

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МАНЕКЕНА ДЛЯ ОДЕЖДЫ ПО ДАННЫМ ТРЕХМЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Тугова А.А.¹, Петросова И.А.¹, Гусева М.А.¹, Андреева Е.Г.¹

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии», Москва, Россия (117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33), e-mail: 76802@mail.ru

Повышение эффективности виртуального автоматизированного проектирования одежды основано на трехмерных технологиях получения и преобразования исходной информации. На настоящий момент предприятиями востребованы информация и базы данных трехмерных фигур, необходимые для проектирования одежды и проведения примерки и оценки качества посадки изделий в виртуальной среде. В работе представлен новый способ построения манекена одежды на основе данных трехмерного сканирования индивидуальной фигуры путем введения проекционных зазоров на разных антропометрических уровнях, отражающих необходимые прибавки на свободное облегание и толщину пакета материалов. Определен состав исходной информации, необходимый для проектирования манекена, который представляет собой данные в виде координат точек, описывающих форму поверхности индивидуальной фигуры. Исследованы величины прибавок на разных участках поверхности фигуры, которые позволяют создать базу данных трехмерных моделей фигур и виртуальных манекенов для работы в 3D САПР проектирования одежды с возможностью виртуальной примерки.

Ключевые слова: 3D-сканирование, индивидуальный виртуальный манекен, рабочая форма 3D-модели, сечения фигуры, конструктивные прибавки.

CONSTRUCTION FEATURES OF THREE-DIMENSIONAL CLOTHES MANNEQUIN MODEL ACCORDING TO THREE-DIMENSIONAL SCANNING

Tutova A.A., Petrosova I.A., Guseva M.A., Andreeva E.G.

Moscow State University of Design and Technology, Moscow, e-mail: 76802@mail.ru

Improving the efficiency of a virtual clothing CAD based on three-dimensional technologies for production and transformation of the original information. At present, business required information and database of three-dimensional shapes used for the design of clothes and evaluate the quality of fitting products in a virtual environment. This article presents a new method for constructing clothing mannequin based on three-dimensional scanning of individual shape by introducing projection gaps at different anthropometric levels, which reflects the need to gain the free fit and the thickness of the materials package. The composition of the initial information needed for designing a mannequin that represents the data in the form of coordinates of points describing the individual surface shape has been determined. The magnitude of increases in different parts of the surface shape, which will create a database of three-dimensional models of the shapes and virtual mannequins to work in 3D clothes CAD with the possibility of a virtual fitting has been investigated.

Keywords: 3D scanning, personal virtual mannequin, working form 3D models, sectional shapes, structural allowances.

Повышение эффективности виртуального автоматизированного проектирования одежды основано на трехмерных технологиях получения и преобразования исходной информации. Наиболее полную информацию о фигуре человека, необходимую для проектирования одежды, позволяет получить технология трехмерного сканирования [6]. Для разработки внешней формы манекена используют исходную информацию в виде координат точек, описывающих форму поверхности индивидуальной фигуры. Создание 3D-модели манекена из облака точек, характеризующих индивидуальную фигуру - последовательный процесс изменения геометрических характеристик, который осуществляют с помощью инструментов моделирования в универсальных графических САПР для получения требуемой

внешней формы манекена в зависимости от его назначения [7].

В настоящий момент разработка манекенов сложный и трудоемкий процесс, который предполагает использование человеческих ресурсов, что в свою очередь трудно прогнозировать. Использование виртуальных манекенов упрощает процесс проектирования одежды [10]. Получение материального манекена облегчает процесс оценки качества посадки швейных изделий. Таким образом, разработка и получение манекенов - необходимый и нужный процесс.

При разработке манекена выполняют последовательные операции:

- получение исходной информации, описывающей фигуру человека (облако точек);
- обработка исходной информации инструментами графических САПР (получение рабочей формы манекена);
- выбор назначения манекена (определение прибавок);
- необходимая доработка внешней поверхности манекена (добавление прибавок на различных антропометрических уровнях);
- получение виртуального манекена.

Использование предложенных операций для разработки манекенов позволит получить достоверные антропометрические манекены, соответствующие внешней форме поверхности индивидуальной фигуры.

Для моделирования трехмерных моделей используют универсальные графические САПР, способные обеспечить следующие требования: возможность работы с файлами с расширением формата ply, obj, stl, xyz, dxf; ручное и автоматическое управление множеством точек; построение сглаженной поверхности 3D-модели.

Существует большое количество пакетов универсальных графических САПР для 3D-моделирования, удовлетворяющих перечисленным требованиям. В работе использованы следующие: Meshlab [11] (для редактирования неструктурированного трехмерного облака точек данных сканирования), SketchUp [13] (для создания 3D-объектов, с возможностью построения сечений), Netfabb [12] (для быстрого прототипирования и аддитивного производства и позволяющая редактировать и исправлять сетку, проводить анализ геометрии).

Получение трехмерной модели индивидуальной фигуры и манекена осуществляют в определенной последовательности: получение, обработка и упрощение исходной информации, восстановление поверхности.

Получение трехмерной модели начинают со сканирования индивидуальной фигуры с помощью устройства Kinect и системы сканирования фигуры человека МГУДТ [2].

Облако точек представляют в виде набора точек в некоторой системе координат. В

трехмерной системе координат эти точки определяют X , Y и Z координатами и предназначают для описания внешней поверхности объекта [9]. На рисунке 1 приведены трехмерные модели фигуры, полученные по данным сканирования, и удалены участки, не участвующие в дальнейшем процессе получения манекена для одежды. Для устранения шума в области подмышечных впадин удалены точки, описывающие поверхность рук вплоть до дуги через высшую точку плечевого сустава ($D_{п}$) (рис. 1).

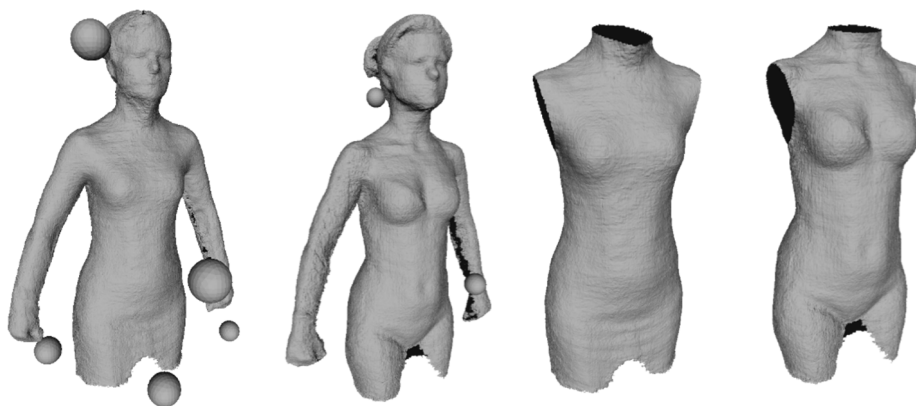


Рис. 1. Трехмерные модели.

Затем происходит обработка полученной информации, в результате которой к набору точек и ребер, описывающих фигуру, применяют фильтры: Poisson-disk Sampling, Surface Reconstruction: Poisson, Quadric Edge Collapse Decimation, Merge Close vertices (рис. 2). При этом получают сглаженную рабочую форму трехмерной модели. Далее необходимо преобразовать рабочую форму трехмерной модели в манекен внешней формы одежды. Для этого необходима информация о величинах прибавок на разных участках поверхности фигуры.

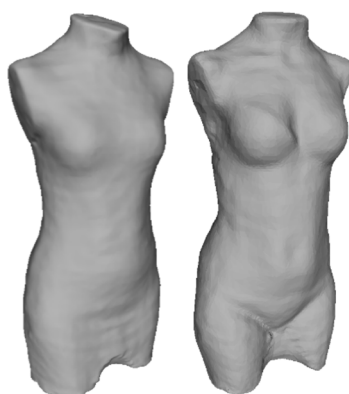


Рис. 2. Обработанные трехмерные модели.

Информацию о прибавках на разных участках фигуры получают путем совмещения фигуры раздетого и одетого человека (рис. 3). Для разного ассортимента одежды величины прибавок зависят от толщины слоев материала. В исследовании изучены толщины пакетов для женской одежды разного ассортимента: платье, жакет, пальто.

Затем для дальнейшей работы с трехмерными моделями выделяют участки, которые нужно скорректировать с учетом необходимых припусков на свободное облегание и толщину нижних слоев пакета одежды. На рисунке 3 показаны схемы совмещения контуров горизонтальных и вертикальных сечений поверхности индивидуальной фигуры и внешней поверхности проектируемого манекена на различных антропометрических уровнях. Участки, в которых требуется внесение необходимых припусков на свободное облегание и толщину нижних слоев пакета одежды, указаны на рисунке красным цветом и расположены на поверхности тела человека от точки основания шеи спереди до линии груди, в области выступа живота, лопаток и ягодиц.

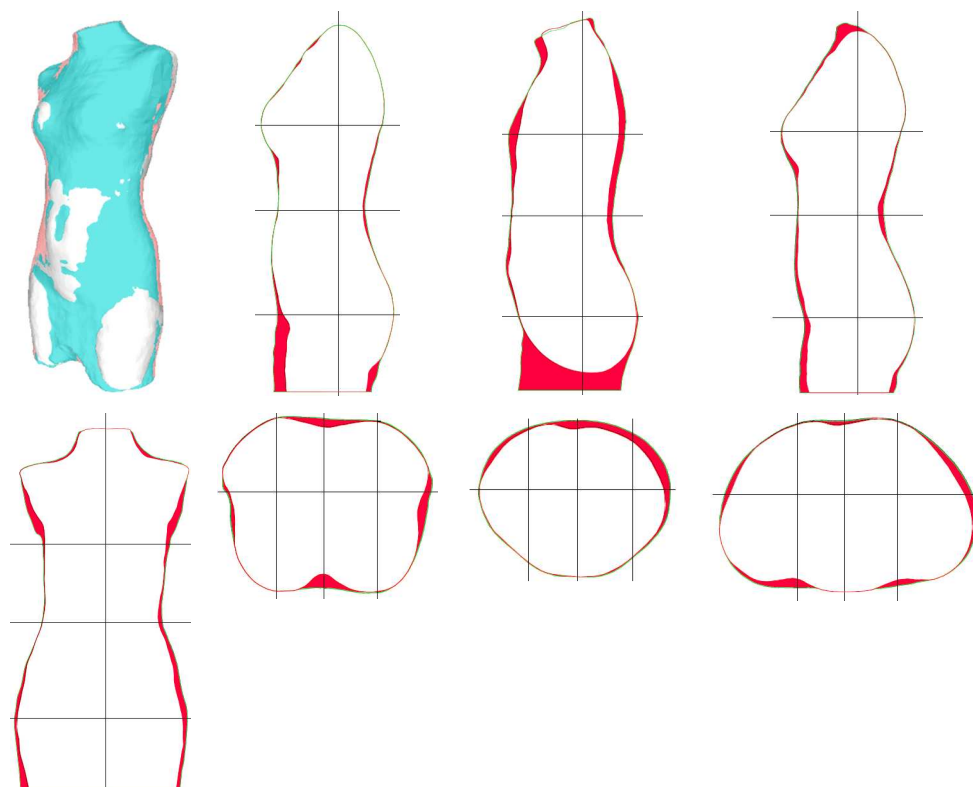


Рис. 3. Сечения совмещенных поверхностей индивидуальной фигуры и рабочей формы манекена

Припуск на свободное облегание на всей поверхности одежды условно рассматривают состоящим из двух величин: минимально необходимого припуска на свободное облегание одежды и декоративно-конструктивного припуска [5; 8]. Получены данные о значениях площадей и объемов воздушных зазоров на различных антропометрических уровнях для разной толщины слоев и силуэтов, которые соотнесены с известной из литературы информацией о распределении конструктивных прибавок в разных методиках конструирования (ЕМКО СЭВ [1], ЦОТШЛ [3], МГУДТ [4]). Объем воздушных зазоров V от 3979,97 до 4351,07 см³. Площадь воздушных зазоров S от 246,06 до 271,9 см². Выведены среднеарифметические значения величин прибавок с учетом значений объема и площади на разных участках поверхности фигуры.

В соответствии с этими данными сформирована БД для проектирования манекенов одежды разного ассортимента, при помощи которых наращивают рабочую форму трехмерной модели индивидуальной фигуры, получая манекен одежды для определенного ассортимента.

3D-модель индивидуального манекена изготавливается при помощи технологии 3D-печати. Для 3D-печати существуют определенные требования к моделям: формат файла stl; инвертированные нормали (неправильно ориентированные нормали. Нормали всегда должны быть направлены наружу, они определяют границы модели и позволяют программному обеспечению 3D-принтера понять, где внутренняя, а где внешняя поверхность модели. Если даже одна из нормалей направлена в обратную сторону и противоречит другой нормали, то это вызывает сбой при 3D-печати, поскольку принтер не сможет различить лицевую и изнаночную сторону модели); неманифолдная геометрия (у каждого ребра 3D-модели должно быть ровно две грани. В данное понятие обычно включаются следующие ошибки: «незакрытая» поверхность полигональной сетки; наличие внутренних полигонов; пересечение полигонов; нулевая толщина полигона).

3D-печать относится к так называемому классу аддитивных методов производства предмета. Объект создается из ничего, послойно и постепенно выращивается во что-то осязаемое. Данный способ производства манекенов имеет ряд преимуществ по сравнению с методами производства в данный момент: снижение себестоимости изготовления продукции и сокращение сроков ее появления на рынке, быстрота и высокая точность изготовления, возможность использования разных материалов.

Модель изготовили из PLA-пластика - полиэфир на основе молочной кислоты (рис. 4). Сырьем для производства PLA-пластика служат ежегодно возобновляемые ресурсы, такие как кукуруза и сахарный тростник, пшеница, сахарная свёкла. По этой причине он обладает высокой биологической совместимостью и является одним из самых экологичных материалов, используемых в 3D-печати. Благодаря низкому коэффициенту трения имеет хорошее скольжение. Срок годности 20 лет при температуре 50 °С.



Рис. 4. Напечатанная 3D-модель манекена индивидуальной фигуры

В настоящий момент получение антропометрически достоверного манекена - трудоемкий процесс, который зависит от погрешности расчета математических и параметрических зависимостей для описания внешней формы индивидуальной фигуры. Таким образом, предложенный метод проектирования манекенов для одежды позволяет получить антропометрически достоверные манекены индивидуальной фигуры, а разработанная БД величин прибавок на разных участках поверхности фигуры позволит создать БД трехмерных моделей фигур и виртуальных манекенов для работы в 3D САПР проектирования одежды с возможностью виртуальной примерки. Данный способ производства манекенов имеет ряд преимуществ по сравнению с методами производства в настоящий момент: снижение себестоимости изготовления продукции и сокращение сроков появления на рынке, высокая точность и быстрота изготовления, возможность использования различных материалов.

Список литературы

1. Базовые конструкции женской одежды. ЕМКО СЭВ. – М. : ЦНИИИТЭИлегпрома, 1988. – 119 с.
2. Бесконтактный измерительный комплекс : Св-во на программу для ЭВМ №2010616185 РФ / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, Р.С. Клочков; патентообладатель – Минпромторг РФ; заявл. 08.10.2010; зарег. 20.10.2010.
3. Единый метод конструирования женской одежды, изготавливаемой по индивидуальным заказам населения на фигуры различных типов телосложения / ЦОТШЛ. - М. : ЦБНТИ, 1991. - Ч. 2.

4. Конструктивное моделирование одежды : учеб. пособие для вузов / А.И. Мартынова, Е.Г. Андреева. – М. : Московский государственный университет дизайна и технологии, 2006. – 216 с.
5. Методология оценки качества проектных решений одежды в виртуальной трехмерной среде / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева. - М. : РИО МГУДТ, 2015.
6. Способ бесконтактного определения проекционных размеров объекта и получения его трехмерной модели : Патент РФ № 2311615 Российская Федерация, МПК G01B11/25 / Петросова И.А., Коблякова Е.Б.; патентообладатель - Моск. госуд. универ-т дизайна и технологии (МГУДТ). – № 2005122014/28; заявл. 13.07.2005; опубл.: 27.11.2007, Бюл. № 33. – 10 с. : ил.
7. Петросова И.А., Тугова А.А., Андреева Е.Г. Проектирование манекенов для одежды на основе данных трехмерного сканирования фигуры. – 2013. - № 12 (36). – С. 83-88.
8. Петросова И.А., Цзинь Сун Ду, Андреева Е.Г., Гусева М.А. Разработка манекенов для конструирования одежды // Дизайн и технологии. - 2014. - № 40 (82). - С. 27-34.
9. Разработка технологии трехмерного сканирования для проектирования виртуальных манекенов фигуры человека и 3D-моделей одежды : монография / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева. - М. : РИО МГУДТ, 2015.
10. Способ получения трехмерного объекта сложной формы : Патент РФ № 2388606 / И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, А.И. Мартынова; патентообладатель – МГУДТ; заявл. 06.10.2008; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13.
11. 3D Software MeshLab. - URL: <http://meshlab.sourceforge.net/> (дата обращения: 15.12.2014).
12. 3D Software Netfabb. - URL: <http://www.netfabb.com/ru/professional.php> (дата обращения: 15.12.2014).
13. 3D Software SketchUp. - URL: <http://www.sketchup.com/> (дата обращения: 15.12.2014).

Рецензенты:

Золотцева Л.В., д.т.н., профессор, Московский государственный университет дизайна и технологии, г. Москва;

Лунина Е.В., д.т.н., доцент, Московский государственный университет дизайна и технологии, г. Москва.