

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК 004.932.4, 681.786.23

Жибинскас
Дэйвидас

Способы построения трехмерных моделей из облака точек

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра

по специальности 1-59 80 01 «Охрана труда и эргономика»

Научный руководитель
Прудник Александр Михайлович
кандидат технических наук, доцент

Минск 2022

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

Иванова Екатерина Сергеевна

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Анализ трехмерных данных является задачей, которая становится все более актуальной в связи с появлением и распространением новых систем сканирования пространства, которые могут функционировать в реальном времени, комплексов и технологий расширенной реальности, расширяющимся применением беспилотного транспорта и во многих других задачах.

3D-сканирование – получение трехмерной геометрии путем преобразования геометрических данных объекта измерительным способом.

В данной работе внимание сосредоточено именно на технологии трехмерного сканирования. Её применение становится все более востребованным. Например, в сферах промышленного проектирования и контроля качества оно уже стало незаменимым инструментом. Во многом это можно связать с общим переходом от работы с двухмерными чертежами к трехмерным моделям. В этой области присутствует постоянно растущая необходимость повышения уровня соответствия получаемых моделей сканируемым объектам реального мира. Продолжающееся развитие данной технологии и является причиной для исследования возможностей по оптимизации процесса построения моделей из облака точек.

Данная работа нацелена на повышение разрешающей способности оптических лазерных сканеров, необходимой для увеличения точности построения трехмерных моделей из облака точек. Для достижения этого в работе производится разработка программного обеспечения для сравнения методов удаления шума на фотоснимках сканеров, внедрение усовершенствование существующего комплекса трехмерного сканирования и рассматривается влияние на получаемые результаты после внедрения улучшений.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью работы является увеличить точность построения трехмерных моделей из облака точек путём повышения разрешающей способности оптических лазерных сканеров.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения уровня соответствия создаваемой трехмерной модели сканируемому объекту реального мира.

В рамках настоящей работы для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Анализ информационных источников о проблеме точности построения моделей в технологии трехмерного сканирования и определение путей решения данных проблем.

2. Разработка программного обеспечения для определения оптимальных параметров методов удаления шума на фотоснимках, получаемых в комплексах оптического лазерного сканирования.

3. Усовершенствование программного обеспечения и структуры существующего комплекса трехмерного лазерного сканирования.

4. Проведение испытания модернизированного комплекса.

Объект исследования: цифровые трехмерные модели.

Предмет исследования: процесс построения трехмерных моделей.

В работе проведен анализ методов удаления шума с помощью разработанной программы. Найден лучший из методов и его оптимальные параметры. Найденный метод внедрен в алгоритм работы комплекса. Предложен способ решения проблемы потери части информации при сканировании объектов сложной формы одной камерой. Проведен анализ способов реконструкции модели и составлены рекомендации по выбору необходимого способа на основе изначальных сведений и желаемого результата. Проведена апробация комплекса. Итогом работы является повышение разрешающей способности программно-аппаратного комплекса трехмерного оптического лазерного сканирования.

Результаты работы нашли отражение в 2 публикациях автора: статья в VIII Международной научно-практической конференции BIG DATA and Advanced Analytics = BI DATA и анализ высокого уровня; тезисы на 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цели и задачи работы обуславливают ее структуру, которая состоит из введения, трёх глав основной части, заключения, списка использованных источников и приложения. В первой главе осуществляется краткий обзор технологии и проблемы её применения. В последующих главах описываются предложенные методы решения существующих проблем и анализ данных методов, а также результаты их применения. В конце каждой главы представлены соответствующие выводы.

Диссертация выполнена на 85 страницах. Работа включает в себя 3 главы, 57 иллюстраций, 21 таблицу, 13 формул, 54 библиографических источника, 4 приложения.

Библиотека БГУМР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Основные результаты по каждой из глав:

– В главе 1 представлен обзор технологии трехмерного сканирования, рассмотрены существующие типы сканеров, рассмотрены присутствующие на рынке системы, приведены существующие в технологии проблемы и их потенциальные пути решения.

– В главе 2 описана необходимость написания программного обеспечения для проведения сравнительного анализа различных методов обработки изображений, приведены описания двух групп методов удаления шума на изображениях, изложен основанный на сравнении процессопределения оптимального метода удаления шума внутри рассмотренных групп и между ними.

– В главе 3 приведено описание комплекса, на основе которого проводилась работа, показан перечень мер, которые должны усовершенствовать работу комплекса и к которому относятся обновление программного обеспечения путём внедрения методов обработки шума на фотоснимках сканера и поддержки построения трехмерных моделей разными способами и решение проблемы сканирования объектов сложной формы. В главе также представлены результаты испытания усовершенствованного комплекса, состоящего из проведения функционального тестирования программного обеспечения и установления разрешающей способности сканера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках магистерской диссертации разработано программное обеспечение позволяющее повысить разрешающую способность оптических лазерных сканеров, которая в свою очередь увеличивает точность построения трехмерных моделей, отражающих объекты реального мира, из полученного облака точек.

Изучены типы трехмерных сканеров и проанализированы существующие аналоги в данной области, приведен перечень проблем присущих технологии трехмерного сканирования, определены методы и алгоритмы для повышения точности построения трехмерных моделей.

Рассмотрены две группы методов по удалению шума на фотоснимках. Лучшим методом из обеих групп является обработка нормализованным блочным фильтром, имеющим максимальное уменьшение среднего шума присутствующего на снимках. Среднее отклонение точек линии на оригинальном изображении больше, чем на обработанном на 245%, или уменьшение среднего отклонения составило 71%. Данный метод увеличивает число точек, точно попадающих на найденное положение линии, в 4,1 раза, а максимальное отклонение 90% не попадающих на линию точек уменьшает в 2,75 раза.

Представлен алгоритм работы функции получения профилей с реализацией методов удаления шума. Разработано решение проблемы сканирования объектов сложной формы. Проведен анализ возможностей разных способов построения моделей из облака точек. Разработан перечень рекомендаций для конечных пользователей по выбору способа реконструкции на основе известных данных о сканируемом объекте и желаемом результате. Показан прототип усовершенствованного комплекса.

Проведено испытание модернизированного комплекса. Установлено, что максимальная разрешающая способность усовершенствованного комплекса улучшилась в 4 раза: с 1 мм до 0,25 мм. Это позволяет говорить, что рассмотренные меры по усовершенствованию комплекса позволяют повысить точность создаваемых трехмерных моделей. Данные меры могут быть применены в различных комплексах трехмерного оптического лазерного сканирования.

Работа реализована в полном объеме и в соответствии с заданными требованиями, полностью отлажена и протестирована. Для реализации всех функций комплекса с учетом высоких требований по надежности, предъявляемых к ней, в программной части комплекса применены принципы

ООП начиная с самых ранних этапов проектирования. Это исключает появление непредусмотренных ситуаций при работе с программой в будущем и дает в перспективе возможность наращивания ее функционала, а также обеспечивает наиболее простой и хорошо читаемый исходный код программного обеспечения.

Усовершенствованный комплекс обеспечивает следующий функционал:

- сканирование объектов реального мира;
- получение информации об объекте в виде облака точек;
- сохранение облака точек для использования в сторонних программах;
- возможность предварительной обработки полученного облака точек;
- реконструкция модели несколькими методами.

В процессе разработки программного средства использовался в большом объеме материал по программированию, охране труда и энергосбережению, что способствовало закреплению приобретенных навыков и умений в этой области.

Дальнейшую работу в рамках данного комплекса предполагается направить на уменьшение времени сканирования, устранение влияния искажений, связанных с высокой дисторсией линз камер, увеличение количества доступных методов реконструкции модели. Так же стоит уделить внимание созданию варианта приложения с пользовательским интерфейсом, что потребует использования динамически загружаемых приложений для поддержки работоспособности сразу двух представлений создаваемого программного обеспечения. В качестве направления дальнейшего исследования обработки изображений предполагается изучение возможности комбинирования методов разных групп и автоматизации подбора некоторых параметров алгоритмов обработки.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А] Жибинскас, Д. Сравнительный анализ методов обработки изображений для трехмерного лазерного сканирования / Д. Жибинскас, А.М. Прудник // BIG DATA and Advanced Analytics = BI DATA и анализ высокого уровня: сб. научных статей VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 11-12 мая 2022 года): / редкол. : В.А. Богуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2022. – С. 94-98.

[2-А] Жибинскас, Д. Программно-аппаратный комплекс сканирования 3D-объектов / Д. Жибинскас // Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д. В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 331-332.