

А. А. ГРИБОВСКИЙ, А. В. ПИРОГОВ, Е. Е. АЛЁШИНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассматриваются задачи создания моделей изделия на основе исходного прототипа со сложной геометрией и анализа их точности. Описываются возможности использования моделей, полученных после трехмерного сканирования.

Ключевые слова: трехмерное сканирование, твердотельное моделирование, полигональная модель.

Одна из особенностей современного производства — тенденция к усложнению геометрии изделий и увеличению их номенклатуры. В связи с тем что не все изделия создаются на основе трехмерной модели, возникают сложности при их модификации. При работе с готовым продуктом, для которого отсутствует документация, требуется создание его виртуальной модели. Получить ее можно путем обмера с использованием трехмерных сканеров. Такая технология позволяет формировать модель в несколько раз быстрее и точнее по сравнению с традиционными технологиями, а для сложных изделий она является единственной возможностью получения корректной геометрии.

Современные системы, применяемые в приборостроении, работают на основе одного из трех принципов:

- точечная триангуляция (точечное сканирование);
- линейная триангуляция;
- интерференционное проецирование (оптические сканеры).

В зависимости от используемой технологии варьируются скорость формирования моделей и точность получаемой геометрии. Сравнение основных характеристик всех трех методов по пятибалльной шкале представлено в таблице.

Параметр	Метод		
	точечной триангуляции	линейной триангуляции	интерференционного проецирования
Точность	5	2	4
Скорость	1	3	5
Передача сложных поверхностей	1	4	4
Мобильность	2	5	4

В настоящей статье рассматривается система ATOS, использующая принцип интерференционного проецирования и обеспечивающая высокую скорость получения полигональной модели. Данная система была выбрана из-за сочетания высокой производительности и точности.

Для примера: скорость формирования поверхности для точечного измерения лежит в районе единиц—сотен точек за одно измерение, для лазерных сканеров — от тысяч до десятков тысяч, а для оптических систем — сотни тысяч—миллионы. Примерное время одного измерения для всех методов — 1 с.

Современные системы трехмерного сканирования позволяют формировать корректные модели с высокой степенью детализации за несколько часов. Однако к настоящему времени из-за особенностей полигональной структуры модели они получили распространение только в ряде областей, связанных с компьютерной графикой и проведением инженерного анализа.

При использовании оптического сканирования на изделие проецируются интерференционные линии, которые фиксируются двумя камерами, расположенными на трехмерном

сканере под определенным углом. После сопоставления с использованием специализированного программного обеспечения снимков, полученных с обеих камер, генерируются координаты точек на поверхности. Таким образом, по результатам сканирования формируется „облако“ точек, представляющее собой упорядоченное скопление сотен тысяч или миллионов точек (это скорее набор данных, чем модель в традиционном конструкторском понимании этого слова). Для работы с полученными данными в виде модели проводится операция полигонизации, которая заключается в соединении соседних точек в треугольники с минимально возможной длиной ребер.

Связи в полученных полигональных моделях можно разрушить без вмешательства в структуру соседних областей. При этом из моделей вычленяется треугольник, в результате чего нарушается замкнутость соответствующей поверхности. Из-за такой структуры связей невозможно произвести добавление или вычитание стандартных конструкторских примитивов, таких как отверстие или выступ. При попытке создать вырез будут удалены те треугольники, которые входят в зону выреза, что приведет к их „вырыванию“ из окружающих связей. Для получения точного выреза требуется модификация сопрягаемых элементов, что приводит к изменению структуры, ее перестройке и возможной деформации связей за границей выреза. Такие изменения могут вызвать погрешности, порой критичные для точности изготовления, и некорректные сдвиги триангулярной поверхности, приводящие к полной модификации модели. Особенности, столь критичные для конструирования, не играют значительной роли в компьютерной графике и анимации, для которой триангулярные поверхности давно стали стандартом де-факто, поэтому использование трехмерного сканирования в этой области и в смежных с ней областях не вызывает существенных сложностей и широко распространено.

Трехмерные модели, полученные с использованием объемного сканирования, могут применяться в приборостроении для таких задач, как:

- визуализация изделий;
- прототипирование — в данную задачу входит получение копий с использованием технологии быстрого прототипирования [1]. Системы, подобные Objet Eden 350v, напрямую работают с данными, получаемыми со сканера, и корректно выстраивают прототипы на их основе;
- анализ конструкции (включает измерение размеров, а также отклонений по форме);
- твердотельное моделирование (включает создание на основе полигональной модели твердого тела, к которому может быть применен весь набор инструментов CAD-моделирования);
- построение простейших примитивов, данный класс примитивов можно передавать в САД-системы через соответствующие интерфейсы.

Создание моделей с коренными изменениями в конструкции требует специализированных средств редактирования, предоставляемых САД-системами при работе с твердотельными объектами. Рынок трехмерного моделирования динамично развивается и быстро реагирует на возникающие проблемы, предоставляя средства для их решения как в виде отдельных продуктов, так и в виде модулей, интегрируемых в существующие программные продукты [2].

Для решения задачи построения твердотельного объекта на основе полигональной модели были предложены соответствующие средства [3]. Несмотря на разнообразие таких решений существует общая методика построения, включающая несколько этапов (рис. 1), которые позволяют получить модель оптимальным способом:

- определение характерных участков модели — изначально определяются те участки, которые требуют повышенной точности построения;
- определение границ кривизны;
- построение контуров на основе границ;

- создание патчей (патчи, представляющие собой переходные участки в областях большой протяженности, разделяют области с одинаковой кривизной на ряд участков);
- построение сетки на основе патчей [4].

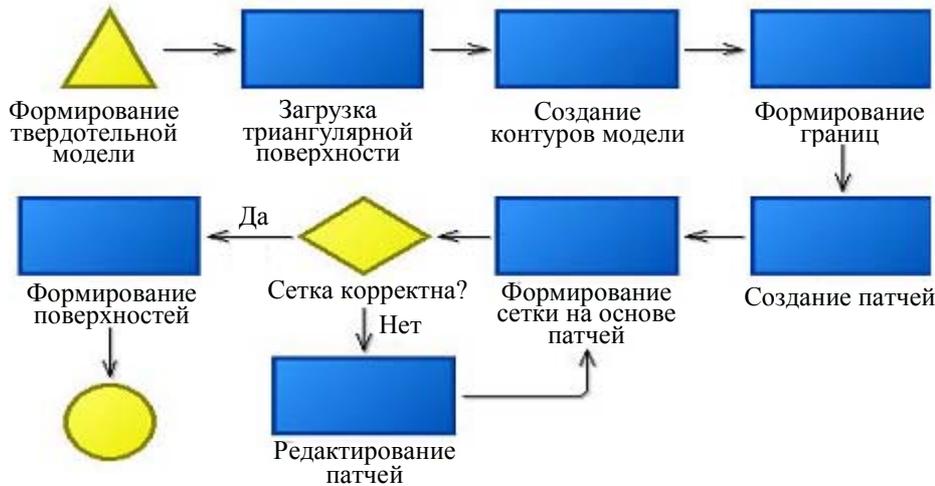


Рис. 1

В итоге формируется результирующая поверхность (так называемая CAD-поверхность), на основе которой строится твердое тело. Последовательность преобразования из полигональной модели в редактируемую CAD-модель представлена на рис. 2 (в полученной твердотельной модели в соответствии с эскизом был сделан вырез с использованием системы Catia).

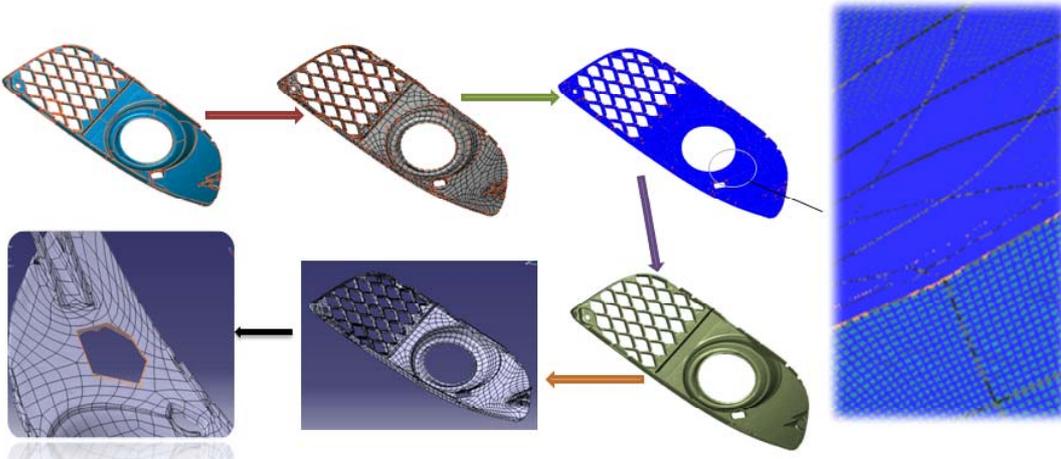


Рис. 2

Полученную модель можно использовать для написания управляющих программ, создания пресс-форм или литьевых форм для изготовления крупных партий деталей. При этом средства твердотельного моделирования, поддерживаемые в CAD-системах, позволяют формировать как принципиально новые конструкции, базирующиеся на исходной модели, так и объекты, которые будут сопрягаться с исходным по каким-либо поверхностям [5].

Анализ конструкции является неотъемлемой частью подготовки производства новых изделий. В простейшем случае это может быть сравнение полученной модели с ее прототипом, а для ответственных и сложных конструкций приходится прибегать к инструментам САЕ-систем. В связи с важностью данного направления на рис. 3 приводится пример контроля построенной модели в одной из систем анализа Geomagic Qualify, предоставляющей набор инструментов для контроля модели, построенной на основе полигональной поверхности [6]. В зависимости от степени автоматизации при построении модели и времени, затраченного на

данный процесс, формируется тело, более или менее приближенное к оригиналу. В результате проведенного анализа можно получить наглядное отображение тех участков, которые соответствуют или не соответствуют допустимым значениям отклонений.

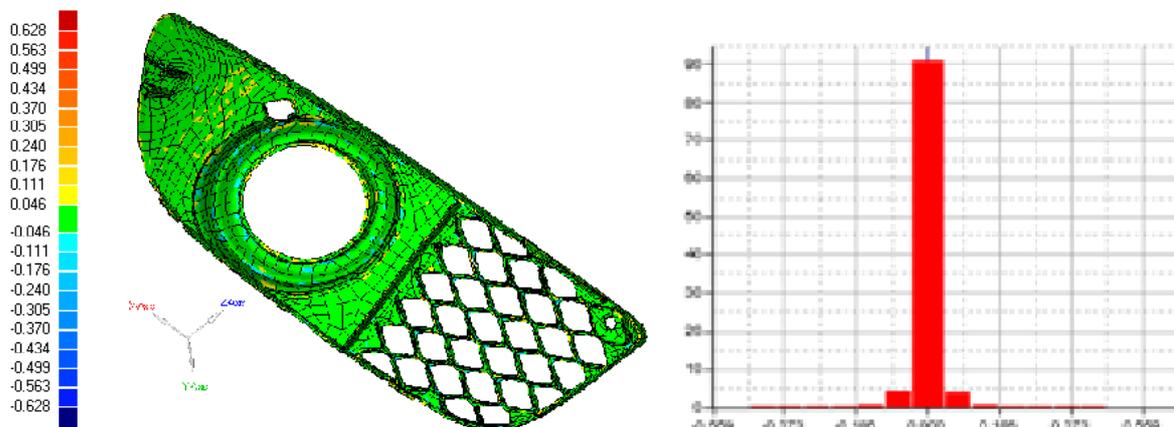


Рис. 3

Благодаря отображению всех отклонений в пространстве (трехмерное) или в конкретных сечениях (двумерное) можно быстро принять решение о целесообразности использования полученной модели.

На данный момент системы оптического сканирования, используемые совместно с соответствующим программным обеспечением, позволяют подготовить модели для решения широкого круга задач. Благодаря распространенной практике использования прототипов в новых разработках применение такого инструментария ускоряет выпуск технологической документации при сохранении эксплуатационных свойств изделия на высоком уровне.

Трехмерное сканирование изделий позволяет создать конкурентоспособную продукцию, а также предоставляет средства для контроля и поддержания ее качества на высоком уровне. Нами рассмотрена основная часть средств, позволяющих применять трехмерное сканирование при подготовке производства. В настоящее время использование оптических сканеров сводится к единичным случаям. Статья демонстрирует важность исследования данной области как одного из направлений ускорения подготовки производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зильбербург Л. И., Молочник В. И., Яблочников Е. И. Моделирование приборов, систем и производственных процессов. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 156 с.
2. Várady T., Michael A., Terék F., Terék Z. Automatic Extraction of Surface Structures in Digital Shape Reconstruction. // Geometric Modeling and Processing. Berlin — Heidelberg: Springer, 2006. Vol. 4077.
3. Cramblitt B. Mold Development with Digital Shape Sampling and Processing // MoldMaking Technology Insider. 2007.
4. Marks P. Capturing a Competitive Edge Through Digital Shape Sampling & Processing (DSSP) // The Society of Manufacturing Engineers. 2005.
5. Басов К. А. CATIA V5. Геометрическое моделирование. СПб: Питер, 2008. 270 с.
6. Binder J. Automating the inspection process // Aerospace America. 2006. October.

Сведения об авторах

Андрей Александрович Грибовский — аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: griandrey@yandex.ru

- Александр Владимирович Пирогов** — студент; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: avrig@mail.ru
- Екатерина Евгеньевна Алёшина** — аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра технологии приборостроения; E-mail: aleshina.ekaterina@gmail.com

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
14.12.09 г.