

纬编针织物组织三维仿真系统的设计与实现

李英琳¹, 张灵霞², 谷力伟³, 徐磊¹, 王春霞¹, 朱锦绣¹

(1.天津工业大学 纺织学院, 天津 300387;

2.大连工业大学 艺术与信息工程学院, 辽宁 大连 116100;

3.天津市制造业信息化生产力促进中心, 天津 300192)

摘要:针对目前纬编CAD系统大多采用二维仿真模式,不能体现织物立体效果的问题,本文以Visual C++和OpenGL为开发工具,设计开发了一种新型的纬编针织物组织三维仿真系统。阐述系统总体设计方法,包括框架结构、逻辑模型、开发工具、运行环境等。系统功能模块包括文件模块、视图模块、基本组织仿真模块和花色组织仿真模块等。该系统通过交互式输入花型参数、线圈参数、纱线参数,可以进行主要纬编组织三维仿真设计,还可以对组织进行放缩,并从不同角度观察织物结构;通过将织物仿真图与真实织物进行对比,发现该三维仿真系统的织物仿真效果明显优于二维仿真方式。

关键词:纬编针织物;三维仿真系统;框架结构;功能模块;仿真效果

中图分类号:TS 184.4

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2015)12-0001-05

Design and Implementation of 3D Simulation System of Weft Knitted Fabric Structures

Li Yinglin¹, Zhang Lingxia², Gu Liwei³, Xu Lei¹, Wang Chunxia¹, Zhu Jinxiu¹

(1.School of Textile, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China;

2.College of Arts and Information Engineering, Dalian Polytechnic University, Dalian, Liaoning 116100, China;

3.Tianjin Manufacturing Information Productivity Promotion Center, Tianjin 300192, China)

Abstract:In terms of the problem of the present weft CAD system mostly using the model of two-dimensional simulation, and not achieving the three-dimensional effect of fabric, the paper designs and develops a new type of 3D simulation system of weft knitting fabric structures based on Visual C++ and OpenGL development tools. It expounds the overall design method of system, including system structure, logical model, development tools, runtime environment and so on. It also indicates that the function modules of system includes file module, views module, basic stitch simulation module and fancy stitch simulation module. The results show that the system can realize the major three-dimensional simulation design for weft knitting stitch by inputting pattern parameters, loop parameters and yarn parameters interactively, zoom in the stitch and observe the fabric structure from different angles; the fabric simulation effect of 3D simulation system is better than 2D emulation mode by comparing the real fabric with the fabric simulation diagram.

Key words:Weft Knitted Fabric; 3D Simulation System; Frame Structure; Function Module; Simulation Effect

Computer Aided Design (计算机辅助设计,简称CAD)软件可以自动生成织物的模拟图像,以替代

产品反复试织、打样的过程,提高了针织产品设计效率。但目前这些CAD软件大多采用二维仿真模式,

无法体现织物立体效果。本文针对此问题进行研究,设计开发了纬编针织物组织三维仿真系统。

获奖情况:2014年第四届“中洲杯”全国针织科技大会优秀论文。

软件著作:飞腾纬编针织物三维仿真系统 V1.0(2013SR113948)。

作者简介:李英琳(1967—),男,副教授,博士。主要从事数字化纺织服装技术、智能纺织品与服装的研究与开发。

1 系统总体设计

1.1 系统框架结构

纬编织物三维仿真系统主要由文件、视图、基本组织仿真、花色组织仿真、辅助项等功能模块组成,每个功能模块又包含二级子菜单,方便操作。系统的功能模块框架如图 1 所示。

1.2 系统逻辑模型

系统逻辑模型如图 2 所示。

1.3 开发工具

采用 Visual C++ 和 OpenGL 软件进行系统开发^[1-4]。

1.4 运行环境

系统运行环境为:中文 Microsoft Windows XP 以上, Intel Pentium Daul-Core CPU E5800 @3.2 GHz 3.19 GHz 以上,内存 2 GB 以上,硬盘 30 GB 以上,431.8 mm (17")显示器,屏幕分辨率 1 440×900 像素以上。

2 系统功能模块

2.1 文件模块

为了能够长期使用模块数据,需要将其保存在文件中。文件模块主要用于文件的输入与输出(I/O),包括新建、打开、保存、输出 BMP 文件等。

2.1.1 文件新建

新建文件时需要重新设定织物参数,即通过“新建”对话框,用户可以输入织物组织参数,包括花宽(线圈纵行数)、花高(线圈横列数)、横密和纵密,如图 3 所示。完成参数设定后将其存储在与此相对应的系统变量中,根据组织横密和纵密能够推算出线圈的圈距和圈高。

2.1.2 文件打开与存储

所设计的花型参数以及光照分量等可以长期保存到一个文件中,当需要重新使用时,可以直接调出,而不用再次输入。打开、保

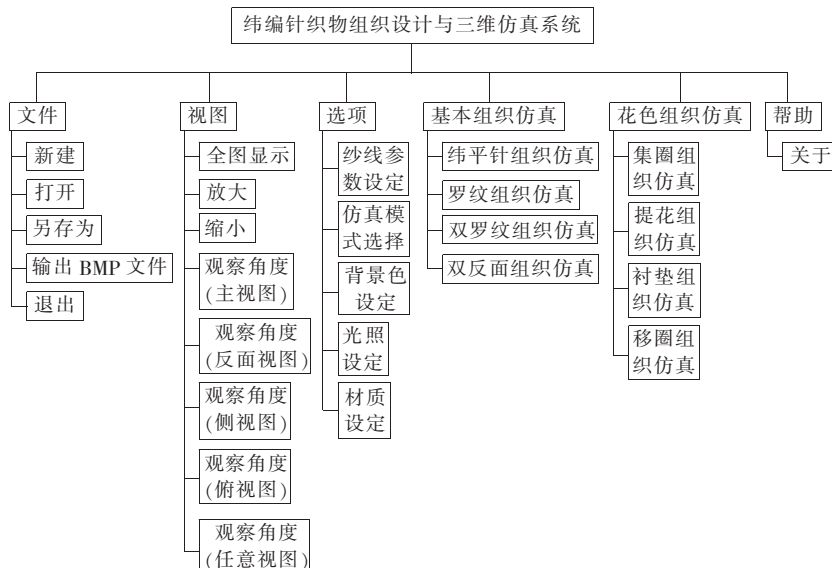


图 1 系统框架结构图

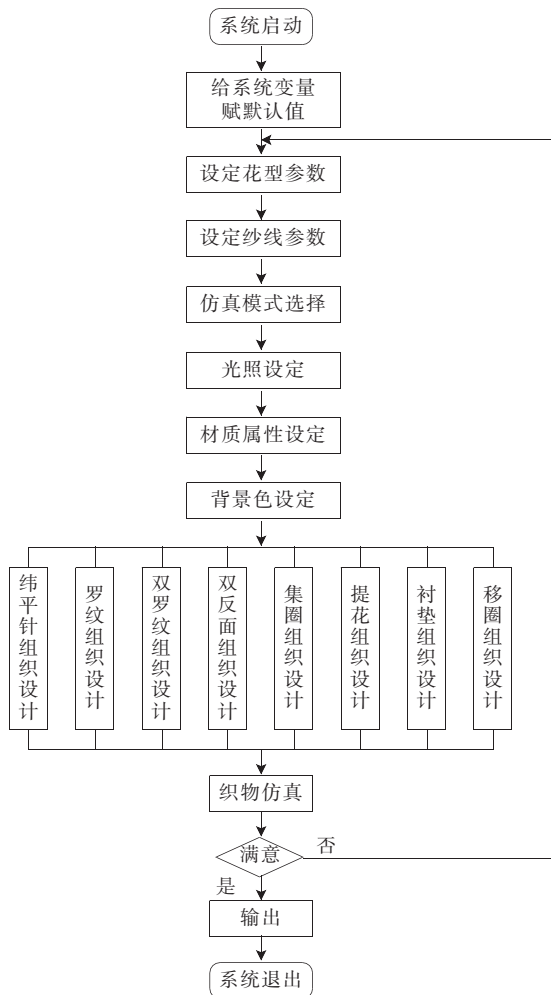


图 2 系统逻辑模型

存、另存花型文件的功能对话框是使用微软基础类库(简称 MFC)提供的 CFileDialog 来实现的,其程序

设计可以使用 C 语言中的文件函数或 MFC 的文件类 CFile、CStdioFile 等或是使用串行化来实现。



图 3 “新建”对话框

该系统的文件功能主要是存储花型的参数,其数据量并不是很大,使用文本格式来存储,是用 CStudioFile 类来实现的。

2.1.3 输出 BMP 文件

为了方便保存织物仿真图,利用 OpenGL 的像素读取功能将仿真效果图输出为 BMP 文件。

2.2 视图模块

视图模块主要是为了方便观察织物仿真图形,其功能包括放大、缩小、全图显示、主视图、侧视图、俯视图、任意角度视图等。一般情况下,视图变换是 CAD 系统设计的难点,但在 OpenGL 下进行坐标系的设定、几何变换都非常方便。这是因为系统使用正交投影函数 Ortho() 建立坐标系,所以观察角度设定可以通过几何旋转变换函数 glRotatef() 来实现,图形的放大、缩小可以使用几何缩放变换函数 glScalef() 来实现。

2.3 选项模块

选项模块包括纱线参数设定、仿真模式选择、背景色设定、光照参数、材质设定等,在进行织物组织仿真前,需要先设定这些参数。

2.3.1 纱线参数设定

纱线设计是织物设计的基础,纱线参数设定功能用于设定纱线的直径、捻向、股数、颜色等参数,如图 4 所示。设定这些值后,赋给系统变量,以便在织物仿真时使用。其中,织物厚度可以根据纱线直径推算出来。

2.3.2 仿真模式选择

仿真模式是指用于线圈和组织仿真的类型和程序实现方法。选



图 4 “纱线参数设定”对话框

择仿真模式后,将其选择结果赋值给系统变量,以便在线圈和组织仿真时确定其仿真方式。仿真模式包括纱线表面光滑效果、捻度效果、毛羽效果和股线效果,示意图如图 5 所示。

2.3.3 背景色设定

背景色设定是指通过设定背景色三原色参数来设定背景的颜色,默认为白色。在 OpenGL 中背景色是通过函数 glClearColor() 来实现的。

2.3.4 光照设定

光照设定包括环境反射光、漫反射光和镜面反射光的强度设定。

2.3.5 材质设定

材质设定包括材料的环境反射光色、漫反射光色和镜面反射光色的反射系数设定。

2.4 基本组织仿真

纬编基本组织模块包括纬平针组织、罗纹组织、双罗纹组织和双反面组织等的仿真,所采用的线圈几何模型见文献[5-8]。

2.4.1 纬平针

纬平针组织比较常见,它是由正常的成圈线圈所形成,在新建对话框中已经输入了花型横列数和纵行数,仿真时不需要输入另外的

组织参数。其仿真图如图 6a 所示。

2.4.2 罗纹组织

罗纹组织是由正面线圈和反面线圈间隔配置的。当输入正面线圈和反面线圈为 2+2 配置时,仿真图如图 6b 所示。

2.4.3 双罗纹组织

双罗纹组织与罗纹组织相同,也需要分别输入正面线圈和反面线圈的纵行数。2+2 双罗纹仿真图如图 6c 所示。

2.4.4 双反面组织

当双反面按正面线圈横列与反面线圈横列 1 隔 1 的方式进行配置时,仿真图如图 6d 所示。

2.5 花色组织仿真

花色组织种类较多,变化复杂,本系统只考虑常用的集圈组织、提花组织、衬垫组织和移圈组织这 4 种组织类型的仿真,所采用的线圈几何模型见文献[5-7,9]。

2.5.1 集圈组织

集圈组织的仿真可以实现单针集圈、多针集圈的设计以及仿真,其操作界面和仿真效果如图 7 所示。

2.5.2 提花组织

提花组织仿真只考虑两色提花的情况,操作界面及仿真效果如图 8 所示。

2.5.3 衬垫组织

衬垫组织设计,操作界面及仿真效果如图 9 所示。

2.5.4 移圈组织

移圈组织设计,操作界面及仿真效果如图 10 所示。

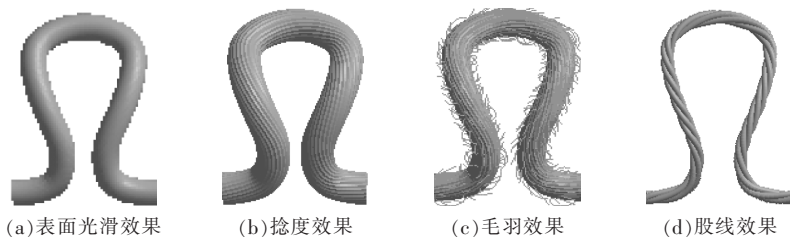


图 5 纱线仿真模式

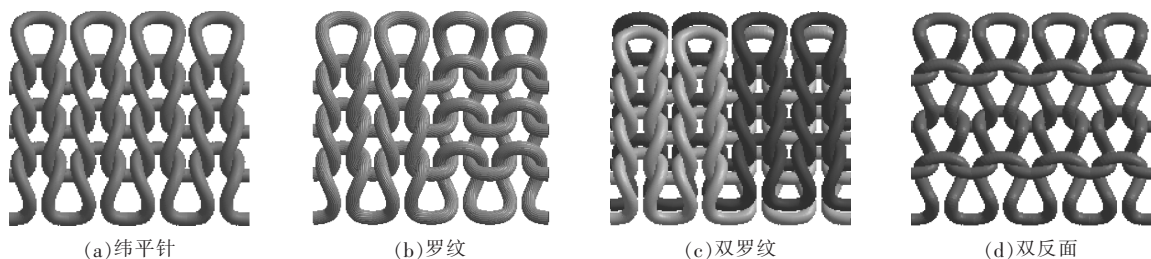


图 6 基本组织仿真图



图 7 集圈组织仿真

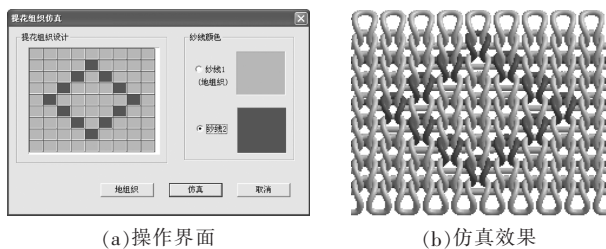


图 8 提花组织仿真

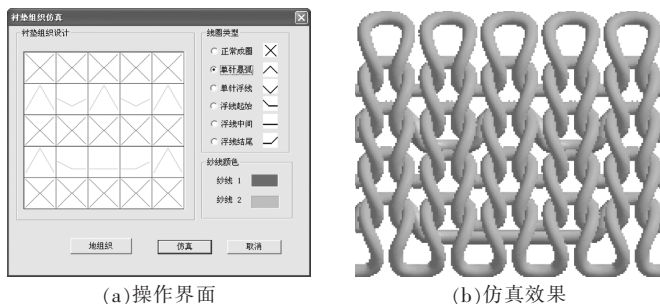


图 9 衬垫组织仿真

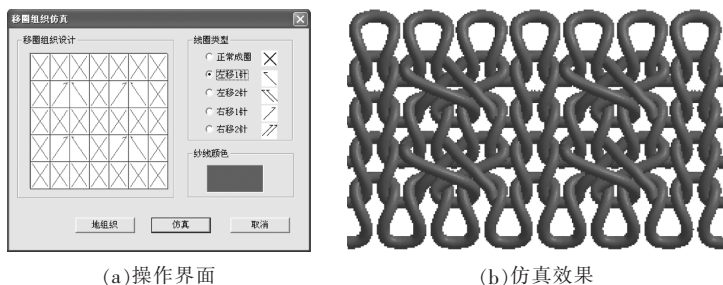


图 10 移圈组织仿真

3 结果与分析

3.1 仿真效果验证

为了验证仿真效果,需要将得

到的织物仿真图与真实织物进行比较,本文仅选择几种比较典型的组织进行比较。

纬平针织物、集圈织物、提花织物和移圈织物显微镜放大实物图与仿真图如图 11—图 14 所示。

3.2 分析与讨论

3.2.1 三维仿真过程中的几何模型建立、编程实现和计算都比较复杂,速度也比较慢;二维仿真使用图块拼接的方式实现,只能展现平面效果,但是计算速度快,实用性强,这也是目前商品化针织 CAD 软件大多使用二维仿真的原因。

3.2.2 CAD 用户希望仿真程序的显示速度快并且有高质量的真实感,但在织物花型较大时运算及显示速度慢是针织物三维仿真的瓶颈。解决此问题的思路有:一是采用高档图形工作站、图形加速卡;二是对仿真算法进行优化。前者会增加用户的经济负担,后者会增加程序设计的复杂性。

3.2.3 为了使三维针织物仿真实用化,并减少用户的经济负担,要实现在普通计算机上就可以完成三维仿真,因此,需要对软件仿真算法进行优化,也就是在显示速度和效果方面进行折中:当需要查看织物线圈的微观结构时,为了提高仿真效果,需要用高复杂度的仿真模式进行仿真,同时剔除视区外的部分;当需要查看织物宏观效果时,为了提高仿真速度,需要用低复杂度的仿真模式进行显示,可以采用减少线圈上插值点的数量、使用画线函数等进行仿真,同时尽量减少堆栈、矩阵操作。

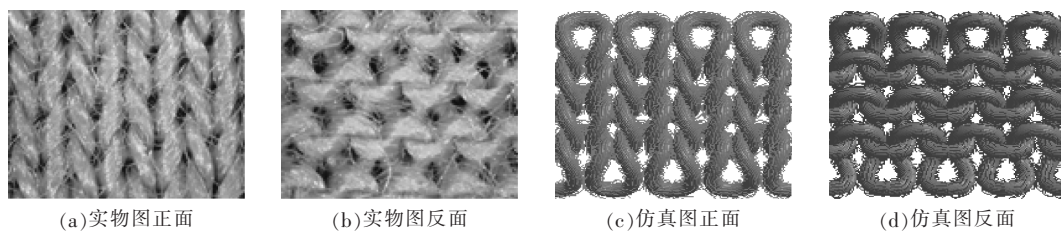


图 11 纬平针织物实物图与仿真图对比(具有捻向和毛羽效果)

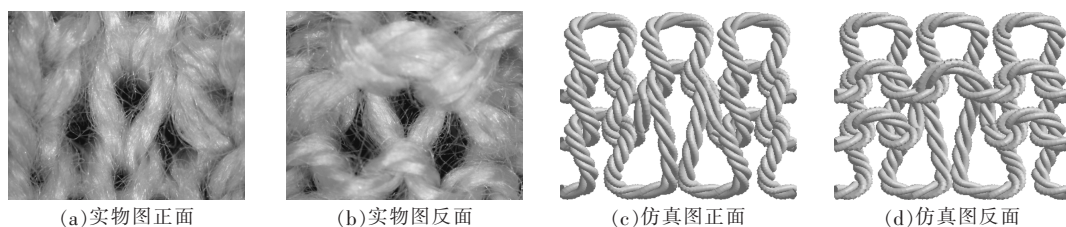


图 12 单针单列集圈织物实物图与仿真图的对比

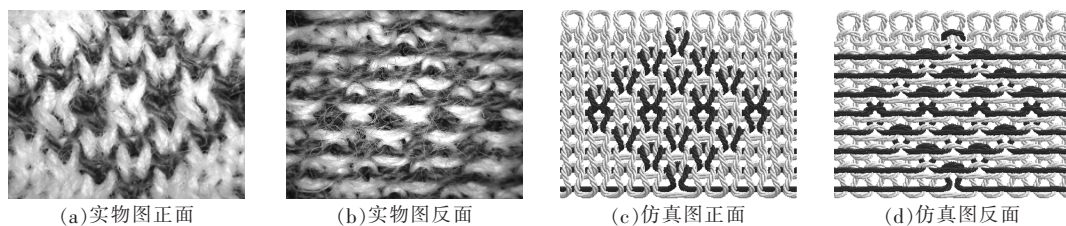


图 13 双色单面提花织物实物图与仿真图的对比

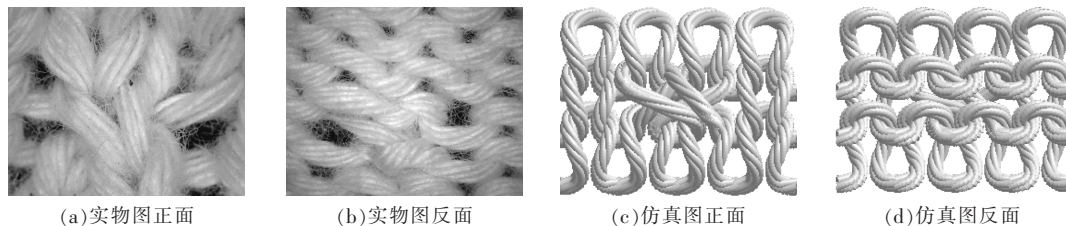


图 14 移圈织物实物图与仿真图的对比

4 结束语

本文根据线圈几何模型,应用三维几何造型技术以及真实感渲染技术,以 Visual C++ 和 OpenGL 软件作为开发工具,设计开发了纬编针织物的三维仿真系统。该系统可以进行织物组织参数、纱线参数的设定,交互式地设计并仿真花色组织,并实现从不同角度观察织物结构。

通过与真实织物的对比可以看出,仿真结果能够清晰地显示出三维状态的线圈串套关系和织物组织,纱线连续性、光顺性好,捻度和毛羽表现比较逼真,效果明显优于传统的二维仿真方式,并具有一

定的实用性。

参考文献

- [1]孙家广,胡事民.计算机图形学基础教程[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [2]周建龙,肖春.计算机图形学理论与 OpenGL 编程实践[M].广州:华南理工大学出版社,2007.
- [3]王清辉,李静蓉.CAD 应用程序开发详解——Visual C++ 与 OpenGL 综合应用[M].北京:电子工业出版社,2012.
- [4]郭兆荣,李菁,王彦.Visual C++ OpenGL 应用程序开发[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [5]朱心雄.自由曲线曲面造型技术[M].北京:科学出版社,2000.
- [6]施法中.计算机辅助几何设计与非

均匀有理 B 样条[M].北京:高等教育出版社,2001.

- [7]MANFREDO P D C. 曲线与曲面微分几何[M].田畴,忻元龙,姜国英,译.北京:机械工业出版社,2005.
- [8]LI Y L, YANG L H, CHEN S Y, et al. 3D modeling and visual simulation of plain knitted structures [J].International Journal of Online Engineering,2013,9 (4):59-61.
- [9]LI Y L, YANG L H, CHEN S Y, et al. 3D modeling and simulation of fancy fabrics in weft knitting[J].Journal of Dong hua University:English Edition,2012, 29(4):351-358.

收稿日期 2015 年 4 月 23 日