

# 一种人脸检测方法<sup>①</sup>

刘 海 朱小平 (广东科学技术职业学院 软件学院 广东 珠海 519090)

**摘 要:** 通过定义曲线的平均斜率 (Curve Avage Slope), 利用灰度投影曲线和曲线平均斜率在图像中找出人脸的左右边界, 然后根据人脸的其他特征, 比如头发颜色, 皮肤颜色, 眼睛特征, 寻找出人脸的上下边界, 从而检测出图像中的人脸区域。

**关键词:** 人脸检测, 平均斜率, 灰度投影曲线, 皮肤特征

## A Face Region Detection Approach

LIU Hai, ZHU Xiao-Ping (Department of Computer Engineering and Technology, Guangdong Institute of Science and Technology, Zhuhai 519090, China)

**Abstract:** This paper first defines the average slope of curve and makes use of it together with the curved projection to find out the left and right boundaries of human face in the picture. It then finds out the upper and lower boundaries in accordance with other characteristics such as the colour of hair or skin, or the characteristics of eyes. It finally detects the whole human face region in the picture.

**Keywords:** face detection ; curve avage slope; curved projection; skin characteristics

生物特征识别技术利用了人体与生俱来的身体特征, 是从本质上确定使用者的唯一可靠技术, 具有很高的严密性和方便性, 作为取代传统的密码、口令认证方式的新技术, 是计算机安全的重要的基础技术。人脸识别技术作为生物识别技术的一种, 具有广泛的应用前景。一般人脸识别系统包括几个过程: 传感器获取图片, 图片预处理, 检测图片的人脸区域, 特征提取, 人脸识别。经过大量实验, 本文给出一种有效检测图片人脸区域的方法, 该方法主要包括两个步骤, 首先确定人脸的左右边界, 然后确定人脸的上下边界。

由于曲线如果不平滑, 那么在一些位置该曲线得导数是不一定存在的, 在下面的研究中, 为了处理曲线的斜率问题, 我们定义一种曲线平均斜率。

定义: 曲线的平均斜率(Curve Avage Slope)

设函数  $y = f(x)$  在点  $x_0$ , 点  $x_0 + \Delta x$ , 点  $x_0 - \Delta x$  有定义, 当自变量  $x$  在  $x_0$  处  $\Delta x$  范围, 函数有增量

$$\Delta y = (f(x_0 + \Delta x) - f(x_0 - \Delta x)) / 2 \quad (1)$$

则称值  $\Delta y / \Delta x$  为  $y = f(x)$  在  $x_0$  处  $\Delta x$  范围的平均斜率。

记为:  $AS(y)|_{x=x_0}[\Delta x]$

平滑导数的定义, 有利于处理曲线趋势明显, 但非平滑, 或者离散的曲线。在实际应用中,  $\Delta x$  的取值非常重要。

## 1 人脸左右边界的确定

左右边界的获取采用图像的垂直灰度投影曲线。设所处理的图像为  $I(x, y)$ , 其大小为  $M * N$ , 则该图像的垂直灰度投影函数为:

$$PV(x) = \sum_{y=1}^N I(x, y) \quad (2)$$

把(2)式中的  $PV$  称为垂直灰度投影曲线<sup>[1]</sup>。观察大量的人脸图像垂直灰度投影曲线, 可以发现人脸所在区

<sup>①</sup> 基金项目: 广东省自然科学基金(05006349)

收稿时间: 2009-06-11; 收到修改稿时间: 2010-04-06

域使垂直灰度投影曲线形成一个具有一定宽度的凸峰。这个凸峰左右边界大致就是人脸的左右边界。在确定人脸左右边界的过程中,对图像的垂直灰度投影曲线进行中值滤波平滑处理<sup>[2]</sup>,平滑处理函数为:

$$PVF(x) = \frac{1}{K+1} \sum_{i=x-K/2}^{x+K/2} PV(i) \quad (3)$$

在(3)式中,  $K$  是滤波窗口的宽度,根据取值大小确定平滑度,一般取值为  $K=6$ 。

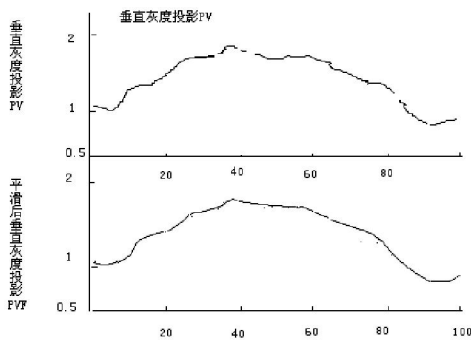


图1 垂直灰度投影曲线

然后根据平均斜率得到公式(4)、(5),由公式(4)、(5)获取凸峰的左右边界即人脸的左右边界(在实际应用中,右边界的获取由公式(5)结合右边界到左边界距离  $d$  作条件判断其中  $d$  要大于一定的阈值)。

$$Left = \max\left(\frac{PVF(x+h) - PVF(x-h)}{2h}\right) \quad (4)$$

$$Right = \min\left(\frac{PVF(x+h) - PVF(x-h)}{2h}\right) \quad (5)$$

其中  $h$  根据图像大小取正整数值,一般取  $h=2$ ,公式(4)表明了平滑曲线上上升趋势最快的点的  $x$  值正好是人脸的左边界,公式(5)表明了平滑曲线下下降趋势最快的点的  $x$  值正好是人脸的右边界。

## 2 人脸上下边界的确定

人脸上下边界即额头部分和嘴唇下沿部分。人脸上下边界的确定据文献<sup>[1]</sup>可采用图像的水平灰度投影曲线处理,道理类同于左右边界的确定,但由于水平方向人脸的复杂度(眼睛,鼻子,嘴巴)干扰,实验效果不理想,难以准确有效的确定上下边界。

经大量实验发现人脸皮肤颜色有一定的特点,

$R>G>B$ ,而头发颜色为  $R<G<B$ <sup>[3]</sup>,且两者总值差别巨大。利用该特点很容易确定简单人脸图像的上边界。过程如下:

①从顶部开始水平扫描已确定左右边界的人脸图像  $I(x,y)$ ,找到第一个人脸皮肤点  $O$

②从点  $O$  纵向朝下扫描  $h$  个点( $5 \leq h \leq 20$ ),其中有  $k$  个点( $k > 0.8h$ )满足人脸皮肤特征。

③满足 1, 2 则  $O$  点为人脸的上边界。否则继续朝下水平扫描。

对于有些复杂的人脸图像,仅仅利用头发和皮肤的特点是不够的,还要结合眼睛的特征<sup>[4]</sup>,实验中发现,眼睛有一个最黑点  $Q$ ,该点像素值  $r+g+b$  最小,且  $Q$  点周围像素点的  $rgb$  值逐渐增大。眼睛的寻找还可以通过二值化图像来实现,但是如果图像复杂,效果不理想。

下边界的确定:左右边界距离为  $d$ ,上边界横坐标为  $y_1$ ,下边界横坐标为  $y_2$ ,假设人脸长度/人脸宽度  $=7/6$ <sup>[5]</sup>则:

$$y_2 = y_1 + 7/6d \quad (6)$$

下边界的确定以上公式初略定位,同时还结合鼻子和嘴唇特点可以更精确定位。

## 3 实验效果

检测图像条件:

- ① 黄色皮肤,黑眼睛,黑头发中国人。
- ② 图像中人脸为基本保持正立(倾斜度  $< 45^\circ$ )
- ③ 图像大小  $480*560$ (摄像头摄图大小)
- ④ 普通日光灯,或者白天。

事实上,如果人脸非正立必须进行角度调整处理,图像大小并不影响实验效果,因为参数可以适当调整。角度调整公式如下:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{u_{20} - u_{02} + \sqrt{(u_{20} - u_{02})^2 + 4u_{11}^2}}{2u_{11}} \right) \quad (7)$$

$u_{ij}$  为图像的中心距<sup>[3]</sup>

人脸识别系统采用 C#语言,vs2005 集成开发环境,检测的人脸图像源自于摄像头即时的人脸图像,检测人数 53 人,在摄像清晰,背景和人脸皮肤有明显差异的条件下,检测效果达到 100%。图 2 是部分检测到的人脸区域效果。

## 参考文献

- 1 马燕,李顺宝.二维及三维人脸识别技术.上海:文艺出版总社, 2007.19-32.
- 2 陈勇,沈永增,计件炳,李国军.一种新的加权中直滤波的快速算法.计算机工程, 2003,29(3):89-90.
- 3 周明全,耿国华,韦娜.基于内容图像检索技术.北京:清华大学出版社, 2007.17-55.
- 4 陶亮,庄镇全,复杂背景下的人眼自动定位.计算机辅助设计与图形学学报, 2003,15(1):38-42.
- 5 Dieckman U, Plankensteiner P, Schamburger R. SeSA M: A biometric person identification system using sensor fusion. Proceedings of First International Conference of Audio and Video - Based Biometric Person Authentication. CansMon-tana, Switzerland. 1997.



图2 人脸检测效果