

# 基于彩色图像分割的飞机机头定位方法

王平<sup>1)</sup> 洪向共<sup>1)</sup> 杨华<sup>2)</sup> 邱文华<sup>1)</sup> 白俊杰<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(南昌大学信息工程学院, 南昌 330029) <sup>2)</sup>(上海交通大学图像通信与信息处理研究所, 上海 200030)

**摘要** 为了防止停在机库内的飞机被其他移动的飞机相撞,提出了一种基于彩色图像分割技术的飞机机头定位方法,将该方法用于智能化飞机机库安全监控系统中,以实现飞机防撞报警功能。首先将摄像机拍摄的RGB图像转换为HSI图像,根据饱和度和色度的双阈值分割方法,初始分割出红色机头部分;对于初始分割结果,再通过形态学腐蚀、膨胀处理以及面积阈值分割手段来自动确定机头顶点位置,设置出安全防护区。经过现场实验表明,该方法可较好地确定飞机的机头位置,因而在一定程度上提高了传统监控系统的智能性。

**关键词** 彩色图像分割 HSI颜色空间 腐蚀 膨胀

**中图法分类号:** TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2006)11-1716-04

## Position Detection of Airplane Head Based on Color Image Segmentation

WANG Ping<sup>1)</sup>, HONG Xiang-gong<sup>1)</sup>, YANG Hua<sup>2)</sup>, QIU Wen-hu<sup>1)</sup>, BAI Jun-jie<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(College of Information Engineering, Nanchang University, Nanchang 330029)

<sup>2)</sup>(Institute of Image Communication and Information Processing, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

**Abstract:** In order to avoid airplanes parking in the depot from crashing other moving airplanes, this paper proposed a method about position detection of airplane head based on image color character analysis. The method is used in the designing of intelligent security surveillance system for airplane depot toward the functioning of collision and striking warning. Firstly, the RGB image captured by the camera is transformed into the HSI space. Then the red area, which is related to airplane head, is extracted by double thresholding of the saturation and hue components. And then the segmented image is post-processed with morphological operations to determine the vertex of airplane head and the corresponding safe zone. Experimental results demonstrate that this method can detect the airplane head effectively and improve the performance of the classical surveillance system.

**Keywords** color image segmentation, HSI color space, erode, dilate

## 1 引言

图像分割指的是把一幅图像分割成不同的区域,这些区域的某些图像特征如边缘、纹理、颜色、亮度等是一致的或相似的。彩色图像分割的关键在于如何利用丰富的彩色信息来达到分割的目的<sup>[1]</sup>。要分割一幅彩色图像,首先要选择好合适的颜色空间,其次要采用适合于此空间的分割策略和方法。

彩色图像分割算法中的一个重要过程就是图像特征的相似性度量,即比较像素与像素之间的图像特征的一致性<sup>[2]</sup>。

本文介绍了一种基于彩色图像分割的飞机机头定位检测方法,该方法可用在智能机库安全监控系统。为了防止停在机库里的第1架飞机被后来进库的第2架飞机或大的运动物体相撞,可采用彩色图像分割技术和图形识别技术定出第1架飞机的防护区,当第2架飞机进入机库时,采用运动检测跟踪技

收稿日期:2006-05-15; 改回日期:2006-08-01

第一作者简介:王平(1958~),女,副教授,1982年获华南理工大学学士学位。主要研究方向为图像通信和数字图像处理。E-mail: nddzwp@163.com

术进行监测,如发现第 2 架飞机进入第 1 架飞机的防护区后立即报警。确定第 1 架飞机防护区时需要知道飞机机头的位置。图 1 是一幅从机库现场拍摄的图片,由图 1 可以看到,机头的红色区域面积较大而且与周围环境在色度和饱和度等方面有明显的差异,是比较容易提取的,可以作为飞机定位的一个特征,因此可采用彩色图像分割方法。



图 1 机库现场拍摄的图片

Fig. 1 The image captured on site in airplane storehouse

## 2 颜色空间的选择

颜色空间是描述色彩的一种方法,可用它来制定、产生、可视化一种色彩。最常见的颜色空间是 RGB(red, green, blue)空间<sup>[1]</sup>,用 3 个基本分量的值来表示颜色,是彩色图像的一种基本的色彩描述方法,但由于 RGB 3 个分量之间常有很高的相关性,直接利用这些分量常常不能得到所需的效果。在彩色图像分割中如何尽可能地保持视觉识别的恒常性,以符合人眼的图像分割特征,是决定彩色图像分割能否成功的关键,而这就需要选择能够较好地表示彩色图像的颜色空间。为了降低颜色空间中的各个颜色特征分量之间的相关性,以及为了使所选的颜色空间更方便于彩色图像分割方法的具体应用,实际处理中,常将 RGB 颜色空间转化到其他颜色空间中。

常用的另一种表示彩色图像的颜色空间是 HSI (hue, saturation, intensity)空间,其中 H 代表色度,表示不同颜色;S 代表饱和度,表示颜色的深浅;I 代表亮度,表示颜色的明亮程度。HSI 颜色空间有两个重要的事实做基础:(1)H 和 S 分量与人感受色彩的方式紧密相连,彩色图像中的每一个均匀性彩色区域都对应一个相对一致的色度和饱和度,色度和饱和度能够被用来进行独立于阴影的彩色区域分割;(2)I 分量与彩色信息无关。因为 HSI 颜色空间

的表示比较接近人眼的视觉生理特性,人眼对 HSI 变化的区别能力要比对 RGB 变化的区别能力强,这些特点使得 HSI 颜色空间更加适合于彩色图像分割。因此,大多数的彩色图像分割方法是首先把 RGB 颜色空间转换为 HSI 颜色空间,再进行下一步的彩色图像分割过程。从 RGB 空间到 HSI 空间的转换关系为<sup>[1]</sup>

$$H = \arccos \left\{ \frac{(R - G) + (R - B)}{2 \sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\} \quad (1)$$

$$R \neq G \text{ 或 } R \neq B, \text{ 若 } B > G, H = 2\pi - H$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + B + G} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

$$I = \frac{R + B + G}{3} \quad (3)$$

本系统也采用 HSI 颜色空间,将摄像机拍摄的 RGB 图像转换为 HSI 图像。

## 3 实时的彩色图像分割

彩色图像分割过程如下:

(1)首先从现场拍摄的 10 幅图片的机头红色区域中截取  $5 \times 5$  大小的模板图像;然后求出所有模板图像中各像素的 RGB 平均值,并把由各像素平均值组成的新图像保存为机头红色区域的标准模板;接着把标准模板转换到 HSI 颜色空间,并计算标准模板的色度和饱和度的平均值;最后用标准模板的色度和饱和度的平均值对现场图片进行分割,经过对 20 幅图片的分割,即可找出机头红色部分的色度、饱和度与标准模板的色度和饱和度平均值的最大差值,分别设为  $T_h$  和  $T_s$  (下角 H 代表色度, S 代表饱和度)。

(2)按顺序实时求取输入图像像素的色度和饱和度与标准模板的色度和饱和度平均值的差值。对色度分量分割时,当该像素的色度值减标准模板色度平均值的差的绝对值小于  $T_h$  时,就认为该像素属红色区域,取值为 1,用二值图像的黑色表示;当该像素的色度值减模板色度平均值的差的绝对值大于等于  $T_h$  时,就认为该像素是非红色区域,取值为 0,用二值图像的白色表示。即

$$g(x, y) = 1 \quad \text{若 } |h(x, y) - \bar{h}| < T_h \quad (4)$$

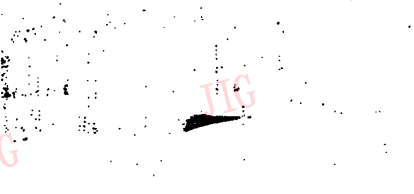
$$g(x, y) = 0 \quad \text{若 } |h(x, y) - \bar{h}| \geq T_h \quad (5)$$

其中,  $g(x, y)$  是输出图像,  $h(x, y)$  是输入图像像素的色度值,  $\bar{h}$  是标准模板的色度平均值。

同理,可用相同的方法对输入图像像素的饱和度进行分割。再取这两种分割后图片的交集作为最终分割结果。图 2(a)是对图 1 经过色度和饱和度双阈值分割的结果。



(a) 图 1 经双阈值分割的结果



(b) 图 2(a) 先腐蚀再膨胀的结果



(c) 提取的机头图像

图 2 分割机头的中间过渡图像

Fig. 2 Intermediate segmentation result of airplane head

#### 4 图像的腐蚀和膨胀

腐蚀是一种消除边界点,使边界向内部收缩的过程。可以用来消除小且无意义的目标物。如果两目标间有细小的连通,可以选取足够大的结构元素,将细小连通腐蚀掉<sup>[3]</sup>。

设二值图像为  $F$ ,其连通域设为  $X$ ,结构元素为  $S$ ,当一个结构元素  $S$  的原点移到点  $(x,y)$  处时,则将其记作  $S_{x,y}$ 。此时图像  $X$  被结构元素  $S$  腐蚀的运

算如下式所示<sup>[3]</sup>:

$$E = F \ominus S = \{x,y | S_{x,y} \subseteq X\} \quad (6)$$

其含义是,当结构元素  $S$  的原点移动到  $(x,y)$  位置,如果  $S$  完全包含在  $X$  中,则在腐蚀后的图像上该点为 1,否则为 0。

膨胀是将与目标区域接触的背景点合并到该目标物中,使目标边界向外部扩张的处理。膨胀可以用来填补目标区域中存在的某些空洞,以及消除包含在目标区域中的小颗粒噪声。膨胀处理是腐蚀处理的对偶,其定义如下:

设二值图像为  $F$ ,结构元素为  $S$ ,当一个结构元素  $S$  的原点移到点  $(x,y)$  处时,则将其记作  $S_{x,y}$ 。此时图像  $X$  被结构元素  $S$  膨胀的运算如下式所示<sup>[3]</sup>:

$$D = F \oplus S = \{x,y | S_{x,y} \cap X \neq \emptyset\} \quad (7)$$

其含义是,当结构元素  $S$  的原点移动到  $(x,y)$  位置,如果  $S$  中包含至少一个像素值为 1 的点,则在膨胀之后的图像上该点为 1,否则为 0。

腐蚀和膨胀是数学形态学最基本的变换,如今数学形态学的应用几乎覆盖了图像处理的所有领域。一般情况下,膨胀和腐蚀是不可恢复的运算。先腐蚀再膨胀通常不能使目标复原,而是产生一种新的形态学变换,叫做开运算。开运算通常用来消除小对象物、在纤细点处分离物体、平滑大物体的边界的同时并不明显改变其面积。本文采用开运算,对图像先做腐蚀处理,消除图像中很细的连接线和小红色区域,再对图像做膨胀处理,使连通区域变得更加平滑,本文是使用  $3 \times 3$  大小且像素都等于 1 的结构元素,即当前点的上下左右和对角线上的共 8 个点有一个点的颜色是黑色时,就把当前点的颜色填充成黑色。这样做的结果会使红色区域变得更加平滑,可方便进行机头提取。图 2(b)是经先腐蚀再膨胀的二值图像,图中黑色像素表示机头红色区域部分。

#### 5 采用面积阈值法提取机头部分

为了从分割后的图像中提取机头部分,需对其他黑色小区域进行消除。因为其他黑色小区域与机头黑色区域相比是非常小的,所以可采用面积阈值分割法<sup>[4]</sup>(以黑块面积大小作为阈值),把这些黑色小区域都消除掉。具体算法为:

(1)首先对图 2(b)所示的二值图像中黑色像素进行搜索。如果黑色像素之间按 8 邻域方式能连

接在一起,则称这些连接在一起的区域为黑体。

(2) 计算各个黑体的面积,即通过计算黑体所包含的像素数目来统计各个黑体面积,通过比较,找出黑体面积的最大值  $A_{max}$ 。然后将黑体面积值小于  $A_{max}$  的所有像素灰度置为白色。这样就可把非机头部分区域消除,提取的机头如图 2(c) 所示。

## 6 确定机头顶点

搜索黑色像素,首先找到图 2(c) 中最大的黑色块部分,即机头部份,然后比较像素的坐标,最左边的像素即是飞机机头的顶点,这样就可确定机头顶点的位置,以便设置防护区。图 3 为最终机头定位的结果,图 3 中的垂直线标记出了机头的位置。



图 3 机头识别定位的结果

Fig. 3 Recognition result of airplane head

## 7 讨论

本文提出的基于彩色图像分割技术的飞机机头定位方法,在背景复杂的情况下是比较适用的。作者也曾试验了其他两种分割方法:一是基于边缘检测的图像分割方法,虽然检测出的飞机边缘非常清楚,但机库背景复杂,要分离出机头部份比较困难;二是背景差值法<sup>[5]</sup>,因为飞机是在需要做大的检修时才被拖进机库的,所以可以先采集无飞机时的背景,然后用飞机进库后的图像减背景图像来得到一个差值图像,差值图像可反映出运动目标区域(飞机图像),但由于实际情况下背景变化比较大,这一般是由机库内设备的不断移动引起的,而机库内设备的移动是维修时不可避免的,因而单独采用这种方法是不可行的。上述实验的图片是在东方航空公司江西分公司机库采集的。

## 8 结 论

基于彩色图像分割的飞机机头定位检测方法,采用了彩色分割、腐蚀、膨胀、阈值分割等技术,并用 VC + + 6.0 编程实现<sup>[6]</sup>,经过现场实验,该方法可较好地确定飞机的机头位置,具有一定的应用价值。它可使视频监控系统充分发挥其实时主动的监控作用,克服传统的视频监控系统只是摄录现场,事发后才查看录像的被动防范状况,在一定程度上提高了传统监控系统的智能性。

### 参考文献 (References)

- 1 Zhang Yu-jin. Image Engineering ( II ) Image analysis ( Second edition) [ M ]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 168 ~ 170. [ 章毓晋. 图像工程(中册)图像分析(第二版) [ M ]. 北京:清华大学出版社, 2005: 168 ~ 170. ]
- 2 Han Xiao-wei, Yang Zhe, Li Yan-ping, et al. A method for color image segmentation based on color similarity coefficient [ J ]. Journal of Shengyang University, 2004, 16(6): 14 ~ 17. [ 韩晓薇, 杨喆, 李彦平等. 基于颜色相似系数的彩色图像分割方法 [ J ]. 沈阳大学学报, 2004, 16(6): 14 ~ 17. ]
- 3 Zhu Hong. The basis of digital Image processing [ M ]. Beijing: Science Press, 2005: 154 ~ 161. [ 朱虹. 数字图像处理基础 [ M ]. 北京: 科学出版社, 2005: 154 ~ 161. ]
- 4 Zhao Jie-wen, Liu Mu-hua, Yang Guo-bin. Discrimination of mature tomato based on HIS color spase in natural outdoor scence [ J ]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2004, 35(5): 122 ~ 124. [ 赵杰文, 刘木华, 杨国彬. 基于 HIS 颜色特征的田间成熟番茄识别技术 [ J ]. 农业机械学报, 2004, 35(5): 122 ~ 124. ]
- 5 Yao Min. Digital image processing [ M ]. Beijing: Chinese Machinery Press, 2006: 256 ~ 259. [ 姚敏. 数字图像处理 [ M ]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 256 ~ 259. ]
- 6 Xu Hui. Selection of visual C + + digital image Processing application cases [ M ]. Beijing: Post & Telecom Press, 2004: 25 ~ 276. [ 徐惠. Visual C + + 数字图像实用工程案例精选 [ M ]. 北京: 人民邮电出版社, 2004: 25 ~ 276. ]