

# 图像边缘提取在身份证人像采集系统中的应用

谢 梅, 王清禄, 何 振

(北京数字方舟信息技术有限公司第二代身份证事业部, 北京 100044)

**摘 要:** 利用图像的边缘检测与提取技术自动识别照片的人像位置, 判别并修正背景颜色、皮肤色彩范围、灰度偏差等人像信息, 使之符合居民身份证制证用数字相片的样式规定和要求。这一技术在应用中取得了令人满意的成绩, 尤其是其对特殊人群的照片处理有着非常显著的效果, 是数字照片合格率准确性、稳定性和有效性的有利保证, 也使得人像信息检测的自动化、智能化、批量化成为可能。

**关键词:** 边缘检测; 轮廓提取; 边界修补; 灰度阶跃; 差影法

## Application of Image Edge Detection in ID Cards Portrait Collection

XIE Mei, WANG Qinglu, HE Zhen

(Dept. of ID Card, Digiark Information Corporation, Beijing 100044)

**【Abstract】** The innovated edge detecting and extracting technology helps accurately position objects in the photograph, thus able to automatically distinguish and alter the background color of the photograph, correct the object's skin color, adjust the tolerance level, etc. Ensuring the photograph fulfills the resident identity card digital photograph specifications and requirements. When the technique is applied, not only are the results satisfactory, but also significant differences can be observed especially for some special groups of people after their photographs have been processed. This innovation allows the digital portrait photograph creation to be ever accurate, stable and efficient. In addition, because of its ability to be fully automated and highly intellectualized, photographs are able to be processed in large batches.

**【Key words】** Edge detection; Contours extracting; Edge retouch; Gray step; Difference image methods

《中华人民共和国居民身份证法》已于 2004 年 1 月 1 日起施行, 为认真贯彻落实好这部法律, 公安部自 2004 年 1 月起, 在全国范围内逐步换发第二代居民身份证。经过近 3 年的准备和实施工作, 全国范围内的第二代身份证发放工作已经全面启动。两年内将完成 5 亿多人口的集中换发二代证任务, 涉及面广、任务重。同时由于采用了多项新技术, 因此证件质量、安全防伪性能均大大提高, 对第二代身份证的制作要求也相应提高。身份证换发工作要求作为身份证重要信息的人像采集工作提供高质量的数字照片。公安部在其 GA-461 标准中对于第二代身份证的数码照片各项定量的参数有着非常严格的规定, 但是在实际的人像采集实施过程中, 受各种客观条件的限制, 数字照片的拍摄质量并不尽如人意。在人像采集软件中对数字照片的质量检测和图像处理, 不仅能提高制证照片合格率, 减轻拍摄工作量, 而且大幅减少了照片上传后各省市制证中心的照片质量控制压力。

### 1 数字照片采集流程与质量控制目标

第二代身份证人像采集数字照片检测、处理和提交过程, 包括照片拍摄、图像文件获取、人像位置检测、照片质量检测、照片质量控制、数码照片上传、质量复检、质量回馈等多个步骤。其流程基本如图 1 所示。

其中照片拍摄及图像文件的获取涉及相机驱动与相机的远程控制方式, 是进行相片质量控制的数据来源, 但其与我们对照片数据进行处理的关系并不密切。数码照片上传、质量复检、质量回馈是公安系统对数码照片的采集和质量控制流程, 不再详加讨论。而照片质量检测和照片质量控制的过程非常复杂, 在此仅对作为其基础的人像位置检测部分的实现作一较为详细的描述。

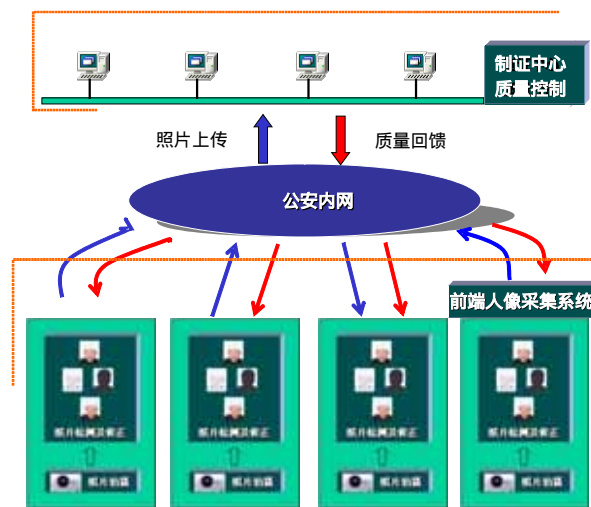


图 1 第二代身份证人像采集质量控制流程

居民身份证制证用数码照片主要技术标准如下:

数字相片为 jpg 文件格式的压缩图像, 白色背景, 无边框。长宽规格为: 441 像素(高)×358 像素(宽)。分辨率 350dpi, 24 位真彩色。人像脸部宽  $207 \pm 14$  像素, 头顶发迹距相片上边沿 7~21 像素。同时对色彩偏差和灰度偏差也有非常严格的规定。

**基金项目:** 国家科技部中小企业创新基金资助项目(020162); 国家科技部火炬计划基金资助项目(2005EB010022)

**作者简介:** 谢 梅(1969 - ), 女, 学士, 主研方向: 图形、图像处理技术, TCP/IP 通信技术; 王清禄, 学士; 何 振, 工程师

**收稿日期:** 2006-08-22 **E-mail:** xm@digiar.com

以人像轮廓检测和提取为基础的照片背景检测和修正技术、人像面部提取技术、面部色彩分析技术，在第二代身份证的采集工作中起着非常重要的作用，主要表现在：

- (1)为第二代身份证制证工作提供高质量的数码照片，是数字照片合格率准确性、稳定性和有效性的有利保证；
- (2)检测效率高，减少对环境 and 设备的依赖度；
- (3)改进检测策略，减少人工干预的检测内容；
- (4)实现照片质量检测与修正的自动化、智能化、批量化。

## 2 人像轮廓提取的实现

公安部对于制证数码照片背景的要求为白色背景，无边框。受拍摄环境、从业人员水平的限制，现场拍摄的照片通常带有一定的背景颜色。确定背景范围是实现照片背景颜色检测和强白处理的关键。制证照片是 jpg 文件格式的压缩图像，而通常对图像的操作处理是以不压缩的 bmp 位图格式为基础的。关于 jpg 文件向 bmp 位图文件的转换，有许多现成的方法，在这里不作具体说明，只假设已经得到了一张位图格式的照片数据。

位图文件是用二维的像素矩阵显示和存储的图像。通俗地说，一幅图片是由许许多多的点组成，这些点称之为像素。二代证的图像规格为 441 像素(高)×358 像素(宽)，分辨率 350dpi，24 位真彩色。也就是说图片在水平方向有 358 个点，其垂直方向为 441 个点，当每个点被赋予不同的颜色时，就形成了我们所看到的彩色数码照片。

自然界中的所有颜色都可以由红、绿、蓝(R, G, B)组合而成。分别将这 3 种颜色量化为 0~255 共 256 个等级，等级越高，则该点反映的这种颜色的成分越多。根据红、绿、蓝各种不同的组合就能表示出 256×256×256，约 1600 万种颜色，也就是 24 位真彩色(true color)。调色板(Palette)可以被看作是一张记录所有颜色 R、G、B 值的表格，表中的每一行记录一种颜色的 R、G、B 值，它的另一种叫法是颜色查找表 LUT(Look Up Table)。在 24 位真彩图中，为了避免在图像文件中添加 256×256×256×3 个字节的大调色板，并没有采用调色板技术，而是将每个像素直接用 R、G、B 3 个分量字节表示，也就是说，制证照片文件中实际位图数据的每个点对应 3 个字节空间。

bmp 文件大体上分成 4 个部分，如图 2 所示。

位图文件头 bitmap file header
位图信息头 bitmap info header
调色板
实际的位图数据

图 2 Windows 位图文件结构示意图

位图文件头(Bitmap File Header)中包含文件头到实际的位图数据的偏移字节数，即图 2 中前 3 个部分的长度之和。笔者将利用这一偏移字节数从位图文件中获得实际的位图数据。位图信息头(Bitmap Info Header)中包括图像的宽度和高度(其单位为像素)、表示颜色时要用到的位数、图像是否压缩、实际的位图数据占用的字节数等信息。根据这些信息，可以计算出每个点在图像文件中的位置，以利于位图文件的逐点操作。

分离图像背景的方法有很多，对于一些图像，一个简单的阈值法就可以实现背景分离。阈值就像个门槛，比它大就是白，比它小就是黑。经过阈值化处理后的图像变成了黑白二值图，所以说阈值化是灰度图转二值图的一种常用方法。

例如，一个极端的例子，对于黑色背景的图片，由于黑色的 RGB 值为 R=0, G=0, B=0，因此只需要设定阈值，将图像中所有 RGB 值为 0 的部分看作背景，其余大于 0 的部分就是图像位置。

另一个可以用来分离图像背景的方法是掩码位图(mask bitmap)法，“掩码”位图是一个单色位图，它是位图中图像的一个单色剪影。其方法是创建单色位图空间，将源图像背景设置为其它颜色，然后拷贝到这一空间中，由于单色图只有黑白两种颜色，因此背景和图像的叠加使背景很容易区分开来。掩码位图经常被用于透明图片的显示，也就是通过掩码位图与要显示的图片的与、或操作，实现两张图片的叠加显示。

由于制证照片为 24 位真彩色，背景颜色因为各种原因可能呈现出不同的色彩，使得阈值很难设定，也就无法界定出背景范围。使用掩码位图法，虽然有可能将背景分离出来，但是存在一定的缺陷，特别是由于照片背景为白色，当成像人物穿浅色衣服，或者在一些特殊地区，为了尊重民族习惯，破例允许拍照时戴白色帽子的情况，有可能错误地界定这些浅色的部分为背景。因此，在二代证的图片检测过程中，选用差影法获得图像背景。

差影法的原理非常简单：将前后两幅图像相减，得到的差作为结果图像。图 3、图 4、图 5 能够说明差影法的原理。利用这一原理，根据照片中人像轮廓为一封闭空间的特点，通过提取人像在照片中的轮廓范围，将这一范围内的像素点置为白色，这个范围之外的部分即是背景，将其置为黑色，生成人像轮廓的掩码位图。根据掩码位图中黑色像素点(背景)的位置，在原图中逐点检测像素数据，可以实现背景检测和强白处理。使用同样的方法，还可以获得图像更为丰富的信息，如人像位置信息、色彩信息、色偏信息等。



图 3 前景 + 背景      图 4 背景      图 5 图 3、图 4 相减的结果

图像的轮廓边缘在人眼中的反映是一条很明显的亮边，这是图像灰度值跳变的结果。图像中相邻两点的灰度值相差很大的点的集合，反映为图像的边缘，据此可以获得图像的轮廓。

轮廓的提取方法也有很多，本文选用较简单的边缘检测，基本原理就是根据图像的灰度梯度来检测轮廓。边缘检测有很多经典算子(Sobel, Roberts, Canny, 高斯拉普拉斯算子等)。

在边沿检测中，通常使用模板作为边沿检测器，它在数学上的涵义是一种基于梯度的滤波器，又称边沿算子。常用的一种模板是各向同性 Sobel(Isotropic Sobel)算子。各向同性的 Sobel 算子有 2 个，一个是检测水平边沿的

$$\begin{bmatrix} -1 & -\sqrt{2} & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & \sqrt{2} & 1 \end{bmatrix}$$

另一个是检测垂直边沿的

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -\sqrt{2} & 0 & \sqrt{2} \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

其特点是位置加权系数更为准确，在检测不同方向的边沿时梯度的幅度一致。

因为二代证制证照片中人像的左右两侧均为背景，所以首先使用垂直边缘模板算法，逐点分别计算位图中右邻点 RGB 三色的灰度值减左邻点三色的灰度值并作加权处理后的值，再将 RGB 三色灰度差之和作为该点的灰度值。这么做的结果使得原图像中灰度相近的区域内该点的灰度值接近于 0；而在边界附近，灰度值有明显的跳变，该点的灰度值很大。从而勾勒出一个明显的图像边界。图 6 是经处理后得到的灰度分布图与原图的对比，可以看出，在人像位置的灰度跳变点较大，而在背景部分的灰度跳变值较小，一条明显的人像边缘轮廓被勾勒出来。看到这张图，第一反应就是利用阈值法获得人像轮廓的掩码位图，但在实现过程中，发现这张灰度分布图看上去背景是黑色的，其实，在放大图像的时候，会发现整张图密布着很多浅色的灰点，只是因为它们的灰度值很小，人眼很难分辨，这就使阈值很难设定。所以笔者采用了另一种阈值法。



图 6 原图与生成的灰度分布图

仔细观察图片，在其背景部分，越上方的背景颜色越深，而在水平方向上的背景颜色偏差并不大。利用这个特点，首先创建一张大小与原图一致的黑色背景位图 hMask。将原图分割为左右两半分别处理。在图片的左半边，从图的左下角开始，从左至右逐行逐点扫描计算。而在图片的右半边，则从右下角开始，从右至左逐行逐点计算。在开始逐点扫描前，首先从原图的右上角提取一个点，取其 RGB 值中最大的那个分量作为初始参考点的阈值  $L$ ，用以判断每一行的起始点是背景还是图像边缘。当每行的第 1 个点相应的分量灰度小于  $L$  时，就认为找到了该行的轮廓起点，在 hMask 中将从这点开始到图片中间分界线的部分标记为白色，也就是人像部分。同时设定两点间的灰度跳变阈值，记为  $P$ 。当一行的第 1 个点不為人像边缘时，用该点作为初始参考点，分别计算其与本行中右邻点在 RGB 三色中的灰度差的绝对值，取最大的灰度差与阈值  $P$  比较，其差大于阈值时，就认为找到了人像的边缘，并在 hMask 中标记本行的人像部分为白色。在逐点计算对比过程中，不是将左邻点作为参考点，而是记录当前行中灰度偏差最大的那个点为参考点，实现的结果表明，这样的结果获得了一张人像轮廓掩码位图。如图 7 所示。



图 7 原图与阈值法获得的人像轮廓掩码位图

从图 7 中发现，生成的人像轮廓伴有毛刺和缺口，这是

因为原图中的这些部位存在灰度跳变值过大或过小的情况。毛刺的出现说明在毛刺的起点处出现了超过跳变阈值的灰度跳变；而缺口则正相反，说明这一部分的颜色与背景色过于接近，没有明显的灰度跳变。为了解决这个问题，在生成掩码位图时，将上一行得到的轮廓位置记为  $Lc1$ ，本行计算的轮廓位置记为  $Lc2$ ，比较相邻两行的轮廓位置  $|Lc2-lc1|$ ，当其差过大时，认为本行计算所得的轮廓位置不准确。这时，引入上面生成的灰度分布图。在灰度分布图中可以看到，人像边缘部分密布着灰度跳变点，正是这些跳变点组成了人像的轮廓。在灰度分布图中的  $Lc1$  位置左右各选取 10 个点，将找到的第 1 个灰度跳变点记为本行的人像边缘位置  $Lc2$ 。这实际上是一种边界修补的方法，图 8 是根据灰度分布图修正后的人像轮廓掩码位图，可以看到这是一个更为理想的人像轮廓掩码位图。



图 8 原图与边缘修正后的人像轮廓掩码位图

根据这张掩码位图，可以在原图中将与掩码位图中的黑色部分一致的那些点看作背景，经过对背景部分各点的逐点扫描，记录非纯白点的个数，当非纯白点个数大于一定的比例的时候，就认为这张图片的背景非纯白，并将这些非纯白点强置为白色。这就是背景检测和背景修正的原理。同理，也可以根据人像位置，获得人像的面部颜色值，实现肤色、图像色偏，肩膀位置等检测。图 9 是经过上述办法处理后的图片，可以看到背景修正效果很好，与背景色相近的帽子轮廓清晰，成功地与背景色区分开来。



图 9 原图与修正背景后的图片比较

这一提取人像轮廓方法依赖多个阈值，因此阈值的正确选择非常重要，直接影响着图像轮廓分析的正确性。

### 3 结论

这种人像轮廓的提取方法使用非常简单的阈值法，没有通常轮廓跟踪算法的大量运算，速度快，效率高，同时具有较高的准确性。这一技术在全国 10 多个省第二代身份证制证照片采集工作中的应用，不仅为制证采集工作提供了海量的制证照片，而且使照片合格率大幅提高，取得了很好的效果，特别是解决了一些地区二代证人像采集工作中存在的特殊人群制证照片的背景检测与修正问题。同时，这一技术在全省制证中心检测平台中的使用，实现了人像信息检测的自动化、智能化、批量化，日检测照片可达 10 多万张。

(下转封三)