

УДК 69.059

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОГРАММЕТРИИ



DESIGN AND RECONSTRUCTION USING PHOTOGRAMMETRY

Леонова Анна Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный
технологический университет
lan.75@mail.ru

Федотова Екатерина Андреевна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
kati14fedotova@mail.ru

Акопьян Кристина Андреевна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
kristina.16031998@mail.ru

Аннотация. В данной статье подробно разобрана современная технология, которой пользуются архитекторы и инженеры, занимающиеся реконструкцией и реставрацией, – фотограмметрия. Дано определение данной технологии. Приведены форматы, в которых можно загрузить результаты обработки фотографий. Описаны причины необходимости внедрения данной технологии. Дана подробная информация о ContextCapture. Обозначены существующие ограничения для камер, используемых при фотограмметрии. В статье подробно описан процесс фотограмметрии, а также способ триангуляции. Дано определение облака точек.

Ключевые слова: проектирование, реконструкция, фотограмметрия, модель, фотография.

Leonova Anna Nikolaevna

PhD in technical sciences,
Associate Professor of building structures,
Kuban State University of Technology

Fedotova Ekaterina Andreevna

Student,
Kuban State University of Technology

Akopyan Kristina Andreevna

Student,
Kuban State University of Technology

Annotation. This article details the modern technology used by architects and engineers involved in reconstruction and restoration – photogrammetry. The definition of this technology is given. The formats in which you can download the results of photo processing are given. The reasons for the need to implement this technology are described. Given detailed information about ContextCapture. The existing restrictions for cameras used in photogrammetry are indicated. The article describes in detail the process of photogrammetry, as well as the method of triangulation. The definition of a point cloud is given.

Keywords: design, reconstruction, photogrammetry, model, photography.

Архитекторы и инженеры, которые занимаются реконструкцией и реставрацией, нередко используют в своей деятельности современные технологии. Одной из инновационных методик является фотограмметрия.

Фотограмметрия – это технология, позволяющая определить формы, размеры и положение объектов по фотографиям. На сегодняшний день у многих компаний существует большой интерес к данной технологии, так как она позволяет быстро сгенерировать трехмерную модель объекта, причем на сбор и подготовку исходных материалов для генерации модели требуется меньше времени и ручного труда, чем при лазерном сканировании [1]. Применение фотограмметрии не требует освоения специальных навыков, приобретения дорогостоящего оборудования, то есть она является доступной в стоимости и использовании.

Построение модели ведется в автоматическом режиме, исходным материалом являются цифровые фотографии и опорные точки. Результат обработки можно загрузить в нескольких форматах:

- трехмерные полигональные модели (3MX, OBJ, FBX, DAE и др.);
- облака точек (LAS, POD) с настраиваемой плотностью точек;
- ортофотоплан;
- ЦММ.

Этап обработки полученных фотографий осуществляется непосредственно в офисе с помощью программы и длится несколько часов; для данного этапа участие инженера не требуется. В результате получается сгенерированная трехмерная модель, из которой можно удалить демонтируемые элементы и спроектировать новые [1].

Отсутствие понимания о реальном состоянии объекта, устаревшая документация (планы, чертежи, спецификации), длительный период выполнения съемки объекта, долгая обработка результатов лазерного сканирования мешают выполнить качественную работу без больших затрат в срок.

Внедрение фотограмметрии приведет к: сокращению времени на получение актуальной информации о реальном состоянии объекта в 2–3 раза, сокращению до 79 % времени и в 3 раза расходов на обработку результатов съемки, повышению качества проекта на 30–40 % за счет оперативного вариантного проектирования в единой проектной среде [1].

ContextCapture представляет собой технологию фотограмметрии, фактически являясь альтернативой лазерному сканированию. Она существенно дешевле лазерного сканирования. Технология ContextCapture автоматически создает высокоточные трехмерные модели по цифровым фотографиям, снятым практически любой камерой, будь то встроенная в смартфон камера или снимки с беспилотных летательных аппаратов, то есть фотографирование может производиться на любой современный аппарат, только существуют некоторые ограничения по камерам:

1) следует использовать объектив с фиксированным фокусом, который поддерживает технологию фиксации фокусного расстояния;

2) необходимо использовать фотоаппараты с большой матрицей [1].

Преимущества использования технологии на объекте: с помощью исполнительной съемки тахеометром можно получить целостную картину всего, что происходит на площадке с привязкой между собой всех элементов – это занимает значительно меньше времени, соответственно, можно сразу отследить ошибки и несоответствие проекту и актуализировать проектную документацию [2, с. 84].

Можно использовать объединённый подход – актуализированный генплан и данные фотограмметрии для того, чтобы быстро выбрать участок и привязаться к объекту и начать реконструкцию. В итоге можно получить выходную документацию, монтажные чертежи, отчеты.

Облако точек – набор вершин в трехмерной системе координат. Эти вершины определяются координатами X, Y, Z и, как правило, предназначены для представления внешней поверхности объекта. Среднее количество точек в облаке – десятки и сотни миллионов. Плотность облаков (среднее расстояние между соседними точками): от десятков сантиметров до долей миллиметра. По облаку точек определяют геометрию объектов: планы, разрезы, фасады, территорию, положение в пространстве; деформацию объектов: отклонение формы от ожидаемой; состояние объектов: поверхностные дефекты, сколы, процент утрат лепнины; развитие деформаций во времени: мониторинг объекта наблюдение за осадками и кренами, прогибами при монтаже, разработка карьера.

Фотограмметрия выполняется следующим образом: определяется шаг выполнения снимков и расстояние от объектов таким образом, чтобы покрыть снимками весь интересующий объект. Каждый ракурс должен быть виден не менее, чем на 2-х снимках. Далее определяются контрольные точки, по которым компенсируют искажение и устанавливают масштаб съемки [3, с. 47]. Затем выполняется полуавтоматическая процедура выравнивания снимков, то есть определение цельного положения снимков. Когда имеется взаимное положение снимков, то алгоритм может автоматически построить карты глубин и работу точек, анализируя каждый пиксель изображения. В результате можно получить, помимо облака точек, ортофотопланы и реалистичные текстуры объекта [3, с. 53].

В фотограмметрии нет нужды в привязке масштаба объекта. Величины получают относительно масштаба объекта, количества кадров по объекту, разнообразия положений снимков. Габариты измеряемых объектов от 0,01 м до 10000 м, что гораздо больше, чем при лазерном сканировании. Фотограмметрия не приемлет резкие углы, перепады глубин, замусоренный объекты, темноту. Фасады зданий можно реконструировать с помощью фотограмметрии, если они не закрыты посторонними объектами.

Съемка с земли производится с максимальным перекрытием. Не использовать: цифровой зум; любое изменение входных фотографий (отключить автоповорот камеры). При съемке с воздуха угол между ярусами не должен превышать 15°.

Данные о всех изображениях переносятся в отдельный файл: высота, угол поворота камеры, данные долготы и широты. Программное обеспечение применяет способ машинного зрения и фотограмметрии для нахождения общих точек в полученных фотографиях. В итоге пикселю на одном изображении находится цветовое совпадение на других фотографиях. Если точка повторяется на других фотографиях 3 и более раза, то она переносится в пространство, соответственно из таких точек и собирается наш объект в пространстве [4, с. 3]. Пространственные координаты всех точек высчитываются способом триангуляции – между точками строятся линии, от каждой точки съемки к выбранной точке автоматически проводится линия зрения, и их пересечение дает нужное значение.

Сканировать можно поверхность, которая разнообразна рисунками, выпуклостями. Гладкие объекты и объекты с ровной поверхностью могут быть реконструированы частично или не могут быть проанализированы способом фотограмметрии.

При реконструкции, фотограмметрия может служить частичной основой цифровой модели объекта, которая обязательно должна геометрически анализироваться и корректироваться.

Таким образом, технология фотограмметрии позволяет существенно облегчить процессы реставрации и реконструкции зданий и сооружений. Также она является дешевой альтернативой лазерному сканированию. Технология фотограмметрии ContextCapture создает высокоточные трехмерные модели по цифровым фотографиям, а её применение приводит к сокращению времени на получение актуальной информации о реальном состоянии объекта, сокращению времени и расходов на обработку результатов съемки, повышению качества проекта за счет оперативного вариантного проектирования в единой проектной среде.

Литература

1. Захаров К.М., Бусарев А.А., Журавлёва Е.А. Трехмерная реконструкция объектов на основе фотограмметрии // Научное сообщество студентов XXI столетия; Технические науки : сб. ст. по мат. LXXIII междунар. студ. науч.-практ. конф. – № 1(72). – URL : [https://sibac.info/archive/technic/1\(72\)](https://sibac.info/archive/technic/1(72)) (Дата обращения: 09.04.2020).
2. Жеребятёв Д.И. Построение открытой информационной среды в задачах 3D моделирования историко-культурного наследия: онлайн доступ к источникам виртуальной реконструкции монастырского комплекса XX в. // Историческая информатика: Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. – 2012. – №1. – С. 80–93.
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М. : ЦНИИГАиК, 2002. – 100 с.
4. Цветков В.Я. Способ фотограмметрического определения координат точек объекта А.С. 1363926 (СССР). Приор. 10.04. 86, Заяв. 23.10.1986. – 4 с.

References

1. Zaharov K.M., Busarev A.A., Zhuravlyova E.A. Three-dimensional reconstruction of objects based on photogrammetry // The scientific community of students of the XXI century; Technical science : collection of articles on the materials of the LXXIII international student scientific-practical conference. – № 1(72). – URL: [https://sibac.info/archive/technic/1\(72\)](https://sibac.info/archive/technic/1(72)) (Date of the application: 09.04.2020)
2. Zherebyatev D.I. Building an open information environment in 3D modeling of historical and cultural heritage: online access to the sources of virtual reconstruction of the XX century monastery complex // Historical Informatics: Information Technologies and Mathematical Methods in Historical Research and Education. – 2012. – № 1. – P. 80–93.
3. Instructions for photogrammetric work when creating digital topographic maps and plans. – M. : CNIIGAIK, 2002. – 100 p.
4. Cvetkov V.Ya. The method of photogrammetric determination of the coordinates of the points of the object A.C. 1363926 (USSR). Prior. 10.04. 86, Regist. 23.10.1986. – 4 p.