

Влияние цвета на результаты 3D-сканирования

И. А. Лаппо¹, В. А. Парфёнов², В. О. Тишкин³

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

¹ ialappo@stud.etu.ru, ² vadim_parfenov@mail.ru, ³ tiviol@gmail.com

Аннотация. В работе приведено сравнение результатов трёхмерного сканирования объектов разных цветов. Показана наглядная зависимость количества полигонов получаемой трёхмерной модели от цвета сканируемого объекта. Для проведения исследования использовался 3D-сканер, работающий по технологии структурированного света.

Ключевые слова: трёхмерное сканирование; структурированный свет

I. ВВЕДЕНИЕ

Трёхмерное сканирование - это технология, которая позволяет создавать точные цифровые модели реальных объектов или сцен. Эта технология имеет широкий спектр применения, от медицины и инженерии до развлечений и искусства.

На сегодняшний день существует множество видов трехмерного сканирования, которые используют различные технологии и методы захвата данных [1]. Каждый из этих видов трехмерного сканирования имеет свои преимущества и ограничения в зависимости от области применения и характеристик объекта, который необходимо сканировать. Одним из наиболее распространенных методов трехмерного сканирования является сканирование структурированным светом. Эта технология основывается на проецировании шаблона света на поверхность объекта и измерении искажений этого шаблона при его отражении или преломлении поверхностью объекта. Это позволяет получить точную и детальную полигональную модель объекта.

Однако цвет объекта может влиять на процесс сканирования структурированным светом из-за различных оптических свойств разных цветов [2–3]. Например, поверхности с яркими цветами могут отражать больше света, чем темные поверхности, что может приводить к искажениям в полученных данных.

II. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования использовались кубики из пенополистирола белого цвета с длиной ребра 8 см. Данный выбор обусловлен низкой стоимостью этих модельных объектов, отсутствием сложной геометрии и простотой изменения цвета, а именно возможностью нанесения красок. Однако, имеется и недостаток в виде пористой структуры граней.

III. ХАРАКТЕРИСТИКИ СКАНЕРА

В работе использовался оптический сканер RangeVision PRO, способный сканировать объекты с

высокой точностью и детализацией. Он оснащен двумя камерами, проектором структурированного света и программным обеспечением для обработки данных. Это позволяет получать точные 3D-модели объектов и проводить анализ различных параметров сканирования.

ТАБЛИЦА I. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКАНЕРА RANGEVISION PRO

Технология сканирования	Структурированный подсвет
Погрешность, мкм	30
Область сканирования, мм	320x210x200
3D-разрешение, мм	0.10

Данные взяты с официального сайта rangevision.com

IV. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

A. Калибровка сканера

Калибровка является важным шагом в процессе сканирования со структурированным светом. Она необходима для того, чтобы установить параметры проектора и камеры, которые используются для сканирования, и корректно интерпретировать данные, полученные в процессе сканирования.

Во время калибровки сканера происходит установка точных параметров, таких как расстояние между проектором и камерой, угол проекции света и другие настройки, которые могут влиять на точность полученных данных. На протяжении всего эксперимента эти параметры были неизменны во избежание дополнительных погрешностей.

B. Сканирование исходной структуры объектов

Для исследования необходимо отсканировать исходную структуру кубиков из пенополистирола с пористыми гранями перед нанесением краски. Это связано с тем, что пористая структура материала может влиять на отражение и преломление света, а следовательно, на качество и точность сканирования. При нанесении краски на поверхность кубиков также может измениться текстура и отражательные свойства поверхности, что может повлиять на результаты сканирования. Поэтому сканирование исходной структуры кубиков перед нанесением краски позволяет убедиться в том, что любые изменения, вызванные нанесением краски, могут быть точно определены и проанализированы.

C. Нанесение краски

Изменение цвета кубиков было проведено путем нанесения гуаши. Такой способ раскраски был выбран из-за нескольких причин.

Во-первых, гуашь – это водорастворимая краска, которая хорошо смешивается и легко наносится. Это позволило добиться равномерного нанесения краски на поверхность кубиков, что необходимо для получения точных результатов при сканировании.

Во-вторых, гуашь имеет высокую плотность пигмента, что обеспечивает яркость и насыщенность цвета. Это позволило получить четкие различия в цветах между кубиками (рис. 1) и сделать исследование более точным.

Наконец, гуашь быстро сохнет и легко удаляется с поверхности кубиков после тестирования. Это упростило процесс подготовки кубиков к последующим исследованиям и обеспечило возможность повторного использования кубиков.

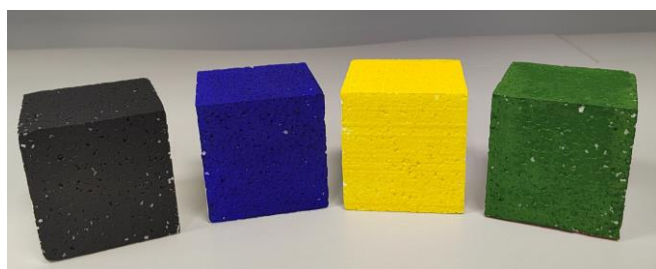


Рис. 1. Кубики после покраски

D. Повторное сканирование

Для соблюдения расстояния и угла между объектом и сканером после окраски кубиков использовалась специальная установка, которая позволяла точно задать единое положение для всех объектов исследования. Такой подход к фиксации расположения объекта позволяет получить более точные результаты сканирования и минимизировать ошибки, связанные с изменением расстояния и угла между объектом и сканером в процессе работы.

E. Анализ полученных данных

Анализ полученных данных был произведен с использованием программного обеспечения ScanCenter NG, входящего в комплект поставки сканера RangeVision. В данной программе можно выполнить ряд операций, таких как регистрация данных, удаление шума, выравнивание и слияние сканов. Программа также позволяет выполнить анализ точности сканирования, анализ деформации и имеет некоторые другие функции, которые могут помочь в дальнейшей обработке и использовании данных.

V. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате исследования влияния цвета на количество полигонов при сканировании объекта структурно световым сканером было обнаружено, что цвет объекта имеет существенное влияние на количество полигонов, полученных в результате сканирования.

Кубики с более светлыми цветами (белый и желтый) имели значительно большее количество полигонов, чем кубики с более темными цветами (синий, красный, черный). Например, белый кубик имел в среднем 1 120

309 полигонов, тогда как чёрный кубик имел всего 630 полигонов.

Это объясняется тем, что более светлые цвета отражают больше света и создают более четкие границы между поверхностями объекта, что облегчает задачу сканера в определении формы объекта. С другой стороны, более темные цвета поглощают больше света, что усложняет задачу сканера и приводит к меньшему количеству полученных полигонов.

В ходе исследования было замечено, что нанесение краски на поверхность кубиков позволило более точно отсканировать пористую структуру их граней. Это связано с тем, что пористый материал имеет неровную поверхность, которая может рассеивать свет при сканировании, что усложняет получение точных данных. Нанесение краски позволяет заполнить поры на поверхности кубиков, устраняя эту проблему и улучшая качество сканирования. Однако, следует отметить, что нанесение краски на объект может изменить его геометрические характеристики, поэтому необходимо производить анализ полученных данных и учитывать этот фактор при интерпретации результатов.

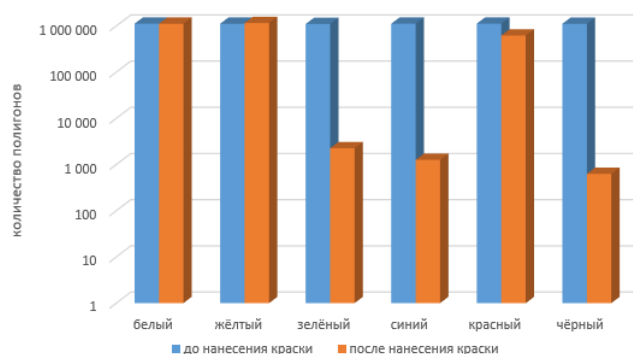


Рис. 2. Зависимость кол-ва полигонов от цвета

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование влияния цвета на качество сканирования объектов со структурированным светом показало, что изменение цвета объекта может значительно влиять на точность и количество полигонов в полученной модели. Было выявлено, что краска желтого цвета позволяет более точно сканировать пористую структуру объекта.

Использование сканера RangeVision PRO позволило получить высококачественные модели объектов и провести детальный анализ данных в программном обеспечении ScanCenter NG.

Дальнейшие перспективы исследования могут включать более глубокий анализ влияния цвета на другие параметры сканирования, такие как время сканирования и требуемое количество источников света, а также более широкий спектр объектов для исследования. Кроме того, возможно исследование различных методов нанесения цвета на объекты для улучшения качества сканирования. Результаты таких исследований могут быть полезны при выборе

оптимального подхода к сканированию конкретных объектов в различных отраслях, таких как промышленное производство, медицинская диагностика, культурное наследие и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учеб. пособие / В.И. Гужов. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. 82 с.
- [2] Sophie Voisin, David L. Page, Sebti Foufou, Frédéric Truchetet, and Mongi A. Abidi "Color influence on accuracy of 3D scanners based on structured light", Proc. SPIE 6070, Machine Vision Applications in Industrial Inspection XIV, 607009 (9 February 2006).
- [3] Шулепов А.В., Вин П.С. Исследование погрешности измерения геометрических параметров деталей в зависимости от цвета покрытия поверхности в лазерных сканирующих оптоэлектронных измерительных системах // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2019. №. 1 (27). С. 55-62.