

Методы машинного зрения для автоматизации процессов проектирования и пошива одежды

В.А. Князь (ФГУП "ГосНИИ авиационных систем"),
К.Г. Андреева (Центр "Ассоль")

Рассматриваются возможности и первый опыт применения технологий машинного зрения для автоматизации процесса проектирования и пошива индивидуальной одежды. Представлена методология и программно-технические средства создания индивидуальных "виртуальных" манекенов, приводится описание автоматизированного процесса проектирования индивидуальной одежды.

Ключевые слова: видеометрические трехмерные измерения, автоматическая калибровка, трехмерная модель тела человека, текстурирование, виртуальный манекен, автоматизированное проектирование индивидуальной одежды.

Введение

Успех промышленного производства в существенной степени зависит от возможности сокращения времени этапов жизненного цикла изделия от чертежей конструктора до промышленного производства. Особое значение этот фактор приобретает в швейной отрасли легкой промышленности, когда от того, насколько удобно спроектирована одежда, насколько она соответствует фигуре и насколько быстро она может быть произведена, зависит коммерческий и деловой успех предприятия.

Современные технологии машинного зрения позволяют оперативно и с высокой точностью получать трехмерные модели человеческой фигуры, что является первым ключевым фактором для автоматизации процесса проектирования и производства одежды. Возможность получения индивидуального "манекена" для каждой фигуры создает основу для производства индивидуальной одежды, а создание специального ПО для автоматизированной обработки трехмерной модели фигуры человека позволяет существенно сократить время от выбора виртуального костюма до получения готового платья, скроенного по индивидуальной фигуре.

Технология автоматизированного создания индивидуального манекена

Технология автоматизированного создания индивидуального манекена основана на фотограмметрических методах бесконтактных измерений, позволяющих проводить измерения трехмерных координат объекта методами обработки его стереоизображений [1].

Получение трехмерной модели тела человека является особой задачей в области бесконтактных измерений, специфика которой определяется тем, что объект съемки не является "твердым телом" и, вообще говоря, изменяет свою форму во время измерений. Данный фактор определяет ряд требований, которым должна отвечать система трехмерного сканирования тела человека, к числу которых относятся:

- высокая скорость съемки, обеспечивающая относительную стабильность формы снимаемого объекта;
- высокая плотность измерений координат точек поверхности, необходимая для правильного решения задачи подготовки лекал;

- возможность текстурирования модели для идентификации заданных антропометрических точек, необходимых для проектирования одежды;
- безопасность и удобство для человека в процессе съемки.

На основе данных требований был разработан комплекс программно-аппаратных средств, позволяющий в автоматизированном режиме получать трехмерные модели, используемые для автоматизированного проектирования одежды.

Аппаратно-программный комплекс включает набор сканирующих модулей, объединенных в локальную сеть. Сканирующий модуль (рис. 1, а) включает две цифровые видеокамеры технического зрения (Basler A601f с разрешением 640x480 точек с объективами, имеющими фокусное расстояние 12 мм), проектор структурированного света (портативный DLP проектор с разрешением 1024x768 точек) и ПК, выполняющий функции захвата и обработки изображений и создания трехмерной модели объекта. Система может включать 2...8 сканирующих модулей. Каждый из сканирующих модулей снимает свой фрагмент сканируемого объекта (человека) и передает команду на сканирование следующему модулю.

Использование восьми сканирующих модулей позволяет получить необходимое число сканов при одном по-

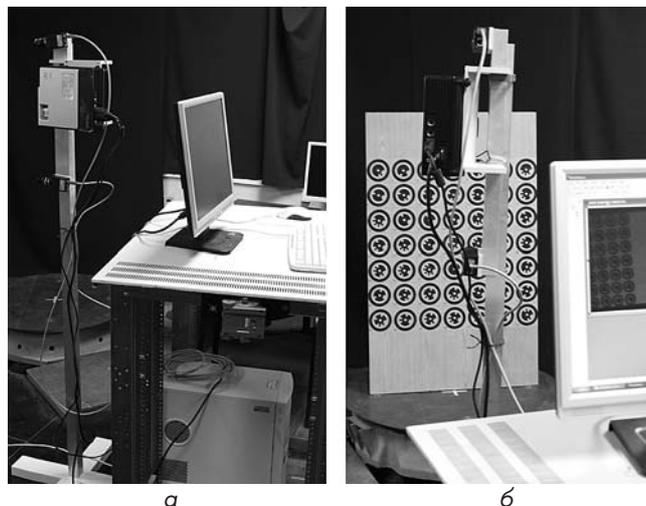


Рис. 1

*Как трудно бывает мне узреть то,
что лежит прямо перед моими глазами!*

Л. Витгенштейн

ложении человека. При меньшем числе модулей съемка производится с использованием поворотного основания, на котором располагается сканируемый человек.

Система выполняет:

- сканирование и получение необходимого числа снимков для последующего использования при построении трехмерной модели;
- построение высокоточной трехмерной модели;
- текстурирование полученной трехмерной модели.

Для обеспечения метрических характеристик трехмерной модели и точного нанесения текстуры производится предварительная калибровка (внутреннее ориентирование) и внешнее ориентирование системы [2]. Калибровка служит для оценки параметров нелинейных искажений оптической системы, а процедура ориентирования позволяет определить положение съемочных камер в некоторой заданной системе координат, в которой впоследствии определяются координаты трехмерной модели. Для калибровки и ориентирования используются специальные калибровочные поля (рис. 1, б), координаты опорных точек которых априорно известны. Использование оригинальных кодированных меток [3], распознаваемых и идентифицируемых программно, позволяет полностью автоматизировать данный этап.

Основные технические характеристики системы

Время сканирования, с.....	~0,5
Время расчета трехмерной модели скана, с.....	2
Плотность измерения координат, точек/мм ²	10...25
Точность измерения пространственных координат, мм.....	0,5
Время сеанса сканирования, с.....	15...60

Первичным результатом работы системы является набор трехмерных "сканов", представляющих фрагменты полной трехмерной модели объекта. Далее эти фрагменты приводятся в единую систему координат на основе использования алгоритма ICP (Iterative Closest Point) [4] и формируется единая модель тела.

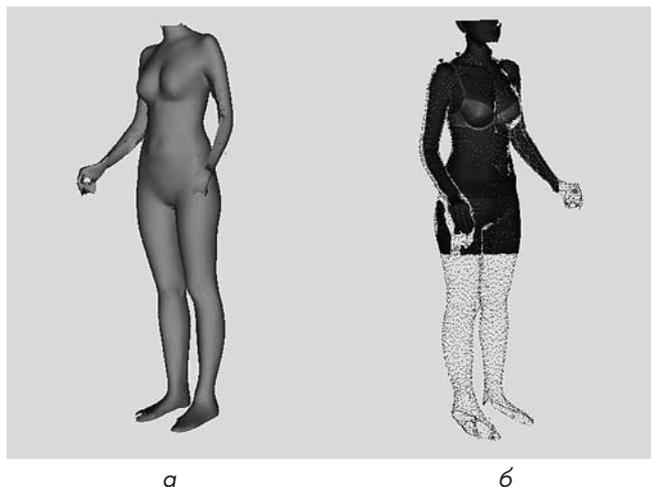


Рис. 2

Результат создания "виртуального" манекена представлен на рис. 2, а.

Для определения точных координат заданных антропометрических точек используются текстурированные сканы объекта, на которых находятся метки, определяющие необходимые антропометрические точки. На рис. 2.б показан текстурированный фрагмент с метками для вычисления координат антропометрических точек. Весь "виртуальный" манекен представлен в точечном отображении.

Таким образом, результатом работы комплекса создания индивидуального "виртуального" манекена является трехмерная модель тела исследуемого человека и заданный набор антропометрических точек, определяющих основные параметры одежды. Эти данные сохраняются в формате AutoCAD DXF и передаются в программный модуль проектирования одежды.

Технология автоматизированного проектирования и производства индивидуальной одежды

Традиционная схема проектирования одежды, применяемая сегодня в швейной отрасли подразумевает первоначальное построение чертежей деталей на плоскости по измерениям фигуры человека и далее несколько последовательных итераций, каждая из которых включает изготовление образца, примерку на человека и внесение изменений в детали. При этом для получения качественной посадки может потребоваться более 2...10 таких итераций. Их число зависит от сложности проектируемого изделия, требований к его качеству и опыта модельера. Естественно, что такой подход применительно к проектированию индивидуальной одежды оборачивается либо большими затратами времени, либо низким качеством изделий.

Традиционные системы автоматизированного проектирования одежды (САПР одежды) ускоряют процесс построения деталей на плоскости, но необходимость в дополнительных примерках остается. Это объясняется тем, что все плоскостные методики построения деталей, основанные на использовании таблицы измерений (иными словами методика построения развертки одежды на плоскости по значениям размерных признаков) разработаны на условно-типичную усредненную фигуру и не учитывают индивидуальный трехмерный рельеф человеческого тела.

До последнего времени использование трехмерных виртуальных манекенов ограничивалось возможностью бесконтактного измерения значений размерных признаков, а также создания по отсканированной фигуре человека реального манекена для осуществления примерок и подгонок одежды.

Новая технология автоматизированного проектирования одежды АССОЛЬ 3D Parametric, разработанная в Центре "Ассоль" позволяет проектировать одежду на виртуальных манекенах, полученных с трехмерного сканера и получать точные лекала непосредственно с объемной формы виртуального изделия.

Если предприятие производит одежду для инди-

видуальных клиентов, то идеальным является 3D-сканирование клиентов – в этом случае достигается полное соответствие реального прототипа и виртуального манекена. Отсканированная фигура может храниться в базе и использоваться многократно для получения различных моделей. Для целей адаптации цифрового манекена под разные ассортименты изделий предусмотрены специальные средства его коррекции. Например, можно имитировать утяжку при проектировании корсетных изделий.

Автоматическая "подгонка" построенной ранее 3D-одежды на другую фигуру

Технология АССОЛЬ 3D Parametric предоставляет удобные средства стандартизации манекенов, полученных разными способами. При выборе другой фигуры, параметрическая 3D-модель одежды и комплект лекал автоматически перестраиваются. При этом можно быстро внести изменения в трехмерную модель, изменив форму линий, а детали перестроятся автоматически.

Таким образом, готовые лекала на индивидуальную фигуру могут быть получены в автоматизированном режиме в течение получаса после сканирования. При этом обеспечивается полный визуальный контроль внешнего вида и посадки заказанного изделия.

Параметрические трехмерные основы одежды

Система АССОЛЬ содержит средства автоматизированного построения трехмерных параметрических плечевых и поясных основ, связанных с манекеном. Для плечевой основы набор параметров включает параметры регулирования формы горловины и проймы, степени прилегания на разных участках и др. Конструктор вводит длину изделия, зазоры по груди, талии, бедрам, параметры проймы, горловины, высоту подплечника и пр. и автоматически получает поверхность основы с заданными параметрами. При этом рассчитываются все необходимые для оценки прибавки и параметры построенной основы. Можно контролировать длину горловины, плеча и проймы, прибавку по груди – общую и по участкам, прибавки по талии, бедрам, общий раствор вытачек на талии.

Основа рукава

Система АССОЛЬ позволяет в автоматическом режиме выполнять построение трехмерных параметрических основ втачного рукава, рукава полуреглан и реглан. Набор параметров команды позволяет настраивать и контролировать форму рукава через привычные параметры, такие как: длина, ширина внизу и под проймой и др. При этом можно визуально оценивать получаемую форму рукава в динамике или с разных точек зрения одновременно.

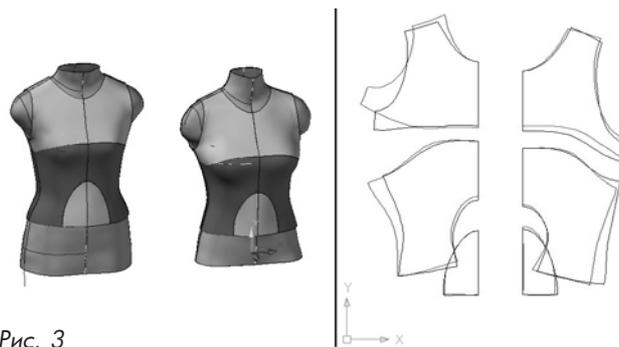


Рис. 3

Разделение основы на 3D-детали и получение лекал

Следующим этапом построения модели является разделение основы на 3D-детали. В большинстве случаев для относительно несложных моделей самый быстрый путь получения 3D-деталей – это использование эскизных проекций.

Первым этапом является задание на проекциях модельных линий эскиза и перенесение всех линий эскиза на 3D основу. Далее оценивается форма полученных 3D модельных линий на основе с разных точек зрения. Модельные линии при этом корректируются автоматически.

Далее каждая 3D деталь автоматически разворачивается на плоскость с использованием уникальных интеллектуальных алгоритмов, разработанных в Центре "Ассоль". При развертывании можно задавать различные условия: контролировать срезы деталей – полностью или частично выпрямлять, проектировать вытачки и пр. Полученные развертки оформляются в лекала. Разведения, прибавление припусков, оформление углов и расстановка надсечек выполняется на плоскости специальными командами САПР АССОЛЬ.

Весь процесс разработки изделия параметризован и запоминается. Это позволяет автоматически повторить процесс построения изделия на наборах манекенов.

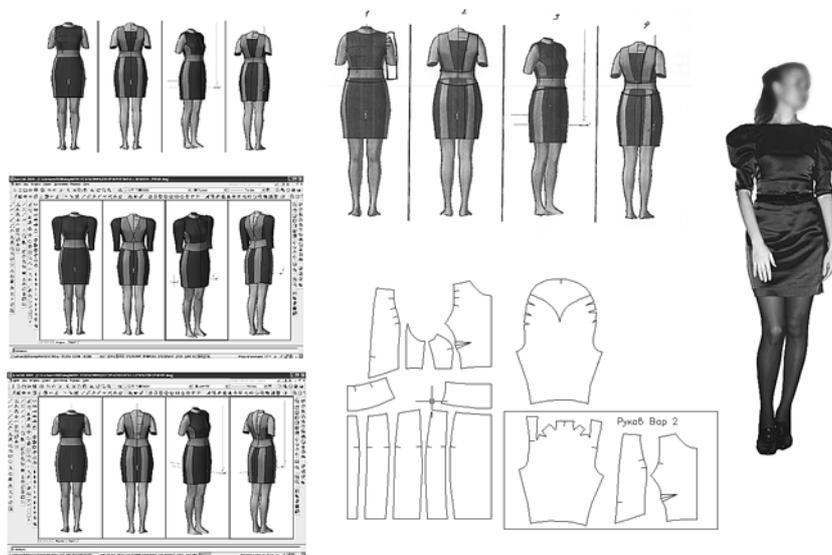


Рис. 4

нов (корпоративные заказы). Также возможно изменение параметров основы или формы линий членения на эскизе и автоматическое получение точных лекал на измененную модель.

На рис. 3 показано, как изменяются развертки деталей данной модели с одинаковыми параметрами основы и одинаковыми параметрами построения линий членений для разных виртуальных фигур.

Данная технология автоматизированного создания одежды используется для создания новых моделей одежды по эскизам модельера (рис. 4). Платье спроектировано в АССОЛЬ 3D Parametric, перестроено на виртуальную нетиповую фигуру реального человека и без правки лекал конструктором сразу изготовлено в материале, так как модель идеально села на первой же примерке.

Моделирование

Применение технологий автоматизированной обработки данных о "виртуальном" манекене предоставляет широкие возможности для трехмерного моделирования одежды. Система АССОЛЬ предоставляет возможность удобного и быстрого моделирования любых элементов модели, например, воланов, накладных деталей, карманов и пр. Можно проектировать многослойную одежду и просматривать ее в реальных тканях.

Изменяя параметры расположения детали и ее размеры можно подобрать наиболее красивое и эргономичное решение. Таким образом, разработанная технология позволяет увидеть, как будет выглядеть

Князь Владимир Александрович — начальник лаборатории бесконтактных измерений ФГУП "ГосНИИ авиационных систем",

Андреева Карина Геннадьевна — директор по развитию Центра "Ассоль" — Прикладные Компьютерные Технологии".

Контактные телефоны (499) 157-31-27, (495) 408-88-77.

E-mail: knyaz@gosniias.ru / karina@assol.mipt.ru. <http://www.gosniias.ru> / www.assol.org

Программные продукты Citect для систем автоматизации производства и объектов инфраструктуры

8 октября 2009 г. в отеле "Катерина" прошла VI международная конференция "Новейшие разработки Citect — основа эффективных систем автоматизации производства и объектов инфраструктуры". Организатором конференции выступила компания "РТСофт", эксклюзивный дистрибьютор Citect в России, Белоруссии и Казахстане.

С приветственным словом выступил Томас Хинингер (Thomas Hinninger), директор по развитию бизнеса Citect в Европе, доклад которого был посвящен истории компании Citect, партнерским отношениям с РТСофт, перспективам развития, а также примерам внедрения ПО Citect.

На сегодняшний день, компания РТСофт предлагает на российском рынке следующую программную продукцию Citect: CitectSCADA, CitectFacilities и CitectSCADA Reports — уникальные возможности новых версий которых были рассмотрены на конференции. Кроме того, участникам представили комплекс Citron, разработанный на базе современных промышленных компьютеров и SCADA-системы Citect и предназначенный для мониторинга и диспетчеризации производственных и технологических процессов. Комплекс Citron

проектируемое изделие на разных типовых или реальных фигурах до отшива и даже до получения лекал. Технология позволяет переносить любые линии с 3D-модели на развертку и с развертки на модель.

Использование в массовом производстве

Планируется использование описанной технологии и в массовом производстве. При этом производитель получает возможность создавать коллекции моделей, рассчитанные на разную типологию покупателя.

Технология прошла опытную апробацию и продемонстрировала эффективность и высокий потенциал для широкого внедрения в практику производства одежды швейной промышленностью.

Список литературы

1. *Knyaz V.A.* Photogrammetric Technique for Accurate Human Body 3D Reconstruction // Proceedings of 15th International Conference on Computer Graphics and Applications, Graphicon'2005, Novosibirsk, June 20-24, 2005.
2. *Knyaz V.A.* Automated calibration technique for photogrammetric system based on a multi-media projector and a CCD camera. Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium 'Image Engineering and Vision Metrology' ISSN 1682-1750, VOLUME XXXVI, PART 5, Dresden, Germany, 2006
3. *Knyaz V.A., Zheltov S.Yu.* On-line calibration technique for mobile robot. EOS Conference on Industrial Imaging and Machine Vision, Munich, Germany, June 13-15, 2005.
4. *Besl P.J., McKay N.D.* 1992: A method for registration of 3-D shapes, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 14, № 2.

характеризуется высокой производительностью и простотой использования. Разработанный специально для промышленных условий эксплуатации Citron соответствует всем необходимым стандартам и имеет длительный жизненный цикл.

Для участников конференции также были представлены доклады: о современных информационных системах как основе эффективного управления производством и объектами инфраструктуры; перспективах развития ПО и внедрении Citect за рубежом. Опыт внедрения ПО Citect в России на конференции поделились партнеры РТСофт — компании Информсвязь, ЭкоПрог и "Горно-химический комбинат".

В рамках конференции были подведены итоги конкурса на лучшее приложение на базе ПО Citect. В номинации "Лучшее приложение Citect в промышленной автоматизации" приз достался представителю ФГУП "Горно-химический комбинат", а в номинации "Лучшее приложение Citect в автоматизации зданий и объектов ЖКХ" — специалисту компании ЭкоПрог. Компания "ЭкоПрог" была также отмечена в номинации "Лучший партнер 2008 года".

[Http://www.rtssoft.ru](http://www.rtssoft.ru)