

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.925.83

Сидорук
Иван Иванович

Система для определения размеров и геометрических параметров кристаллов
сложной формы

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 01 «Элементы и устройства вычислительной
техники и систем управления»

Научный руководитель
Шемаров Александр Иванович
Доцент, кандидат технических наук

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Растет потребность в геометрических 3D моделях в киноиндустрии, сфере игр, картографии (Street View) и других сферах. Генерация трехмерных моделей из последовательности изображения намного дешевле, чем ранее используемые методы (например, 3D-сканеры). Такие методы также используют преимущества и новейшие разработки цифровых камер (что включает повышение разрешения и качества изображений, которые они производят, вместе с большими коллекциями изображений, которые можно найти в Интернете).

Так как фотограмметрическая трехмерная реконструкция объектов становится все более привлекательной в различных областях исследований, она также может быть применима и к области сканирования алмазного сырья, где решение задач удешевления и улучшения подходов к построению 3D моделей необработанных кристаллов, с учетом существующих требований алмазной отрасли, — является всегда актуальным.

В работе будет проведено исследование возможности построения 3D форм и получения геометрических параметров кристаллов сложной формы, используя подход построения 3D модели по набору изображений объекта (с использованием подхода к созданию разреженных 3D реконструкции с использованием алгоритма Structure from Motion from Multiple Views (SfMfMV)).

Предложены альтернативные методы построения виртуальной модели исходного материала драгоценного камня и усовершенствование существующих систем сканирования алмазного сырья и ввода геометрии кристалла в компьютер (а также их удешевление) для последующего использования 3D формы для решения задач последующей разметки и обработки кристаллов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В настоящее время потребности мирового алмазного рынка диктуют новые требования в области контроля и исследования необработанного алмазного сырья полученного естественным способом. Также широко распространена, в том числе и в Беларуси, отрасль, специализирующая на выращивании искусственных кристаллов. Кристаллы неправильной формы, как природные, так и искусственные, претерпевают последующую обработку, с

целью получения нужной формы и цвета. Сложность заключается в том, что последующая обработка кристаллов невозможна без изначального определения формы полученного кристалла. Стоимость кристалла – значительная, поэтому от точности определения их геометрических параметров, с целью последующей огранки, зачастую зависит эффективность работы предприятия по производству искусственных кристаллов. Так как человек решает эти задачи достаточно сложно и медленно – требуется автоматизация процесса. Стараясь удовлетворить эти требования, все ключевые предприятия, специализирующейся в области сортировки и обработки алмазного сырья, вынуждены постоянно искать новые подходы к организации технологического процесса сортировки и аттестации кристаллов и заниматься техническим перевооружением производства. Несмотря на то, что задачи определения геометрических размеров и параметров кристаллов сложной формы актуальны достаточно давно, исследования в этой области продолжают являться актуальными и в настоящее время, так как не существует дешевого универсального решения этой проблемы, а существующие программно-аппаратные комплексы не в полной мере удовлетворяют предъявляемые запросы реального производства,

Разработка или усовершенствование существующих алгоритмов и систем определения геометрических параметров (т. е. систем сканирования) алмазного сырья, представляющего кристаллы сложной формы, и ввода оцифрованных параметров геометрии кристалла в компьютер, для их последующей разметки и разработки, – существенно могут повысить эффективность алмазного производства, в том числе и ювелирного.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка системы, позволяющей определять необходимые параметры объектов (кристаллов сложной формы) в автоматическом режиме (либо полуавтоматическом режиме).

В соответствии с поставленной целью, в работе сформулированы и решены следующие задачи:

1. Исследовать существующие методы решения задачи определения геометрических размеров и параметров кристаллов.
2. Проанализировать существующие системы для определения геометрических размеров и параметров кристаллов.
3. Сформулировать направление технического усовершенствования данных систем, сформулировать технические требования для системы определения геометрических размеров и параметров кристаллов.
4. Провести анализ современных алгоритмов 3D реконструкции из нескольких изображений.

5. На основании выбранной методики и выбранного алгоритма выполнить компоновку экспериментальной установки.

6. Выполнить анализ полученных результатов, сформулировать направления дальнейшего развития.

Объектом исследования является определение геометрических размеров и параметров объектов.

Предметом исследования выступает система для определения геометрии кристаллов сложной формы

Область исследования и содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-40 80 01 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке системы для определения размеров и геометрических параметров кристаллов сложной формы, представляющей собой несложную установку без 3D сканера, и использующую современный алгоритм преобразования входных изображений, полученных с помощью недорогостоящих камер, с последующей обработкой входных данных на основе бесплатного ПО и получение на выходе 3D модели кристалла сложной формы.

Положения, выносимые на защиту

1. Система для определения размеров и геометрических параметров кристаллов сложной формы, основу которой составляет несущий каркас (купол) с закрепленными на нем четырьмя камерами в определенных местах, приводимый в движение с помощью синхронизированного шагового двигателя, стенда для расположения кристалла и бестеневой лампы для его освещения, устройство управления шаговым двигателем и двигателями для перемещения камер.

2. Подход к получению серии входных изображений кристалла расположенного на подиуме для их последующего преобразование с использование алгоритма SfMfMV.

3. Подход к обработке данных на основе использованного алгоритма, с использование существующего бесплатного ПО Agisoft PhotoScan.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующей конференции: 54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, 2018).

Опубликованность результатов исследования

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликована 1 печатная работа, в том числе 1 тезис в сборниках и материалах научных конференций.

Структура и объем диссертации

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырёх глав и заключения, библиографического списка и приложения. Общий объем диссертации – 85 страниц. Работа содержит 1 таблицу, 43 рисунка. Библиографический список включает 33 наименования, графический материал включает 11 слайдов презентации (Приложение Б).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы моделирования трехмерных моделей и современный подход к их построению, а также выдвигается идея применения данного подхода к реконструкции 3D модели алмазного сырья, обосновывается актуальность темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также приведена структура и объем диссертации.

В **первой главе** рассматриваются современные требования в области исследования необработанного алмазного сырья. Кратко описываются этапы изготовления драгоценных камней из кристаллов, подчеркивается важность этапа определения трехмерной модели исходного сырья. Приводится обоснование важности получения точной 3D формы, а также последующая эффективность и зависимость алмазного производства от этого этапа.

Приводится детальный обзор и анализ существующих методов и систем определения геометрии кристаллов. Описываются их характеристики, преимущества и недостатки.

Далее излагаются основные сложности решения задачи определения размеров и формы кристаллов. Описаны перспективы усовершенствования и удешевления существующих систем.

На основании вышеизложенного сделан вывод о эффективности разработки.

Во **второй главе** представлен теоретический материал о методах и подходах к построению трехмерных моделей.

Описываются общие принципы фотограмметрии и 3D реконструкции из нескольких изображений, а также стадии подготовки для цифровой съемки изображений и последующая фотограмметрическая обработка.

Приведена классификация методов 3D-сборки. Описаны как активные, так и пассивные методы трехмерной реконструкции (триангуляции). Изложены основные принципы алгоритмов построения моделей трехмерного пространства на основе 2D изображений объекта. Указано их применение дающее наилучший результат.

Сделан вывод об отсутствии универсальных методов подходящих для получения 3D моделей объектов с разными формами и разными типами поверхностей.

В **третьей главе** описывается разработка системы определения геометрических параметров и размеров кристаллов сложной формы.

Дано обоснование к применению алгоритма Structure from Motion (SfM). Описывается сам алгоритм.

Также указаны основные элементы разработанной системы, приводится описание назначения и функционал установки. Описан принцип работы для получения необходимых результатов. Дается детальное рассмотрение настройки элементов системы до работы с объектом (кристаллом сложной формы) для получения точной модели.

На основании сравнительного анализа существующих программных обеспечений для реконструкции трехмерных изображений по набору входных изображений, выбрано бесплатное ПО Agisoft PhotoScan.

После этого приведено описание процесса обработки входных изображений с помощью ПО.

В **четвертой главе** показаны результаты экспериментальных исследований и полученные данные. Расписана характеристика скомпанованной системы, а также внешний вид установки и её деталей, сделан вывод о полученных результатах.

В **заключении** дана оценка конечной системы и проанализированы полученные результаты, сделан вывод о проделанной работе. Описаны её эффективность.

В **приложении** представлен графический материал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе было проведено исследование задачи определения размеров и геометрических параметров кристаллов сложной формы, применительно к алмазному сырью.

В результате была разработана система для определения размеров и геометрических параметров кристаллов сложной формы, выбран и описан алгоритм для построения трехмерной модели для поставленной задачи реконструкции 3D из набора входных 2D изображений. Описаны применяемое программное обеспечение для обработки входных изображений и вариант конструкции установки.

В основе разработанной системы для определения размеров и геометрических параметров кристаллов сложной формы лежит использование преимуществ SfM алгоритма из множества видов, определяющего конструкцию системы. Система использует четыре цифровые камеры высокого разрешения, расположенные на несущих купола, приводящихся в свободное перемещение по вертикали при помощи двигателя, управляемого устройством управления, для получения высококачественных снимков кристалла с разных сторон при повороте системы и освещении объекта бестеновой лампой, и отсылку полученных изображений в базу данных ПЭВМ для последующей их обработки и построения точной трехмерной модели кристалла сложной формы.

Полученная система для определения размеров и геометрии кристаллов представляет собой несложную установку без использования 3D сканера, применяет современный алгоритм преобразования входных изображений, полученных недорогими HD камерами, использует обработку полученных входных данных на основе бесплатного программного обеспечения с виртуальной трехмерной моделью кристалл сложной форме на выходе.

Система обеспечивает трехмерную реконструкцию кристалла с качеством, сопоставимым или лучшим по сравнению с существующими системами определения геометрии кристаллов, и при этом имеет выигрыш в цене и по временным затратам.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Сидорук, И. И. Система определения геометрических параметров и размеров кристаллов сложной формы / И. И. Сидорук // Компьютерные системы и сети: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23 – 27 апреля 2018 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2018. – С. 251 - 252.