МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«**Вятский государственный университет**»

**(ФГБОУ ВО «ВятГУ»)**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

3d-сканеры

Доклад по дисциплине

«Интерфейсы периферийных устройств»

Выполнил студент группы ИВТ-41 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Захарова Д.А./

Проверил преподаватель кафедры ЭВМ\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Гагарский К.Н./

Киров 2017

3D-сканер представляет собой специальное устройство, которое анализирует определённый физический объект или пространство, чтобы получить данные о форме предмета и, по возможности, о его внешнем виде (к примеру, о цвете). Собранные данные в дальнейшем применяются для создания цифровой трехмерной модели этого объекта.

Создать 3D-сканер позволяют сразу несколько технологий, различающиеся между собой определёнными преимуществами, недостатками, а также стоимостью. К тому же, существуют некоторые ограничения по объектам, которые могут быть оцифрованы. В частности, возникают трудности с блестящими, прозрачными или обладающими зеркальными поверхностями предметами.

Не стоит забывать и том, что сбор 3D-данных важен и для других применений. Так, они необходимы в индустрии развлечений для создания фильмов и видеоигр. Также эта технология востребована в промышленном дизайне, ортопедии и протезировании, разработке прототипов, а также для контроля качества, осмотре и документировании культурных артефактов.

Цель 3D-сканера в том, чтобы создать облако точек геометрических образцов на поверхности объекта. В дальнейшем эти точки могут быть экстраполированы для воссоздания формы предмета (процесс, называемый реконструкцией). Если были получены данные и о цвете, то и цвет реконструированной поверхности также можно определить.

3D-сканеры немного похожи на обычные камеры. В частности, у них есть конусообразное поле зрения, и они могут получать информацию только с тех поверхностей, которые не были затемнены. Различия между двумя этими устройствами в том, что камера передаёт только информацию о цвете поверхности, что попала в ее поле зрения, а вот 3D-сканер собирает информацию о расстояниях на поверхности, которая также пребывает в его поле зрения. Таким образом «картинка», полученная с помощью 3D-сканера, описывает расстояние до поверхности в каждой точке изображения. Это позволяет определить положение каждой точки на картинке сразу в 3 плоскостях.

В большинстве случаев одного сканирования недостаточно для создания полноценной модели предмета. Таких операций потребуется несколько. Как правило, приличное множество сканирований с разных направлений понадобится для того, чтобы получить информацию обо всех сторонах объекта. Все результаты сканирования должны быть приведены к общей системе координат – процесс, называемый привязкой изображений или выравниванием, и только после этого создаётся полная модель. Вся эта процедура от простой карты с расстояниями до полноценной модели называется 3D конвейер сканирования.

Существует несколько технологий для цифрового сканирования формы и создание 3D-модели объекта. Однако была разработана специальная классификация, которая делит 3D-сканеры на 2 типа: контактные и бесконтактные. В свою очередь, бесконтактные 3D-сканеры можно поделить ещё на 2 группы – активные и пассивные. Под эти категории сканирующих устройств могут подпадать сразу несколько технологий.

Механизм сканера бывает трёх различных форм:

* Каретка с фиксированной измерительной рукой, расположенной перпендикулярно, а измерение по осям происходит, пока рука скользит вдоль каретки. Эта система оптимальна для плоских или обычных выпуклых кривых поверхностей.
* Манипулятор с фиксированными составляющими и с высокоточными угловыми датчиками. Расположение конца измерительной руки влечет за собой сложные математические вычисления, касающиеся угла вращение шарнира запястья руки, а также угла разворота каждого из соединений руки. Этот механизм идеально подходит для зондирования углублений или внутренних пространств с небольшим входным отверстием.
* Одновременное использование предыдущих двух методов. К примеру, манипулятор можно совместить с кареткой, что позволить получить 3D-данные от больших объектов, обладающих внутренними полостями или перекрывающими друг друга поверхностями.

КИМ (координатно-измерительная машина) представляет собой яркий пример контактного 3D-сканера. Они используются в основном в производстве и может быть сверхточной. К недостаткам КИМ можно отнести необходимость непосредственного контакта с поверхностью объекта. Поэтому существует возможность изменить предмет или даже повредить его. Это весьма важно в том случае, если сканируются тонкие или ценные предметы, например, исторические артефакты. Ещё один недостаток КИМ перед другими методами сканирования – медлительность. Перемещение измерительной руки с установленным зондом может оказаться очень медленным. Самый быстрый результат работы КИМ не превышает несколько сотен герц. В то же время, оптические системы, к примеру, лазерный сканер, может работать от 10 до 500 кГц.

Активные сканеры используют определённые виды излучения или просто свет и сканируют объект через отражение света или прохождение излучения через объект или среду. В таких устройствах применяется свет, ультразвук или рентгеновские лучи.

Времяпролётный лазерный 3D-сканер – это активный сканер, который использует лазерный луч, чтобы исследовать объект. В основе этого типа сканера лежит времяпролётный лазерный дальномер. В свою очередь, лазерный дальномер определяет расстояние до поверхности объекта, исходя из времени пролёта лазера туда и обратно. Сам лазер используется для создания светового импульса, в то время как детектор измеряет время до того момента, пока свет не отразится. Учитывая, что скорость света (c) – величина постоянная, то зная время пролёта луча туда-обратно, можно определить расстояние, на которое переместился свет, оно будет в два раза больше расстояния между сканером и поверхностью объекта. Если (t) – это время полёта луча лазера туда-обратно, тогда расстояние будет равно  (c\*t\2). Точность времени пролёта лазерного луча 3D-сканера зависит от того, насколько точно мы можем измерить само время (t): 3,3 пикосекунды (приблизительно) необходимо для того, чтобы лазер преодолел 1 миллиметр.  
Лазерный дальномер определяет расстояние только одной точки в заданном направлении. Поэтому устройство сканирует все своё поле зрения по отдельным точкам за раз, меняя при этом направление сканирования. Менять направление лазерного дальномера можно либо путем вращения самого прибора, либо с помощью системы вращающихся зеркал. Зачастую используют последний метод, ведь он намного быстрее, точнее, а также легче в обращении. К примеру, времяпролётные 3D-сканеры могут измерять расстояние от 10 000 до 100 000 точек за одну секунду.  
Времяпролётные девайсы также доступны в конфигурации 2D. В основном, это касается времяпролётных камер.

Триангуляционные лазерные 3D-сканеры также относятся к активным сканерам, которые используют лазерный луч для того, чтобы прозондировать объект. Подобно времяпролётным 3D-сканерам триангуляционные устройства посылают на объект сканирования лазер, а отдельная камера фиксирует расположение точки, куда попал лазер. В зависимости от того, как далеко лазер продвигается по поверхности, точка появляется в различных местах поля зрения камеры. Эта технология названа триангуляцией потому, что лазерная точка, камера и сам лазерный излучатель образуют своеобразный треугольник. Известна длина одной стороны этого треугольника – расстояние между камерой и лазерным излучателем. Также известен угол лазерного излучателя. А вот угол камеры можно определить по расположению лазерной точки в поле обзора камеры. Эти 3 показателя полностью определяют форму и размер треугольника и указывают на расположение угла лазерной точки. В большинстве случаев, чтобы ускорить процесс получения данных, вместо лазерной точки пользуются лазерной полосой. Так, Национальный научно-исследовательский совет Канады был среди первых научных организаций, разработавших основы технологии триангуляционного лазерного сканирования ещё в 1978 году.

3D-сканеры, работающие по технологии структурированного света, представляют собой проекцию световой сетки непосредственно на объект, деформация этого рисунка и представляет собой модель сканируемого предмета. Сетка проецируется на объект с помощью жидкокристаллического проектора или другого постоянного источника света. Камера, расположенная чуть в стороне от проектора, фиксирует форму сети и вычисляет расстояние до каждой точки в поле зрения.

Преимущество 3D-сканеров, использующих структурированный свет, в их скорости и точности работы. Вместо сканирования одной точки в один момент времени, структурированные сканеры сканируют одновременно несколько точек или все поле зрения сразу. Сканирование всего поля зрения занимает долю секунды, а сгенерированные профили являются более точными, чем лазерные триангуляции. Это полностью решает проблему искажения данных, вызванного движением. Кроме того, некоторые существующие системы способны сканировать даже движущиеся объекты в режиме реального времени. К примеру, VisionMaster – сканирующая система в формате 3D – обладает 5-мегапиксельной камерой, благодаря чему каждый кадр содержит 5 миллионов точек.

Сканеры, работающие в режиме реального времени, используют цифровую проекцию края и фазосдвигающую технику (одна из методик применения структурированного света), что позволяет захватить, восстановить и создать компьютерную модель с высокой плотностью деталей динамически изменяющихся объектов (к примеру, мимика) при 40 кадрах в секунду. Недавно был создан новый тип сканера. Различные модели могут быть использованы в этой системе. Частота кадров для захвата и обработки данных достигает 120 кадров в секунду. Этот сканер может обрабатывать и отдельные поверхности. Например, 2 движущиеся руки. Используя метод бинарной дефокусировки, скорость съемки может достигать сотен, а то и тысяч кадров в секунду.

При использовании 3D-сканеров на основе модулированного света световой луч, направленный на объект, постоянно меняется. Зачастую смена света проходит по синусоиде. Камера фиксирует отражённый свет и определяет расстояние до объекта, учитывая путь, который преодолел луч света. Модулированный свет позволяет сканеру игнорировать свет от других источников, кроме лазера, что позволяет избежать помех.

Компьютерная томография (КТ) – специальный медицинский метод визуализации, который создаёт трехмерное изображение внутреннего пространства объекта, используя большую серию двухмерных рентгеновских снимков. По похожему принципу работает и магнитно-резонансная томография – ещё один приём визуализации в медицине, который отличается более контрастным изображением мягких тканей тела, чем КТ. Поэтому МРТ используют для сканирования мозга, опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, поиска онкологии. Эти методики позволяют получить объемные модели, которые можно визуализировать, изменять и преобразовывать в традиционную 3D-поверхность.

Пассивные сканеры не излучают свет, вместо этого они используют отраженный свет из окружающего пространства. Большинство сканеров этого типа предназначены для обнаружения видимого света, ведь это наиболее доступный вид окружающего излучения. Другие типы излучения, к примеру, инфракрасное, также может быть задействовано. Пассивные методы сканирования относительно дешёвые, ведь в большинстве случаев они не нуждаются в специальном оборудовании, достаточно обычной цифровой камеры. Стереоскопические системы предусматривают использование 2-ух видеокамер, расположенных в разных местах, но в одном направлении. Анализируя различия в снимках каждой камеры, можно определить расстояние до каждой точки на изображении. Этот метод по своему принципу похож на стереоскопическое зрение человека.

Фотометрические системы обычно используют одну камеру, которая производит съемку нескольких кадров при любых условиях освещения. Эти методы пытаются преобразовать модель объекта, чтобы восстановить поверхность по каждому пикселю.

Силуэтные техники используют контуры из последовательных фотографий трехмерного объекта на контрастном фоне. Эти силуэты экструдируют и преобразуют, чтобы получить видимую оболочку объекта. Однако этот метод не позволяет просканировать углубления в объекте (к примеру, внутреннюю полость чаши).

Существуют и другие методы, которые основаны на том, что пользователь сам обнаруживает и идентифицирует некоторые особенности и формы объекта, опираясь на множество различных изображений объекта, которые позволяют создать приблизительную модель этого объекта. Такие методы можно применять для быстрого создания трехмерной модели объектов простых форм, к примеру, здания.