

基于可变模板的纬编针织物仿真研究

李童,柯薇,胡灏东,邓中民

(武汉纺织大学 省部共建纺织新材料与先进加工技术国家重点实验室,湖北 武汉 430200)

摘要:为了真实模拟纬编针织物的织物结构样式,利用计算机图像处理技术对纬编针织物进行仿真。首先利用相对全变分模型对花型图案轮廓结构提取,去除花型纹理部分;然后对提取部分进行颜色聚类,达到织物可织造性;最后将聚类好的图片划分为指定模板大小的若干个固定像素的单元网格,通过对每个像素网格的模拟,接着一次遍历整个图像,最终可得到一个完整的花型模拟图案。文章通过对大量样本图案进行模拟试验,验证此方法可以很好地仿真出纬编针织物的花型效果。

关键词:织物模拟;花型拾取;颜色聚类;模板法

中图分类号:TS 186.2

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2024)06-0018-05

Simulation of Weft Knitted Fabric Based on Variable Template

Li Tong, Ke Wei, Hu Haodong, Deng Zhongmin

(State Key Laboratory of New Textile Materials and Advanced Processing Technology, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200, China)

Abstract: In order to simulate the fabric structure of weft knitted fabric, this paper used computer image processing technology to identify and simulate the pattern of weft knitted fabric. Firstly, the relative total variation model was used to extract the contour structure of the pattern, and the texture part of the pattern was removed. Then the color clustering of the extracted parts was carried out to achieve the knittability of the fabric. Finally, the clustered images were divided into several fixed pixel cell grids of the specified template size, and a complete pattern simulation pattern can be obtained by simulating each pixel grid and then traversing the whole image at one time. In this paper, the simulation experiments on a large number of samples show that this method can simulate the pattern effect of weft knitted fabric well.

Key words: Fabric Simulation; Pattern Picking; Color Clustering; Template Method

随着针织技术的发展,针织物计算机模拟仿真的研究在产品的设计、工业设备等领域的应用逐渐成为热点^[1],这些方式不仅可以快速且直观地展示各种织物结构,而且可以很好地控制生产成本,避免生产厂家采用多次试织小样来观察织物外观方法所带来的耗时、耗力问题。目前,众多学者提出的各种方法都是建立在 Peirce 线圈模型

和 NURBS 样条曲线的基础上;史晓丽等^[2]以 Peirce 线圈模型为基础,引入圆柱为线圈,在针编弧、沉降弧部分及弧线段与直线段交接部分用球体近似,最终使仿真效果改善。沙莎等^[3]对弹簧-质点模型进行改进,结合 NURBS 曲线对织物模拟,但此方法仅限于单色纱线织物,无法应用到色纱织物模拟中。蒙冉菊等^[4]利用 NURBS 曲线建立

纬编线圈模型,该方法通过测量实际织物位置点,利用点坐标构建曲线方程,但受测量数据影响,使三维线圈形态存在误差。宋炎锋等^[5]结合圆形纬编针织机和织物特性,及 NURBS 曲面性质对织物进行网格划分,在单元网格内建立线圈模型。另也有学者提出基于图像处理技术的织物模拟,Adanur et al^[6]通过对采集到的大量纱线图片对比,

基金项目:湖北省技术创新专项(2019AAA005)。

作者简介:李童(1997—),男,硕士研究生。主要从事计算机在纺织中的应用研究。

通讯作者:邓中民(1963—),男,二级教授,博士。E-mail:hzcad.deng@foxmail.com。

获得最优纱线参数应用到纱线模型中,实现纱线三维模拟,但采集过程和计算过程过于复杂。

为了解决上述方法中计算过程复杂、模拟受单色纱线限制缺陷,更快速模拟织物外观,本文提出一种基于可变模板织物花型的模拟方法,提高设计人员的工作效率和设计精度,方法流程如图1所示。

1 织物花型轮廓提取

花型图片可分为纹理细节、主结构信息,该图片I表示见式(1)。

$$I=S+T \quad (1)$$

式中:I表示整个图像;S表示图片主结构部分;T表示图片纹理部分。

主结构和纹理示意图如图2所示。图2a所圈为主结构S,图2b所圈为纹理T,包含除字母图案以外的背景纹理1、字母表面纹理2、黄色斑点纹理3。

对于主结构和纹理分割,全变分(TV)模型使图像I和主结构S相似来分割掉纹理T,全变分模型见式(2)。

式中: p 为灰度图的像素索引; λ 为正则化参数; I_p 为输入图像; S_p 为输出主结构图像,使得输入和输出的图像不会出现较大幅度的偏离; $\sum_p |(\nabla S)_p|$ 是全变分正则约束项,当纹理尺度较小时,表现为一般噪声时,全变分模型可以有效去除图像噪声,而当纹理尺度较大时,表现噪声过大,处理效果较差,为了解决这个问题,进一步突出主结构和纹理的差别,改进全变分正则约束项得到相对全变分模型(RTV),见式(3)。

式中: ε 是一个大于0的常数,保证式中分母部分不为0; D 为窗口全变分; L 为窗口固有变分^[7-8]。根据迭代使用相对全变分模型对主结构轮廓提取结果如图3所示,图3b

使用1次RTV去除图2b中纹理1,但是未去除纹理2、3,图3c使用2次RTV去除图2b中纹理1、2,但是未去除纹理3,图3d中使用4次RTV去除图2b中纹理1、2、3,达到了纹理消除和主结构提取的目的。

2 织物花型图案色彩聚类

相对全变分模型所处理后结果图,很好分割出主结构,但图像中色彩信息繁多,使模拟过程繁杂,本文引入K-means图像聚类算法,将图片色彩信息聚类到最能表

现主结构轮廓色彩图片。

K-means图像聚类算法原理为:一个RGB图像,每个像素点都对应[R,G,B]三个属性,把像素值接近的点聚类划分为一个簇,在这个簇中像素值相差不大。具体K-means聚类算法步骤如下^[9-10]。

a. 从需要聚类的图像中选取 k 个RGB分量为聚类中心。

b. 计算图像中剩下的像素点和选取分量像素点的欧式距离,并分配给与其最相似的类别索引中。色彩欧式距离见式(4)。

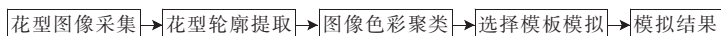


图1 模拟方法流程图

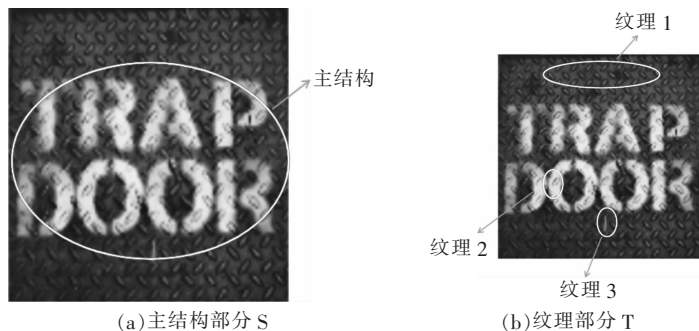


图2 主结构和纹理示意图

$$\arg \min_s \sum_p \left\{ \frac{1}{2\lambda} (S_p - I_p)^2 + |(\nabla S)_p| \right\} \quad (2)$$

$$\arg \min_s \sum_p \left\{ (S_p - I_p)^2 + \lambda \left(\frac{Dx(p)}{Lx(p) + \varepsilon} + \frac{Dy(p)}{Ly(p) + \varepsilon} \right) \right\} \quad (3)$$



图3 迭代使用相对全变分模型结果

$$D=\sqrt{(R-R')+(G-G')+(B-B')} \quad (4)$$

式中: R' 、 G' 、 B' 为选取的 RGB 分量; R 、 G 、 B 为剩下像素点 RGB 值。

c. 计算每一类中所有像素颜色的均值作为新的聚类中心。

d. 重复 b、c 两个步骤,直到各个聚类不再发生变化为止。

利用 K-means 算法对花型轮廓提取完成后的图片聚类及其色彩信息,经过设置不同 k 值后的聚类可得到如图 4 所示的聚类效果。图 4c 中聚类 5 次较图 4b 中聚类 10 次的效果而言,花型效果清晰,但还是有很多接近背景的颜色影响到花型整体效果,而图 4d 中聚类 2 次后图片较图 4b、图 4c 花型清晰,色彩效果明显,很好解决了轮廓提取后色彩种类繁多而影响到织物模拟和可织造性的问题。

3 可变模板织物外观模拟

纬编针织面料是用纬编机编织而成,将纱线从纬向送入针织机工作织针,使纱线依次弯曲成圆形,相互串套形成圆筒形或平面针织物,纬编针织物密度是影响布面效果重要因素,所以本文运用不同模板来模拟不同织物密度的仿真效果。如图 5 所示为不同密度的纬编针织物放大图。对于密度较大的纬编针织物模拟,如图 6 所示。

由图 5 可知,每个图片都由若干个方框中内容组成,方框内容看成一个 $m \times n$ 像素网格单元,则整幅图像就由若干个单元网格组成,而每一个像素网格单元由两部分组成,分别为织物纱线形状和颜色网格单元和纱线明暗度系数网格单元,两者结合达真实织物模拟效果。

3.1 密度较大纬编针织物模拟

图 6a 为图 4 中密度较大纬编针织物线圈形状特性所建立网格单元模板,但由于运用此模板在遍历整幅图片模拟过程中计算繁杂,



图 4 设置不同 k 值的图像聚类效果

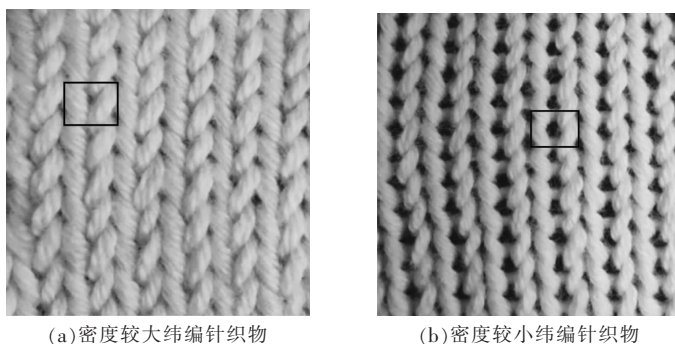


图 5 不同密度纬编针织物放大图

2										2
2	2								2	2
2	2	2						2	2	2
2	2	2	2	2	2		2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		1	1	1	1	1	1	1		
			1	1	1	1	1			
				1	1	1				
					1					

(a) 织物纱线形状和颜色网格单元模板

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

(b) 改进后网格单元模板

图 6 密度较大织物纱线形状和颜色网格单元

所以将其调整为图 6b 样式单元模板,数字 1 表示为此网格单元上方网格单元颜色,数字 2 表示此网格

单元下方网格单元颜色,以此来保证每一个线圈颜色相同。织物明暗系数网格单元如图 7 所示。



(a)线圈放大图

0.70	0.80	0.85	1.00	0.95	0.79	0.95	1.00	0.85	0.80	0.68
0.80	0.60	0.85	1.00	0.85	0.79	0.85	1.00	0.85	0.60	0.80
0.85	0.75	0.75	1.00	0.80	0.70	0.80	1.00	0.85	0.75	0.85
0.75	0.80	0.59	0.90	0.80	0.74	0.80	0.90	0.59	0.80	0.70
0.70	0.90	0.90	0.61	0.75	0.55	0.75	0.55	0.90	0.90	0.70
0.75	0.95	1.00	0.89	0.75	0.55	0.70	0.89	1.00	0.95	0.75
0.80	0.90	1.00	0.95	0.61	0.55	0.60	0.95	1.00	0.90	0.80
0.78	0.70	0.90	1.00	0.90	0.56	0.80	1.00	0.90	0.70	0.50

(b)明暗度系数网格单元

图7 织物线圈放大图及明暗系数网络单元

由图7a中线圈放大图结合图6中网格单元,生产图7b中明暗度系数网格单元,其中数字为网格单元在HSV颜色空间下V值,V表示颜色明暗程度,取值范围[0,1],在此范围内,数值越大代表颜色越亮,明度为0表示纯黑色,此时颜色最暗。通过对V值修改以展现图7a中实际纬编针织物中凹凸不平所产生阴影效果。

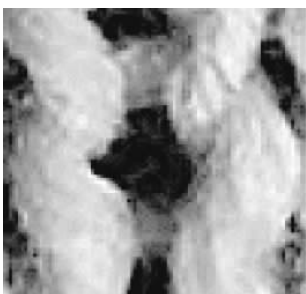
通过上述两种网格单元的结合在图4聚类之后图片的基础上,模拟出如图8所示的效果。



图8 织物模拟结果

3.2 密度较小纬编针织物模拟

同理,对于密度较小的纬编针织物,如图9所示,根据图9a中线圈放大图,建立织物纱线形状和颜色网格单元和纱线明暗度系数网格单元。图9b及图9c中数字1表示此网格单元上方网格单元颜色,数字2表示此网格单元下方网格单元颜色,数字0表示线圈之间空隙。通过上述两种网格单元结合在图3聚类之后图片基础上,模拟出如图10所示的织物效果。



(a)线圈放大图

0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0
0	0	2	2	1	2	2	2	1	2	2	0	0
0	0	2	2	1	1	0	1	1	2	2	0	0
0	2	2	0	1	1	0	1	1	0	2	2	0
0	2	2	0	1	1	0	1	1	0	2	2	0
0	2	2	1	1	1	0	1	1	1	2	2	0
0	1	2	2	1	0	0	0	1	2	2	1	0
1	1	2	2	0	0	0	0	0	2	2	1	1
1	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	1

(b)线圈轮廓网格单元模板

0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1

(c)明暗度系数网格单元

图9 密度较小织物网格单元模板

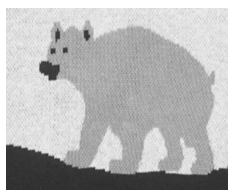
4 结果展示

试验选取3个样本图片分别进行两种密度的模板模拟,结果如图11—图13所示,从这些织物样本测试结果中可以发现,织物模拟

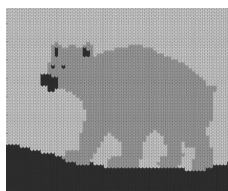


图10 织物模拟结果

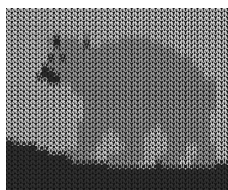
仿真后的效果图与实际织物纹理接近,效果逼真。



(a)样本1



(b)密度较大模板模拟效果



(c)密度较小模板模拟效果

图11 样本模拟结果1

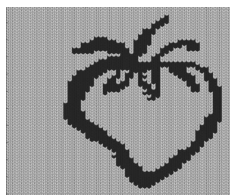
5 结束语

本文利用计算机图像处理技术对纬编针织物实现模拟仿真。首先利用相对全变分模型,区分花型图案中花型主结构和纹理之间视觉差异,将纹理部分去除;然后对主结构部分色彩信息进行聚类,提高其织造可行性;再将聚类后图片划分为多个特定比例像素网格单元,通过对每个网格单元模拟之后,达到整个花型图案模拟;最后选取多个样本对程序算法测试,从结果可以得出,模拟出织物和实际对比,在视觉效果上一致,方法可行。

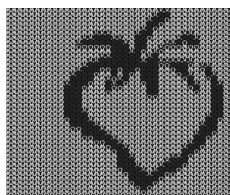
本文主要研究如何利用一种



(a)样本 2



(b)密度较大模板模拟效果

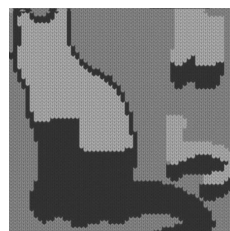


(c)密度较小模板模拟效果

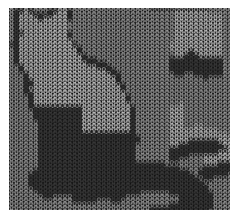
图 12 样本模拟结果 2



(a)样本 3



(b)密度较大模板模拟效果



(c)密度较小模板模拟效果

图 13 样本模拟结果 3

新型的方法实现对纬编针织物的模拟仿真,由于大量对织物模拟的方法较为复杂且效果不佳,而且多数设计图像单一,并不能满足消费者的审美需求。在后期对于图像分

割的问题上,需要进一步提高提取图片花型图案算法的适用性,消除一些由于图片复杂的问题而产生诸多噪声因素对花型图案提取过程的影响。

参考文献

- [1]龙海如,瞿静,刘凤.纬编成形技术与产品发展趋势[J].针织工业,2018(7):1-4.
- [2]史晓丽,耿兆丰.针织三维效果仿真的研究及实现[J].东华大学学报:自然科学版,2003(3):47-50.
- [3]沙莎,蒋高明,张爱军,等.纬编针织物线圈建模与变形三维模拟[J].纺织学报,2017,38(2):177-183.
- [4]蒙冉菊,方园.NURBS样条曲线纬编针织物线圈结构的建模分析[J].浙江理工大学学报,2007(3):219-224.
- [5]宋炎锋,胡旭东,汝欣,等.复杂曲面筒状纬编针织物的建模仿真研究

[J].针织工业,2021(9):1-4.

[6]ADANUR Y M, HADY F. Yarn and fabric design and analysis system in 3D virtual reality[J].National Textile Center Annual Report,2003(1):1-5.

[7]LI XU, YAN Q, XIA Y, et al. Structure extraction from texture via relative total variation[J].ACM Transactions on Graphics(TOG),2012,31(6):1-10.

[8]裴亮,苏成琛,谭海,等.基于相对全变分模型的纹理图像主结构提取方法研究[J].测绘与空间地理信息,2019,42(1):184-187.

[9]韩海.基于K-means算法的RGB图像色彩聚类[J].江汉大学学报:自然科学版,2012,40(5):53-55.

[10]杨配裕.数字图像处理技术对纬编提花针织物花型的识别和意匠图自动生成的研究[D].上海:东华大学,2007.

收稿日期 2023年8月10日

信息直通车

《针织工业》官方微信邀您访问!

《针织工业》微信公众平台是针织行业重要的资讯与技术平台。登录微信加关注,您即可以通过微信与我们进行互动交流,并可以每天获得即时的行业新闻、企业动态、技术知识、经营管理等信息资讯,提前了解每期《针织工业》刊登内容,而且微信平台特别开设印花、圆机、面料、检测等专栏,让您关注一个微信号可知行业技术动态,学习行业知识。

关注方法:微信搜索针织工业官方微信“zzgy1973”或扫描二维码加关注。

关注微信后,本刊作者输入“3”并按提示回复,即可成为微信会员,享有随时查询稿件信息和发表进度,反馈文章信息等权益。普通读者也可申请微信会员,回复“申请+姓名”,并按照回复提示输入信息,即可享有微信会员权益。

