一种改进的基于二重组织织物模拟仿真研究

赵 妍
(福州大学 阳光学院, 福州 350015)

摘 要: 针对传统的织物模拟方法是基于纱线的圆柱形数学模型设计,只是简单地把纱线抽象化,并没有考虑到纱线本身的属性与光照明暗效应,导致模拟出的纱线表面亮度渐变过快,效果生硬不理想,对二重织物真实感的模拟效果不够逼真,提出了一种二维织物模拟的新方法。从二重组织的构成条件出发,导出二重组织的判别条件,并由此建立纬二重组织的数学模型,从而得出二重组织织物的正反面组织图;再结合纱线模型与织物交织模型,实现对二重组织织物的真实感模拟。实验表明,该方法能够实现真实的二维织物模拟,取得不错的效果。

关键词: 二维织物; 织物模拟; 二重组织织物
中图分类号: TP391.9 **文献标志码**: A **文章编号**: 1001-3695(2012)04-1569-03
doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.04.103

Realistic simulation of weft backed fabric

ZHAO Yan
(*Sunshine College*, *Fuzhou University*, *Fuzhou* 350015, *China*)

Abstract: Traditional fabric simulation method, is based on the mathematical model of the yarn cylindrical, is simple abstraction of the yarn, and it doesn't take into account the properties of the yarn and light and shade. It will lead to sharp gradient of the simulative surface brightness and unsatisfactory simulation result of the weft backed fabric. In order to solve this problem, this paper put forward a new 2D fabric simulation method. From the structure of the weft backed fabric, the method derived the criterion and established the mathematical model of the weft backed fabric. Combined the yarn model and weft backed fabric model to realize the realistic simulation. The simulation effects show that the method is feasible.

Key words: 2D fabric; simulation fabric; weft backed fabric

计算机模拟技术在不同的产业得到广泛应用。针织品设计和生产的精确性标准也越来越高,对针织品设计与生产的计算机图像处理技术提出了新的要求。针织品计算机模拟技术可以使针织物的设计和生产过程更加便捷、高效。利用针织品计算机模拟技术可以显示和打印设计品,简化设计流程,节省设计成本,缩短设计周期,提高了设计品的市场竞争能力[1,2]。在模拟程序中,设计师能够使用任意色彩在横向和纵向的纱线上最大限度地阐述设计师的创意,只需要用计算机模拟程序展示设计作品,不需要制作成品,就能够看到设计成果[3,4]。

现在国内在针织品模拟研究方面主要针对于单层针织品设计的模型。只是将纱线的构造方法抽象化,没有办法准确描述针织品自身属性和光照条件影响的属性改变。在构建针织品平面模型时,无法准确判断纱线属性,导致两层针织品模拟程序效果不理想[5,6]。为了解决这一问题,提出一种针对两层针织品的计算机模拟方法,取得了很好的效果[7~10]。

1 织物计算机模拟原理

在计算机模拟织物技术中,能够影响模拟效果的因素有用来组成针织品的纱线外观、纱线纺织过程中的交叉方式、纱线间的合并和分割等。这些因素对针织品模拟结果起着至关重要的作用。下面阐述详细过程:

a)光照模拟。针织品的色彩受到光源和所处环境反射光综合作用影响,光照强度描述如下:

$$I = k_a I_a + \frac{I_l}{d+k}(k_d \cos\theta + k_s \cos^n \alpha) \tag{1}$$

其中:k_a 是针织品环境反射光的系数,并且符合条件 $0 \leqslant k_a \leqslant 1$;$I_a$ 是环境反射光强度;d 是光源与针织品间距离的极小值;k 是常数。

b)纱线模拟。用计算机模拟纱线过程中,假设 a 点是亮度极大值,用 L_0 表示,将其投影到模拟图像中。纱线上任何一个点 I 的亮度都可以用 L_i 表示,投影到模拟图像所在面中的横坐标是 X_i。那么点 I 的位置用(X_i, Y_i)表示,同时符合下面的表达式:

$$\frac{X_i^2}{a^2} + \frac{Y_i^2}{b^2} = 1$$

其中:

$$Y_i = b\frac{L_i}{L_0} \tag{2}$$

所以,依据式(2)能够获取针织品纱线上任何一个点 I 投影到模拟图像所在面后的亮度值:

$$L_i = L_0 \times \sqrt{1 - \frac{X_i^{\ 2}}{a^2}} \tag{3}$$

假设已经确定了纱线的色彩,则可以获取纱线色彩向量值。根据真彩色与 HLS 色彩变换方法,将用真彩色方式表示的纱线色彩变换到 HLS 色彩方式表示的纱线色彩。根据光照

收稿日期: 2011-09-03; **修回日期**: 2011-10-10
作者简介: 赵妍(1980-),女,黑龙江拜泉人,讲师,硕士,主要研究方向为软件工程(z_yanlz@163.com).

模块和纱线模块能够获取纱线上任何一点的光照亮度值,从而将纱线用计算机模拟真实地表现出来。

根据上面阐述的针织品计算机模拟原理能够得知:这种模拟方式对单层的针织品模拟非常真实,但在模拟两层或者多层针织品时就会有很多缺陷。比如模拟两层针织品时,因为两层针织品的组成复杂,受到光源的干扰较多,所以利用式(1)获取的光照模块不能准确地描述针织品光照情况。为了避免上述情况,本文使用了数学模型模拟针织品的交叉过程,获取了真实度较高的两层针织品模拟方法[11,12]。

2 二重织物计算机模拟

2.1 纬二重组织结构分析

两层的针织纺织方式比一层的针织纺织方式更为繁杂,因为两层的针织纺织方式纵向和横向使用纱线的数量不能保持一致,而且还包含了外侧和内侧两层针织物。根据两层针织方式,构造两层针织方式的数学模型,将其与纱线模型和针织品交叉模型相整合,建立的模型可以真实反映两层针织方式的针织过程。比如实践中用两层的针织方式制作领带,从纵向看,根据两层针织方式的识别标准,可以获取其数学模型,最终获取正面和反面的针织方式图例。将获取的结果与纱线模型和针织物交叉方式模型进行信息整合,能够真实地模拟两层针织方式。

纵向两层针织方式纵向纱线的数目是 2,横向纱线数目是 1。将外侧的纵向与横向纱线交叉纺织,可以得到针织物的正面,将内侧的纵向与横向纱线交叉纺织,可以得到针织物的反面,纵向纱线在这个交叉纺织的过程里不断重叠。纵向两层针织方式中纵向的密度大于横向的密度,得到的针织物正面比反面外侧更加整齐均匀。在建立了光照模型后,将其与纱线模型结合来模拟纱线。根据两层针织方式的判定条件可以建立相关的数学模型,并且以此为依据获取两层针织方式的内外两侧的组织图示。

在两层的针织方式中,需要符合一定的条件才可以构造两层针织方式。如果想得到内外两侧都比较整齐均匀的针织物,则需要符合下面的标准:

a)外侧的纵向纱线与横向纱线交叉纺织,内侧的纵向纱线与横向纱线交叉纺织,两者的组织点应该是相同的。利用这种方式交叉纺织才有可能获得均匀、整齐的针织物。

b)外侧针织浮点的数目用 N 表示,需要符合标准:$N \geqslant 2$。这是得到均匀整齐的针织物的必要条件。

c)外侧针织全部的纵向纱线数目与内侧针织全部的纵向纱线的数目符合整数倍的条件。

d)内侧和外侧的针织方式是典型的针织方式或者 2/2 方平针织方式,利用这两种方式织出的针织品更加平整。

e)外侧针织方式是纵向,内侧针织方式是横向的,并且需要符合条件:外侧的纵向纱线数目大于内侧的纵向纱线数目。

f)内侧和外侧针织方式都采用斜向针织,则倾角的方向需要保持一致,同时两者的 2/2 方平针织方式飞数是 1。

在针织的过程中,外侧纵向浮长或者纵向浮点的数目比内侧纵向浮长或者纵向浮点的数目大。根据图 1 可以看出,因为示意图里面的纵向浮点的上侧和下侧都是外侧纵向的浮长,所以重叠后获取了很好的结果,针织物表面只有纵向长浮纱。

利用扫描方式存取算法,将其与纱线的光照模型相结合,确定浮长线的组织因子模型,根据针织物中的凹下/凸起处所展示的光照明暗效果,更加真实地模拟了针织过程。

2.2 纬二重组织数学模型

如果纵向两层针织方式的针织过程中,横向使用的纱线数目是 N_2,纵向使用的纱线数目是 N_1,同时外侧针织物相关情况满足下面的条件:横向纱线数目是 N_{12},纵向纱线数目是 N_{11},飞数是 F_{10};内侧针织物情况满足下面的条件:横向纱线的数目是 N_{22},纵向纱线的数目是 N_{21},飞数是 F_{20}。外侧的纵向纱线数目与内侧的纵向纱线数目的比用 $MD:ND$ 表示;外侧组织点在 $WD_1\%(N_{11},N_{12})$ 中,内侧组织点在 $WD_2\%(N_{21},N_{22})$ 中;纵向两层针织方式的组织点在 $WD\%(N_1,N_2)$ 中。上面所有的数据都是建立两层针织方式的数学模型的基础条件。同时满足下面的条件:

$$WD_1\%(m_{i1},n_{j1})=\begin{cases}0 & \text{外侧纵向组织点}\\ 1 & \text{外侧横向组织点}\end{cases}$$
$$WD_2\%(m_{i2},n_{j2})=\begin{cases}2 & \text{内侧纵向组织点}\\ 3 & \text{内侧横向组织点}\end{cases} \tag{4}$$

其中:$i_1=1,2,\cdots,N_{11}$;$j_1=1,2,\cdots,N_{12}$;$i_2=1,2,\cdots,N_{21}$;$j_2=1,2,\cdots,N_{22}$。

外侧组织点沉浮方式 H_1 是

$$H_1=a_1\times b_1-a_2\times b_2-\cdots-a_n\times b_n$$

内侧组织点沉浮方式 H_2 是

$$H_2=c_1\times d_1-c_2\times d_2-\cdots-c_n\times d_n \tag{5}$$

其中:a、b、c、d 分别代表横向和纵向纱线的浮长,n 代表纵向浮长存在的次数。

根据飞数的符号可以获得以下式子:

$$\begin{cases}F_1=\begin{cases}N_{11}-F_{10} & F_{10}>0\\ F_{10}\times N_{11} & F_{10}<0\end{cases}\\ F_2=\begin{cases}N_{21}-F_{20} & F_{20}>0\\ F_{20}\times N_{21} & F_{20}<0\end{cases}\end{cases} \tag{6}$$

其中:F_1 代表外侧针织物的正飞数,F_2 代表内侧针织物的正飞数。根据上式可以获取下面的结果:

$$\begin{cases}N_{12}\bmod N_{22}=0 \text{ 或 } N_{22}\bmod N_{12}=0\\ N_{11}\bmod N_{21}=0 \text{ 或 } N_{21}\bmod N_{11}=0\end{cases} \tag{7}$$

在纵向两层针织方式的设计中,为了得到内外两侧都整齐均匀的效果,需要对内侧针织中的任何一个点,假设这个点是纵向的组织点,那么与其相邻的外侧纵向组织点与横向组织点不能一致。需要满足下面的条件:

$$\overline{(WD\%(m_i,n_j)=3k\&\&WD_2\%(m_i+1,n_j+1)=1)} \tag{8}$$

其中:$i=1,2,\cdots,N_1$;$j=1,2,\cdots,N_2$。同时需要满足:假设 $i<N_1$ 时,$k=1$;假设 $i=N_1$ 时,$k=1-N_1$。

根据上面的条件式可以获取纵向两层针织方式的判断标准如下,根据这个判断标准使得模拟针织过程的时候更加逼真。

$$WD_{11}\%(m_{i1},n_{j2})p=\begin{cases}WD_1\%(m_{11},n_{12})\\ WD_1\%(m_{11}\times N_{11},n_{12})\\ WD_1\%(m_{11},n_{12}\times N_{12})\\ WD_1\%(m_{11}\times N_{11},n_{12}\times N_{12})\end{cases}$$

$$WD_{22}\%(m_{i1},n_{j2})q=\begin{cases}WD_2\%(m_{21},n_{22})\\WD_2\%(m_{21}\times N_{21},n_{22})\\WD_2\%(m_{21},n_{22}\times N_{22})\\WD_2\%(m_{21}\times N_{21},n_{22}\times N_{22})\end{cases}\tag{9}$$

其中:$p=1,2,\cdots,m,q=1,2,\cdots,n;i=1,2,\cdots,N_1;j=1,2,\cdots,N_2$。

根据上面阐述的方式模拟两层针织方式可以真实地反映获取的效果,得到的模拟针织过程更加逼真。

3　实验结果与仿真

为了验证本文算法的优劣,采用对比的方法对一个二重织物进行计算机模拟。二维织物模拟的直观效果如图 2 所示。

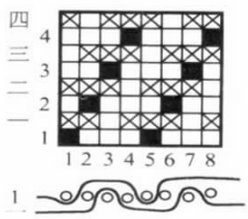

图1　纬二重组织重叠示意图

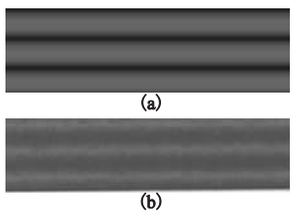

图2　纱线的计算机模拟效果

图 2(a)的图片为本文算法取得的模拟图片,(b)为传统算法取得的图片。通过对比可以看出,本文方法取得的纱线模拟效果更为平滑、真实。对质地和结构更为复杂的纬二维织物的模拟直观效果如图 3 所示。

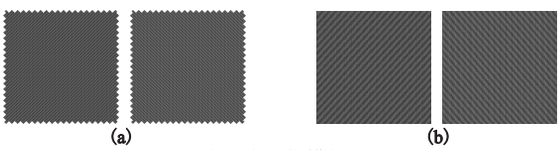

图3　纬二维织物模拟效果图

图 3(a)为本文算法取得的计算机模拟图片,(b)为传统方法取得的二维织物计算机模拟图片。通过直观的观察可以看出,本文取得的图片的像素更加柔和,而传统方法由于没有考虑二维织物的性质,模拟出的效果逼真感不强,因此本文的方法在模拟二维织物的过程中更具优势。

4　结束语

本文以纬二重组织织物花样为例,研究了纬二重组织的计算机模拟。首先建立光照模型,然后结合纱线的椭圆柱状模型来模拟纱线;由二重组织织物的构成条件导出组织不“露底”的判别条件,建立经纬数学模型,并据此绘制出二重组织织物的正反面组织图;最后根据单组织织物的模拟方法,模拟出二重组织织物的正反面效果图。实验结果表明,利用此方法模拟出的二重组织织物效果十分逼真。

参考文献:

[1] JEON B, BAE J, MOON W. Automatic recognition of woven fabric patterns by artificial neural network[J]. Textile Research Journal, 2003,73(7):645-650.

[2] KUO C, SHIH C, LEE J. Automatic recognition of fabric weave pattern by a fuzzy C-means clustering method[J]. Textile Research Journal,2004,74(2):107-111.

[3] 冯结青,彭群生. 基于插值的 Bernstein 多项式复合及曲线曲面应用[J]. 软件学报,2002,13(10):2014-2019.

[4] 鲍春波,王博亮,刘卓,等. 一种用于软组织变形仿真的动态质点弹簧模型[J]. 系统仿真学报,2006,18(4):847-852.

[5] JI Feng. Research on simulation of soft tissue deformation in virtual orthodontics[C]//Proc of the 16th International Conference on Artifical Reality & Telexistence. Washington DC: IEEE Computer Society, 2006:318-322.

[6] 徐乃平. 真实感布仿真中布与刚体的碰撞检测及修正[J]. 软件学报,2001,12(12):1874-1880.

[7] 张建英. 针织物动态模拟方法的研究[D]. 杭州:浙江大学,2004.

[8] 高春波,刘玉树. 碰撞检测技术综述[J]. 计算机工程与应用,2002,38(5):9-11.

[9] 靳碧鹏. 基于物理的计算机实时动画研究[D]. 成都:电子科技大学,2007.

[10] 吴峥,谢叻,马浩博. 虚拟手术实时物体碰撞检测和软组织变形研究[J]. 计算机仿真,2010,27(2):255-259.

[11] 赵伟,谭睿璞,杨秋娜,等. 基于着色算法的并行碰撞检测算法[J]. 计算机应用研究,2009,26(5):1695-1699.

[12] 范昭炜,万华根,高曙明. 基于并行的快速碰撞检测算法[J]. 系统仿真学报,2000,12(5):548-552.

(上接第 1568 页)想的边缘检测结果,为工业机器人抓取目标的准确识别奠定了基础。

参考文献:

[1] 叶冠华. 基于运动模型的红外多目标跟踪[D]. 西安:西安电子科技大学,2006:25-32.

[2] BATERINA A V, OPPUS C. Image edge detection using ant colony optimization[J]. WSEAS Trans on Signal Processing, 2010, 6(2):58-67.

[3] 周洁,蒋晓华. 基于正交 T-Snake 模型的冠状动脉边缘检测[J]. 清华大学学报:自然科学版,2009,49(1):41-44.

[4] 于烨,陆建华,郑君里. 基于 Hermite 插值的彩色图像边缘检测技术[J]. 清华大学学报:自然科学版,2008,48(4):533-557.

[5] DORIGO M. 蚁群优化[M]. 北京:清华大学出版社,2006:64-114.

[6] 梁艳春,吴春国,时小虎,等. 群智能优化算法理论与应用[M]. 北京:科学出版社,2009.

[7] 韩芳,周忠勋,孙毅. 基于改进双种蚁群算法的无功优化研究[J]. 东北电力大学学报,2010,30(4):48-52.

[8] HAN Yan-fang, SHI Peng-pei. An improved ant colony algorithm for fuzzy clustering in image segmentation[J]. Neuro Computing, 2007,70(4/6):665-671.

[9] CHIALVO D R, MILLONASM M. How swarms build cognitive maps[M]//The Biology and Technology of Intelligent Autonomous Agents. Berlin: Springer-Verlag,1995:439-450.

[10] 王磊. 免疫进化计算理论及应用[D]. 西安:西安电子科技大学,2001.

[11] 莫宏伟,王科俊,金鸿章. 计算智能的融合应用研究[J]. 自动化技术及应用,2002,22(5):12-16.

[12] 邓婧,李兴源,魏巍. 基于模糊免疫算法的汽轮发电机组 OPC 控制[J]. 电力系统及其自动化学报,2011,23(3):2-7.