

人脸识别算法在智能手机上的实现

李 伟

(安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要:人脸识别技术是近几年在全球范围内迅速发展起来的计算机安全技术。该文以高端智能手机的安全应用为载体,结合主元分析法和多权值函数神经网络在人脸识别中的优势,利用非线性多权值函数神经网络实现多主元提取,以及多权值函数神经网络识别。给出了完成人脸图像的检测、特征向量提取、人脸图像识别相对应的硬件系统架构、人脸识别算法流程和算法实现类图。

关键词:主元分析法;多权值函数神经网络;人脸识别;智能手机

中图分类号:TP391.4

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)01-0161-03

Implementation of Face Identification in Intelligent Mobile Telephone

LI Wei

(Computer College of Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: Face identification is the safe technique of computer which has developed quickly within the scope of global in the last few years. Takes the safe application of the intelligent mobile phone as its carrier, integrates the advantages of PCA and multi weighted value function neural network for face identification, makes use of nonlinear multi weighted value function neural network to refine multi components, and multi weighted value function neural network face identification. Presents the hard system architecture, face identification algorithm and algorithm UML class diagrams which implement face detection, eigenvector refining, face identification.

Key words: PCA; multi weighted value function neural network; face identification; intelligent mobile phone

0 引 言

近年来,社会信息化水平不断提高,高度信息化所带来的隐私危机也已初露端倪。手机里不仅保存有个人信息,新一代的智能手机还兼备商务通和电子货币等功能,因此丢失手机所造成的损失也越来越大。

本系统基于在智能手机之上实现人脸识别算法的思想,利用手机内置的摄像头,进行个人脸面特征数据分析,然后对比最初存储的用户信息,进行身份识别。在发现身份不匹配时,便会自动锁死系统。同时可将不匹配者的面像信息及存储在手机中的重要备份数据,通过移动通信网络发送至电信运营商的加密服务器中。这样,所有者在确认手机丢失后,经过运营商的身份认证,便可及时获得自己重要的备份数据。同时,手机自动发送的面像数据还可作为公安部门抓捕的重要依据,从而大大降低手机的失窃率。

文中基于智能手机,展示了完成图像数据的采集

与处理等功能相对应的系统架构、算法流程和软件模块的设计及实现过程。

1 智能手机硬件系统架构

由于人脸识别处理技术对实时性要求高、运算量要求大,因此采用 Intel 发布的最新一代 XScale 处理器——PXA270 系列^[1]。其高达 624MHz 的时钟频率、优秀的多媒体处理性能理所当然地成为多媒体智能手机的首选。另外通过移动通信模块建立起与运营商之间的数据通路。本系统涵盖图像的采集、处理、存储、传输等数字图像处理技术,其系统架构如图 1 所示。

2 基于多权值函数神经网络的 PCA 人脸图像识别算法

结合主元分析(PCA, Principle Component Analysis)法和多权值函数神经网络^[2]在人脸识别中的优势,给出基于多权值函数神经网络的主元分析人脸识别方法。首先,在降低人脸图像分辨率的基础上使用非线性多权值函数神经网络来进行特征数据压缩,提取出降维后的人脸特征数据;然后,利用多权值函数神经网络

收稿日期:2007-03-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60473142)

作者简介:李 伟(1977-),男,安徽阜阳人,硕士,讲师,主要从事信息安全、人脸识别、机器智能方面研究。

络实现对降维特征的分类识别。多权值神经网络人脸识别的流程如图 2 所示。

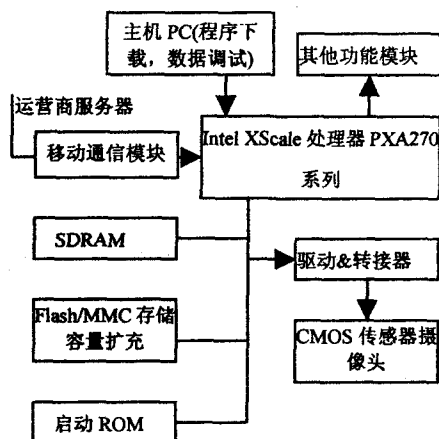


图 1 硬件平台系统架构

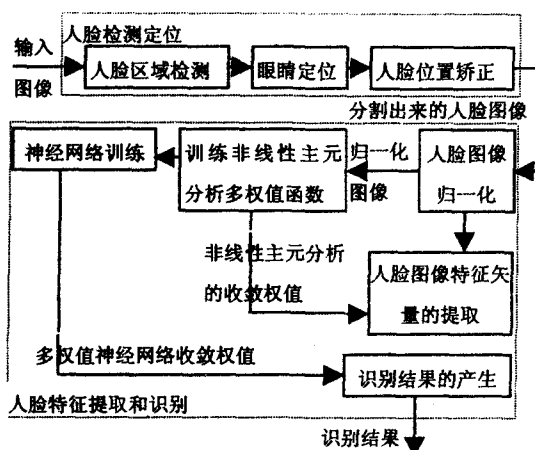


图 2 多权值神经网络人脸识别的流程

人脸识别分为两个模块:分类模块和学习训练模块。当一幅图像输入后,首先对其进行预处理,分割出人脸区域。并对人脸进行归一化处理。对训练样本使用多权值神经网络进行训练,把测试样本特征输入分类器进行分类,产生识别结果。

2.1 主元分析法(PCA)算法

广义上来说,特征提取是一种从高维测量空间到低维特征空间的一种映射(或变换)。这种映射通常要遵循两个原则,即特征空间必须保留测量空间的主要分类信息:特征空间维数远小于测量空间维数。主元分析法正是满足上述准则的一种数据压缩方法,它可以将人脸图像投影到低维特征空间各个正交基上产生特征向量。这种特征向量不但对光照、姿态、表情等干扰因素不敏感,还可以较好地反映了人脸图像的全局与局部特征。下面介绍主元分析法^[3]应用于人脸识别的基本原理。

设 $M = l * h$ 为 $l * h$ 大小的人脸图像灰度矩阵按列连接后产生的列向量的维数, N 为训练样本集中人

脸图像数目, X_i 为训练样本集中第幅人脸图像对应的列向量,则向量的协方差矩阵为

$$\sum_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})^T, \text{ 其中 } \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i.$$

\sum_x 为对称矩阵,可对其进行对角化: $\sum_x =$

$\sum_{r=1}^R \lambda_r \mu_r \mu_r^T = U \Lambda U^T$, 其中, λ_r 为 \sum_x 的特征值, μ_r 为相应的特征向量, $\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_R\}$ 构成标准正交系, R 为 \sum_x 的秩, $U = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_R\}$, Λ 为对角阵, 对角线上的元素为 \sum_x 的各特征值。将 X_i 在 μ_r 上的投影记作:

$$P_i^r: P_i^r = \mu_r^T X_i$$

$$\text{令 } P_i = [P_i^1, P_i^2, \dots, P_i^R]^T = U^T X_i$$

则 P_i 的协方差为:

$$E[(P_i - \bar{P})(P_i - \bar{P})^T] = U^T E[(X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})^T] U = U^T \sum_x U = \Lambda$$

由此可见, X_i 在 μ_r 上投影的方差就是 μ_r 对应的特征值 λ_r 。

从人脸图像重构的角度来说,只要选取前 K 个最大的特征值所对应的特征向量,将人脸图像向量向这个 K 最大的特征值对应的特征向量投影,就可以获得一个由 K 个分量组成的图像重构均方误差最小的投影向量。该投影向量表征了人脸图像在特征子空间的位置,是主元分析法对人脸图像提取的最优特征。

2.2 多权值神经网络模型

王守觉院士^[4]提出了一种新的更通用的人工神经元基本数学模型。这种神经元数学模型是:

$$Y = f\left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{W_j}{|W_j|}\right)^s |W_j(X_j - W_j')|^p - \theta\right]$$

式中: Y 是神经元的输出, $f(\dots)$ 是神经元激励函数, X_j 是神经元第 j 个输入, W_j 与 W_j' 分别是方向权值和核心权值。

如果设定 $s = 1, p = 1$, 全部 W 均为 0, 则该神经元的算式就成为 BP 网络的神经元; 如果设定 $s = 0, p = 2$, 全部 W 均为 1, 则该神经元成为 RBF 神经元。如果设定 $s = 0$ 而改变不同的 W 和 p , 则当函数 $f(\dots)$ 的基为 0 时, 输入 X 的轨迹就成为封闭超曲面。

2.3 利用非线性多权值函数神经网络提取主元

利用非线性多权值函数神经网络^[4]实现多主元提取, 是一种采用 Kung^[2]的抽取法以推广的方差最大化准则实现的非线性主元提取方法, 它可以不计算 \sum_x 的特征值而直接获取前 K 个最大的特征值对应的特征向量, 从而避免了大量复杂的数学运算。设 X 为网络的 M 维输入向量; y 是与 X 对应的 K 个主元组

成的向量($K \ll M$); W_i 为 $\sum X$ 的第 i 个特征值所对应的特征向量,且满足正交归一化条件,即当 $i = j$ 时, $\langle W_i, W_j \rangle = 1$, 当 $i \neq j$ 时, $\langle W_i, W_j \rangle = 0$ 。网络权值更新随机梯度算法如下:

$$W_i(t+1) = W_i(t) + \mu(t) \cdot g[y_i(t)]e_i(t)$$

$$e_i(t) = X(t) - \sum_{j=1}^i y_j(t)W_j(t)$$

其中, t 为权值更新次数, $X(t)$ 为 t 时的网络输入向量, $y_i(t) = [X_i(t)]^T W_i(t)$, $\mu(t)$ 为学习因子, g 为非线性函数(本实验选用的非线性函数是反正切函数)。学习因子 $\mu(t)$ 的选取对网络的收敛至关重要,实验中取网络输出均方值的倒数:

$$\mu(t) = N \cdot \left[\sum_{i=1}^M y_i^2(t) \right]^{-1}$$

作为学习因子,达到了较好的收敛速度。

2.4 特征数据的归一化和多权值函数神经网络识别

在使用非线性神经网络提取人脸图像的有效特征后,如何利用这些特征采取适当的方法实现对面脸图像的分类识别就成了人脸识别问题的关键。神经网络的分类识别方法由于具有自适应、自学习及鲁棒性强等特点而在人脸识别中得到了广泛的应用。

为提高网络的收敛速度,同时也为了突出各类人脸图像间的差异,使得特征数据有更好的聚类特性,对多权值函数神经网络的输入向量按如下方法作归一化处理:

设人脸图像训练样本集共有 S 个训练样本,非线性 PCA 神经网络提取图像 K 个主元后产生的特征空间样本集为

$$X = \{[x_1(s), x_2(s), \dots, x_k(s)]^T \mid s = 1, 2, \dots, S\}$$

则归一化后的特征空间样本集

$$X' = \left\{ \left[\frac{x_1(s)}{\sigma_1}, \frac{x_2(s)}{\sigma_2}, \dots, \frac{x_k(s)}{\sigma_k} \right]^T \mid s = 1, 2, \dots, S \right\}$$

$$\text{其中 } \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{S} \sum_{j=1}^S x_i^2(j)}$$

对归一化后的特征数据用多权值函数神经网络反复训练,待网络收敛后对测试样本集中的人脸图像进行识别。

3 算法实现和实验结果

由于 Java 语言的跨平台性和网络特性,所以本算法采用 Java 语言编程^[5],算法的 UML 类图^[6]如图 3 所示。

Image 类对图像进行预处理,分割图像,提取人脸图像,并进行归一化处理。Classifier 类对样本集进行训练和分类,产生识别结果。

研究中使用的原始人脸图像取自 ORL(Olivetti

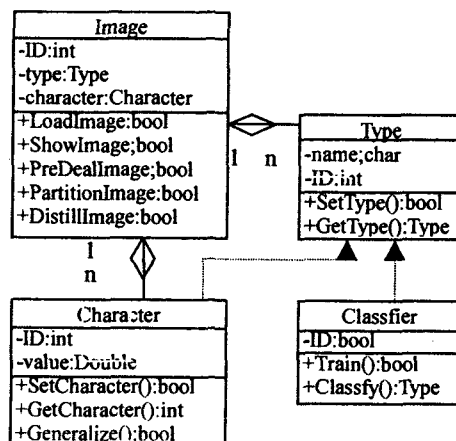


图3 算法类图

Research Library)^[7]人脸图像数据库。在这个数据库中,一共有对应于 40 个人的 400 幅不同的人脸图像。每一个受测试者都有 10 个在不同时间、不同光照条件、不同面部表情、不同面部细节(戴眼镜和不戴眼镜)和不同脸部朝向下获取的人脸图像。所有的图像都是在黑色均匀背景下摄取,并且基本保持垂直和正面的姿态。用双线性插值法将 ORL 数据库中的人脸图像进行压缩以减少图像维数,降维后的人脸图像分辨率为 38×32 。取每个 10 幅人脸图像中的 5 幅作为训练样本,5 幅作为测试样本,对 38×32 规格的人脸图像提取 32 个特征构成特征空间。

在上述条件下,实验步骤如下:

(1) 选定训练组。从人脸数据库中选出图像数据作为样本;

(2) 将图像数据经过归一化后,进行非线性主元分析,作为输入端数据输入神经网络;

(3) 设置多权值函数神经网络的输入层结点 30,隐层结点 20,输出层结点 15。对样本集进行训练,得到收敛权值。

(4) 根据收敛权值和测试样本的特征进行识别,产生识别结果。

采用本识别算法,平均正确识别率为 96.6%。与其它方法^[8,9]比较结果见表 1。

表1 不同识别方法的识别率比较

使用方法	识别率	参考文献
LDA + RBFN	94.0%	[8]
PCA + RBFN	94.5%	[8]
PCA 类内平均脸法	93.0%	[9]
多权值神经网络 PCA 法	96.6%	文中方法

4 总 结

基于 PC 机在 J2ME 开发环境下编写算法,对人脸

(下转第 215 页)

过大,使系统的性能下降。采用分页技术可解决数据量过大带来的问题^[5]。

具体可以对 ADO 的 Recordset 对象中的 PageSize, AbsolutePage, PageCount 三个属性的使用来实现分页显示技术。其中 PageSize 代表页记录数, AbsolutePage 为当前页, PageCount 代表页数。讨论将要显示的页码值,即可轻松实现搜索数据的分页功能,具体的流程如图 6 所示^[6]。

3 结束语

在 ISG 开发平台上设计与实现基于位置的手机博客系统,用户既可以通过手机短信接受手机博客系统服务,也可以通过 Web 页面接受服务。本系统的特色:博客与其创建的位置相关,用户可以根据自己的位

置创建博客和基于位置的查询。

参考文献:

- [1] 叶核亚,陈立,廖雷. Java2 程序设计实用教程[M]. 北京:电子工业出版社,2003:254-261.
- [2] 吴伟. GSM/UMTS 移动位置业务的技术与实现[J]. 电信网技术,2003(4):14-19.
- [3] 万彭,许志远,张俊峰. 3G 业务开发平台的构建[J]. 现代电信科技,2006(10):51-55.
- [4] 飞思科技产品研发中心. Java2 应用开发指南[M]. 北京:电子工业出版社,2003:287-320.
- [5] 蒋伟钢. 基于 ASP 的动态网站核心技术分析[J]. 福建电脑,2005(2):30-32.
- [6] 周慧瑶,许锦标,吴煜林,等. 基于 ASP 的酒店商务网站的构建[J]. 计算机技术与发展,2006,16(11):213-215.

(上接第 163 页)

图像进行样本训练以及识别,并给出了识别结果。下一步工作将在不同的智能手机(摩托罗拉、诺基亚、夏新等)上测试人脸识别算法,并测试其他人脸识别算法,以求得较高识别率和较快的识别效率。人脸识别技术是人体生物特征识别技术的一种,其与智能手机的结合应用将是未来的研究热点,相信在智能终端、PDA 等移动设备方面都有很广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 陈章龙. 嵌入式技术与系统——Intel XScale 结构与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [2] Diamantaras K I, Kung S Y. Principal Component Neural Networks: Theory and Applications[M]. New York: Wiley, 1996:50-59.
- [3] Luo Lin, Zou Cairong, Yang Fengfan. Modified algorithm of

principal component analysis for face recognition[J]. 东南大学学报:英文版, 2006,22(1):26-30.

- [4] 王守觉. 通用神经网络硬件中神经元基本数学模型的讨论[J]. 电子学报,2001,29(5):66-72.
- [5] 孙卫琴. Java 面向对象编程[M]. 北京:电子工业出版社, 2006.
- [6] Boggs W, Boggs M. UML 与 Rational Rose 2002 从入门到精通[M]. 邱仲潘译. 北京:电子工业出版社,2002.
- [7] ORL. The ORL face database at the AT&T Research Laboratory[EB/OL]. 2007-03-02. <http://www.cl.cam.ac.uk/Research/DTG/attarchive/facedatabase.html>.
- [8] 刘振,吴鹏,陈月辉. 基于 PCA 和神经网络的人脸识别[J]. 山东科学,2006,19(4):63-67.
- [9] 何国辉,甘俊英. PCA 类内平均脸法在人脸识别中的应用研究[J]. 计算机应用研究,2006(3):165-167.

(上接第 211 页)

```
chown root $(BINDIR)/pubacct
chmod u+s $(BINDIR)/pubacct
clean:
```

```
rm -f *.o pubacct
```

执行几个 make 命令,便可以实现驱动模块的动态编译。

5 结束语

文中笔者创新点:介绍了非接触式 IC 卡的概况和发展前景。有助于有一定 IC 卡经验、技术及具有一定的计算机软硬件技术的研发者设计出诸多应用场合的产品。这里只是截取了 IC 卡应用的一个方向,以及简单的设计开发。在其它的高级应用中还可以加入密

钥保护等措施。

参考文献:

- [1] 刘峥嵘,张智超,许振山. 嵌入式 Linux 应用开发详解[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 尤晋元. UNIX 环境高级编程[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.
- [3] Sweet M R. Serial Programming Guide for POSIX Operating Systems[M]. [s.l.]:O'Reilly & Associates,2002.
- [4] Baumann P H. Serial Programming HOWTO[M]. [s.l.]:O'Reilly & Associates,2000.
- [5] 龙飞,李晓帆,蔡志开,等. 一个利用多线程及重叠 I/O 实现的串口通信类[J]. 微机发展,2004,14(3):51-53.