

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 24320061152637

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

三维虚拟试衣技术  
及布料动态效果模拟研究

The Research on Three-dimensional Virtual Try-on and  
Dynamic Cloth Simulation

陈青青

指导教师姓名: 姚俊峰 副教授

专 业 名 称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2009 年 04 月

论文答辩时间: 2009 年 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2009 年 04 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

最近几年，布料仿真已经成了人们感兴趣的研究课题。布料仿真是计算机动画、纺织服装 CAD 和试衣系统等研究领域中的一项重要内容。其中，虚拟试衣是一种应用于服装电子商务的新兴技术。为了使客户能够在网上快捷便利地、真实有效地进行服装的挑选试衣，网上虚拟试衣技术的出现成为必然。虚拟试衣给用户提供了一个实时的交互平台，它允许用户在各种服装中做出选择，并把选中的衣服在虚拟模特身上进行试穿。

目前，国内外对于三维服装试衣技术的研究已逐渐深入，在衣片建模、衣片缝合以及碰撞检测等方面均有一系列的研究成果。但传统的碰撞检测算法，在包围盒建立方面存在死循环的现象，同时，碰撞检测算法的时间复杂度高。

本文在研究现有的三维虚拟试衣技术的基础上，提出了缝合信息设定的方法流程；改进了包围盒的建立过程，避免了包围盒建立过程中出现死循环的现象；同时，简化了传统的碰撞检测算法，减少了碰撞检测所需的时间。

本文首先对布料进行离散化，建立弹簧-质点模型，并通过分析衣片所受的内外力，模拟衣片的受力情况；其次，通过三维虚拟缝合技术把二维衣片转变为三维服装；第三，对衣片与人体分别建立 AABB 包围盒树，通过 AABB 包围盒检测算法检测并处理在缝合过程中出现的布料与人体发生碰撞的情况；第四，通过布料与位图之间的纹理映射，模拟服装真实的纹理效果；最后，通过研究风对布料的作用力施加过程，模拟布料在风吹下的动态效果。目前，该技术能够模拟常规服装类别的着装效果，在风吹条件下能获得较理想的布料动态模拟效果。

**关键词：** 三维试衣； 虚拟缝合； 布料建模

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## Abstract

In recent years, cloth simulation has become a research topic that interests many researchers. Cloth simulation is an important part of computer animation, garment CAD and virtual try-on system. The virtual try-on is a new technology in electronic commerce. In order to make the customers to choose and try on clothes conveniently and quickly, and moreover, realistically and effectively, the appearance of virtual try-on technology is a necessity. The virtual try-on system provides a real-time interactive platform, which allows users to choose clothes and try them on the virtual body model.

Nowadays, the technology of three-dimensional virtual try-on is going mature both at home and abroad. There has been a series of research results on cloth-modeling, cloth-stitching and collision-detection. But the traditional collision-detection algorithm may result in endless loop, and the time complexity is high.

Based on the research of current three-dimensional virtual try-on technology, some improvements are made in this dissertation. A new method to set stitching information is proposed. An improved way to construct bounding-boxes is introduced, which avoids the endless loop. What's more, the traditional collision-detection algorithm is improved to reduce the time spent in collision-detection phase.

In this dissertation, firstly, a spring-mass model is established for the cloth after it is dispersed, and then the force of the cloth is simulated based on the analysis of the inner force and outer force the cloth suffered. Secondly, the two-dimensional fabric is transformed into three-dimensional clothes through the virtual stitching technology. Thirdly, the AABB bounding-box trees for cloth and body are established, and the AABB bounding-box detection algorithm is used to detect and deal with the collision between fabrics and human body appeared in the process of cloth-stitching. Fourthly, the texture effect of the cloth is simulated through the mapping between the fabric and bitmap. Finally, the dynamic effect of the cloth is simulated after studying the way

that how the wind force affect the cloth. So far, the dressing effect of routine clothes can be simulated, and the dynamic effect under wind is realistic.

**Keywords:** Three-dimensional try-on; Virtual stitching; Cloth-modeling

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 项目背景</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 应用前景.....	1
1.1.2 国内外研究概况.....	2
<b>1.2 研究内容</b> .....	<b>3</b>
1.2.1 三维试衣技术分析.....	3
1.2.2 论文的主要内容.....	4
<b>1.3 论文结构</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4 本章小结</b> .....	<b>5</b>
<b>第二章 三维虚拟试衣技术的研究与实现</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 布料模型的建立</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 衣片外围轮廓线的生成.....	6
2.1.2 衣片网格点的生成与连接.....	10
<b>2.2 虚拟缝合过程的实现</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 设定缝合信息.....	21
2.2.2 初始位置放置.....	29
2.2.3 施加缝合力.....	31
2.2.4 质点位置更新.....	32
2.2.5 缝合结束判定.....	35
2.2.6 重力施加.....	37
<b>2.3 本章小结</b> .....	<b>38</b>
<b>第三章 碰撞检测和碰撞响应的研究与实现</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1 碰撞检测</b> .....	<b>39</b>
3.1.1 AABB 包围盒树的构造.....	41
3.1.2 基于 AABB 层次包围盒树的碰撞检测算法.....	43
3.1.3 布料自碰撞检测.....	52

3.2 碰撞响应 .....	54
3.3 本章小结 .....	55
<b>第四章 三维服装效果模拟的研究与实现.....</b>	<b>56</b>
4.1 纹理效果模拟 .....	56
4.1.1 纹理映射基本原理.....	56
4.1.2 纹理映射的步骤.....	56
4.2 动态效果模拟 .....	58
4.2.1 风力施加.....	59
4.2.2 随机大小、方向风力的实现.....	59
4.3 本章小结 .....	60
<b>第五章 三维虚拟试衣系统的设计与展示.....</b>	<b>61</b>
5.1 系统设计 .....	61
5.1.1 开发工具 .....	61
5.1.2 三维试衣系统分析.....	62
5.2 系统展示 .....	64
5.3 本章小结 .....	68
<b>第六章 总结与展望.....</b>	<b>69</b>
6.1 研究内容总结 .....	69
6.2 创新之处 .....	69
6.3 存在问题及下一步研究方向 .....	70

# Content

<b>CHAPTER 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Project background.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Application prospects.....	1
1.1.2 Research overview .....	2
<b>1.2 Research content .....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Analysis of three-dimensional virtual try-on .....	3
1.2.2 Main content .....	4
<b>1.3 The Paper's Scheme.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Summary.....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPTER 2 Research and realization of three-dimensional virtual try-on. ....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Modeling of cloth.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Generation of cloth contour .....	6
2.1.2 Generation and connection of grid.....	10
<b>2.2 Realization of virtual stitching.....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Setting Stitching information.....	21
2.2.2 The initial position of the cloth.....	29
2.2.3 Adding stitching power .....	31
2.2.4 Updating particle position.....	32
2.2.5 Checking the end of stitching .....	35
2.2.6 Adding gravity .....	37
<b>2.3 Summary.....</b>	<b>38</b>
<b>CHAPTER 3 Research and realization of collision-detection and collision-response. ....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Collision-detection.....</b>	<b>39</b>
3.1.1 Constructing AABB bounding-boxes .....	41

3.1.2 Collision-detection algorithm based on AABB bounding-boxes.....	43
3.1.3 Self-collision-detection of the cloth.....	52
<b>3.2 Collision-response .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3 Summary.....</b>	<b>55</b>
<b>CHAPTER 4 Research and realization of three-dimensional cloth effect.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Texture simulation .....</b>	<b>56</b>
4.1.1 Principle of texture-mapping .....	56
4.1.2 Steps of texture-mapping .....	56
<b>4.2 Dynamic simulation .....</b>	<b>58</b>
4.2.1 Adding wind.....	59
4.2.2 Simulation wind of random power and random direction .....	59
<b>4.3 Summary.....</b>	<b>60</b>
<b>CHAPTER 5 System design and results .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 System design .....</b>	<b>61</b>
5.1.1 Tools.....	61
5.1.2 System analysis .....	62
<b>5.2 System results .....</b>	<b>64</b>
<b>5.3 Summary.....</b>	<b>68</b>
<b>CHAPTER 6 Conclusion and outlook .....</b>	<b>69</b>
<b>6.1 Conclusion .....</b>	<b>69</b>
<b>6.2 Innovation.....</b>	<b>69</b>
<b>6.3 Problems and outlook .....</b>	<b>70</b>

## 第一章 绪论

本章重点讨论了三维虚拟试衣技术的背景、目的和意义，以及目前国内外的  
发展概况。

### 1.1 项目背景

三维虚拟试衣技术的目标是开发一个基于弹簧-质点模型的虚拟服装试衣  
系统，主要研究工作是模拟具有真实感的服装在人模上进行虚拟穿着后的效果。  
该项目所使用的人模由另一个项目——《人体动态参数化建模》提供。

#### 1.1.1 应用前景

当今社会是一个高速发展、充满竞争、新技术不断涌现的社会，也是互联网  
在社会生活的各个领域开始显现其巨大影响力的社会。随着科学技术以及互联网  
的不断发展，消费者的消费行为相应地正在发生变革。互联网上的在线消费市场  
正逐渐取代传统的销售模式，成为人们主要的购物方式。服装的购买方式也发生  
着巨大的变化，从最初的在商店里面选购，亲自试穿，到网络二维平面服装试衣，  
即利用平面贴图的方式查看着装效果，再到现在以美国 Browzwear 有限公司的  
C-Me 系统、美国 My Virtual Model 虚拟试衣系统以及日本 Digital Fashion 有  
限公司的 Digital Fashion Show 系统等为代表的网络三维服装试衣、展示系统，  
包含三维服装设计、三维服装试穿以及三维服装仿真模拟等各种人性化的科学技  
术，无不体现出科技对人类生活所具有的重大意义。三维服装试衣系统代表的是  
科技的进步、人类思想的进步以及人类生活品位的不断提高。

三维服装试衣系统的应用行业及场所非常广泛，完善了企业商家在商业渠  
道、用户的体型数据库管理、服装设计样板数据库、进销存管理以及客户关系管  
理等各方面的不足，大大减轻了企业的管理成本和销售成本；适应了未来的快节  
奏生活，并智能化的为消费者提供了多种可选性试衣环境；解决了卖场空间不足  
的问题，并为企业提供了良好的形象宣传的方式；企业也能从各种数据中了解到  
应该大力生产哪种类型的服装；促进了电子商务的发展，并推进了现代信息化的  
推广。

传统商业领域中顾客在选购衣服时要亲自试穿，这给顾客带来了不少的麻烦。为了方便顾客，可以想象让电脑来代替人的试衣。可以通过数码相机或扫描仪将顾客的形体照片输入到计算机，系统对顾客的形体进行测量计算，然后顾客只需要进行简单人机交互操作，也不需要亲自试穿，顾客就可以在计算机屏幕上看到自己着装的立体效果，可以选择系统中已存在的衣服模板进行试穿，并可随意更换衣服、布料的颜色。这不仅方便了顾客，也给顾客选购衣服带来了乐趣。电脑试衣减少了营业员的工作量和服装的损耗，减少了柜台的拥挤，同时，电脑还能记录下消费者的衣着喜好便于商场有针对性地进货和生产厂家改进设计，因而也一定会受到商场和生产厂家的欢迎。三维服装试衣系统不仅应用于零售店服装的推销，而且用于服装公司在因特网上推出“电脑试衣”服务项目，对于服装公司而言，通过现代化信息技术实施崭新的营销策略，增加用户订制，网上订购，并形成体型数据库、衣服数据库和服装企业数据库等多个具有非常经济价值的市场数据。

### 1.1.2 国内外研究概况

在三维服装生成技术中，一个重要的环节就是服装衣片的生成与缝合。在该过程中，二维服装裁剪片被缝合在三维人体模型上，形成三维服装初始形态。Thalmans领导下的Miralab<sup>[1]</sup>采用弹性变形模型，将服装曲面离散化为质点系，通过求解质点系空间运动的微分方程，从时间序列上获取系统的演变，该方法的研究重点放在织物的动态模拟上，引入外力约束，控制二维衣片到三维服装的缝合。Okabe等采用能量方法，将二维衣片映射到三维的人模上，形成接合的刚性曲面，织物的力学特征化为能量方程。该方法以人模为约束，以空间各点能量最小进行大变形预测，获取平衡状态下三维服装的形态，适合表现三维服装的静态效果。Vassilev和Lander对虚拟人模着装进行了研究，二者均采用经典的质子-弹簧模型。该模型对织物机械属性的描述简单明了，但要求织物按经纬方向进行四边网格划分，给复杂服装的缝制带来一定困难。Fan等提出基于弹簧质点变形模型的二维/三维映射算法，并考虑了干涉检验问题。

国外目前则可以较好的对人体模特进行相应的定制，并可根据客户的需求对已有的服装模型进行微调与设计，可以虚拟反映服装穿着舒适性的动画效果，模拟不同布料的三维悬垂效果，实现 360 度旋转等功能。如前面提到的美国



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库