

基于 OpenGL 的组织图三维模拟显示

诸葛振荣 杜淑峰

(浙江大学电气工程学院,杭州,310027)

摘 要:介绍用 OpenGL 技术开发组织图的三维模拟显示,利用组织分层以及 Peirce 原理和 OpenGL 的特点,模拟显示组织图。

关键词:OpenGL 三维模拟组织图 分层原理

中图法分类号:TS 105.11 文献标识码:A

纺织品设计大致包括织物组织设计、配色模纹设计、上机图设计、工艺计算等。织物组织可以用图形来表示,这种表示织物组织的图形称为组织图。但是组织图的二维显示很难表示组织的真正结构,

设计者要经过仔细分析才能得出织物的层次结构。而一般初学者由于缺乏对织物三维结构的了解,往往很难分析织物的结构。基于此目的,设计本软件三维模拟显示组织图,能让设计者形象了解组织的

三维结构。而且设计者也可以在此软件上设计修改组织,本软件可以判断出组织设计的正确与否。

1 OpenGL 的简介

人们发现复杂的数据以视觉的形式表现时是最易理解的,因而三维图形得以迅猛发展,各种三维图形工具软件包相继推出,如 PHIGS、PEX、RenderMan 等。这些三维图形工具软件包有些侧重于使用方便,有些侧重于渲染效果或与应用软件的连接,但没有一种三维工具软件包在交互式三维图形建模能力、外部设备管理以及编程方便程度上能与 OpenGL 相比拟。

OpenGL 经过对 GL 的进一步发展,实现二维和三维的高级图形技术,在性能上表现得异常优越,它包括建模、变换、光线处理、色彩处理、动画以及更先进的能力,如纹理影射、物体运动模糊等。OpenGL 的这些能力为实现逼真的三维渲染效果、建立交互的三维景观提供了优秀的软件工具。OpenGL 在硬件、窗口、操作系统方面是相互独立的。

OpenGL 作为一个性能优越的图形应用程序设计界面(API)而适合于广泛的计算环境,从个人计算机到工作站和超级计算机,OpenGL 都能实现高性能的三维图形功能。由于许多在计算机界具有领导地位的计算机公司纷纷采用 OpenGL 作为三维图形应用程序设计界面,OpenGL 应用程序具有广泛的移植性,OpenGL 已成为目前的三维图形开发标准,是从事三维图形开发工作的技术人员所必须掌握的开发工具。

2 纺织组织工艺原理

2.1 分层原理

根据纬纱一般要比经纱粗,在视觉效果上纬纱的弯曲度要比经纱小,所以假设纬纱没有弯曲,只有经纱围绕纬纱上下波动。

纬纱和经纱交织时,根据组织的不同,纬纱会分层,也就是某根纬纱会置于另一根纬纱的上面或下方。判断纱线层次的算法如下:1) 纬纱上的经线点按组织循环中经纱数为一个单位来判断。2) 纬纱的层次按一组纬线的根数作为织物的最大层数。如 2 粗 1 细的纬线,机织物最大层数为 3。3) 利用交叉点数来判断纬纱重叠情况。如图 1 所示,设一组经线为 6 根,组织图的 2 经在 1 纬上有 1 经浮点,5 经在 2 纬上有 1 经浮点,这样,1 纬和 2 纬被 2、5 经分开而不能聚拢,故 1、2 纬不能形成重叠关系。如图 1 (b)、(c)、(d),在一个经线组中,都没有两根经线交叉的情况。此时,在第 2 纬打来时,就会和第 1 纬产

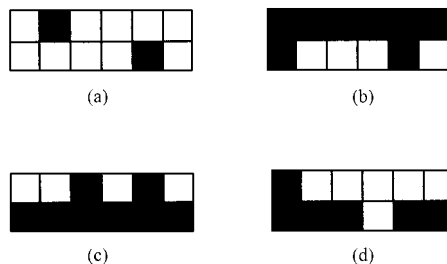


图 1 利用交叉点数判断纬纱重叠

生层叠关系。如组织图 1 (b), 2 纬会压到 1 纬上;组织图 1 (c)、(d), 2 纬会沉到 1 纬下方。4) 织物的第 1 根纬和产生交叉关系后的第 1 根纬的初值都置于织物的第 1 层。5) 接下来的经纬判断如前 1 根的交叉层叠关系。如交织,仍置于第一层;如层叠,根据经线和纬线的关系,先上后下则 2 纬置于 1 纬上,先下后上 2 纬置于 1 纬下(全上全下不计)的原则。6) 如第 2 纬和第 1 纬重叠,第 2 纬还要判断其和第一纬的前一根纬的交叉层叠关系。如交叉则停止判断,层叠则还要继续判断,直到判断慢一组纬线。7) 在处理层叠关系,对于纬线层次的统计,后纬位于前纬上方,则后纬层次在前纬层次上加 1;后纬位于前纬下方,后纬层次置为前纬层次,前纬层次加 1。8) 判断在同一层的纬纱,在显示时可按纱线在同轴线在同一水平面计。不同层次的纬线之间应留有相当的空隙,以利于观察纱线交织关系。

2.2 Peirce 理论

Peirce 假设织物内的经纬线是具有圆形截面、既不可伸长又不可压缩的完全柔软的物体。因此,在经纬线相互包覆屈曲之处,应具有圆弧形状,其余为直线段。图 2 是平纹织物一个交叉单元的经向剖面图。从图 2 中可列出 11 个独立变量,即屈曲波高 h_j 、 h_w ,几何密度 ρ 、 ρ_w ,屈曲曲线的长度 L_j 、 L_w ,交织角(屈曲丝线相对于织物中心平面的最大倾角) θ_j 、 θ_w ,丝线缩率 C_j 、 C_w 以及经纬丝线直径 d_j 、 d_w 之和 D 。因为本软件只是模拟组织的层次结构,所以假设 $h_w = 0$ (即纬线无弯曲), $h_j = d_j + d_w$ 。为了使设计者更好地了解结构,把上下两层拉得很开。

3 程序的实现

首先实现纬线的分层,流程如图 3 所示。然后实现经线的描述,即每一根经线到底绕在哪一根纬线上。这可由每一根经线上的经纬点的沉浮来决定到底此经线处在哪一层。

最后,运用 OpenGL 技术把组织用三维的形式显示出来,用一个圆柱体套接起来的方式表示经纬线。

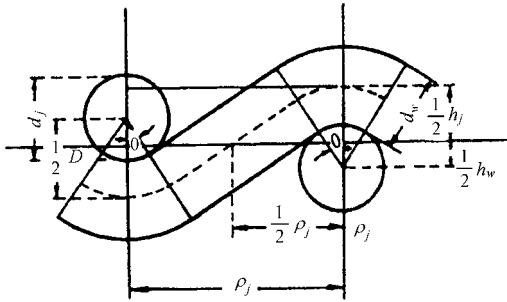


图 2 织物几何结构的 Peirce 模型

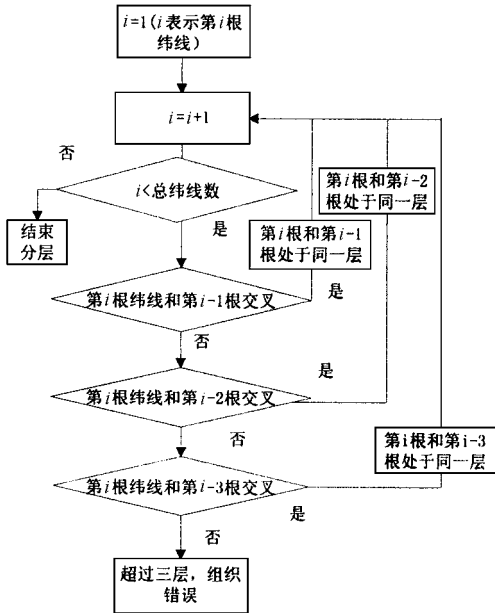


图 3 纬线分层流程图

4 软件的特点和组织模拟的效果

根据以上算法和 OpenGL 的技术,编制组织的三维模拟软件,硬件系统最低要求是 Petium II、内存 128 M;软件环境要求 Windows 98 或 2000 操作系统,编程语言是 Visual C++ 6.0。

本软件的特点是:1)由于运用了 OpenGL 的技术使得模拟的效果明显,图像清晰,立体感强,很好地反映了纱线的空间结构(参见图 4)。2)可以任意旋转、放大、缩小组织显示,可以从各个不同的角度看组织的三维结构以及不同角度的光线对组织的影响(如图 5)。3)可以选择每根纱线的颜色以及各根纱线的大小(如图 6)。4)可以选择隐去任意纱线,可以单独显示一根纱线,就能更好的看清组织的结构(如图 7)。5)本软件可以进行组织编辑、组织的参数的输入、上机界面以及设计的效果(如图 4~图 7)。

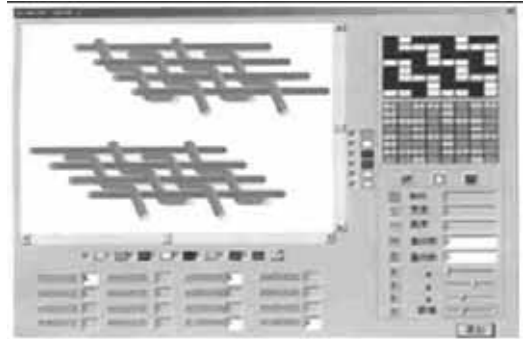


图 4 界面与效果

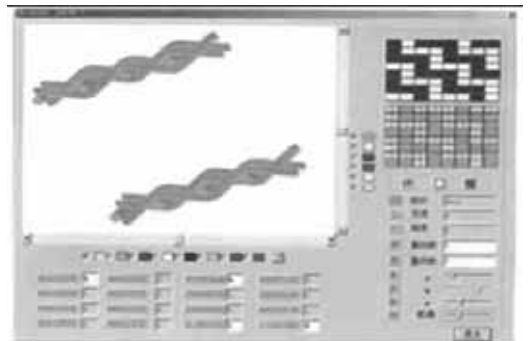


图 5 任意旋转、放大、缩小组织显示

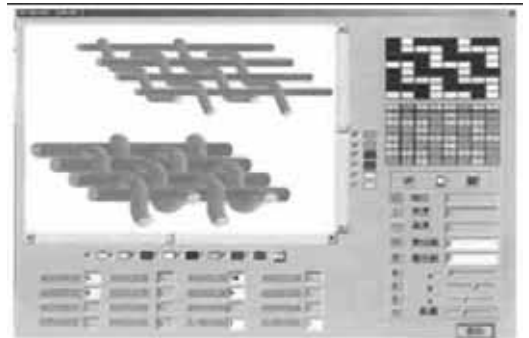


图 6 选择改变纱线的大小和颜色

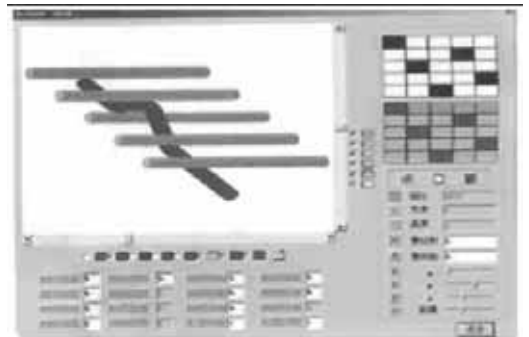


图 7 单独显示某些纱线

参 考 文 献

- 1 浙江丝绸工学院等编. 织物组织与纺织学(上). 北京:中国纺织出版社,1998:271~272.
- 2 孙波编著. OpenGL 编程实例学习教程. 北京:北京大学出版社,2000:1~10.
- 3 乔林等编著. OpenGL 程序设计. 北京:清华大学出版社,2000:4.