

人脸识别系统中图像噪声去除方法研究

A Study of De-noising Methods in Face Recognition System

(厦门大学) 黄玉程 胡国清 吴雄英 刘文艳

Huang, Yucheng Hu, Guoqing Wu, Xiongying Liu, Wenyan

摘要: 人脸识别是近几年来非常受关注的研究课题之一,这一研究领域包括:图像处理、模式识别、计算机视觉、神经网络、心理学等多个交叉学科。人脸识别系统非常复杂,其中处理的对象都是人脸图像数据。从现实中获取的图像包含各种噪声信号,使图像数据和现实差距太大。为了快速有效的去除这些噪声信号,本文详细研究了各种去除噪声的方法和原理,通过试验以直观的方式研究几种去噪效果,指出各种方法的优缺点。提出了将小波去除噪声和特征提取相结合以及 PCA 在噪声去除和特征提取相结合的方法。

关键词: 人脸识别, 特征提取, PCA, 中值滤波, 平均滤波, 维纳滤波, 小波除噪

中图分类号: TP242.6+2

文献标识码: A

文章编号: 1008-0570(2005)12-2-0187-02

Abstract: Machine recognition of human face still and video images is emerging an active research area including several disciplines, such as: image processing, pattern recognition, computer vision, neural networks, psychology and so forth. The human face recognition system is complex which processes a large of image data. Obtained from reality environment, the images contain a lot of noise. In order to de-noise more effectively and quickly, several general de-noising methods and theories are carefully studied in the paper. Compared the methods through the experiences and got results, then, the advantage and disadvantage of each method are pointed out. The novel methods are suggested, for example, combining wavelet de-noising with feature extraction, combining de-noising with PCA.

Key words: face recognition, feature extraction, PCA, median filter, average filter, Weiner filter, wavelet de-noising

引言

人脸识别是近几年来非常受关注的研究课题之一,这一研究领域综合了多个学科:图像处理、模式识别、计算机视觉、神经网络、心理学等[1]。人脸识别系统是一个复杂的系统,其中处理的对象大部分都是人脸图像数据。这些图像包括动态的视频序列图像和静态的人脸或场景图像。很关键的一步是对这些图像进行预处理。如何快速有效的去除噪声是很多研究人员必须而且亟待解决的问题。

一般来说,自然界中的噪声可以看成是一种随机信号。根据图像获取的途径,噪声的融入有很多种方

黄玉程:硕士研究生
基金项目:本文得到福建省自然科学基金(A0310005)和国家留学回国人员基金资助(K13003)

电话:010-62132436, 62192616(T/F)

《嵌入式系统应用精选 200 例》

式,如下:(1)图像是直接以数字形式获取的,那么图像数据的获取机制会不可避免地引入噪声信号;(2)在图像采集过程中,物体和采集装置的相对运动,或采集装置的抖动,也会引入噪声,使图像变的模糊不清[2];(3)在图像数据的电子传输过程中,不同程度的引入噪声信号。

这些噪声信号的存在,严重的情况会直接导致整幅图像的不清晰,图象中的景物和背景的混乱。对于用于人脸识别的图像,由于噪声的引入,将不可避免地造成识别率的下降。对图像噪声的消除可以通过两个途径:空间域滤波或频率域滤波。消除噪声的方法很多,对于不同的噪声应该采用不同的除噪方法。主要的方法是:线性滤波;非线性滤波;自适应滤波以及小波去噪等。

1 线性滤波

滤波器是对像素的邻域进行运算,输出图像的某一特定位置的像素值由输入图像相应位置的相邻的像素决定。可以应用线性滤波消除某些特定的噪声信号。比较常用的线性滤波器有平均滤波(即每个输出图像的像素值为输入图像的相应位置的相邻的像素的平均值)和高斯滤波等。对于平均滤波器的原理如下:

设图像中某像素点的灰度值为 $f(x, y)$ 它的邻域 S 为 $N \times N$ 点的方形窗口;点集的总点数为 M , 即 $M=N \times N$ 则平滑后这一点的均值为

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i, j \in S} f(i, j) \quad (1)$$

线性滤波的最大优点是算法比较简单且速度比较快,缺点是容易产生细节和边缘模糊。

2 中值滤波

中值滤波是非线性滤波中常用的一种滤波方式。中值滤波[3]和平均滤波相似,它是一种邻域运算,把邻域中的像素按灰度等级进行排序,然后选择该组的中间值作为输出像素值。在图像处理中应用的中值滤波主要是二维中值滤波器,其输出的定义用数学描述为:

$$\hat{f}(i, j) = \text{med}\{f(i+r, j+s); (r, s) \in A\} \quad (2)$$

其中 A 为大小为 $M=(2k+1)^2$ 的窗口 $f(i, j)$ 为二维信号 $(i, j) \in Z^2$ 且 $A \subset Z^2$ 是中心位置为 (i, j) 的邻域。中值滤波器对脉冲信号的响应为零,在抑制脉冲噪声方

面有很大的优势,在衰减随机噪声信号的同时不使边界模糊。

3 维纳滤波

维纳滤波这种滤波方法的效果比线性滤波好,它是一种自适应滤波方法,不需要噪声信号的先验知识,直接通过对图像的噪声估计,使滤波后的图像与原图达到均方差最小。

Helstrom采用最小均方差估计法,得出维纳滤波器的传递函数为:

$$G(u,v) = \frac{H^*(u,v)P_f(u,v)}{|H(u,v)|^2 P_f(u,v) + P_n(u,v)} = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \frac{P_n(u,v)}{P_f(u,v)}} \quad (3)$$

其中 $P_n(u,v)$ 和 $P_f(u,v)$ 分别是信号和噪声的功率谱,即自相关函数的 Fourier(傅立叶)变换。

$$R_f(x,y) = f(x,y) * f(-x,-y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha,\beta) f(\alpha+x,\beta+y) d\alpha d\beta \quad (4)$$

$$R_n(x,y) = n(x,y) * n(-x,-y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} n(\alpha,\beta) n(\alpha+x,\beta+y) d\alpha d\beta \quad (5)$$

$P_f(u,v)$ 为 $R_f(x,y)$ 的 Fourier 变换, $P_n(u,v)$ 为 $R_n(x,y)$ 的 Fourier 变换; $H(u,v)$ 为点扩展函数 $h(x,y)$ 的二维 Fourier 变换。

Matlab 中提供了一种可实现二维自适应维纳滤波的方法 `wiener2`。估计每个像素邻域的局部均值和方差为:

$$\mu = \frac{1}{NM} \sum_{n_1, n_2 \in \eta} a(n_1, n_2) \quad (6)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{NM} \sum_{n_1, n_2 \in \eta} a^2(n_1, n_2) - \mu^2 \quad (7)$$

其中 η 为图像 A 中每个像素的 $N \times M$ 的邻域。图像输出的估计为:

$$b(n_1, n_2) = \mu + \frac{\sigma^2 - v^2}{\sigma^2} (a(n_1, n_2) - \mu) \quad (8)$$

其中 v^2 是噪声信号的方差,它的估计方法很多,下面给出采用第一级小波分解的细节系数的方差来估计:

$$v^2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{2 \times n^2} \left\{ \sum_{i,j} [CV(i,j)^2 + CH(i,j)^2 + CD(i,j)^2] \right\} \quad (9)$$

其中 CV, CH, CD 为垂直方向,水平方向和对角方向的小波细节系数。

4 小波去除噪声基本原理

通过对小波分解系数进行阈值处理来去除噪声的基本思想来源于 Donoho 理论。由于小波函数在时频域都有较好的局部性,同时其变尺度特性使得小波变换对信号具有一种“集中”的能力。如果一个信号的能量在小波变换域集中于少数系数上,那么相对来说,这些系数的取值必然大于在小波变换域内能量分散于大量小波系数上的信号或噪声的小波系数值。而

噪声同小波系数分布规律相反,其系数均匀分布于整个尺度空间(小波空间);使得噪声的小波变换系数很小。因此可以将小波系数分为两类,一类小波系数仅由噪声变换后得到,这类小波系数幅值小,数目多;第二类小波系数由信号变换得来,并包含噪声变换结果,这类小波系数幅值大,数目少。从这点出发可以设置一个阈值,大于这个阈值的小波系数认为属于第二类小波系数,这样可以达到降低噪声的目的,而同时又保留大部分包含信号的小波系数,较好地保持图象主要信息。

5 实验和结果分析

现实环境中噪声是复杂的,下面就人脸图像椒盐噪声的去除,采用上述方法进行去噪后如图 1。各种方法在去除不同的噪声各自有自己的优势,但对于椒盐噪声,从图 1 的 (c)、(d)、(e)、(f) 中可看出中值滤波效果最好。这是因为中值滤波器对脉冲信号的响应为零,在抑制脉冲噪声方面有很大的优势。

本实验基于 matlab 软件,所用的是 yalefaces 人脸库里的一张人脸图片,经变换后图像大小为 $256 \times 256 \times 8$ 如图(a)。其中得到结果主要用到的函数有:(b)中为 `imnoise(I, 'salt&pepper', 0.02)`;(c)中 `medfilt(I, [3 3])`;(d)中为 `filter2(fspecial('average', [3 3]), I)`;(e)中为 `wiener2(I, [5 5])`;(f)采用 db2 小波,选取阈值为 45。



图 1 (a)原图象 (b)含椒盐噪声图象 (c)中值滤波



(d)维纳滤波 (e)平均滤波 (f)小波除噪

考虑现场获取的人脸是运动的,很可能造成图象的模糊。维纳滤波对模糊图像得滤波试验如图 2 可以看出其对模糊的有效清楚。采用的函数为: `imfilter(I, PSF, 'circle', 'conv')`; `Deconvwnr(blurred, PSF)`



图 2 (a)模糊得图像 (b)维纳滤波后的图像



图 3 (a)噪声图像 (b) haar th=15 (c) haar th=30 (d) db2 th=15 (e) db2 th=30

小波去除噪声的试验的结果如图 3 分别采用 haar 和 db2 小波取不同的阈值(th)对图象噪声(见第 40 页)

9 结束语

本文提出了一种由数据库交叉管理工具、数据库、数据库 API 接口函数三部分组成的微型嵌入式数据库系统的设计与实现方案,并通过一个实例进行了验证与实现。该微型嵌入式数据库系统,以其非常小的空间开销,实现了嵌入式系统使用数据库进行数据存取的基本功能。在对空间开销要求非常小,而数据存取处理又相对较简单的嵌入式应用中,该系统有较好的应用前景。目前该系统也存在功能相对简单和索引表空间利用率不高等问题,有待于今后进一步完善和提高。

参考文献

- [1]严尉敏 吴伟明编著 数据结构(C语言版)清华大学出版社,1997
- [2]Olson,M.A. Selecting and Implementing an Embedded Database System. IEEE Computer. 2000, 33(9):27-34
- [3]廖耀先 精通 FoxBASE+ 电子科技大学出版社,1996
- [4]萨师宣,王珊 数据库系统概论(第三版)高等教育出版社,2000
- [5]Bruno R. Preiss 著,胡广斌,王崧,惠民等译 数据结构与算法--面向对象的 C++设计模式 电子工业出版社,2000
- [6]马忠梅,籍顺心,张凯,马岩 单片机的 C 语言应用程序设计(第3版),北京航空航天大学出版社,2003
- [7]徐爱均,彭秀华编著 Keil Cx51 V7.0 单片机高级语言编程与 uVision2 应用实践 电子工业出版社,2005

作者简介:陈坚,(1963-)男,籍贯浙江,讲师,硕士,主要研究方向:人工智能及其应用、嵌入式系统及其应用。E-mail:sys2000@tom.com

Author brief introduction:Chen,Jian,born in 1963 M. S. His research interests include artificial intelligence & application embedded system & application. E-mail:sys2000@tom.com

(611743 四川成都四川托普信息技术职业学院计算机科学与技术系)陈坚

(Department of Computer Science & Technology, Sichuan TOP Vocational Institute of Information Technology, Chengdu 611743, China) Chen,Jian

通讯方式:

(611743 四川省成都市高新西区西部软件院内四川托普信息技术职业学院计算机科学与技术系)陈坚

(投稿日期:2005.10.30) (修稿日期:2005.11.3)

(接第188页)去除。(本试验是基于 matlab 提供的 Wavelet Tool-box 完成的)。

6 噪声去除和特征提取相结合

人脸图像噪声去除是人脸识别的一部分,它的目的就是使识别系统更有效地对人脸特征进行提取。对图像进行小波分解,得到分解系数可以用来去除噪声,同时也可用于特征提取。在识别系统中应将小波变换的噪声去除和特征提取结合起来。主成份分析(PCA)也使一种在识别系统中应用很广的方法,同样

它也可以去除部分噪声。因此采用 PCA 方法进行特征提取能构和噪声去除结合将提高系统的识别速度。

7 结论

在人脸识别系统中对图像的噪声去除和其他的图像噪声去除有其相同的部分,可以应用图象处理中常用的方法进行去除,正如文中所研究的平均滤波、均值滤波、为维纳滤波及小波滤波等。图像噪声的去除方法在不断的不断发展,出现了很多新的方法可以应用于人脸识别系统中。但作为人脸识别系统的图像噪声去除有其不同于其他图像噪声去除之处,我们的目的是快速有效的提供适合于特征提取的图像,提高识别速度和准确率。因此,应考虑如何将噪声去除和人脸特征提取有机的结合起来。

参考文献

- [1] Chellappa, R.; Wilson, C.L.; Srohey, S.; Human and machine recognition of faces: a survey. Proceedings of the IEEE, Volume: 83, Issue: 5, May 1995, pp: 705-741
- [2]王晓红,赵荣椿,任意方向运动模糊的清除[J].中国图象图形学报 Vol.5(A), No.6 Jun 2000, pp: 526-529
- [3]Tukey J.W. Exploratory data analysis. Addison-Wesley 1997
- [4]苏彦华著 数字识别技术典型案例[M].北京:人民邮电出版社,2004
- [5]朱志刚等译 数字图象处理 [M],北京:电子工业出版社,1998, pp: 338-340

[6]邓锦全,蔡汉添,用维纳滤波器改善零树编码图象的质量[J].电路与系统学报 Vol.5 No.4 Dec., 2000 pp: 70-72

[7]Donoho D L. De-noising by soft-thresholding. IEEE Trans. On Information theory. 1995. 41(3), pp: 613-627.

作者简介:黄玉程,男,1981年11月出生,汉族,研究生,研究方向:人脸识别,图象处理,模式识别。电话:13074833091, E-mail:yuchenghuang@163.com;胡国清,男,1964年2月出生,汉族,博士,教授,主要从事机电一体化,自动控制,机器人等的科研和教学工作。

Author Introduction: Huang Yucheng, male, born in November,1981, graduate, major in face recognition, image processing, pattern recognition. E-mail:yuchenghuang@163.com;Tutor introduction: Hu guoqing, male, born in February,1964, Doctor, professor, major in mechatronic, auto-control, robotic and so on.

(361005 厦门大学机电工程系)黄玉程 胡国清 吴雄英 刘文艳

(Department of Mechanical and Electrical Engineering,Xiamen University, Xiamen, 361005 China) Huang,Yucheng Hu,Guoqing Wu,Xiongying Liu, Wenyan

(投稿日期:2005.5.27) (修稿日期:2005.6.6)

《嵌入式系统应用精选 200 例》已出版,
每册定价 110 元(含邮资),汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436(T/F) 010-62192616