

机器视觉在服装尺寸自动测量中的应用

曹丽 汪亚明 包晓敏

(浙江工程学院计算机视觉与模式识别研究中心, 杭州, 310033)

摘要:利用机器视觉技术精确地提取服装图像的轮廓边缘和确定图像拐点位置,采用快速模糊边缘检测算法和有效的基于Freeman链码的拐角点检测算法,准确地检测图像的边缘和图像上的拐点。并具有实现简单,处理速度快,鲁棒性强的特点。

关键词:机器视觉技术 服装尺寸 边缘检测 拐角检测 应用

中图法分类号:TP 941.71

文献标识码:A

当今,服装工业的设计和生 产已进入了自动化、高效率的时代,但作为服装工业的一个重要环节——服装尺寸测量,多数企业仍采用着落后的人工测量方法^[1]。由于测量方法的主观性和不确定性,大大制约了服装工业自动化程度的发展。

为此,将基于计算机图像处理的机器视觉技术引入到服装工业的尺寸测量中,以满足服装工业对自动测量技术的要求,能够将人从繁重的工作中解脱出来,具有提高工作效率,减轻工人的疲劳度,降低工业成本的特点。

文中采用一种有效的快速模糊边缘检测算法和基于Freeman链码的拐点检测算法,使之准确地测量服装的尺寸,提高测量的精度。

1 系统的总体设计

服装尺寸自动测量系统主要由图像信息拾取、图像信息处理、检测计算和结果输出等四部分软硬件组成。图像信息的拾取主要选用了CCD摄像机、三角架及其控制器;图像信息处理与检测计算主要用图像采集卡(分辨率为1024×1024)和一台计算机(P4 CPU处理器,128M内存,40G硬盘);结果输出选用了屏幕对话框和打印输出的方式。以上形成一个完整的服装尺寸自动检测系统(如图1所示)。

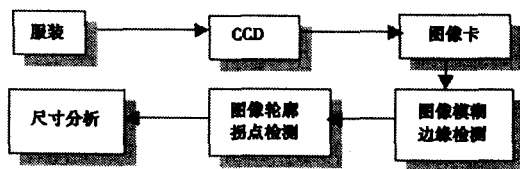


图1 系统结构框图

2 图像的快速模糊边缘检测算法

采用一种快速模糊边缘检测算法^[2]。该算法采用了简单的隶属度函数,它可快速地完成图像到隶属度矩阵的转换和隶属度矩阵到图像的逆转换,因而减少了运算的时间和运算量。模糊增强的实质就是通过增强或减弱 μ_{mn} 的大小来加强图像明暗对比度达到增强模糊图像的目的,其算法步骤如下:

1) 构造隶属度函数,进行归一化处理做G变换

$$\mu_{mn} = G(l_{mn}) = l_{mn} / (L - 1) \quad L = \max(l_{mn})$$

其中, l_{mn} 是图像的原始矩阵。

2) 根据下式进行T_r变换

$$\mu_{mn}' = T_r(\mu_{mn}) = \begin{cases} 2(\mu_{mn})^2 & 0 \leq \mu_{mn} \leq \mu_c \\ 1 - 2(1 - \mu_{mn})^2 & \mu_c \leq \mu_{mn} \leq 1 \end{cases}$$

通常情况下,迭代次数r取2或3,若r=1模糊增强不够充分,主要边缘不清晰;若r≥4则模糊增强过度,细节边缘信息丢失太多。

3) 根据下式进行G⁻¹运算

$$l_{mn}' = \mu_{mn}'(L - 1)$$

从而得到经过模糊增强以后的图像。

4) 使用“min”或“max”算子提取边缘, 这里图像的边缘矩阵为:

$$E_{edge} = [l_{mn}']_{M \times N}$$

式中, $l_{mn}' = |l_{mn}' - \min\{l_{ab}'\}|$, $(a, b) \in W$;

W 是以象元 (a, b) 为中心的 3×3 窗口。

这种快速模糊边缘检测的方法的优点是采用了简单的函数形式, 利用该方法避免了大量的浮点数运算, 有效地节省了计算时间。

3 图像轮廓的拐点检测

服装尺寸自动测量方法的关键在于定位服装拐角处, 如服装的领口、袖口等这些轮廓上的关键点。过去, 人们提出很多图像处理的方法寻找目标图像的拐点。有以下几种: 1) 通过模型匹配来发现拐点, 但计算的费用很昂贵; 2) 使用 Hough 变换来寻找目标图像边界的线, 将线与线相交的点定为拐点^[3], 这种方法只适合边界线是光滑笔直的; 3) 用 Freeman 链码来描述边界, 沿着边界通过比较弧端之间的距离来发现拐点^[4]。

然而, 现存的各种算法都有其缺点, 或是没能检测出真拐点, 或是检测出伪拐点。文中采用一种有效的基于 Freeman 链码的拐点检测法^[5]。利用一些判断准则, 得到与被检测对象的实际拐点相吻合的检测结果。

文中所采用的检测方法首先挑出可能为拐点的点, 然后仅仅估算其中可疑点的曲率, 除去伪拐点, 从而实现了加快处理的速度的目的, 其算法步骤如下:

(1) 根据下式计算图像轮廓边缘的差分码

$$d_i = \begin{cases} |a_{i+1} - a_i| & \text{if } |a_{i+1} - a_i| < 4 \\ |a_{i+1} - a_i| - 8 & \text{if } |a_{i+1} - a_i| > 4 \\ 4 & \text{if } |a_{i+1} - a_i| = 4 \end{cases}$$

其中差分码的值为 0, ± 1 , ± 2 , ± 3 , 或 4。

(2) 根据以下准则进行轮廓边缘点分类

准则 1: 如果 $d_i = 0$, 则 i 点被认为是非拐角点。

准则 2: 如果 $|d_i| > 2$, 则 i 点一定是拐角点。

准则 3: 如果 $|d_i| = 1$ 或 2, 则 i 点为可疑点。

(3) 根据下式对可疑点 i 估计其曲率

$$a_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y_{i+5} - y_i}{x_{i+5} - x_i}\right) \quad -\pi \leq a_1 \leq \pi$$

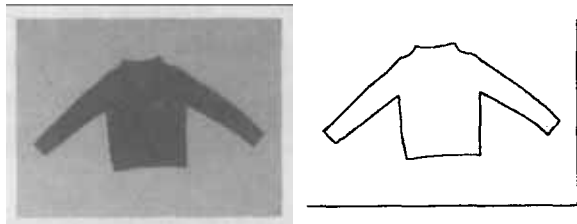
$$a_2 = \tan^{-1}\left(\frac{y_i - y_{i-5}}{x_i - x_{i-5}}\right) \quad -\pi \leq a_2 \leq \pi$$

$$\alpha_i = |a_1 - a_2|$$

其中 a_{i-5} , a_i , a_{i+5} 是轮廓上的三点, a_{i-5} 为 a_i 前面一点, a_{i+5} 为 a_i 后面一点。为了精确地计算点 a_i 点曲率, 排除边缘上的噪声点, S 的取值选取为 4~6 之间。如果 $\alpha_i > T$, 这里 T 是一个给定的阈值, 则点 i 将被看作是一个拐点。利用这个阈值, 我们可以排除许多伪拐点而保留住所有的真拐点。

4 实验及分析

实验 1: 用快速算法 (μ_c 取 0.4) 对服装图像进行边缘检测实验, 其检测结果如图 2 所示。



(a) 原图

(b) 快速算法的检测结果图

图 2 服装图像的边缘检测图

实验 2: 用拐点检测算法对服装图像进行实验, 其检测结果如图 3 所示。

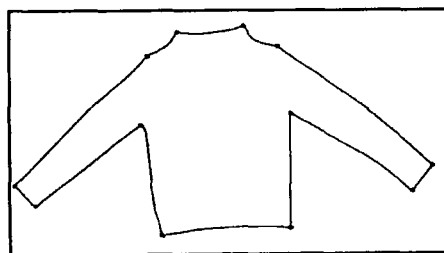


图 3 拐点检测结果图

以上两个实验分别显示了用快速模糊边缘检测法和拐点检测法处理后所得到的结果。从实验 1 可以看出, 当 μ_c 值较小时, 快速算法有很强的检测边缘的能力。从实验 2 可以看出本文采用的拐点检测法的稳定性很好, 能够有效地排除边缘上噪声点, 取得与实际图像一致的结果。

5 结论

在图像的边缘检测中, 采用了一个快速模糊边缘检测算法, 该快速算法用简单的 G 和 G^{-1} 运算, 同时根据实验确定 T , 变换中最佳的隶属度阈值 μ_c , 这样可以减少图像在增强处理中迭代次数,

具有很强的边缘检测能力。在图像轮廓拐点检测过程中,采用了一种新的拐点检测法:首先提取实际拐点和可疑拐点;其次仅估算这些可疑点的曲率,将曲率大于某一给定阈值的点选出作为拐点。该算法不仅易于实现,而且处理速度快。

总之,文中采用的快速模糊边缘检测算法和基于 Freeman 链码的轮廓拐点检测算法,具有实现简单、处理速度快、鲁棒性强的优点,是一种实用、有前途的图像处理算法。

参 考 文 献

- 1 许增朴等. 准三维机器视觉快捷制衣量体系统的研究. 天津纺织工学院学报, 2000(5): 62~65.
- 2 王人成等. 基于摄像机的人体运动分析系统标志点图像处理. 清华大学学报, 1999(2): 75~77.
- 3 贾云得. 机器视觉. 北京: 科学出版社, 2000: 122~125.
- 4 H.L.Beus. An Improved Corner Detection Algorithm Based on Chain-coded Plane Curves. Pattern Recognition, 1987(20): 291~296.
- 5 张小莉等. 一种有效的基于 Freeman 链码的拐角检测法. 电子测量与仪器学报, 1999(2): 14~19.