

基于照片自动提取人体尺寸信息的研究

杜艳华,杨志强

(同济大学 计算机科学与工程系,上海 201804)

摘要:人体测量是通过测量人体各部位的尺寸来确定个体之间和群体之间在人体尺寸上的差别,用以研究人的形态特征。文中尝试一种兼顾精度、效率和成本的测量方式,即利用满足一定条件的人体照片,通过图像处理及后续搜索计算获得人体测量的数据。该文是在研究图像处理的部分理论基础上,重点分析了多种常用的边缘检测和轮廓提取算法,结合人体结构特点,设计了一个包括图像去噪、边缘检测、轮廓提取、尺寸顶点搜索和坐标计算的处理流程,达到人体尺寸信息自动提取的目的。结果极大地提高原型的健壮性和准确性,得到了理想的人体尺寸信息,说明该方法具有可行性。

关键词:人体测量;边缘检测;轮廓提取;最佳阈值分割

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)02-0048-04

Research on Automatical Information Extraction of Human Body Based on Photos

DU Yan-hua, YANG Zhi-qiang

(Department of Computer Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Body measurement identifies the differences on measurement among an individual and population by measuring some body parts. So as it stands, attempt an measurement, giving attention to accuracy, cost and efficiency, by making use of image processing from photos meeting given conditions. Firstly research some digital image processing theories, analyze usual edge detection and contour extraction algorithms especially. With taking body structure into account, it designs a work flow including denoising, edge detection, contour extraction, measurement vertex search and coordinates computation, which can realize extracting body measurement automatically. And the experimental results improve the prototype, get the proper data of body measurement. So this method is feasible.

Key words: body measurement; edge detection; contour extraction; optimum threshold segmentation

0 引言

随着虚拟人技术在计算机游戏、刑事侦察、车辆设计及航天员保障虚拟仿真等领域的广泛应用,人们对创建三维虚拟人的真实感、个性化的要求越来越高,尤其像在医学中假体的复制、快速成型,服装工业的立体裁剪、虚拟试穿等领域,都要求虚拟人体可以代替真实人体进行实验研究以及个性化体验,因此近年来创建基于真人的三维虚拟人模型已成为虚拟现实技术的一个新的热点^[1-3]。虚拟人体是指把人体形态学、物理学和生物学等信息,通过巨型计算机处理而实现的数字化仿真人体,形态学信息是其几何基础,而人体尺寸测量是获取该信息的第一步。

文中的研究对象就是人体尺寸信息的自动获取。

尝试在保证一定精度的前提下,应用图像处理理论从满足特定条件的多幅照片用计算机程序自动提取并计算生成三维人体尺寸信息,这种尝试兼顾精度、成本及效率,为构建人体尺寸信息库提供一种信息采集的自动化方法,这也是文中的研究目的。

1 概述

图1所示的是人体尺寸信息自动提取流程的总体设计思路的原型系统,系统分析了流程三个步骤所要做的工作,及其各功能模块。如图所示人体尺寸信息自动提取首先通过图像读取,然后经过一系列的图像处理来确定尺寸的顶点。

然后用一系列的数字图像处理算法^[4],如图像去噪、边缘检测、阈值分割轮廓提取,将原始彩色照片转化成易于判断尺寸顶点的轮廓图像,然后根据人体尺寸截面定义确定所需的顶点位置,最后计算出三维尺寸坐标,完成自动提取过程^[5]。

收稿日期:2009-05-24;修回日期:2009-08-17

作者简介:杜艳华(1984-),女,河南周口人,硕士,研究方向为模式识别与语言信号处理;杨志强,教授,硕士生导师,研究方向为模式识别与语言信号处理。

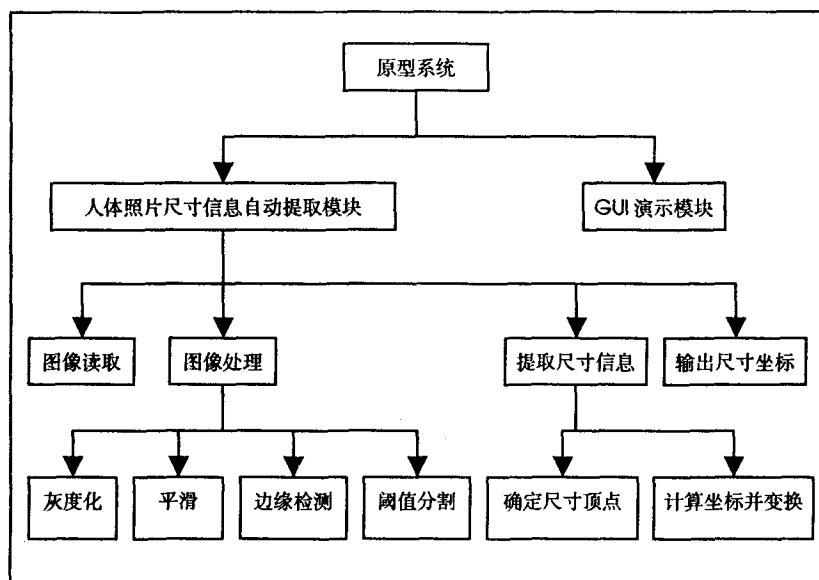


图1 原型系统模块图

文中所要解决的问题是从人体照片自动提取尺寸信息,重点在于自动提取,即在输入必要信息后,系统能自动找到需要提取尺寸的位置,然后根据自定义三维坐标系计算并输出这些位置的实际坐标,整个过程不需要人工操作。这里,“实际”指的是按现实真人尺度1:1比例的坐标。

实现是通过采用女性躯干的10个特征水平截面作为提取尺寸对象。由于时间和精力所限,仅从每一截面曲线提取四个顶点,分别是正视图人体左、右两顶点和90度侧视图人体前后两顶点。

2 从照片图像确定待测截面上的尺寸顶点

文中研究对象的输入是照片,而目标信息(尺寸顶点)只有几十个,简单地说就是从几万、几十万甚至几百万个像素中寻找几十个像素,这个过程好比沙里淘金,不断淘汰无用信息,最终获得需要的点。而这个不断淘汰的过程就需要运用多种数字图像处理手段将原始图像逐步简化到能够直接提取所需信息的图像,即每个阶段都产生一幅新的图像,而使图像不断改变的是不同的图像处理算法,也即一系列滤波器。

确定尺寸顶点的工作流程如图2所示。

1)由于尺寸提取、边缘点的确定与照片是彩色图像还是灰度图像无关,为了方便后面的处理、提高处理速度,应先将彩色图像转化成灰度图像;彩色图像每个像素的值是三维向量,而灰度值只有一维,因此按亮度关系(式(1))进行转换。

$$L = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

设连续图像 $f(x, y)$ 按等间隔采样,排成 $M \times N$ 阵列,其中 $0 \leq f(x, y) \leq G - 1$ 。

在数字图像处理中,一般取阵列的行、列和灰度级 G 为2的整数次幂,以简化计算,即取 $N = 2^n$, $M = 2^m$, $G = 2^k$ 。对于彩色图像,可用红、绿、蓝三个矩阵表示,也可用三维矢量矩阵。

一幅单色图像是一个二维的光强函数 $f(x, y)$,其中 x 和 y 是空间坐标, f 在 (x, y) 点的值是正比与图像在该像素的亮度值的。一幅彩色图像, f 则是一个向量,它的每一个分量代表图像在该像素相应颜色通道(band)的亮度值。

RGB彩色图像每个像素的值是三维向量,而灰度值只有一维,因此

需要按亮度关系(式(1))进行转换。

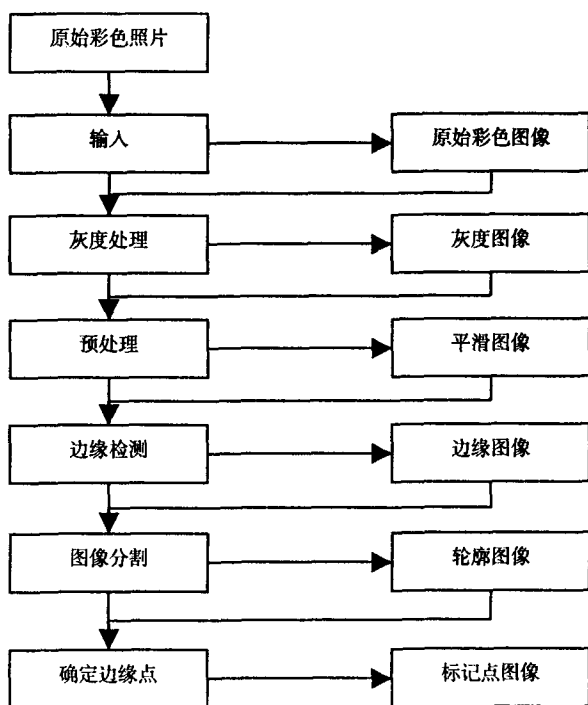


图2 确定尺寸顶点的工作流程

2)平滑预处理,在实际处理中是可选项,平滑为的是消除图像噪声信息,防止后面的边缘检测连同噪声一起加强;采用邻域平均法,其思想是通过一点和邻域内像素点求平均值来去除突变的像素点,从而滤掉一定的噪声,其主要优点是算法简单、计算速度快,但其代价是会造成图像一定程度上的模糊。

3)边缘检测的目的是从一幅图像中提取信息,使得输出的图像所包含的数据要远远少于原始图像的数据,但是与丢掉的数据相比,这些少量数据所包含的信息却与机器视觉系统模块有更大的相关性。在该系统

中它是最重要的一环,处理效果的好坏直接影响到后面轮廓提取的准确性与复杂度。因此选择了几种简单、常见的边缘检测算法分别对图像进行处理,然后比较、分析检测出来的边缘图像,选择效果最好的一种,作为文中原型系统的边缘检测模块。该模块输入是灰度图像输出的边缘图像。

4)图像分割是由图像处理到图像分析的关键步骤,也是计算机视觉领域低层次视觉中的主要问题,同时它又是一个经典难题。目前没有普适的解决办法,需要结合具体情况,采取有针对性的方法。

图像分割一般有三种途径:

其一是将各像素划归到相应物体或区域的像素聚类方法,即区域法;

其二是通过直接确定区域间的边界来实现分割的边界方法;

其三是首先检测边缘像素,再将边缘像素连接起来构成边界形成分割。

在图像分割技术中,最常用的是利用阈值化处理进行的图像分割。由于该系统的对输入照片有要求,即人的衣服颜色与背景颜色尽量为纯色,且两种色调反差要尽量大,因此可以采用灰度阈值分割,二值化后得到轮廓信息。

5)在得到分割好的轮廓图像后,可以进行边缘点的确定,方法是结合人体轮廓各部位的特点,利用二值化的轮廓图像,在计算好的高度位置搜索轮廓边缘点。为便于检查、分析程序运行结果,需要直观地展现尺寸顶点在人体照片中的位置,因此在确定所有的顶点后,系统自动生成一幅顶点标记图像。

其步骤是:

(1)确定身高(头顶点、足底点)。

从图像左上角开始向下逐行从左至右搜索,直至遇到第一个黑点(像素值为0),就认为它是头顶点;同理从图像左下角开始向上逐行从左至右搜索,直至遇到第一个黑点,就认为它是足底点。

(2)确定人体各个截面的边缘点。

由于边缘轮廓图包含了手臂轮廓,如图3所示,而需要确定的边缘点在躯干轮廓上,因此若像确定高度时那样从左至右搜索黑点像素,则必会得到错误的边缘点。因此应该改变搜索方式。文中选择从身体内部一点开始分别向两侧搜索黑点像素,理想情况得到的边缘点即为所求。

为便于检查、分析程序运行结果,需要形象地展现边缘点在人体照片中的位置,因此在确定所有的边缘点后,系统自动生成一幅边缘点标记图像,标记方法是连接与边缘点同一行的从整个图像的两侧到边缘点的

像素。

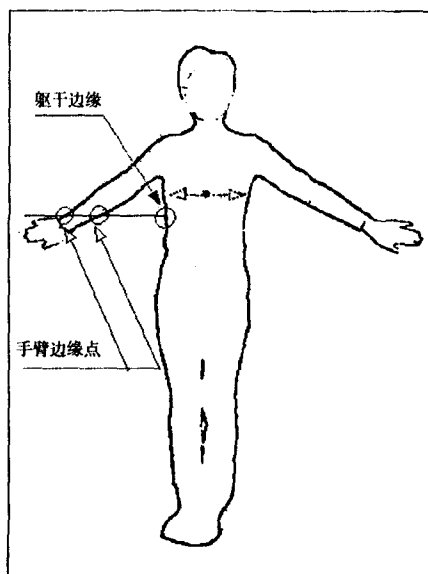


图3 躯干和手臂轮廓

3 计算顶点坐标

在确定全部尺寸顶点后,需要把三维人体坐标系的定义将其位置从二维照片转换成三维,最后要把以像素为单位的坐标换算成实际尺寸,以cm为单位。

●首先定义三维人体坐标系,对坐标轴的定义如下:

- (1)X轴是指正面图右侧表示正面图水平方向;
- (2)Y轴是指侧面图右侧表示侧面图水平方向;
- (3)Z轴是指铅垂方向表示铅垂向下。

●对坐标系原点定义如下:

- (1)三轴的交点,坐标为(0,0,0);
- (2)对于正面图,腰部左右中点的x坐标为0;
- (3)对于侧面图,腰部前后中点的y坐标为0。

按照以上定义,将之前确定的人体十个截面的尺寸顶点从图像中的像素矩阵坐标转化成三维人体坐标系坐标,单位仍为像素。

4 坐标单位的转化

之前所有坐标均采用像素为单位,而输出的五元组坐标要以实际尺寸cm为单位,转换公式为式(2):

$$\text{实际尺寸坐标(cm)} = \frac{\text{像素坐标} \times \text{实际身高(cm)}}{\text{身高对应照片像素数}} \quad (2)$$

5 实验结果分析与改进

待测者实际身高162cm,图4是原始输入照片,图5是灰度化后系统在自动提取过程中生成边缘检测、阈值分割后的尺寸顶点标记图像。

最后为每个截面输出一个五元组,见表1。



图 4 原始输入彩色转化成的灰度图像

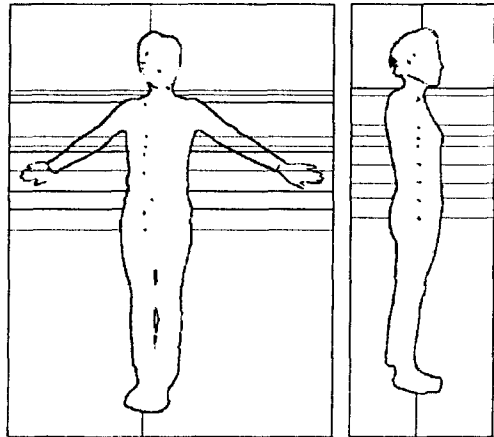


图 5 尺寸顶点标记图像

表 1 人体躯干十个截面尺寸顶点坐标

| 水平截面 | 前视图坐标(cm) | 侧视图坐标(cm) |
|------|-------------------|-------------------|
| 后领围线 | (-4.0,5.9,-136) | (-8.1,4.6,-136) |
| 前领围线 | (-5.9,7.8,-134) | (-8.8,4.3,-134) |
| 肩峰线 | (-14.3,17.4,-131) | (-12.2,2.2,-131) |
| 上胸围线 | (-13.9,14.7,-118) | (-13.9,8.4,-118) |
| 胸围线 | (-13.6,13.6,-113) | (-12.9,10.8,-113) |
| 下胸围线 | (-12.8,13.2,-110) | (-12.2,10.1,-110) |
| 腰围线 | (-12.4,12.4,-102) | (-10.1,10.1,-102) |
| 腹突线 | (-12.4,12.4,-94) | (-8.8,10.5,-94) |
| 臀围线 | (-15.1,13.9,-86) | (-10.5,11.2,-86) |
| 基线 | (-15.9,13.9,-78) | (-12.2,10.1,-78) |

与国外的系统例如 Loughborough 人体影子扫描

仪^[6,7]、TC2 分层轮廓测量方法^[8]以及 Cyberware 公司的三维全身扫描仪^[9,10]等比较起来,该文提高了原型的健壮性。由于用阈值分割提取轮廓,不能保证轮廓一定闭合,可能出现断点,此时程序在测量恰好出现断点的部位时,会出现异常,使程序中途退出。因此需要程序有避开断点的能力,比断点更坏的情况是出现了一断线段,但健壮的程序在即使这样的情况下,也不能让程序中途退出,否则,既不能了解哪出了断点,也不能继续测量本没有断点的部位,因此需要捕捉异常。为了避免断点,测量可以在根据位置比例求得的像素位置上下浮动 2~3 个像素,然后在这几个位置找间距最小的那个。如果遇到断线,则此截面无法测准,但要记录断线位置,并跳过该截面,继续后面的测量。

参考文献:

[1] 周晓晶,赵正旭.基于照片的三维虚拟人重建技术[J].东南大学学报:自然科学版,2008,38(4):632-636.

[2] 魏高峰,王成焘.虚拟人体的研究现状与进展[J].北京生物医学工程,2008,27(4):431-435.

[3] 朱 洲.三维人体信息获取及虚拟服装试穿技术研究[D].武汉:华中科技大学,2004.

[4] 冈萨雷斯.数字图像处理.[M].阮秋琦,译.北京:电子工业出版社,2003.

[5] 夏良正.数字图像处理修订版[M].南京:东南大学出版社,1999.

[6] Jones P R M, West G, Harris D. The Loughborough Anthropometric Shadow Scanner (LASS)[J]. Endeavour, 1989, 13(4):164-168.

[7] Aufmann K. Invasion of the Body Scanners[J]. IEEE Circuits and Devices Magazine, 1997, 13(3):12-17.

[8] Hurley J D, Demers M H, Wulpern R C. Body measurement system using white light projected patterns for made-to-measure apparel[J]. SPIE, 1997(3131):212-223.

[9] Simmons K. Body Measurement Techniques: A Comparison of Three-Dimensional Body Scanning and Physical Anthropometric Methods[C]//ITAA/KSCT 2001 Conference. Seoul, KOREA: [s.n.], 2001.

[10] Daanen H, Taylor S E, Brunsman M A. Absolute accuracy of the Cyberware WB4 whole body scanner [J]. SPIE, 1997(3023):6-12.

(上接第 47 页)

and Machine Learning[M]. MA: Addison-Wesley, 1989:1-83.

[6] 孟佳娜,王立宏.具有自识别能力的遗传算法求解旅行商问题[J].计算机工程与应用,2006,42(13):51-52.

[7] 韩 力,王亚峰,李 伟,等.改进模拟退火算法在三相异步电动机优化设计中的应用[J].中小型电机,2004,31(6):2-3.

[8] 张 文,李 样.基于优化组合的遗传算子的研究与应用[J].数值计算与计算机应用,2005,26(3):208-214.