

文章编号: 1671-0444 (2018)05-0724-10

女装廓形精细化分类与智能识别

傅白璐^a, 李峻^b, 刘晓刚^a

(东华大学 a. 服装与艺术设计学院; b. 上海国际时尚创意学院 上海 200051)

摘要: 对六大女装基础廓形(A形、H形、T形、O形、X形和S形)进行精细化分类和定义,并根据该分类对女装廓形进行智能识别。智能女装廓形识别的实现需从女装廓形基础数据库中调用基础尺寸数据,根据数据的不同组合将常见女装分成6种着装情况,通过计算服装各个主要部位之间的角度来反映服装的廓形曲线,用不同的角度区间来匹配对应不同的廓形分类,最终对女装廓形进行识别。将该方法应用于女装秀场图片中的廓形分析后,发现其具有较高的准确性,能为女装廓形趋势走向的智能识别与分析提供相关参考依据。

关键词: 女装;廓形;精细化分类;智能识别

中图分类号: TS 391.2 文献标志码: A

Refined Classification and Intelligent Identification of Women's Clothing Silhouette

FU Bailu^a, LI Jun^b, LIU Xiaogang^a

(a. Fashion & Art Design Institute; b. Shanghai International College of Fashion and Innovation, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: The refined classification and defining of six basic women's clothing silhouettes (A-line, H-line, T-line, O-line, X-line, and S-line) have been performed. And intelligent identification of the silhouette has been done based on the classification. The silhouette identification further classified the common women's clothing into six dressing situations following different data combinations. Then the clothing outline curves were captured by the angles among the characterizing body points. The six basic silhouette types were defined for all the six dressing situations considering different ranges of the calculated angles. Finally, the proposed methodology was implemented to identify the women's clothing silhouettes from the shows of various international brands. The result proves the accuracy of the proposed classification and identification. In addition, the proposed methodology provides some convincing references for the trend prediction of women's clothing silhouettes.

Key words: women's clothing; silhouette; refined classification; intelligent identification

服装款式作为服装设计的3要素之一,在服装设计中具有至关重要的作用。款式设计构成了服装

收稿日期: 2017-06-24

基金项目: 上海高校知识服务平台资助项目(ZX201311000031);上海张江国家自主创新示范区专项发展资金重大资助项目(ZX201405000012)

作者简介: 傅白璐(1987—),女,浙江杭州人,博士研究生,研究方向为服装流行趋势,E-mail: fubailu@163.com

李峻(联系人),男,副教授,E-mail: legend@dhu.edu.cn

的基本造型,其中包含对服装内、外轮廓的总体造型设计。外轮廓(silhouette)是指服装整体外部造型的剪影,其决定了服装的整体效果,能够充分反映服装演变的流行趋势及特征^[1]。服装廓形的设计将直接影响到服装风格的体现,对服装整体视觉效果而言是非常重要的,因此对其进行研究是十分必要的。此外,服装设计受设计师个人的审美判断因素影响较大,因而高效的设计工作、准确推广和传承具有一定的难度。但在信息化的今天,服装设计不仅依靠设计师个人,还可以通过更好地利用现有的信息数据资源让服装设计用数据“说话”。查阅大量文献后发现,服装设计的数字化研究大多集中在服装色彩的量化研究^[2-3],而对服装廓形的研究相对较少。陶晨等^[4]启发性地提出了一种量化和识别服装廓形的方法,即提取用来判断廓形的尺寸数据。不足之处在于该方法整体较为粗略,无法准确测量特殊情况(例如人体四肢有裸露肌肤、四肢与身体之间有空隙、服装外轮廓线有“突变”等)下的服装廓形,且测量数据并未完全用于廓形识别,可能导致廓形判断的误差较大。此外,不少图像识别领域的学者提出了一系列服装的识别与检测方法^[5-7],然而这些方法仅涉及到服装轮廓的提取,并未进一步对服装廓形进行扩展。

服装廓形“字母型”分类法是较为常用的一种分类方法,其中,A形、H形、T形、O形和X形是最为基础的5种廓形。在实际应用中,字母分类法也慢慢延伸出了5种基础廓形外的字母形式,如S形、Y形、I形、U形、V形等^[8-9]。本文主要研究A形、H形、T形、O形、X形这5种最为常见的廓形以及S形共6种基础廓形(如图1所示)。



图1 本文所研究的基础廓形示意图

Fig. 1 Sketch maps of womenswear silhouettes in this study

本研究采用图割技术提取静态图像中的着装女性廓形图,智能提取女装廓形的尺寸数据并构建相关数据库。着重对6种廓形(A形、H形、T形、O形、X形和S形)进行了数字化定义,并将常见的女装分成6种着装情况,分别对其进行精细化廓形分类,并运用计算机在女装廓形尺寸的基础上对廓形进行分类识别。本文提供了女装廓形相关尺寸测量

方法、流程以及女装廓形量化识别的方法,便于服装设计师了解女装廓形的趋势并从中获取设计灵感。

1 构建智能女装廓形尺寸数据库

智能女装廓形尺寸数据库的主要构建流程:

(1)确定基础女性人体比例,用于寻找各个主要测量部位的位置;(2)将人体部位对应到提取出的服装上,定位服装廓形上相应的测量点并进行测量;(3)测量结果抽样校对;(4)测量数据分类入库。本文所有试验内容均通过Matlab平台实现。

1.1 女性人体比例确定

服装廓形会受到人体几个基本支撑关键点的影响,这几个主要部位包括肩、腰、臀和摆^[10]。因此,服装廓形研究需要先确定着装人体的体型尺寸数据。本文将提取典型欧美女性模特的身体比例及尺寸,并将其作为对照标准。试验选取10位仅着内衣的欧美女性模特(来自Victoria's Secret秀场模特),最终测量计算获得基本人体数据,包括身高(h_0)、肩腰距离(h_{sw0})、胸腰距离(h_{bw0})、腰臀距离(h_{wh0})、臀膝距离(h_{hk0})、肩宽(W_{s0})、胸宽(W_{b0})、腰宽(W_{w0})、臀宽(W_{h0})、膝盖宽(W_{k0}),测量示意图如图2所示。

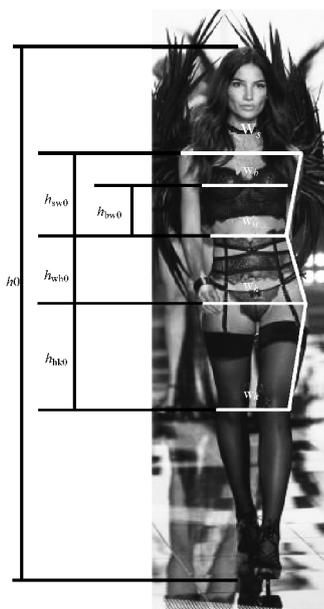


图2 人体尺寸测量部位图解

ig. 2 Illustration of the body dimensions measurement parts

1.2 女装轮廓定位及测量

首先,测量实际模特身高(h),将分割后的模特图像纵向划分为180等分后进行逐行扫描并测量水平位置宽度。然后,根据基础模特人体的比例,记录

目标图像对应主要部位水平线上服装宽度的相关数值,包括肩宽(W_s)、腰宽(W_w)、臀宽(W_h)、膝盖宽(W_k)。此外,若测试位置为肤色区域,则需越过肤色区域继续往内搜索服装外轮廓,最终测量非肤色区域,即服装区域的对应部位宽度。

1.3 非连续服装的廓形采集

由于受服装袖子、下摆等部件的影响,连续相邻的测量位置会发生数值上的突变,本文将这种情况定义为服装廓形的“非连续点(discontinuous point)”。为了更为准确地识别廓形,必须先行判别服装廓形的连续性。因此,本文在记录固定位置的服装廓形尺寸数据外,还需判断各个水平线之间的区域是否存在非连续点。当非连续点发生在不同部位之间时,计算机则需额外记录非连续位置的水平数值 W_{dc-sw} 、 W_{dc-wh} 、 W_{dc-hk} ;当计算机检测到两个及其以上非连续部位时(相对较为罕见),本文中不提供廓形判断。

1.4 测量结果抽检校对

此环节主要校对模特在展示服装时的特殊造型所导致的误差,例如,分割后的模特因手上持有道具而造成的不对称情况、无法检测到皮肤、模特姿势不是完全正面、模特头部造型比较夸张等,针对这些少数特殊情况需要手动设置测量点,运用计算机进行数据测量与入库。

1.5 数据采集入库

针对每个源于着装人体图像数据库的数据,本文提出的廓形识别算法优先判断2个关键点:是否为抹胸造型(是:记录100;否:记录0)、下摆是否过膝(是:记录0;过大腿中点:记录100;齐臀:记录200);同时记录8个测量点,即身高(h)、肩宽(W_s)或者胸宽(W_b)、腰宽(W_w)、臀宽(W_h)、膝宽(W_k)或者大腿中点宽(W_t)、肩腰处非连续值(W_{dc-sw})、腰臀处非连续值(W_{dc-wh})、臀膝处非连续值(W_{dc-hk}),其中后3项需根据判定规则进行判断,若有非连续点则记录相应数值,没有则缺省。

2 女装廓形智能识别

2.1 女装廓形判断标准

为了更为直观地表现女性人体廓形的凹凸曲线,本文在女装廓形尺寸数据库基础上进一步进行计算,用两个部位之间连线的斜率来体现人体体型(如图3所示),分别获得肩腰差斜率(θ_{sw})、胸腰差斜率(θ_{bw})、腰臀差斜率(θ_{wh})、臀膝差斜率(θ_{hk} 或 θ_{ht})。

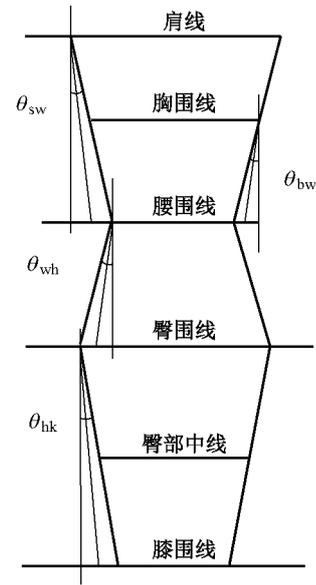


图3 基础人体体型表示方式图解

Fig. 3 Illustration of the basic body sharp representation

本文取相邻部位连线角度进行对比,其计算式如式(1)所示。

$$\theta_{ij} = \arctan[(W_j - W_i)/h_{ij}] \quad (1)$$

式中: $ij = \{sw, bw, wh, hk, ht\}$ 。当计算机检测到服装廓形存在非连续点时,需对以上公式进行调整。

当非连续点发生在肩腰之间,计算机需额外记录非连续处外侧轮廓的水平数值 W_{dc-sw} (如图4(a)所示,即肩部和腰部之间水平距离最大的 c, d 两点间距离)。由于非连续点发生的位置不定,本文设定将非连续发生位置最宽处下移至腰部 $c'd'$ 处,相应公式如式(2)所示,其他算法不变。

$$\theta_{sw} = \arctan[(W_{dc-sw} - W_s)/h_{sw}] \quad (2)$$

当非连续点发生在腰臀之间,计算机则需额外记录非连续处内侧轮廓的水平数值 W_{dc-wh} (如图4(b)所示,即腰部和臀部之间水平宽度发生突变处的内部 c, d 两点间水平距离)。本文将非连续发生位置上移至臀部 $c'd'$ 处,相应公式如式(3)所示,其他算法不变。

$$\theta_{wh} = \arctan[(W_h - W_{dc-wh})/h_{wh}] \quad (3)$$

当非连续点发生在臀膝之间,计算机则需额外记录非连续处内侧轮廓的水平数值 W_{dc-hk} (如图4(c)所示,即臀部和膝盖之间水平宽度发生突变处的内部 c, d 两点水平距离间距离)。本文将非连续发生位置上移至臀部 $c'd'$ 处,相应计算式如式(4)所示,其他算法不变。

$$\theta_{hk} = \arctan[(W_k - W_{dc,hk})/h_{hk}] \quad (4)$$

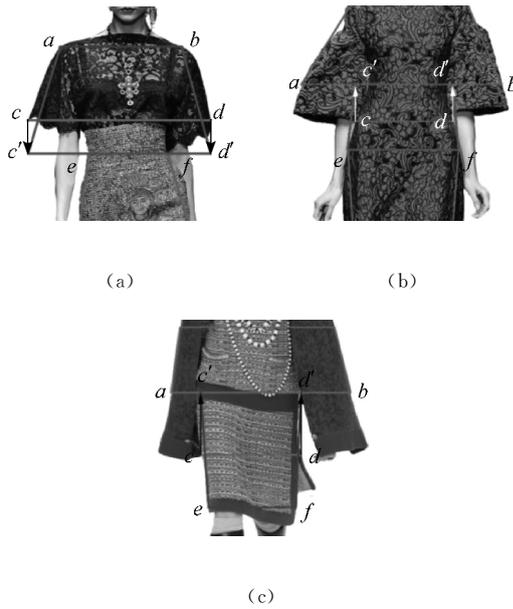


图 4 非连续点情况下各个部位之间角度计算调整
Fig. 4 Adjustment of the discontinuous point position when calculating the slopes

根据上文中参照人体的相关数值作为基础人体数据,标准肩腰之间角度 $\theta_{sw0} = -0.207 \text{ rad}$ 、胸腰之间角度 $\theta_{bw0} = -0.109 \text{ rad}$ 、腰臀之间角度 $\theta_{wh0} = 0.217 \text{ rad}$ 、臀膝之间角度 $\theta_{hk0} = \theta_{ht0} = -0.210 \text{ rad}$ 。根据服装廓形特征将构成服装廓形的 3 个角度 (θ_{sw0} 或 θ_{bw0} 、 θ_{wh0} 、 θ_{hk0} 或 θ_{ht0}) 分成数个区间,计算其角度正切值,通过不同的组合方式判断服装廓形。以肩腰连线角度为例,当 $\theta_{sw} \approx \theta_{sw0} = -0.207 \text{ rad}$ 时,表明服装廓形肩部与腰部形成的角度与人体自身曲线相吻合;当 $\theta_{sw} = 0 \text{ rad}$ 时表明服装肩与腰同宽。故可将肩腰连线角度分为 3 个区间,但由于本文研究的是服装在人体穿着状态下的立体廓形判断,而非服装平面廓形,因此选取 θ_{sw0} 的 $\pm 50\%$ 作为区间缓冲量。区间划分如

下,并分别对各个区域命名,便于后续表述。

$$\theta_{sw} = \begin{cases} (-\infty, 3/2\theta_{sw0}] & \text{sw1} \\ (3/2\theta_{sw0}, 1/2\theta_{sw0}) & \text{sw2} \\ [1/2\theta_{sw0}, -1/2\theta_{sw0}) & \text{sw3} \\ [-1/2\theta_{sw0}, +\infty) & \text{sw4} \end{cases}$$

同理可获得如下其余 4 个角度区间分割公式,其中,由于下摆收紧程度对廓形的分类判断影响不大,故臀膝连线角度可分为 3 个区间。

$$\theta_{bw} = \begin{cases} (-\infty, 3/2\theta_{bw0}] & \text{bw1} \\ (3/2\theta_{bw0}, 1/2\theta_{bw0}) & \text{bw2} \\ [1/2\theta_{bw0}, -1/2\theta_{bw0}) & \text{bw3} \\ [-1/2\theta_{bw0}, +\infty) & \text{bw4} \end{cases}$$

$$\theta_{wh} = \begin{cases} (-\infty, -1/2\theta_{wh0}] & \text{wh1} \\ (-1/2\theta_{wh0}, 1/2\theta_{wh0}] & \text{wh2} \\ (1/2\theta_{wh0}, 3/2\theta_{wh0}] & \text{wh3} \\ (3/2\theta_{wh0}, +\infty) & \text{wh4} \end{cases}$$

$$\theta_{hk} = \begin{cases} (-\infty, 1/2\theta_{hk0}] & \text{hk1} \\ (1/2\theta_{hk0}, -1/2\theta_{hk0}) & \text{hk2} \\ [-1/2\theta_{hk0}, +\infty) & \text{hk3} \end{cases}$$

$$\theta_{ht} = \begin{cases} (-\infty, 1/2\theta_{ht0}] & \text{ht1} \\ (1/2\theta_{ht0}, -1/2\theta_{ht0}) & \text{ht2} \\ [-1/2\theta_{ht0}, +\infty) & \text{ht3} \end{cases}$$

针对一件女装共可能出现 22 种测量结果,这些结果可以分为 6 大类,即有腿部造型且服装廓形连续、齐臀且服装廓形连续、有腿部造型且肩腰之间存在非连续点、有腿部造型且腰臀之间存在非连续点、有腿部造型且臀膝之间存在非连续点、齐臀且存在非连续点,具体的测量数据如表 1 所示。计算机将针对以下 6 大类数据分类,结合不同的判断准分别进行相应的廓形判断。

表 1 6 类女装廓形的组合情况

Table 1 Six situations of the women's clothing silhouette

	h	W_s	W_w	W_h	W_k	抹胸	W_b	过膝	W_t	W_{dc-sw}	W_{dc-wh}	W_{dc-hk}
情况 I	h	W_s	W_w	W_h	W_k	0		0				
	h		W_w	W_h	W_k	100	W_b	0				
	h	W_s	W_w	W_h		0		100	W_t			
	h		W_w	W_h		100	W_b	100	W_t			
情况 II	h	W_s	W_w	W_h		0		200				
	h		W_w	W_h		100	W_b	200				

(续 表)

	h	W_s	W_w	W_h	W_k	抹胸	W_b	过膝	W_t	W_{dc-sw}	W_{dc-wh}	W_{dc-hk}
情况 III	h	W_s	W_w	W_h	W_k	0		0		W_{dc-sw}		
	h		W_w	W_h	W_k	100	W_b	0		W_{dc-sw}		
	h	W_s	W_w	W_h		0		100	W_t	W_{dc-sw}		
	h		W_w	W_h		100	W_b	100	W_t	W_{dc-sw}		
情况 IV	h	W_s	W_w	W_h	W_k	0		0			W_{dc-wh}	
	h		W_w	W_h	W_k	100	W_b	0			W_{dc-wh}	
	h	W_s	W_w	W_h		0		100	W_t		W_{dc-wh}	
	h		W_w	W_h		100	W_b	100	W_t		W_{dc-wh}	
情况 V	h	W_s	W_w	W_h	W_k	0		0				W_{dc-hk}
	h		W_w	W_h	W_k	100	W_b	0				W_{dc-hk}
	h	W_s	W_w	W_h		0		100	W_t			W_{dc-hk}
	h		W_w	W_h		100	W_b	100	W_t			W_{dc-hk}
情况 VI	h	W_s	W_w	W_h		0		200		W_{dc-sw}		
	h		W_w	W_h		100	W_b	200		W_{dc-sw}		
	h	W_s	W_w	W_h		0		200			W_{dc-wh}	
	h		W_w	W_h		100	W_b	200			W_{dc-wh}	

针对 6 大数据类型,结合 6 种服装廓形的特征,对服装廓形进行分类,并将输入计算机进行智能判断廓形。服装廓形判断规则如下所述。

(1) 情况 I: 有腿部造型且服装廓形连续。该情况主要针对服装有腿部造型且基本连续的服装廓

形,通过肩腰、腰臀、臀膝 3 部分的不同廓型角度可以有 48 种不同的廓形组合效果,结合上文中提到的 6 大廓形的基本特征,将不同的廓形进行分析归类,如表 2 所示,其对应的廓形示意图如图 5 所示。

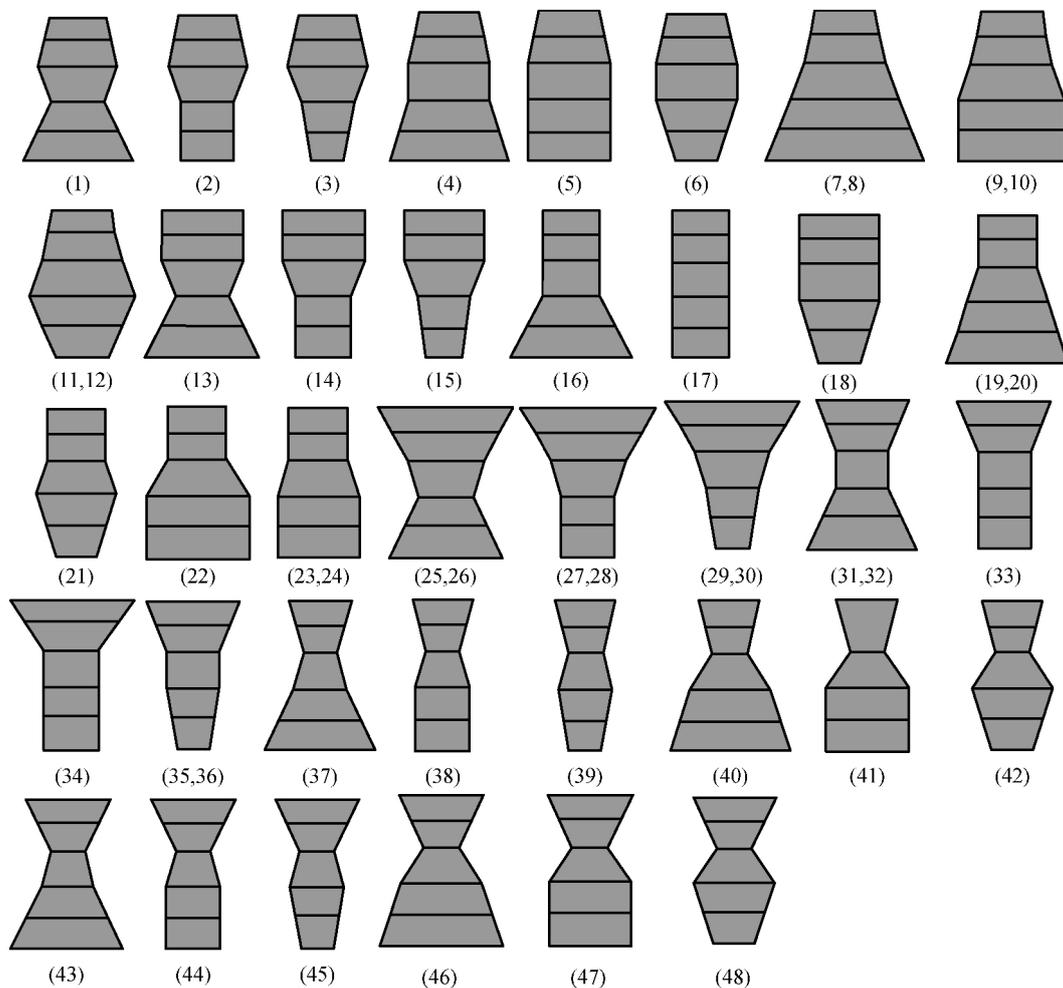


图 5 示意图: 情况 I-有腿部造型且服装廓形连续

Fig. 5 Sketches for the clothing situation I -continuous with bottom designs

表 2 斜率组合表: 情况 I -有腿部造型且服装廓形连续

Table 2 Slope combinations of the clothing situation I - continuous with bottom designs

	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)
A 形	(4)	4	2	3	(7)	4	3	3	(8)	4	4	3
	(9)	4	3	2	(10)	4	4	2	(16)	3	2	3
	(19)	3	3	3	(20)	3	4	3	(22)	3	4	2
	(37)	2	3	3	(40)	2	4	3				
H 形	(5)	4	2	2	(14)	3	1	2	(17)	3	2	2
	(18)	3	2	1	(21)	3	3	2	(33)	2	2	2
O 形	(2)	4	1	2	(3)	4	1	1	(6)	4	2	1
	(11)	4	3	1	(12)	4	4	1				
T 形	(15)	3	1	1	(27)	2	1	2	(28)	1	1	2
	(29)	2	1	1	(30)	1	1	1	(34)	1	2	2
	(35)	2	2	1	(36)	1	2	1	(44)	1	3	2
	(45)	1	3	1								
X 形	(25)	2	1	3	(25)	1	1	3	(31)	2	2	3
	(32)	1	2	3	(43)	1	3	3	(46)	1	4	3
	(47)	1	4	2								
S 形	(1)	4	1	3	(13)	3	1	3	(23)	3	3	1
	(24)	3	4	1	(38)	2	3	2	(39)	2	3	1
	(41)	2	4	2	(42)	2	4	1	(48)	1	4	1

(2) 情况 II: 齐臀且服装廓形连续。该情况主要针对服装齐臀且基本连续的服装廓形,通过肩腰和腰臀两部分的廓型角度可以有 16 种不同的

廓形组合效果,分析归类后的廓形分类如表 3 所示,其对应的廓形示意图如图 6 所示。

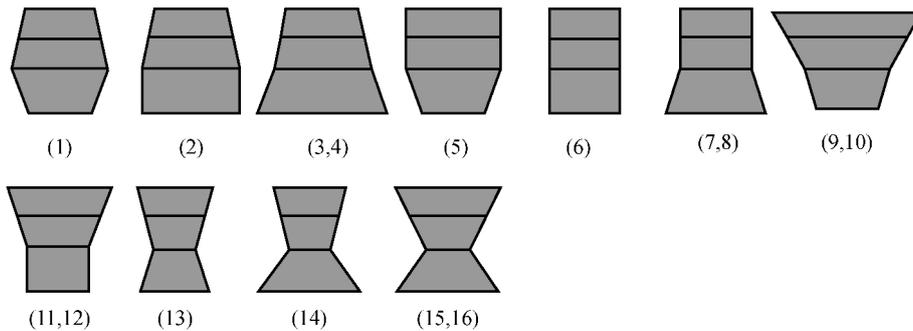


图 6 示意图: 情况 II -齐臀且服装廓形连续

Fig. 6 Sketches for the clothing situation II - continuous and bottomless

表 3 斜率组合表: 情况 II -齐臀且服装廓形连续

Table 3 Slope combinations of the clothing situation II - continuous and bottomless

	示意图	sw (bw)	wh	示意图	sw (bw)	wh	示意图	sw (bw)	wh
A 形	(2)	4	2	(3)	4	3	(4)	4	4
	(7)	3	3	(8)	3	4			
H 形	(6)	3	2						
O 形	(1)	4	1						
T 形	(5)	3	1	(9)	2	1	(10)	1	1
	(11)	2	2	(12)	1	2			
X 形	(14)	2	4	(15)	1	3	(16)	1	4
S 形	(13)	2	3						

(3) 情况 III: 有腿部造型且肩腰之间存在非连

续点。该情况主要针对服装有腿部造型且在肩腰

之间存在非连续点的服装廓形,在考虑非连续点的情况下,同样可以有 48 种不同的廓形组合效果,廓

形分类如表 4 所示,其对应的廓形示意图如图 7 所示。

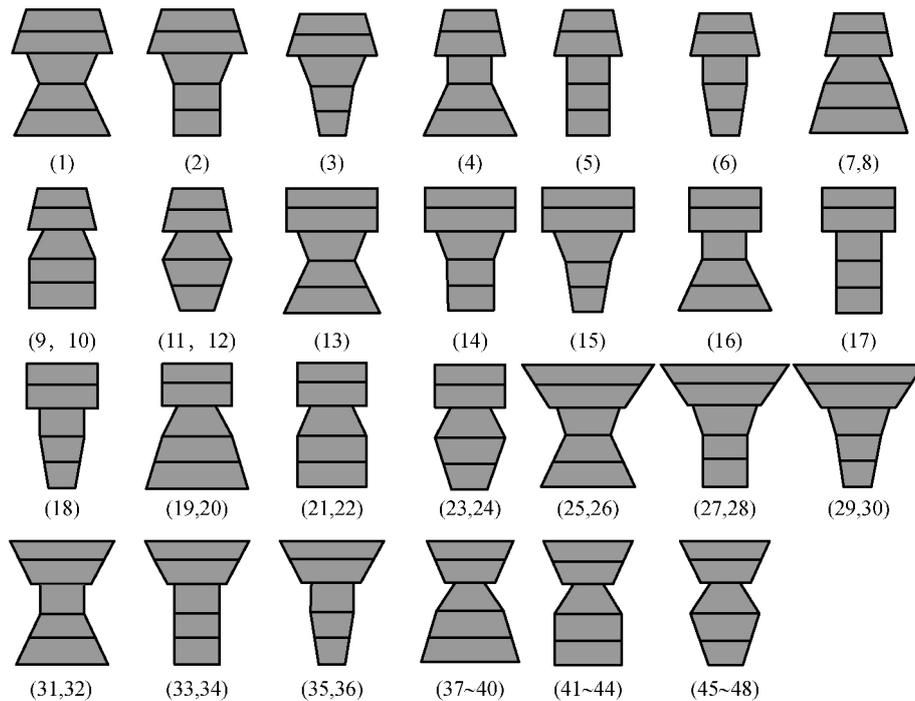


图 7 示意图: 情况 III 和 IV - 有腿部造型且肩腰/腰臀之间存在非连续点

Fig. 7 Sketches for the clothing situation III and IV - with bottom designs and discontinuous points between shoulder and waist and between waist and hip

表 4 斜率组合表: 情况 III - 有腿部造型且肩腰之间存在非连续点

Table 4 Slope combinations of the clothing situation III - with bottom designs and discontinuous points between shoulder and waist

	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)
A 形	(4)	4	2	3	(7)	4	3	3	(8)	4	4	3
	(19)	3	3	3	(20)	3	4	3				
	(2)	4	1	2	(3)	4	1	1	(5)	4	2	2
	(6)	4	2	1	(9)	4	3	2	(10)	4	4	2
T 形	(11)	4	3	1	(12)	4	4	1	(14)	3	1	2
	(15)	3	1	1	(17)	3	2	2	(18)	3	2	1
	(27)	2	1	2	(28)	1	1	2	(29)	2	1	1
	(30)	1	1	1	(33)	2	2	2	(34)	1	2	2
	(35)	2	2	1	(36)	1	2	1	(41)	2	3	2
	(42)	1	3	2	(43)	2	4	2	(44)	1	4	2
	(45)	2	3	1	(46)	1	3	1	(47)	2	4	1
	(48)	1	4	1								
X 形	(13)	3	1	3	(16)	3	2	3	(25)	2	1	3
	(26)	1	1	3	(31)	2	2	3	(32)	1	2	3
	(37)	2	3	3	(38)	2	4	3	(39)	1	3	3
	(40)	1	4	3								
S 形	(1)	4	1	3	(21)	3	3	2	(22)	3	4	2
	(23)	3	3	1	(24)	3	4	1				

(4) 情况 IV: 有腿部造型且腰臀之间存在非连续点。该情况主要针对服装有腿部造型且在腰臀之间存在非连续点的服装廓形。情况 IV 与情况 III 的廓

形示意图类似,如图 7 所示。但是由于两种情况的测量点及计算方法不同,故其分类方法也有所不同,如表 5 所示。

表 5 斜率组合表: 情况Ⅳ-有腿部造型且腰臀之间存在非连续点

Table 5 Slope combinations of the clothing situation Ⅳ -with bottom designs and discontinuous points between waist and hip

	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)
A 形	(1)	4	1	3	(2)	4	1	2	(3)	4	1	1
	(4)	4	2	3	(5)	4	2	2	(6)	4	2	1
	(7)	4	3	3	(8)	4	4	3	(9)	4	3	2
	(10)	4	4	2	(11)	4	3	1	(12)	4	4	1
H 形	(13)	3	1	3	(14)	3	1	2	(15)	3	1	1
	(16)	3	2	3	(17)	3	2	2	(18)	3	2	1
	(19)	3	3	3	(20)	3	4	3	(21)	3	3	2
	(22)	3	4	2	(23)	3	3	1	(24)	3	4	1
T 形	(27)	2	1	2	(28)	1	1	2	(29)	2	1	1
	(30)	1	1	1	(33)	2	2	2	(34)	1	2	2
	(35)	2	2	1	(36)	1	2	1	(41)	2	3	2
	(42)	2	4	2	(43)	1	3	2	(44)	1	4	2
X 形	(45)	2	3	1	(46)	2	4	1	(47)	1	3	1
	(48)	1	4	1								
	(25)	2	1	3	(26)	1	1	3	(31)	2	2	3
	(32)	1	2	3	(37)	2	3	3	(38)	2	4	3
	(39)	1	3	3	(40)	1	4	3				

(5) 情况Ⅴ: 有腿部造型且臀膝之间存在非连续点。该情况主要针对服装有腿部造型且在臀膝之间存在非连续点的服装廓形,在考虑非连续点的

情况下,同样可以有 48 种不同的廓形组合效果,廓形分类如表 6 所示,其对应的廓形示意图如图 8 所示。

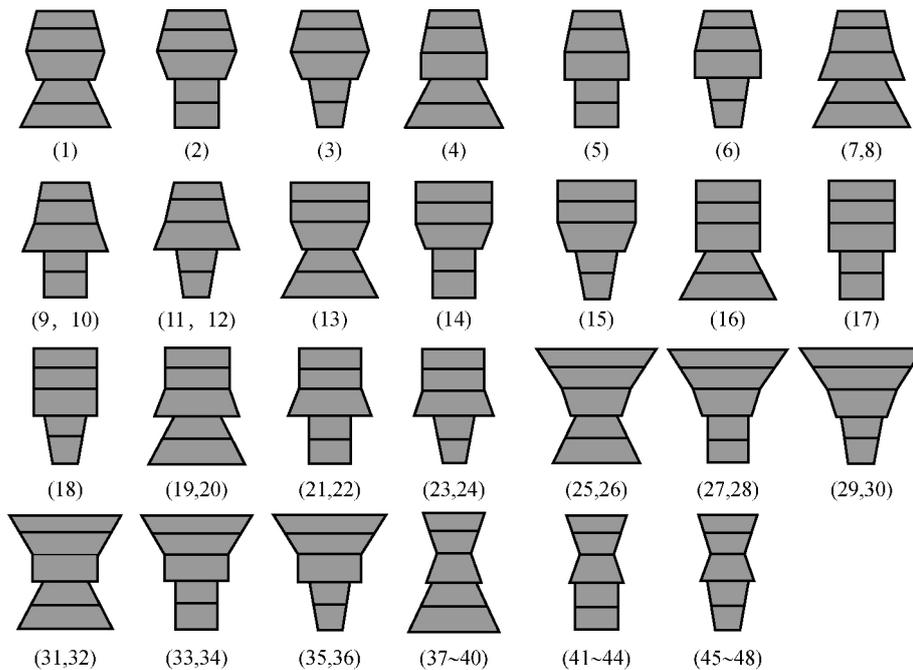


图 8 示意图: 情况Ⅴ-有腿部造型且臀膝之间存在非连续点

Fig. 8 Sketches for the situation Ⅴ -with bottom designs and the discontinuous points between hip and knees

表 6 斜率组合表: 情况 V-有腿部造型且臀膝之间存在非连续点

Table 6 Slope combinations of the clothing situation V -with bottom designs and the discontinuous points between hip and knees

	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)	示意图	sw (bw)	wh	hk (ht)
A 形	(4)	4	2	3	(5)	4	2	2	(6)	4	2	1
	(7)	4	3	3	(8)	4	4	3	(9)	4	3	2
	(13)	4	4	2	(14)	4	3	1	(12)	4	4	1
	(19)	3	3	3	(20)	3	4	3	(21)	3	3	2
	(22)	3	4	2	(23)	3	3	1	(24)	3	4	1
H 形	(16)	3	2	3	(17)	3	2	2				
O 形	(1)	4	1	3	(2)	4	1	2	(3)	4	1	1
	(11)	3	1	2	(15)	3	1	1	(18)	3	2	1
T 形	(27)	2	1	2	(28)	1	1	2	(29)	2	1	1
	(30)	1	1	1	(33)	2	2	2	(34)	1	2	2
	(35)	2	2	1	(36)	1	2	1				
	(10)	3	1	3	(25)	2	1	3	(26)	1	1	3
X 形	(31)	2	2	3	(32)	1	2	3	(37)	2	3	3
	(38)	2	4	3	(39)	1	3	3	(40)	1	4	3
	(41)	2	3	2	(42)	2	4	2	(43)	1	3	2
	(44)	1	4	2	(45)	2	3	1	(46)	2	4	1
	(47)	1	3	1	(48)	1	4	1				

(6) 情况 VI: 齐臀且存在非连续点。该情况主要针对服装只有上半身服装且在肩腰或腰臀之间存在非连续点的服装廓形,在考虑非连续点的情况下,

可以有 16 种不同的廓形组合效果,廓形分类如表 7 所示,其对应的廓形示意图如图 9 所示。

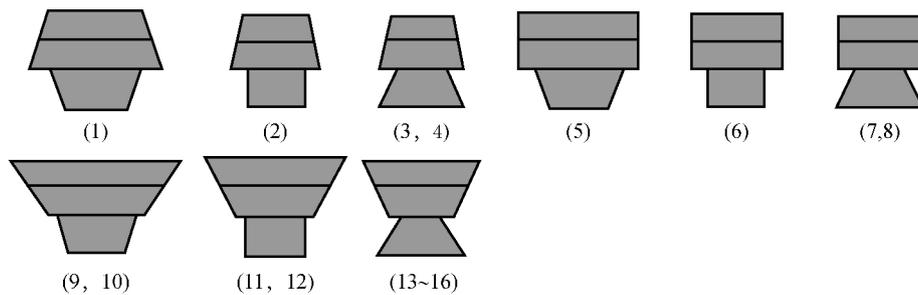


图 9 示意图: 情况 VI-齐臀且存在非连续点

Fig. 9 Sketches for the clothing situation VI - bottomless and with a discontinuous point

表 7 斜率组合表: 情况 VI-齐臀且存在非连续点情况下的女装廓形组合

Table 7 Slope combinations of the clothing situation VI - bottomless and with a discontinuous point elsewhere

	示意图	sw (bw)	wh	示意图	sw (bw)	wh	示意图	sw (bw)	wh
A 形	(2)	4	2	(3)	4	3	(4)	4	4
	(7)	3	3	(8)	3	4			
O 形	(1)	4	1						
T 形	(5)	3	1	(6)	3	2	(9)	2	1
	(10)	1	1	(11)	2	2	(12)	1	2
X 形	(13)	2	3	(14)	2	4	(15)	1	3
	(16)	1	4						

2.2 女装廓形智能识别及应用

女装廓形智能识别首先需要从已构建的智能女装廓形尺寸数据库中调用相关测量数据,根据不同的数据类型将服装划分至不同的情况分组中,计算机通过各种情况对应的数据计算方式和廓形判断规则,自动对输入服装的廓形进行判断,其流程如图 10 所示。这里以 6 张分割后的女装秀场静态图为例(如图 11 所示),计算机进行相关尺寸测量并按规则智能判断廓形,其测量及廓形识别结果如表 8 所示。

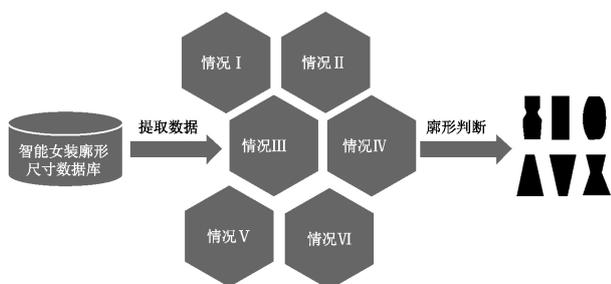


图 10 女装廓形智能识别流程图

Fig. 10 Flowchart of the women's clothing silhouette identification

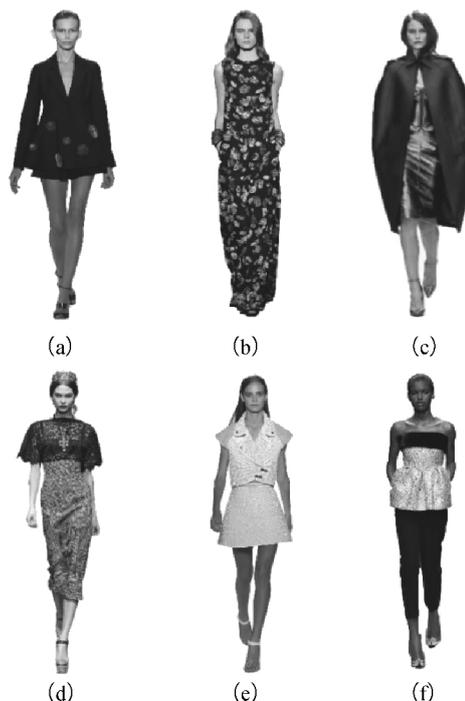


图 11 女装廓形智能识别案例图

Fig. 11 Examples of the women's clothing silhouette identification

表 8 案例图片廓形尺寸测量及智能识别结果

Table 8 Example models' clothing silhouette dimensions and identification

	h	W_s	W_w	W_h	W_k	抹胸	W_b	过膝	W_t	W_{dc-sw}	W_{dc-wh}	W_{dc-hk}	情况	示意图	廓形
(a)	496.1	102.0	136.1	164.4		0		200					II	(4)	A
(b)	490.4	82.2	79.4	93.4	96.4	0		0					I	(21)	H
(c)	490.4	99.2	155.9	155.9	116.2	0		0					I	(6)	O
(d)	493.2	96.4	56.7	79.4	53.9	0		0		133.2			III	(12)	T
(e)	425.2	99.2	62.4	87.9		0		100	104.9				I	(46)	X
(f)	473.4		62.4	99.2	79.4	100	79.4	0					I	(48)	S

本文共选取 15 个国际一线女装品牌 2012 年秋冬到 2017 年春夏 10 季产品的高级成衣 (Haute Ready-to-wear) 系列,每个品牌每季利用计算机随机选取 30 套服装,共 4 500 张静态秀场图片作为研究对象。这些品牌分别为: BALENCIAGA、BALMAIN、BURBERRY PRORSUM、CHANEL、CHLOÉ、CHRISTIAN DIOR、DOLCE & GABBANA、FENDI、GIORGIO ARMANI、GUCCI、HERMÈS、LANVIN、LOUIS VUITTON、PRADA、VALENTINO。其中,1 500 张图片用于生成算法并检验其准确性,3 000 张图片用于女装廓形识别试验结果准确率校对。为了验证该方法的准确性,本文引入专业的服装设计研究人员对试验服装的廓形进行人工标记,以用于试验结果对照,最终本文方法判断准确率为 93.33%,证明具有较好的准确率。

3 结 语

本文创新性地针对女装六大基本廓形进行了数字化定义和分类,基于女装廓形尺寸对廓形进行智能化识别。对于女装廓形尺寸的提取,利用人体分割技术确定人体影响服装廓形的关键部位,准确地找到服装廓形上对应的测量点进行数据提取。本文研究提供的女装廓形智能识别算法具有较高的准确率与可靠度,相对于以往的廓形研究有了显著的突破和改进。在大数据与计算机高度发达的背景下,为女装廓形的未来设计提供了有力的数字化参考依据。在后续研究中可以继续在本文的研究基础上针对识别的廓形进行女装廓形趋势预测。

(下转第 761 页)

- 25(5): 58-60.
- [9] 宋晓霞,冯勋伟. 服装压力与人体舒适性之关系[J]. 纺织学报, 2006,27(3): 103-105.
- [10] 闵悦. 人体舒适度与服装压力间关系的探讨[J]. 天津纺织科技,2014(4): 19-20.
- [11] 于晓坤,李昕. 基于松弛强力的文胸肩带压力回归分析[J]. 东华大学学报(自然科学版),2013,39(5): 622-627.
- [12] 王丽卓,陈东生. 女性文胸服装压感舒适性的研究[J]. 纺织学报,2008, 29(4): 134-138.
- [13] 梁素贞. 女大学生牛仔裤腰部压力舒适性[J]. 东华大学学报(自然科学版),2013,39(2): 191-195.
- [14] 宋晓霞,董宝云,冯勋伟. 瑜伽服上衣压力客观测量与分析[J]. 东华大学学报(自然科学版),2010,36(5): 506-511.
- [15] 宋晓霞,董宝云,冯勋伟. 针织运动上衣结构和面料变化对服装压力的影响[J]. 东华大学学报(自然科学版),2011,37(2): 170-176.
- [16] 周晴,徐军. 运动内衣穿着压力舒适的主观评定[J]. 纺织学报, 2004, 25(6): 63-64.
- [17] HINTON G, DENG L, YU D, et al. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2012, 29(6): 82-97.
- [18] DAHL E G, YU D, DENG L, et al. Context-dependent pre-trained deep neural networks for large-vocabulary speech recognition[J]. IEEE Transactions on Audio Speech and Language Processing, 2011, 20(1): 30-42.
- [19] ELMAN L J. Finding structure in time[J]. Cognitive Science 1990, 14(2): 179-211.
- [20] CHO K, MERRIENBOER B V, GULCEHRE C, et al. Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translation[C]// Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing 2014. 2014: 1724-1734.
- [21] CHUNG J, GULCEHRE C, CHO K, et al. Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling. arXiv preprint arXiv: 1412.3555, 2014.
- [22] HUANG G B, ZHU Q Y, SIEW C K. Extreme learning machine: a new learning scheme of feedforward neural networks[C]// IEEE International Joint Conference on Neural Networks 2004. 2005: 985-990.
- [23] HUANG G B, ZHU Q Y, SIEW C K. Extreme learning machine: Theory and applications[J]. Neurocomputing, 2006, 70(1/2/3): 489-501.

(责任编辑:郭小敏)

(上接第 733 页)

参 考 文 献

- [1] 李春晓,蔡凌霄著. 时尚设计·服装[M]. 广西: 广西美术出版社,2006: 8-11
- [2] YU Y, HUI C L, CHOI T M. An empirical study of intelligent expert systems on forecasting of fashion color trend[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(4): 4383-4389.
- [3] HUI C, LAU T, NG S, et al. Learning-based fuzzy colour prediction system for more effective apparel design [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2005, 17(5): 335-348.
- [4] 陶晨,段亚峰,印梅芬. 服装廓形的识别与量化[J]. 纺织学报, 2015,36(5): 79-82.
- [5] HU Z, YAN H, LIN X. Clothing segmentation using foreground and background estimation based on the constrained delaunay triangulation[J]. Pattern Recognition, 2008, 41(5): 1581-1592.
- [6] 魏芬,刘建平,徐松松,等. 基于多特征值的服装检测与识别算法[J]. 实验室研究与探索,2016,35(5): 118-122.
- [7] 安立新. 服装款式图提取及其模式识别的研究[D]. 上海: 东华大学服装与艺术设计学院,2015.
- [8] 陈旭. 服装设计[M]. 湖北: 湖北美术出版社. 2001: 23-29
- [9] 刘晓刚. 女装设计[M]. 上海: 东华大学出版社. 2010: 46-47
- [10] 刘晓刚,崔玉梅. 基础服装设计[M]. 上海: 东华大学出版社, 2008: 134-140

(责任编辑:杜 佳)