

基于不完全数据的服用人体测量系统

朱放放, 罗戎蕾

(浙江理工大学服装学院, 杭州 310018)

摘 要: 分析基于照相测量的三维人体测量方法及其可行性, 研究从人体数字图像中提取相关二维数据进行围度转换的测量系统。利用人体正、侧、后二维图像采集的不完全数据进行人体围度拟合, 通过胸围、腰围和臀围回归方程计算得出围度尺寸, 并与实际测量值进行对比分析, 初步完成基于不完全数据的服用人体测量系统的建立。

关键词: 服装; 人体测量; 图像处理; 不完全数据

中图分类号: TS941.017

文献标识码: A

0 引 言

利用扫描或拍摄的图像所采集的人体数据没有直接包含人体的三维信息, 所以人体的围度尺寸需通过二维至三维的数据转换间接获得。在数据转换过程中, 会因部分信息的缺失难以得到精确的三维模型数据, 这就需要采用统计以及其他数学方法间接得到。在此, 定义这种方法为基于不完全数据的人体测量方法。

在基于不完全数据的服用人体测量系统中, 由于从数字图像中得到的二维平面数据只含有长度、宽度和高度方面的数字信息, 而不是利用在同一平面的标定点云建立人体曲面模型, 这种数字信息的不完全性使得在建立人体模型曲面时产生一定的困难。这时可按照数理统计学原理, 利用 SPSS 统计软件分析人体三围与各相应的宽度和厚度的关系, 进而建立回归方程, 由图像提取的宽度和厚度尺寸计算出三围尺寸。如何利用这些不完全数据进行人体围度拟合是照相测量法计算得出三维数据的关键, 也是建立服用人体测量系统的关键。

至今, 已经有很多国内外学者对基于人体数字图像的测量法进行了研究和验证, 充分证明了此类测量方法在服装领域的可行性。Tania S Douglas 利用照相测量法, 头部测量法建立人体脸部表面模型^[1]; Pierre M 等结合二维图像测量技术验证了照片测量系统的精确性^[2]; Lu J M 利用数学算法处理人体图像得到了人体的 104 个测量尺寸^[3]; Xu B 等利用扫描系统获得人体图像, 构建出平滑且完整的人体表面^[4]; Seo H 等利用有限的二维图像通过寻找变形空间重建三维表面^[5]; 结合手工测量法和照相测量法, 徐枫等建立青年女性胸围回归模型^[6]; 葛彦等得到了人体体型数据^[7]; 姜涛证明照相测量值基本接近手工测量值^[8]; 翟文斌拟合了胸部、腰部、臀部人体轮廓^[9]; 黄秀丽建立了相应特征尺寸的拟合模型^[10]。

在该方法中, 二维图像可以通过扫描仪或者相机拍摄获得, 相对于扫描仪价格昂贵等特点, 通过数码相机拍摄人体图像的方法操作简单、成本低廉, 且对人体伤害较小或甚至无伤害, 更适合在服装业中推广。

实验选用照片测量法获取人体正面、侧面和后面的数字图像, 利用计算机图形图像处理方法和 VC++ 语言等技术得到人体各方向的投影轮廓图像, 并从人体轮廓特征分析, 提取出必要的人体宽厚度尺寸, 通过拟合曲线方程, 计算出人体关键部位的真实尺寸, 从而完成对不完全数据的人体测量系统的建立。测量系统包括硬件和软件两个部分, 分别为:

硬件系统:利用双目视觉原理,以室内自然光线为基础光源对研究对象进行单机拍摄,将采集到的人体正、侧面数字图像通过传输线传送到计算机,利用系统软件对人体数字图像进行图像处理、数据分析和人体尺寸的计算。故该系统所需硬件系统设备有:计算机、SONY T2 数码相机、三角架、标尺、背景板、照明灯和被测者站位台。

系统对测量环境的要求低,成本低,占地少,操作简便,同时还可与服装 CAD/CAM 等相关软件结合,对服装工业化速度的提高能够起到一定促进作用。

软件系统功能主要包括:照片导入、图像二维尺寸提取、人体特征尺寸预测及数据的打印输出等。测量系统运用 VC++6.0 语言进行编写,程序中添加了主界面窗体,用以显示此系统的主要功能。此外,程序中还添加了提示对话框,用以提示程序操作中可能会出现的重要问题,提取的二维尺寸和预测的值被编辑后保存在 txt 文档中。

1 基于不完全数据的服用人体测量方法研究

基于不完全数据的三维人体测量方法,从照片的获取到处理,进而提取服装所需人体测量数据,可以通过不同的方法实现。本次实验对不同的处理方法进行对比分析,得出较为实用又不失准确性的方案。

1.1 照片获取

在拍摄人体图像时,需要对所研究的对象进行设定。

研究对象与背景可以选择相对的色系,以增加对比度。例如背景为黑色时研究对象着白色或浅色紧身衣,背景为白色时研究对象着黑色或深色紧身衣。一般来说,实验所设置的背景尽量不要反光,且要与人的皮肤、服装的颜色形成较大对比,这样才便于去除背景和提取人体轮廓。同时在研究对象所站立的位置、垂直和水平方向放置标杆以及 90° 直角尺或网格背景作为参照物,保证研究对象处于竖直位置以及确定照片与实物比例的大小。

研究对象与数码相机之间的距离设定是最为关键的。根据所使用相机数量的不同来设定两者之间的位置。若使用单个相机拍摄,相机与研究对象设定在一条直线上,这时需转动研究对象来获取前、侧、后三个方位的图像;若使用两个相机进行拍摄,则可以使相机与研究对象之间处于直角位置,这时无需转动研究对象即可获取前、侧方位图像。同时调整相机与被测量者之间的距离,以保证所拍摄照片中的对象是全景,并且能够拥有较高的清晰度。

相机参数的设定关系到人体外轮廓的提取,通过照相机焦距、位置、距离等参数的设定,在使用相关软件进行数据提取时可以有所依据。一般来说,像素越高,所提取图像的边缘也会越精确,但数据储存量较大,给图像处理带来不便。因此,需要通过多次实验对比分析,选取适合的相机参数,以保证实验能顺利进行。

在本次实验中,建立围度拟合方程的样本是利用 TC² 测量得到的青年女性人体宽厚度和围度尺寸。其体型大多接近号型为 160/84A 的标准女性人台,同时以人台代替人体进行拍摄,便于图像的边缘提取和围度提取的编程。因人台为白色,故取黑色背景,其位置设定如图 1 所示。以人台在人体总身高的比例为准,人台离地面位置设定为 75 cm。为了使相机在水平方向上处于人台中心位置,相机离地面高度设定为 104 cm,同时设定相机像素为 $2\,448 \times 3\,264$ 。通过前后调整相机与人台之间的水平距离,使人台能够布满整个镜头,最终设定水平距离为 140 cm。人台正面拍摄效果如图 2 所示。为了减少数据误差,每个方向的照片分别拍摄三次,在提取数值时取均值。

1.2 照片处理

对所拍摄照片进行处理,主要是为了获取人体外轮廓或高度、宽度和厚度等一些二维数值。本实验用计算机 VC++6.0 语言对获取的二维数字图像进行处理,并提取相关二维数据,图像处理流程见图 3。

实验利用 MFC 框架建立单文档应用程序,添加“图像处理”菜单项,包括灰度处

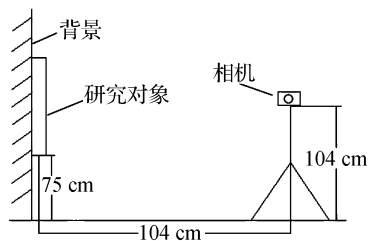


图 1 单个相机拍摄时位置设定

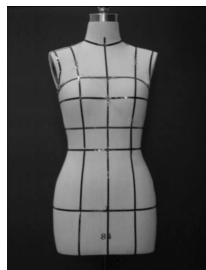


图 2 正面拍摄效果图

理、二值化、边缘检测等子菜单,编辑相应代码。

将相机拍摄的 JPEG 格式图像灰度化,转换为 256 色 BMP 格式的位图文件。

将灰度位图二值化,即对图像分割和边缘检测的最基本、最简单的图像处理方法。选择适当的阈值,将图像像素点转化为 0 和 255 两个值,使图像呈现黑白两色,并将 0 和 255 最终转换为数字 0 和 1,以便于对边缘的检测和提取。

对规格化图像进行边缘检测,图像的边缘是图像中包含信息最丰富的地方。边缘检测一般采用梯度算子对灰度图像变化最剧烈的地方进行检测。采用 Canny 算子,它在定位精度与抗噪声方面都明显优于其他的一阶微分边缘检测,并且能够很好地检测出图像的边缘,得到的细边缘也有利于图像的边缘检测。边缘检测的简易流程如图 4 所示。

跟踪图像的边缘:确定跟踪准则后,采用灰度值探测法,在二值化图像中选取边界起始点,以此出发逐步确定其他的边界点,进而提取图像目标区域的外轮廓。在计算机数字图像处理中,利用数学形态学的方法简化图像数据,在经过腐蚀、膨胀、开运算和闭运算之后,图像提取的边缘可以变得更加平滑和圆顺,提取的二维尺寸也更加精确。

选择合适的计算机语言进行图像编程,建立可操作化的清晰界面,测量全面,但算法复杂。随着计算机应用的普及,用来编程的语言种类也增多,选择一种合适的编程语言非常重要。

1.3 围度拟合

围度拟合的过程就是利用各种数学方法把图像处理所得的二维数据经过转化变为围度数据,再用平面曲线表达出来,这时的曲线长为人体的围度尺寸。因服装与人体之间有一定的间隙,所以在测量时一般是沿着围度绘出一条平滑圆顺的曲线。

制作衣片原型需要测量的尺寸主要有胸围、腰围、臀围等,本实验利用 TC² 测量得到的 400 个青年女性人体宽厚度和围度尺寸为样本,结合人体胸围、腰围、臀围的横截面曲线规律,取前 200 个样本利用 SPSS 统计软件确定最优拟合回归方程,计算出相应的围度尺寸。

以胸围为例,假设 W 、 x_1 、 x_2 分别代表胸围、胸宽和胸厚, $x_3 = x_1^2$, $x_4 = x_2^2$, $x_5 = x_1 x_2$ 。应用 SPSS 统计软件对其样本数据进行回归分析,建立模型公式:

$$W=b_0+b_1 x_1+b_2 x_2+b_3 x_3+b_4 x_4+b_5 x_5$$

(1)

对胸围与胸宽和胸厚的散点图进行相关分析,采用逐步回归法得出胸围与胸宽和胸厚的乘积相关性较高,其中 $R^2=1$, $F=2.329 \times 10^5$, $P=0.000<\alpha=0.05$,常数与各自相关系数的显著水平 $P=0.000<\alpha$ 。以同种分析方法获取腰围和臀围的最优回归方程如表 1 所示。

为了验证此测量方法的精确度和可行性,取剩下 200 位青年女性的正、侧、后三面图像代入方程进行验证,结果如表 2 所示。表 2 可见,所得胸围、腰围、臀围各自的误差平均值为 0.244、0.091、0.222 cm。

表 2 可见,计算围度与实测围度之间的误差平均值在 0~1.5 cm 之间,满足服装生产中±1.5 cm 的要求,这也说明基于照片测量的不完全数据推导出的拟合模型适用于图像提取值对围度的预测。

实验结合 VC++6.0 语言提取的人台二维平均宽厚尺寸,计算相应围度尺寸。计算所得三围尺寸与实测三围尺寸的对比结果如表 3 所示。

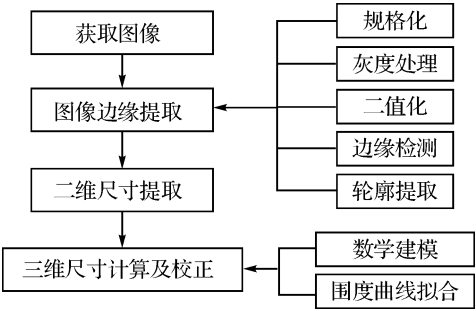


图 3 计算机数字图像处理流程

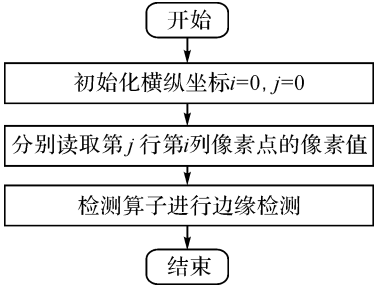


图 4 边缘检测的简易流程

表 1 围度最优回归方程

围度	回归公式
胸围	$W_b=C_b+1.853x_1+1.748x_2+0.004x_3+0.005x_4-0.01x_5$
腰围	$W_w=C_w+1.756x_1+1.122x_2+0.009x_4-0.002x_5$
臀围	$W_h=C_h+2.465x_1-0.025x_3+0.043x_5$

表 2 拟合围度误差验证

部位	提取平均围度	拟合平均围度	平均误差	误差范围
胸	83.556	83.800	0.244	(-1.133,0.450)
腰	70.810	70.901	0.091	(-0.110,0.443)
臀	91.238	91.460	0.222	(-0.595,0.644)

1.4 误差分析

通过对比分析发现,误差产生在以下主要环节:对数字图像的处理过程中;人体尺寸由图像像素到实际大小的转换过程中;对人体围度曲线建立回归方程时。这些误差经过一步步的累积,最终产生了与实际人体尺寸的误差。我们可以通过增加实验次数和样本数,提高实验数据的准确度,增加人体数据以优化围度模型等方法来减少误差,以达到更高的精确度。

2 结 语

随着计算机和各种网络通信技术在服装业中的应用,促使我们加快更新以往的服用三维人体测量系统,使生产出来的服装在拥有一定舒适性的同时,也满足其合体性。

本实验利用 TC² 测量系统提取青年女性人体数据样本进行胸围、腰围和臀围围度回归方程的建立与验证,确定其回归模型的可行性和准确性,对比实测三围的数据,并进行误差分析,其误差在服用测量允许范围之内,提高了人体二维数据转化成三维数据的准确性和可行性。

本系统初步实现了完整的基于不完全数据的服用人体测量系统,利用 Visual C++6.0 语言编写程序,能够较为精确地提取数字图像中人台胸、腰和臀三个部位的尺寸。由于编程水平有限,系统只是针对人台模型进行了数字图像处理的编程,在处理实际人体的时候可能会存在一定的偏差,在提取实际人体围度尺寸时还需要优化程序,并利用大量的人体测量实验来校正。

参考文献:

[1] Barr'on C, Kakadiaris I A. Estimating anthropometry and pose from a single uncalibrated image[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2001, 81: 269-284.

[2] 卢 晨. 基于图像的非接触式人体测量系统研究与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2009.

[3] Lu J M, Wang M J. Automated anthropometric data collection using 3D whole body scanners[J]. Expert Systems with Applications, 2008, 35: 407-414.

[4] Xu B, Yu W, Chen T, et al. Three-dimensional technology for apparel mass customization, part 2: human body modeling from unorganized range data[J]. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, 2003, 94: 81-91.

[5] Seo H, Yeo Y I, Wohn K. 3D Body Reconstruction from Photos Based on Range Scan[M]. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006: 849-860.

[6] 徐 枫, 张 浩, 郑 荣. 照相测量中胸围拟合的回归分析[J]. 纺织学报, 2006, 27(8): 49-52.

[7] 葛 彦, 刘国联. 用于服装业的照相人体测量方法研究[J]. 纺织学报, 2007, 28(10): 78-81.

[8] 姜 涛. 基于数码照片测量技术的女性人体体型研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2007.

[9] 翟文斌. 基于图像处理的人体测量[D]. 长春: 吉林大学, 2006.

[10] 黄秀丽. 基于数字图像的青年女体测量系统研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2009.

3D Body Measurement Systems to the Apparel from
Photos Based on Unorganized Range Data

ZHU Fang-fang, LUO Rong-lei

(School of Fashion, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper compares and analyzes 3D body measurement systems of the apparel industry based on photos. The measurement systems transform the 2Ds which extract from photos to 3D. Take the photos from the front, side and back of body, and use these unorganized range data to conduct the body surface fitting. Calculates the body measurement by regression equations, and compares with the actual measured values.

Key words: the apparel industry; body measurement; image processing; unorganized range data
(责任编辑: 张祖尧)