18(10): 31-33.
- [5] 谢永林. LDA 算法及其在人脸识别中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(19): 189-192.
- [6] 费丹, 熊磊, 吴建强. 基于软件无线电的无线信道仿真仪设计与实现[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(增刊 1): 93-98.
- [7] 张世一, 黄华, 刘永平. 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能照明监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(5): 63-66.
- [8] 邢开亮, 尹义蓉, 黄永华, 等. 提高网络授时精度的 Kalman 滤波方法[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(4): 949-954.
- [9] 卢继华, 刘丹, 郑建勇, 等. MIMO-OFDM 系统下新型联合载波频偏估计方法[J]. 北京邮电大学学报, 2013, 36(6): 1-6.
- [10] 李婧, 张永祥, 石炳寅. 基于 LabVIEW 远程校准系统的设计与实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2012 26(增刊 1): 59-62.
- [11] 陈为刚, 李思, 赵干, 等. 基于软件无线电的 Turbo 码编码通信系统实现[J]. 电子测量技术, 2013, 36(11): 110-114.

作 者 简 介

谢轩, 1991 年出生, 北京邮电大学硕士研究生, 主要研究方向为模式识别和基于 WiFi 识别的技术。
E-mail: xiexuan@126.com

(上接第 29 页)

- [10] 周跃钢, 阳松林, 邹利亚, 等. 基于 cDAQ 平台的整车及发动机部件测试系统的的开发与应用[C]. 2014 年 APC 联合学术年会论文集, 2014.
- [11] 周跃钢, 邹利亚, 李全, 等. 柴油机高压油管应力测试装置的开发与应用[C]. 2015 年 APC 联合学术年会论文集, 2015.
- [12] 蔡共宣, 林富生. 工和测试与信号处理[M]. 武汉:

华中科技大学出版社, 2011.

作 者 简 介

周跃钢, 工程硕士, 研究员级高级工程师, 主要研究方向为发动机测试。
E-mail: zhouyg@dfcv.com.cn

(上接第 34 页)

- [14] LIM K H, SENG K P, ANG L M, et al. Lane Detection and Kalman-Based Linear-Parabolic Lane Tracking[C]. 2009 International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, 2009: 351-354.
- [15] RAJAMANI R. Vehicle Dynamics and Control [M]. Second edition. USA: Springer US, 2006:

27-29.

作 者 简 介

高锋, 工学博士, 研究员。主要研究方向为汽车电磁兼容、先进驾驶辅助技术、节能驾驶辅助技术、多模型控制理论。
E-mail: gaofeng1@cqu.edu.cn