

## ФОТОГРАММЕТРИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА

Беспалов Д.В.

Сотников Н.Н., Гаврилин А.Н., Иванов С.Е., Козырев А.Н.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет

e-mail: [raiber1994@gmail.com](mailto:raiber1994@gmail.com)

В статье раскрывается понятие фотограмметрии и реверс-инжиниринга, приведен метод реверс-инжиниринга и его описание. Проведен и описан эксперимент по созданию 3D модели, при помощи метода фотограмметрии.

**Ключевые слова:** Фотограмметрия, PhotoScan, реверс-инжиниринг.

Актуальность работы обусловлена необходимостью воспроизведения предметов как в 3D модели, так и на чертежах, в связи с огромным их разнообразием. Метод получения необходимой документации и модели, имея только предмет, называется реверс-инжиниринг (обратное проектирование). Одним из методов реверс-инжиниринга является фотограмметрия. Фотограмметрия – метод определения характеристик объекта, таких как форма, размеры и т.д. по его фотографиям.

В настоящее с помощью фотоаппарата, компьютера, и соответствующего программного обеспечения можно получить практически любую трехмерную модель, используя метод фотограмметрии.

Достоинства метода:

- Высокая точность результатов, обеспечивается с помощью камер повышенной точностью (прецизионными);
- Быстрая обработка результатов;
- Съемка объекта ведется бесконтактным методом;
- Нет необходимости в покупке дорогого оборудования;
- Низкая квалификация рабочего для получения 3D модели.

Недостатки метода:

- Необходимость подготовки поверхности;
- Необходимость обеспечения высокого качества фотографий;
- Время обработки результатов выше, чем при лазерном сканировании;
- Обеспечение хорошего освещения;

Для того чтобы получить модель необходимо подготовить поверхность, избавиться от бликов. Добиться этого можно с помощью нанесения талька, гуаши или других материалов способных избавиться от бликов. На глянцевые или зеркальные поверхности можно нанести маркеры, стикеры, точки, которые при построении 3D модели помогут программе построить опорные точки. Но при этом качество поверхности заметно

ухудшается. Также, необходимо обеспечить хорошее освещение, фотографии не должны быть засвечены или затемнены.

Для построения 3D модели существует алгоритм [1], состоящий из двух процессов:

Процесс построения плотного облака точек:

- 1) Загрузка фотографий и их выборка (при наличии лишних) в программу;
- 2) Определение положения и ориентации камеры;
- 3) Получение связующих точек;
- 4) Получение плотного облака точек.

Процесс построения текстуры:

- 1) Построение трехмерной полигональной модели;
- 2) Построение текстуры модели.

В ходе эксперимента построены три трехмерные модели в программном продукте PhotoScan. В роли объекта сложной формы выступает компьютерная мышь (Рис.1).

Эксперимент №1. Фотоаппарат - Canon EOS REBEL T2i. Количество пикселей матрицы фотоаппарата – 18 МПикс. Размер получаемых фотографий 4272x2848 пикселей, разрешение 72 точек на дюйм. Размер каждой фотографии около 2,6 Мб. Значение ISO – 200. Количество используемых фотографий – 54.



Рис.1. Объект сложной формы

При проведении эксперимента соблюдались основные правила [1]:

- недопустимо использование сверхширокоугольных фотокамер;
- разрешение камеры должно быть 5 МПикс и выше;
- на фотоаппарате рекомендуется установить фиксированное фокусное расстояние;
- предпочтительно фотографировать при минимальном размере диафрагме;
- использовать RAW данные, конвертированные без потерь в формат TIFF;
- рекомендуется снимать фотографии с максимально возможным разрешением;

- необходимо установить минимально возможное значение ISO.

При таком качестве фотографий для построения трехмерной модели потребовалось 25 часов при технических характеристиках компьютера: ОЗУ 8 Гб; Процессор 4 ядра 3,8 ГГц; Видеокарта Radeon HD 6670. Результаты эксперимента представлены на рис.2.

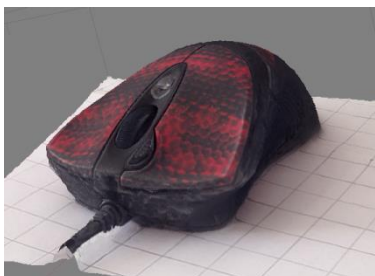


Рис.2. Результаты первого эксперимента

Эксперимент №2. Фотоаппарат - iPhone 5. Количество пикселей матрицы фотоаппарата – 8 МПикс. Размер получаемых фотографий 1920x1080 пикселей, разрешение 72 точек на дюйм. Размер каждой фотографии около 120 Кб. Значение ISO – 1000. Количество фотографий – 27.

При тех же технических характеристиках компьютера для построения трехмерной модели потребовалось 4 часа. Результаты эксперимента представлены на рис.3.



Рис.3. Результаты второго эксперимента

Эксперимент №3. Фотоаппарат - Sony Xperia M2. Количество пикселей матрицы фотоаппарата – 5 МПикс. Размер получаемых фотографий 3264x2448 пикселей, разрешение 72 точек на дюйм. Размер каждой фотографии около 300 Кб. Значение ISO – 1600. Количество используемых фотографий – 22.

При тех же технических характеристиках компьютера для построения трехмерной модели потребовалось 2 часа. Результаты эксперимента представлены на рис.4.

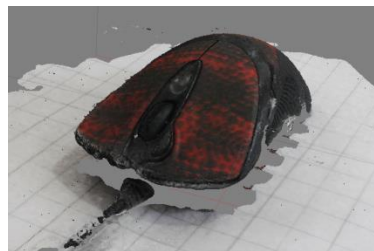


Рис.4. Результаты третьего эксперимента  
Полученная 3D модель экспортировалась в SolidWorks (рис.5).

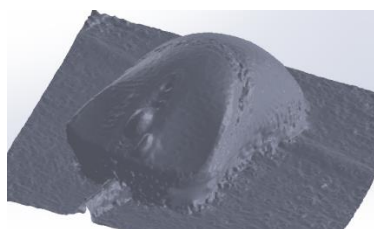


Рис.6. Экспортированная модель в SolidWorks

На основании анализа результатов построения трехмерных моделей можно сделать следующие выводы:

1. При использовании качественных фотографий и хорошо технически оснащенного компьютера можно получить 3D модель объекта сложной формы близкую к реальной с помощью метода фотограмметрии.

2. При увеличении качества фотографий, время обработки и качество модели существенно увеличивается.

#### Список использованных источников

1. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan: Professional Edition, версия 1.0.0 [Электронный ресурс], URL: [http://downloads.agisoft.ru/pdf/photoscanpro\\_1\\_0\\_0\\_ru.pdf](http://downloads.agisoft.ru/pdf/photoscanpro_1_0_0_ru.pdf).

2. Безменов В.М. Фотограмметрия, построение и уравнение аналитической фототриангуляции: учебно-методическое пособие. – Казань, 2009, 86с.

3. Сечин А.Ю. Некоторые аспекты использования современных цифровых фотограмметрических камер [электронный ресурс], URL: [www.racurs.ru/?page=448](http://www.racurs.ru/?page=448).

4. Хрущ. Р.М. Этапы становления и развития фотограмметрии в России // Геодезия и картография. – 2003. - №7.