

## СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРНОГО СООРУЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ AGISOFT PHOTOSCAN

*Егор Владимирович Кажарин*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел: (903)934-73-70, e-mail: kasharin-7@mail.ru

Все архитектурные сооружения подлежат периодическим обследованиям и применение фотограмметрических методов для этих целей обеспечивает сокращение сроков на выполнение работ, нужную точность, а также возможность выполнять требуемые измерения по паре снимков в камеральных условиях без дополнительного выезда на местность, что существенно уменьшает расходы на выполнение данного типа работ.

С целью решения задач по построению трехмерных моделей подобных объектов чаще применяется наземная фотосъемка. Данный метод фотосъемки по сравнению с иными методами, такими как, например, наземное лазерное сканирование, фасадная съемка с помощью электронных тахеометров, представляется более доступным, так как не требует использования дорогостоящего оборудования, однако при этом дает возможность построить модель объекта с установленной точностью. Для проведения наземной фотосъемки достаточно иметь откалиброванный цифровой фотоаппарат, компьютер и программное обеспечение.

Целью работы является исследование метода построения трехмерной модели архитектурного сооружения на основе фотограмметрической обработки снимков, а также оптимизация полученного результата и демонстрация работоспособности данного метода.

**Ключевые слова:** фотограмметрия, трехмерная модель, ретопология.

## CREATION OF A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF ARCHITECTURAL STRUCTURE IN AGISOFT PHOTOSCAN

*Egor V. Kazharin*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plahotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, department of photogrammetry and remote sensing, phone: (903)934-73-70, e-mail: kasharin-7@mail.ru

All architectural structures are a subject to periodic surveys and use of photogrammetric methods for these purposes will ensure a reduction in time required to complete the work, required accuracy, as well as ability to fulfill the required measurements on a pair of images in office conditions without additional field visits, which will significantly reduce the cost of implementation of this type of work.

In order to solve the problems of building three-dimensional models of such objects, a ground-based photography is used more often. This method of photographing, in comparison with other methods, such as ground-based laser scanning, facade shooting with the help of electronic total stations, seems more affordable, since it does not require the use of expensive equipment, but it makes it possible to build an object model with the specified accuracy. For ground photography it is enough to have a calibrated digital camera, computer and software.

The purpose of this work is to study the method of constructing a three-dimensional model of an architectural structure based on photogrammetric processing of images, as well as optimizing the result and demonstrating the operability of the method.

**Key words:** photogrammetry, three-dimensional model, retopology.

## *Введение*

Документация состояния архитектурных сооружений культурного наследия и исторических памятников является важной темой для стран с богатой историей. С развитием компьютерных технологий и трехмерной графики визуальное представление объектов шагнуло вперед. Демонстрация трехмерного объекта в двумерной плоскости может вызвать сложности. Когда как 3D-визуализация предоставляет возможности построения моделей любой детализации и сложности.

С развитием цифровой фотограмметрии, где большинство процессов выполняется автоматически, появилась возможность построения трехмерных объектов с помощью фотограмметрической обработки [1].

Архитектурные сооружения подлежат периодическим обмерам с целью последующей реставрации, реконструкции или сохранения в трехмерном виде для визуализации в такой сфере, как например строительство.

Применение фотограмметрических методов заметно сократит сроки выполнения работы по построению трехмерной модели с сохранением точности и возможности выполнения в камеральных условиях без постоянного выезда на местность, что сокращает стоимость проведения подобных работ [2].

В отличие от лазерного сканирования, построение 3D-объекта на основе цифровых изображений доступно более широкому кругу пользователей [3].

Поскольку процесс работы в программе Agisoft PhotoScan полностью автоматизирован, за исключением выбираемых параметров, результат не всегда будет удовлетворительным. Зачастую нет возможности провести съемку со всех ракурсов, в связи с наличием помех в виде других объектов [4]. В таком случае на конечном результате трехмерной модели могут присутствовать зоны отсутствия полигональной сетки. Также в этой области не будет наблюдаться текстура высокого разрешения.

В связи с этим возникает необходимость исследования проблемы автоматизированного моделирования в Agisoft PhotoScan. Полигональная модель, строящаяся на основе плотного облака, состоит из огромного количества треугольников, что нагружает систему при использовании этой самой модели, а также препятствует дальнейшему использованию в зависимости от конкретных поставленных задач.

В данной статье будет рассмотрено комплексное решение данной проблемы и эффективность его использования.

## *Методы и материалы*

Объектом, на основе которого планировалось построение трехмерной модели, был выбран памятник В. И. Ленину, расположенный напротив администрации Ленинского района г. Новосибирск по адресу ул. Станиславского 6А.

В результате проведенной фотосъемки было получено 218 фотографий в формате JPG, из которых 182 были использованы для построения трехмерной модели. Съемка проводилась с помощью цифровой камеры Canon EOS 650D.

Характеристики камеры[5]:

- матрица КМОП  $22,3 \times 14,9$  мм ( $Kf = 1,6$ );
- разрешение  $5184 \times 3456$  (17,9 млн. пикселей);
- объектив Canon EF-S с фокусным расстоянием от 18 до 55 мм;
- чувствительность ISO от 100 до 12800.

Для обработки фотографий была использована программа PhotoScan [6].

Основные этапы обработки включали следующие шаги:

- ориентирование снимков и построение плотного облака точек;
- построение полигональной модели;
- текстурирование трехмерной модели[7].

Последующая обработка трехмерной модели проводилась в пакете трехмерного моделирования Blender и zBrush. Инструмент ZRemesher, показанный на рис. 1, уменьшает количество полигонов и рассчитывает форму сетки таким образом, чтобы исправить переуплотнение и угловатость полигонов [8].

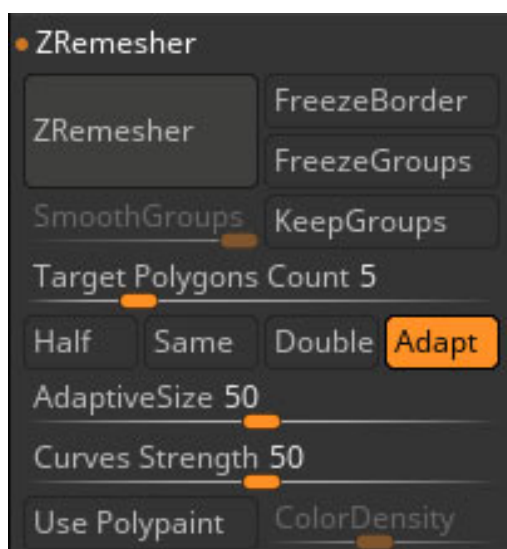


Рис. 1. Интерфейс инструмента ZRemesher

Результат экспортирован в программное обеспечение для трехмерного моделирования Blender.

Таким образом, полигональная сетка получается равномерной и не избыточной. К сожалению, из-за автоматизированного метода перерасчета полигональной сетки в некоторых местах теряется детализация объекта [9]. Полученный результат можно использовать лишь как промежуточный этап.

Следующим шагом являлось редактирование полученных полигонов, в ходе которого выполнялось удаление ненужных граней. При редактировании нужно помнить, что полигонов должно быть как можно меньше, но чтобы при этом трехмерная модель не теряла в визуальном качестве [10].

Очевидным решением было преобразование полигональной сетки в плоскости [11]. В итоге количество полигонов удалось не только уменьшить, но и вер-

нуть прежнюю детализацию трехмерной модели в тех местах, где автоматический метод изменил фактическое расположение полигонов для уменьшения размерности сетки.

Полученная полигональная модель с исправленной топологией импортирована в Agisoft PhotoScan для построения текстуры.

В результате получена трехмерная текстурированная модель архитектурного сооружения с исправленной полигональной сеткой, которая не влияет на визуальное отображение, но, за счет уменьшения количества полигонов, и их правильной топологии, в конечном итоге, трехмерная модель заметно облегчена [12]. Модель представлена на рис. 2.



Рис. 2. Трехмерная модель архитектурного сооружения

### ***Результаты***

Воспользовавшись методом автоматической ретопологии был достигнут приемлемый, но не наилучший результат. Количество полигонов удалось снизить с 3 675 428 до 536 280. Наглядный результат автоматической ретопологии, показан на рис. 3.

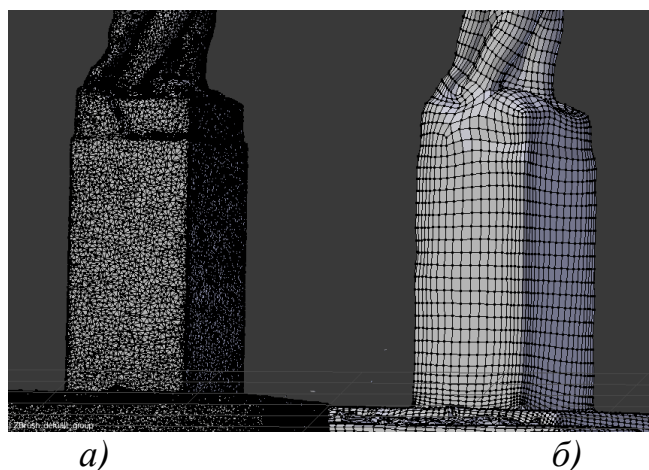


Рис. 3. Сравнение полигональной сетки:

а) полигональная модель, построенная в PhotoScan; б) результат исправления полигональной сетки

С помощью последующего ручного редактирования полигональной сетки удалось достичь результата в 34 428 полигонов, и вернуть жесткость граней у плоскости. Пример редактирования показан на рис. 4.

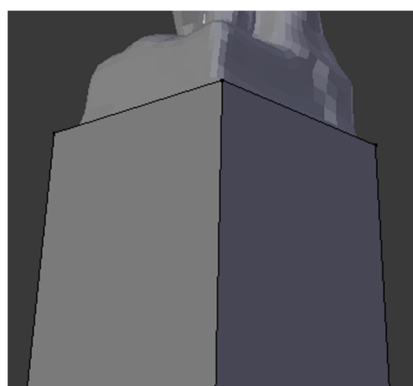


Рис. 4. Создание плоскости из одного полигона

### *Заключение*

Практически каждое архитектурное сооружение уникально. Оно обладает неповторимой формой, объемом и деталями, поэтому важно передать каждую особенность не только с точки зрения визуальной оценки человека, но и с высокой точностью, чтобы построенная трехмерная модель практически ничем не отличалась от реальной, кроме масштаба.

В статье был рассмотрен способ построения трехмерной модели фотограмметрическим способом.

В практической части был описан исходный объект, над которым проводилась съемка и последующая работа в программе Agisoft PhotoScan. Также рас-

смаивался способ оптимизации полученной трехмерной модели, а именно исправление полигональной сетки для уменьшения количества полигонов. В результате работы получена текстурированная трехмерная модель архитектурного сооружения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информационный портал кафедры экологии РГАУ-МСХА [Электронный ресурс]: конспект лекций по дисциплине “Дистанционное зондирование и фотограмметрия”. – Режим доступа: <http://ecolog.pro/wp-content/uploads/2017/02/Конспект-лекций-ДЗЗ.pdf/> (дата обращения 03.04.2020).
2. Исследование фотограмметрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habr.com/post/339464/> (дата обращения 03.04.2020).
3. Научно-техническая библиотека СГУГиТ [Электронный ресурс]: Конспект лекций по дисциплине «Прикладная фотограмметрия». – Режим доступа: <http://lib.ssga.ru/fulltext/UMK/> (дата обращения 04.04.2020).
4. Области применения наземной фотограмметрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3557197/page:4/> (дата обращения 04.04.2020).
5. CanonEOS 650D Технические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.canon.ru/for\\_home/product\\_finder/cameras/](https://www.canon.ru/for_home/product_finder/cameras/) (дата обращения 07.04.2020).
6. Agisoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro\\_1\\_2\\_ru.pdf/](http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_2_ru.pdf/) (дата обращения 07.04.2020).
7. Основные понятия трехмерной компьютерной графики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://al-tm.ru/stati/monitoram/7/> (дата обращения 07.04.2020).
8. Трехмерная фотограмметрия, или от фотографии к 3D-модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/175285/> (дата обращения 10.04.2020).
9. Фотограмметрия [Электронный ресурс]: Технические основы фототеодолитной съемки сооружений. – Режим доступа: <http://photogrammetria.ru/118-tehnicheskie-osnovy-fototeodolitnoy-semki-sooruzheniy.html/> (дата обращения 10.04.2020).
10. Фотограмметрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://visschool.ru/blog/articles/fotogrammetriya-81/> (дата обращения 07.04.2020).
11. Из чего состоит 3D модель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mir3d.ru/learning/707/> (дата обращения 12.04.2020).
12. Электронный учебно-методический комплекс по дистанционному зондированию и фотограмметрии СГУГиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sites.google.com/a/ssga.ru/distzond/> (дата обращения 12.04.2020).

© Е. В. Кажарин, 2020