

Прилипка Егор Андреевич

студент

ФГБОУ ВО «Московский государственный
технологический университет «Станкин»

г. Москва

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ 3D-СКАНИРОВАНИЯ

***Аннотация:** в статье рассматриваются самые распространенные на сегодняшний день методы 3D-сканирования объектов окружающего мира, описываются принципы работы и основные достоинства и недостатки методов контактного и бесконтактного сканирования, отображается мнение автора о перспективах применения и развития 3D-сканирования.*

***Ключевые слова:** 3D-сканирование, 3D-сканер, координатно-измерительная машина, структурированный свет, фотограмметрия, лазерное сканирование, времяпролетная камера, триангуляция.*

Сегодня все больше и больше областей нашей жизни подвергаются компьютеризации. Во многих профессиональных областях стоит задача анализа и обработки больших объемов информации, причем, иногда эта информация может быть представлена в «неудобном» виде. Например, при создании трехмерных моделей на основе реально существующих объектов часто требуется максимальная точность, которую не всегда может обеспечить даже профессиональный 3D-моделлер. В таких случаях используют 3D-сканер.

3D-сканер – устройство, которое позволяет собирать информацию о характеристиках объектов реального мира и на основе этих данных создать 3D-модель объекта. Самые простые сканеры позволяют получить лишь информацию о форме объекта, тогда как более продвинутые аналоги могут определять и такие характеристики, как текстура поверхности или её физические параметры (например, светимость). Полученные при помощи 3D-сканирования данные (обычно сканер формирует облако точек – массив вершин в заданной системе координат) могут быть в дальнейшем использованы для построения трехмерных компьютерных моделей.

На сегодняшний день существует множество 3D-сканеров, в основе которых лежат разные технологии. В этой работе я постараюсь сделать краткий обзор наиболее часто встречающихся на рынке технологий 3D-сканирования. Все методы сканирования можно разделить на контактные (с использованием координатно-измерительной машины) и бесконтактные (сканирование при помощи структурированного света, сканирование с использованием аппарата фотограмметрии, лазерное сканирование).

Сканирование при помощи координатно-измерительной машины – как ясно из названия, основой такого сканирования является координатно-измерительная машина. В этой машине измерительный зонд перемещается вдоль поверхности объекта (при этом, перемещение может контролироваться оператором или быть автоматизировано) и при соприкосновении запоминает координаты точки на поверхности. Зонд перемещается либо по перпендикулярным направляющим, либо с использованием механической «руки» с несколькими степенями свободы. Подобные сканеры (особенно промышленные образцы) могут быть весьма точными и часто используются в системах контроля качества. Кроме того, если оператор контролирует перемещение зонда, то он может выбирать, какие части модели следует оцифровывать, а какие нет. Недостатком подобного подхода является сам факт касания зондом поверхности сканируемого объекта (иногда это нежелательно). Кроме того, ограничения накладывает и сам принцип сканирования – зонд должен «обследовать» все необходимые участки объекта, при этом создавая лишь его «каркас» (в дальнейшем по этому каркасу должна строиться 3D-модель).

В технике 3D-сканирования при помощи структурированного света используется системы проецирования и наблюдения. На поверхность сканируемого объекта система проецирования переводит изображение с разграниченными областями разных интенсивностей (шаблон). Существует 2 основных способа генерации шаблона:

1. Интерференционный метод – при помощи интерференции двух когерентных лазерных лучей на поверхности объектов появляется желаемый шаб-

лон. Основное преимущество данного метода – возможность менять шаблон в некоторых пределах (изменяя угол между двумя лазерными лучами, мы можем регулировать интерференционную картину). Однако цена такого оборудования достаточно высока по сравнению со следующим методом. Кроме того, некоторые шаблоны не могут быть сгенерированы таким образом.

2) Проекционный метод – шаблон переносится на поверхность сканируемого объекта при помощи обычного проектора. Этот метод намного дешевле и более универсален.

Спроецированный шаблон фиксирует система наблюдения. Если форма поверхности отличается от прямолинейной, то будет получено изображение шаблона, отличающееся от первоначально спроецированного. Сравнение изначального и полученного с системы наблюдения шаблона позволяет получить данные, по которым форма поверхности может быть восстановлена.

Существует множество вариаций метода. Различаться могут проецируемые шаблоны: (могут быть цветными или черно-белыми, в качестве элементов шаблона могут использоваться параллельные линии, участки прямоугольной сетки или массив прямоугольников), система наблюдения может состоять из одной или нескольких камер (поэтому и для восстановления изображения могут использоваться один или несколько фотоснимков). Различные математические аппараты могут использоваться для восстановления поверхностей (например, преобразования Фурье и вейвлет-преобразования).

В установках 3D-сканирования на основе аппарата фотограмметрии (также, как и при сканировании с использованием структурированного света) присутствуют одна или несколько камер. На изображениях объектов отыскиваются общие точки, через которые затем проходят лучи из камер. Пересечение лучей определяет положение искомой точки в пространстве. Иногда в алгоритм вводится дополнительная информация об объекте, которая способна уменьшить объем вычислений (например, симметрия отдельных частей).

Методы фотограмметрии на сегодняшний день используются очень широко (например, компания Google с их помощью создает топографические карты).

В качестве плюсов можно отметить большое число ПО, которое работает на принципах фотограмметрии, высокая точность измерения и относительно небольшие затраты, которые потребуются для реализации. При желании можно обойтись одной камерой, делая фотоснимки с разных ракурсов, однако это займет очень много времени (в профессиональных студиях, использующих данный подход, число камер может быть очень большим – свыше 100). Недостатком данных методов является также тот факт, что сканируемый объект должен содержать большое число «опорных точек» (выступов или углов), чтобы полученная модель была более точной.

Лазерные методы сканирования используют различные виды излучения (как правило лазерный луч) для сканирования поверхности объекта. Существует несколько методов лазерного сканирования, однако наиболее часто встречающимися являются:

1. С использованием времяпролетной камеры – луч света выпускается лазерным дальномером. Попадая на поверхность объекта, он отражается и попадает обратно. Т.к. скорость распространения света известна, по времени возвращения сигнала можно легко определить расстояние до какой-либо точки пространства. Недостатки этого метода проистекают из его принципов работы – за раз сканируется 1 точка на объекте и (хотя современные камеры могут получать 3D модели довольно быстро) процесс сканирования занимает длительное время. Это неудобно, т.к. во время сканирования в поле зрения камеры не должны попадать посторонние объекты.

2. На основе триангуляции – при помощи лазерного луча на поверхности объекта отмечается точка, измерение координат которой будет проводиться. Камера располагается таким образом, чтобы сканируемая точка была в фокусе. Совокупность «Луч от камеры до поверхности объекта – луч от объекта до лазера – расстояние между лазером и камерой» образует треугольник. Координаты точки на объекте можно определить, решив данный треугольник (для этого у нас известны углы в треугольнике и расстояние между лазером и камерой).

Эти два метода прямо противоположны – сканеры на основе триангуляции имеют ограниченный радиус, однако чрезвычайно точны, сканеры с времяпролетной камерой достаточно неточны, но они могут работать на очень больших дистанциях.

По моему мнению, будущее за бесконтактными методами 3D сканирования. Они позволяют обрабатывать объекты даже в тех случаях, когда к ним нельзя получить непосредственный доступ (например, при компьютерной томографии органов) или если проводить контактное сканирование затруднительно (объект находится достаточно далеко). Все эти методы имеют ограничение – затруднительна обработка зеркальных или прозрачных объектов. Однако его можно преодолеть в ряде случаев (покрыв поверхность объекта веществом, которое будет препятствовать отражению света).

На этом я хочу закончить рассмотрение техник 3D сканирования. Безусловно, это далеко не все, однако именно эти способы сегодня используются наиболее часто. Спрос на технологии трехмерного сканирования растет с каждым днем и стоимость рынка быстро увеличивается – по прогнозам специалистов, к 2018 году его ожидаемая стоимость составит порядка 4.8 миллиардов долларов (по сравнению с 2.6 миллиардами долларов в 2013 году) [4, с. 1]. Это позволяет технологии развиваться – еще совсем недавно оборудование для трехмерного сканирования стоило очень дорого и позволить его могли лишь крупные производственные и медицинские центры, однако уже сегодня любой желающий может создать персональный 3D-сканер.

Список литературы

1. Pelovitz J. What's the Right 3D Scanner for You? Home.lagoa.com: Cloud-based 3D Design and Publishing. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://home.lagoa.com/2014/04/whats-the-right-3d-scanner-for-you/> (дата обращения: 10.07.2015).

2. Brooke R. 3D scanning market to exceed \$4bn by 2018. Tctmagazine.com: 3D printing, Additive Manufacturing, product development. [Электронный ре-

сурс]. – Режим доступа: <http://www.tctmagazine.com/metrology/3d-scanning-market-to-exceed-4bn-by-2018/> (дата обращения: 10.07.2015).

3. Geng J. Structured-light 3D surface imaging: a tutorial. Osapublishing.org: OSA Publishing is the largest peer-reviewed collection of optics and photonics information in the world. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.osapublishing.org/aop/fulltext.cfm?uri=aop-3-2-128&id=211561> (дата обращения: 20.07.2015).

4. Aydar U., Akyol O., Duran Z. A low-cost laser scanning system design. Cipa.icomos.org: The International Committee for Documentation of Cultural Heritage. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cipa.icomos.org/fileadmin/template/doc/PRAGUE/013.pdf> (дата обращения: 03.08.2015).