

# 基于 MLP 神经网络的北方女性肩部识别研究

金丹

(沈阳市轻工艺术学校 服装学院, 辽宁 沈阳 110031)

**摘要:**针对肩端点的识别与测量,提出一种基于 MLP 卷积神经网络的肩端点识别与测量算法。采用 MLP 神经网络完成对第七颈椎点、颈肩点与肩端点的测量,确定总肩宽、前肩宽的长度,在此基础上,判断正常肩、溜肩、耸肩;依据不同的肩型,提供相对应的肩部服饰,实现肩部的识别与测量处理;通过对肩部的精确测量与标准差计算,确定算法的良好可用性,为肩部服饰的制作提供参考。

**关键词:**神经网络;颈肩部识别;仿真实验

**中图分类号:**TS 941.17

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-0356(2023)09-0031-04

肩颈部测量对于服装整体造型具有重要的研究价值,不仅能够为消费者带来美的享受,而且能够给予人们温暖的呵护<sup>[1-2]</sup>。通过肩颈部测量获取领型的立体效果与平面结构,需要找到立体效果与平面结构之间对应的变化规律,以便得到适合人体的领型。

近年来,肩颈部的研究主要集中在肩宽、肩弓、肩斜度、横截面等方面。针对女性肩颈部,张金花等<sup>[3]</sup>采用 SPSS 软件,以三维人体测量与肩部数据及其相关变量,确定肩部特征,完成肩部特征数据的分析;贺义军等<sup>[4]</sup>针对青年女性肩部横向弯曲度,建立肩弓系数,确定不同的肩斜造型,运用 Opti Tex 软件得到三维肩部模型;王婷等<sup>[5]</sup>基于二维图像与三维点肩部数据,对青年女性肩颈部形态进行分类,完成肩颈部体型的自动识别;马畅等<sup>[6]</sup>基于线性回归与 MLP 神经网络完成女性肩部模型的测量。而针对男性肩颈部,金娟凤等<sup>[7]</sup>采用 IMAGE WARE 12.0 与 Matlab 软件,通过肩点面形态特征,提取肩颈部的曲线形态,确定曲线变化形态;聂超等<sup>[8]</sup>基于空间混联机构,完成男性肩颈部骨骼的运动模型;张健等<sup>[9]</sup>采用二维图片对肩颈部的形态进行分类,构建肩颈部形态的自动识别系统。JIANG 等<sup>[10]</sup>运用 Freeman 八链码检测法提取特征点并总结规律,以此计算人体尺寸数据,此方法会识别过多不必要的特征点,且易受到局部影响导致错检。马黎<sup>[11]</sup>将形态分为 3 类,并建立数学模型,据此来调整衣领结构。上述方法虽然对肩颈部数据进行自动化测量,但是并没有实况高精度与小计算量。因此,采用深度学习完成对肩颈部高精度、小计算量且自

动化的测量,以得到适合人体的领型款式。

采用 MLP 神经网络对肩颈部识别与分类,对肩颈部形态进行聚类分析,获取符合人体的领口大小及款式。降低时间复杂度的同时,提高识别精确度,以得到符合人体工程学的领型,完善服装设计。

## 1 肩颈部模型

肩颈部的主要骨骼是颈椎、胸廓上部与肩关节。颈椎以脊椎、脊肌为中心,由外侧肌包裹,形成领围。而外侧肌进一步能够划分为浅颈肌、外侧颈肌、前颈肌、后颈肌。骨骼与肌肉之间的连接,得到人体颈根线的位置、形状和弯曲程度。通过颈椎骨骼及其肌肉连接,获取领口大小。肩颈部骨骼的基本模型,如图 1 所示。

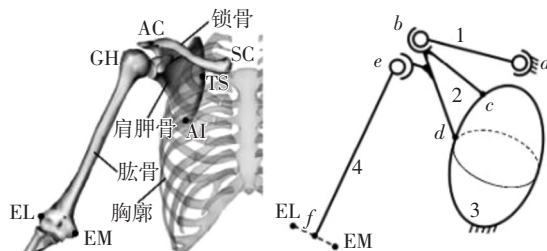


图 1 肩颈部骨骼模型

考虑到颈部与肩部的钝角连接,需要对肩部进行斜度测量,同时因为斜方肌周围的脂肪导致肩部形状变化,需要对肩部数据进行精确测量,以修正领口大小及形状,进而得到适合肩部的领型。肩部测量数据包括颈点高、侧颈点高和肩点高,以确定肩斜角与背入角。肩颈部结构如图 2 所示。

肩部骨骼包括肩胛骨、肩胛棘、肩关节、肩缝、肩锁关节、肱骨头、锁骨、胸骨。骨骼周围肌肉由椎侧缘肌、三角肌、斜方肌等组成,而形成肩部的主要肌肉则为斜

收稿日期:2023-05-10;修回日期:2023-06-02

作者简介:金丹(1983—),女,研究生,中级讲师,研究方向:服装数字化。

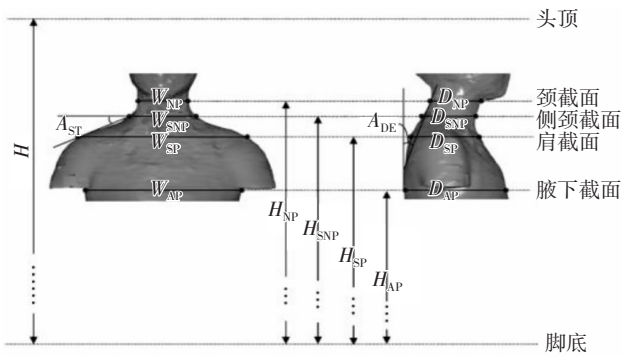


图 2 肩颈部结构

方肌与三角肌。肩倾斜的角度由斜方肌决定,而肩端点的圆度则由三角肌决定。

## 2 肩颈部形态研究

### 2.1 测量数据

根据肩颈部模型中的数据,将肩颈部形态划分为以下几种类型,如图 3 所示。

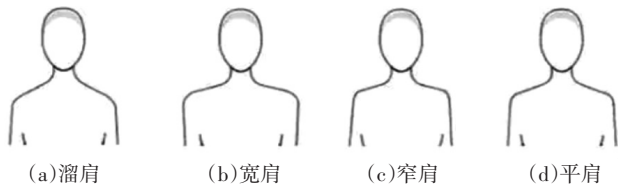


图 3 肩颈部形态

采用定性描述与定量描述,对人体颈肩部形态进行测量。对 CAESAR 数据库中人体形态参数数值进行筛选,选择其中 500 名年龄在 20~50 岁的调查对象进行数据的采集,对异常值筛选、排除和整理,确定有效样本 466 名。将样本数据应用于肩颈部模型中,对测量变量进行正态性检验,获取适用于领口统计分析的参数数值。针对参数数值对倾斜角度与大小数值计算,确定均值与标准差,作为领口服装的参数指标。得到的测量参数,见表 1。

表 1 参数描述

名称	类型	内容	英文名字
杆状仪	测量	测量厚度与幅度	Large Shilding Caliper
滑动仪	测量	测量小范围的宽度	Shilding Caliper
触角仪	测量	测量厚度	Spreading Caliper
卷尺	测量	测量长度	Measuring Tape
角度仪	测量	测量角度	Gonimeter

针对人体数据库中的人体数据,假设扫描姿态为直立,两脚分开与肩同宽,肩颈部自然放松,手臂自然下垂,目光平视前方,测量项如下。

(1)下前颈点:在胸骨与锁骨的内侧端连接处,形

成颈窝,位于颈窝的锁骨上端与前正中线的交点。

(2)上前颈点:位于颈部与下颏的前正中线的交点。

(3)下后颈点:颈部前向弯曲时,颈后第七颈椎棘突尖端点会凸起,突出的断点处便是下后颈点。

(4)上后颈点:颈部向后弯曲时,颈部上端在正中中线转折凹进处的点记为上后颈点。

(5)侧颈点:在颈根曲线上,侧视图中前后颈厚的中央偏厚位置。

(6)肩端点:肩胛骨上缘向外的突出点,即肩与手臂的转折点。

(7)颈根围:下前颈点、侧颈点与下后颈点的交叉点。

(8)前颈长:上前颈点到下前颈点的长度。

(9)后颈长:上后颈点到下后颈点的长度。

(10)颈宽:左右颈侧点的水平距离。

(11)颈厚:前后颈点与颈宽中点连线距离之和。

(12)肩腋角:肩端点与腋下点的连线同水平线的夹角。

(13)肩斜角:侧颈点与肩端点的连线同水平线之间的夹角。

(14)背入角:侧面背部凸出点同下后颈点的连线同垂直线之间的夹角。

(15)前倾角:颈部线条同垂直线之间的夹角。

(16)肩弓角:肩部截面曲线前后中点同左肩端点之间的夹角。

(17)前颈角:颈部与上半身之间的夹角。

(18)肩宽:左肩端点与右肩端点之间的水平距离。

(19)肩厚:肩部截面中心的厚度。

通过测量参数对测量项进行计算,获取各项形态数值,并且截取出颈肩部的截图,测量所需的角度值、厚度值和距离值。

### 2.2 聚类分析

采用 MLP 神经网络对肩颈部形态进行分析,得到不同的肩弓形态,如图 4 所示。

由图 4 可知,肩颈部形态的识别由肩部外轮廓、肩端三角形与颈根围决定。不同肩部形态由层次聚类方法来分析,采用文献[4]中兰氏距离公式来计算。计算公式如下:

$$d_L(x_i, x_j) = \frac{1}{p} \sum \frac{|x_{ik} - x_{ij}|}{|x_{ik} + x_{ij}|} \quad (1)$$

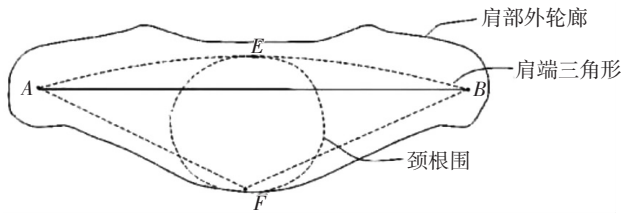


图4 肩弓形态

$$E = \sum \sum d^2(x, Z_i) \quad (2)$$

式中:  $d_L(x_i, x_j)$  表示  $x_i$  与  $x_j$  之间的兰氏距离;  $p$  是指维度数据, 即  $i \in \{1, 2, \dots, p\}, j \in \{1, 2, \dots, p\}$ , 且  $i \neq j$ ;  $E$  表示所有对象的均方差之和;  $Z_i$  是分类均值。

上述方法能够完成对肩弓形态的分类, 之后聚类能够得到肩颈部的形态及类型。为便于对总体样本的聚类分析, 依据 SSE(误差平方和)的计算公式<sup>[12]</sup>, 将不同样本划分为不同类型, SSE 的计算公式如下:

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} (p - m_i)^2 \quad (3)$$

式中:  $C_i (i=1, 2, 3, 4)$  表示肩颈部形态的类别(1 表示溜肩, 2 表示宽肩, 3 表示窄肩, 4 表示平肩);  $p$  表示  $C_i$  中样本  $i$  的数量;  $m_i$  表示  $C_i$  中所有样本的均值。将样本数值带入计算公式, 最终得到趋向于正态分布的数据图, 而正态分布的最高点为真实的聚类数值。

为了验证聚类效果, 采用轮廓系数进行评估。轮廓系数, 是评价聚类效果的方式<sup>[13]</sup>, 可用于基于相同原始数据评估不同算法或算法的不同操作模式对聚类结果的影响。轮廓系数的数值介于  $[-1, 1]$ , 越趋近于 1 代表聚类效果越好。具体公式如下:

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (4)$$

式中:  $a(i)$  为样本  $i$  到同一类内部其他样本之间距离的均值;  $b(i)$  表示样本  $i$  同最近类别中所有样本的距离的均值。

## 2.3 基于 MLP 卷积神经的肩颈部识别

### 2.3.1 神经网络模型

在 MLP 神经网络中, 输入肩颈部数据, 输出精确识别的领口数据, 确定领口的大小与形态。MLP 神经网络模型如图 5 所示。

其中 FC 表示全连接层。  $N, C, H, W$  表示区大小、输入信道数、高度、宽度,  $h, w, g, p$  与  $O$  分别表示所需区的高度、宽度、组数、填充和输出信道。输入特征映射被拆分为不同的处理区, 而全局感知器将不同区之间的相关性添加到每个区中。然后, 局部感知器能够

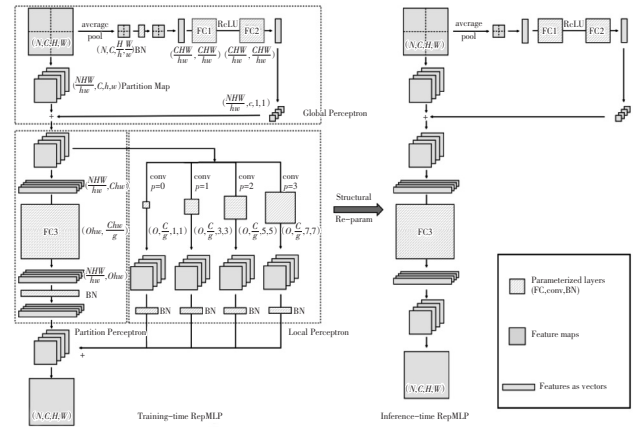


图5 MLP神经网络模型

捕获具有多个卷积层的本地模式, 分区感知器对长距离依赖关系建模后, 假设  $N=C=1, H=W, Hw=Ww=2$  (即一个信道被分成 4 个分区) 以获得更好的可读性。假设  $h > 7$  且  $w > 7$ , 以便局部感知器具有内核大小为 1, 3, 5, 7 的卷积分支。通过结构重新参数化, 具有凸层和卷积层的训练时间块等效地转换为 3 个全连接块。

MLP 神经网络模型的卷积函数如下:

$$M^{(out)} = \text{CONV}(M^{(in)}, F, p) \quad (5)$$

式中:  $M^{(out)} \in R^{O \times C \times H' \times W'}$  是输出特征图;  $O$  表示输出信道数;  $p$  表示需要填充的像素数;  $F \in R^{O \times C \times K' \times K'}$  是密集卷积核, 组数为 1。为简化操作流程, 假设  $H' = H, W' = W$ 。

对于全连接层, 假设  $P$  和  $Q$  为输入和输出维度, 有  $V^{(out)} \in R^{N \times Q}, V^{(in)} \in R^{N \times Q}$  分别作为输入和输出, 其核为  $W \in R^{N \times Q}$ , 矩阵乘法的计算公式如下:

$$V^{(out)} = \text{MMUL}(V^{(in)}, W) = V^{(in)} \cdot W^T \quad (6)$$

将  $M^{(in)}$  作为输入并输出  $M^{(out)}$  的全连接层。假设全连接层不会改变分辨率, 即  $H_0 = H, W_0 = W$ 。使用只改变变量形状规范而不改变内存中数据的顺序 RS 函数。首先将输入展平为长度  $CHW$  的  $N$  个向量, 有  $V^{(in)} = \text{RS}(M^{(in)}, (N, CHW))$ , 与内核  $W(OHW, CHW)$  相乘, 得到输出结果  $V^{(out)}(N, O, H, W)$ , 或者返回  $M^{(out)}(N, O, H, W)$ 。RS 函数的计算公式如下:

$$M^{(out)} = \text{MMUL}(M^{(in)}, W) \quad (7)$$

### 2.3.2 形态特征提取

对模型中输出的数据进行全局特征的提取, 所得结构如图 6 所示。

首先, 将图片分区, 相互叠加。之后将输出结果做池化处理, 得到不同数量的处理块, 即一个数据块对应

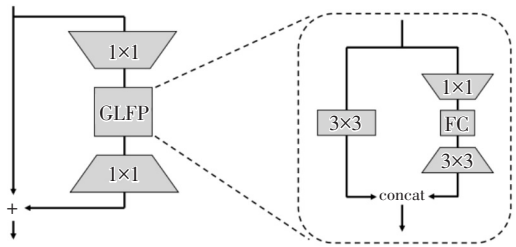


图 6 全局特征提取结构

1 个节点,最后叠加得到全局特征结果。

然后,将全局特征结果进行序列化处理,得到图像中颈部肩部关键特征的位置信息,之后采用卷积函数进行分组卷积与相对特征的合并。卷积处理结构如图 7 所示。

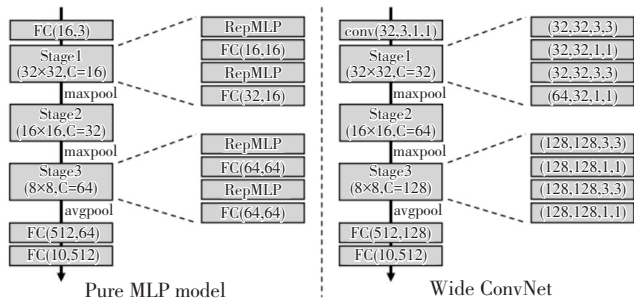


图 7 卷积结构图

最后将不同位置及大小进行统计分析,2 个相同尺度的全连接操作可以直接相加,如果全连接和卷积直接相加,则需要卷积操作,转换为一个等价的全连接。即把卷积核的权重参数,转换为等价的全连接权重参数。计算公式如下:

$$MMUL(M^{(in)}, W(F, p)) = CONY(M^{(in)}, F, p) \quad (8)$$

### 2.3.3 肩颈部分析

肩颈部形态对人体着装效果会造成一定的影响,主要体现在肩颈部的弧度及横剖面。采用 Opti Tex 三维 CAD 软件,对肩部形态进行识别,识别效果如图 8 所示。

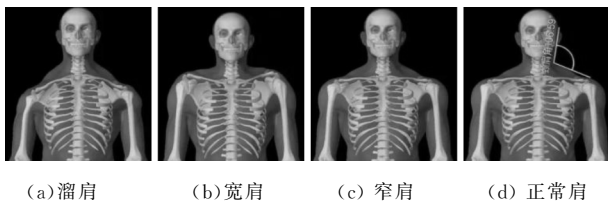


图 8 肩颈部形态识别

人体肩部的肌肉包括上斜方肌、提肩胛肌和菱形肌;人体溜肩即肩胛骨下降的肌肉,即下斜方肌和前锯肌;窄肩肌肉过度缩紧,可能原因是下斜方肌无力和前锯肌无力;窄肩肌肉过度缩紧,可能原因是上斜方肌无力、提肩胛

肌无力和菱形肌无力;所以导致溜肩的肌肉。

基于上述结论,能够完成对溜肩服饰的设计。

### 3 结束语

针对肩部服饰舒适性的问题,提出一种基于 MLP 神经网络的肩部测量与识别算法,完成对第七颈椎点、颈肩点与肩端点的精确测量,分析了不同肩颈部形态对服装领子的影响,进一步揭示了不同肩型对服饰的影响,为优化领型服饰的设计提供了参考。

### 参考文献:

- [1] 杨伟健, 余青山, 张启忠, 等. 一种肩颈部肌电信号识别的智能轮椅控制方法[J]. 上海交通大学学报, 2016, 50(6): 949-956.
- [2] 余青山, 杨伟健, 张启忠, 等. 一种肩颈部肌电信号识别的智能轮椅控制方法[C]//第 25 届中国过程控制会议论文集, 2014: 1508-1518.
- [3] 张金花, 王宏付. 基于三维人体测量的女性肩部研究[J]. 纺织学报, 2011, 32(5): 95-97.
- [4] 贺义军, 石小强, 王宏付. 青年女性肩部弯度特征及对贴体女上装结构影响[J]. 纺织学报, 2016, 37(10): 94-100.
- [5] 王婷, 顾冰菲. 基于二维图像的青年女性颈肩部形态自动识别[J]. 纺织学报, 2020, 41(12): 111-117.
- [6] 马畅, 肖伯祥, 刘正东. 基于线性回归和 MLP 神经网络的女性测量模型[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2022, 42(2): 53-60.
- [7] 金娟凤, 庞程方, 陈伟杰, 等. 青年男性肩点横截面曲线及其体型细分[J]. 纺织学报, 2016, 37(8): 100-106.
- [8] 聂超, 宋智斌, 戴建生. 基于空间混联机构的人体肩部骨骼运动模型[J]. 北京航空航天大学学报, 2018, 44(1): 196-204.
- [9] 张健, 徐凯忆, 赵崧灵, 等. 基于二维照片的青年男性颈肩部形态分类与识别[J]. 纺织学报, 2022, 43(5): 143-149.
- [10] JIANG L, YAO J, LI B, et al. Automatic body feature extraction from front and side images[J]. Journal of Software Engineering & Applications, 2012, 5(12): 94-100.
- [11] 马黎. 基于图像的非接触式人体测量算法的研究与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2017: 36-47.
- [12] 张莉, 冯定忠, 李创, 等. 基于运动轨迹误差分析的送料性能评估[J]. 纺织学报, 2012, 33(9): 143-147.
- [13] 林少波, 代素敏, 展敬宇, 等. 基于产业园区安全管控与联动需求的智慧管理系统部署研究[C]//中国电力科学研究院有限公司, 国网电投(北京)科技中心. 全国智能用电工程建设经验交流论文集(2020 年), 2020: 5.

(下转第 57 页)

- [10] 统计宋墓出土的褙子文物[EB/OL]. (2022-06-17). <https://weibo.com/1869328492/4781430804316806>.
- [11] 黄朝晖. 宋代女装褙子的穿着风俗研究[J]. 西部皮革, 2019, 41(15):105.
- [12] 汉服小科普:关于汉服你不得不知道的历史[EB/OL]. (2021-05-03). <https://zhuanlan.zhihu.com/p/369495346>.
- [13] 周平. 唐宋两代女性服饰比较研究[D]. 苏州:苏州大学, 2009.
- [14] 丝绸之路世界遗产. 德安南宋周氏墓[EB/OL]. (2021-08-26). <http://silkroads.org.cn/portal.php?mod=view&aid=49639>.
- [15] 中国丝绸博物馆. 华彩重现:纺织品文物保护修复成果展[EB/OL]. (2022-06-18). [http://chinasilkmuseum.com/zz/info\\_17.aspx?itemid=30682](http://chinasilkmuseum.com/zz/info_17.aspx?itemid=30682).
- [16] 朱玉兰. 宋代演艺服饰女合裆裤结构研究[J]. 天津纺织科技, 2018(3):24-26.
- [17] 中国丝绸博物馆. 丝府宋韵:黄岩南宋赵伯澐墓出土服饰展[EB/OL]. (2017-05-15). [http://chinasilkmuseum.com/yz/info\\_18.aspx?itemid=25797](http://chinasilkmuseum.com/yz/info_18.aspx?itemid=25797).
- [18] 宋 广袖袍/大袖衫[EB/OL]. (2019-03-20). <https://weibo.com/7030335367/4351842047900734>.

## Research on the Shape and 3D Dressing Restoration of Song Dynasty Female Beizi

WU Yu, YIN Ling\*

(School of Textile Garment and Design, Changshu Institute of Technology, Suzhou 215500, China)

**Abstract:** Beizi, is the typical representative of Song dynasty clothing. The shape of female Beizi was analyzed, based on which the whole inside to outside layers of wear were restored through digital virtual simulation technology, so as to understand the female Beizi and the overall wear more intuitively and from multiple perspectives. The purpose is to protect and inherit the outstanding Chinese traditional culture, and provide new ideas and ways for the development and innovation of traditional costume culture.

**Key words:** Song dynasty costume; structure; digital restoration technology; traditional culture preservation

(上接第 34 页)

## Research on Shoulder Recognition of Northern Women Based on MLP Neural Network

JIN Dan

(School of Clothing, Shenyang Light Industry Art School, Shenyang 110031, China)

**Abstract:** For the identification and measurement of shoulder endpoint, an algorithm based on MLP convolutional neural network was proposed. The MLP neural network was used to measure the seventh cervical vertebra point, neck shoulder point and shoulder end point, and determine the length of total shoulder width and front shoulder width. On this basis, normal shoulder, shoulder slip and shrug can be judged. Then, according to different shoulder types, corresponding shoulder costumes were provided to realize the identification and measurement of shoulders. Through the accurate measurement and standard deviation calculation of the shoulder, the good usability of the algorithm was determined, which provided reference for the production of shoulder clothing.

**Key words:** neural network; neck and shoulder recognition; simulation experiment