

УДК 004.946

Инструментальные средства виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры

М.П. Руденко

Донецкий национальный технический университет
m.p.rudenko@gmail.com

Руденко М.П. Инструментальные средства виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры. Рассматриваются популярные графические приложения для виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры, используемые в среде архитекторов и археологов. Приводится их классификация по способу построения и визуализации трехмерной модели на следующие типы редакторов: воссоздающие модель утраченного архитектурного памятника с нуля; работающие с моделями, полученными путем лазерного сканирования; и путем фотограмметрии, анализируется качество их работы, на основе анализа выбирается оптимальное графическое приложение для работы с виртуальной реконструкцией утраченных памятников архитектуры.

Введение

Виртуальная реконструкция утраченных памятников архитектуры является новым направлением изучения как истории архитектуры, искусства, археологии, так и всеобщей истории. Использование трехмерного измерения для воссоздания утраченной архитектурной среды является большим вкладом в культурное наследие общества. Не всегда удается восстановить вживую прежний облик архитектурного здания или комплекса, а то и целого города из-за многих причин, однако трехмерная модель не требует больших затрат, кроме наличия устройства отображения виртуальной информации.

Требования к детализации в визуализации трехмерной модели архитектурного памятника становятся повышенными, поэтому и требования к графическим редакторам, осуществляемых эту визуализацию повышаются. Требования для удобства работы графического редактора с архитектурными памятниками следующие:

- корректная работа с иконографическими материалами (возможность анализа и построения существующей части архитектурного памятника на основе фотографий, рисунков, чертежей);
- корректная работа с самой трехмерной моделью памятника (простота построения модели, отсутствие или минимум артефактов и искажений);
- быстрота и качество работы (минимальные временные затраты и хорошее качество изображения при визуализации);
- большой инструментарий графического редактора (возможность нарисовать или начертить объект, либо часть объекта любой сложности).

Исходя из этих требований, можно условно разделить графические приложения для работы с

утраченными памятниками архитектуры на:

- графические редакторы, которые воссоздают модель утраченного памятника с нуля, используя библиотеки различных архитектурных элементов и карту материалов;
 - графические редакторы, работающие с облаком точек, которое получают при помощи лазерного сканирования или фотограмметрии;
 - графические редакторы, использующие векторное построение на основе фотограмметрии.
- Цель статьи - рассмотреть и проанализировать графические приложения для создания виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры с целью выбора наиболее оптимального из них.

Обзор научных исследований

Занимаясь исследованием данного вопроса, можно отметить научное достижение Пола Дебевета, исследователя в области компьютерной графики, который, на основании построения основной геометрии архитектурного здания по фотографиям, создал графический редактор «Facade» (рис.1). Данный редактор строит трехмерную модель здания по прямым линиям, которыми маркируются основные грани здания на фотографии (рис.2). «Facade» был позже выкуплен компанией Adobe, которая на его основании создала программу Scanoma, немного доработанную. Однако, дальнейшего развития данная программа не получила.

Анализ графических редакторов для виртуальной реконструкции архитектурных и археологических памятников в своей работе проводит Саманта Портер, которая предлагает новый фотограмметрический инструмент для воссоздания трехмерных моделей (рис.3).

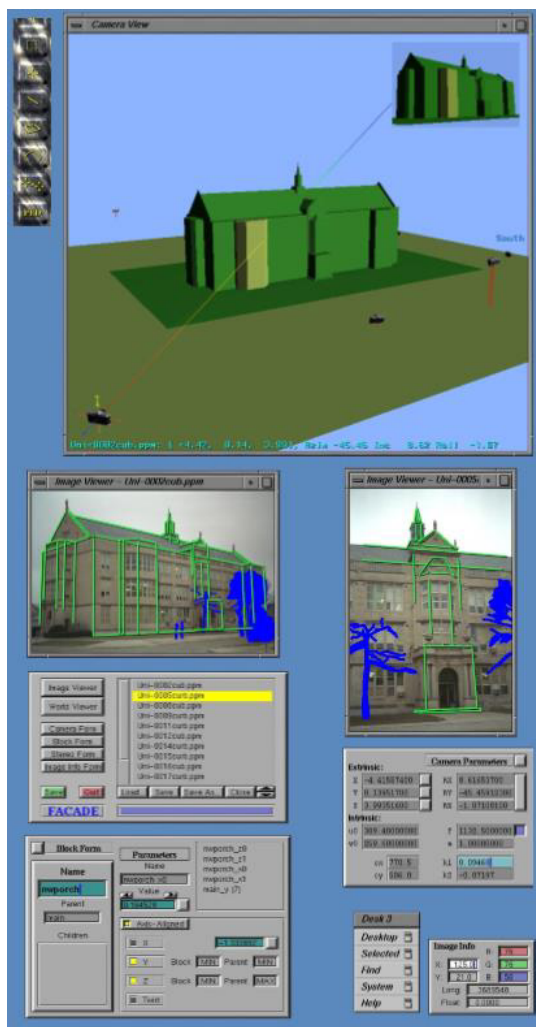


Рисунок 1 – Изображение рабочей области графического редактора, где показана одновременная работа нанесения маркировок на фотоизображения объекта и построение его объемной модели «Facade» [1]

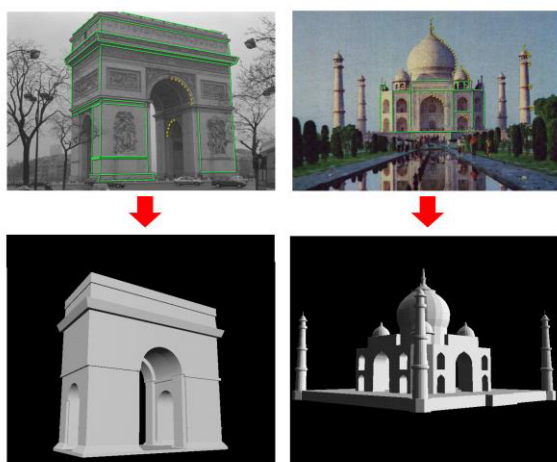


Рисунок 2 – Изображение примеров создания трехмерной модели в редакторе «Facade» [1]

Использование графического редактора AutoCAD с применением встроенного языка

программирования AutoLisp для автоматизации процесса геометрического моделирования утраченных памятников архитектуры предлагает в своей научной работе Марков О.Б. [3].

Проведя анализ этих работ, можно сделать вывод, что исследователи в области архитектуры и археологии стремятся добиться простоты и небольших временных затрат при работе с графическими редакторами. При этом они требуют точности построения чертежей или изображений и хорошего качества визуализации модели утраченного архитектурного памятника.

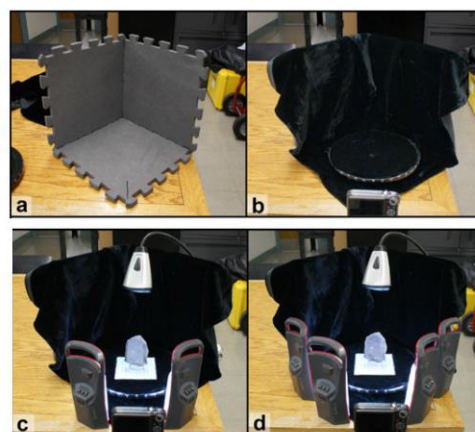


Рисунок 2 – Изображение фотограмметрического устройства для работы в полевых условиях, состоящего из круглой подставки, позволяющей прокручивать объект во время фотографирования.

Такое устройство заменяет использование лазерного сканера для работы с небольшими объектами [2]

Графические приложения, воссоздающие трехмерную модель утраченных памятников архитектуры с нуля

К такому классу графических приложений относятся редакторы компании Autodesk – AutoCAD, 3D Max, Revit [4].

К основным плюсам в работе с этими графическими редакторами можно отнести создание графической модели любого вида сложности, качественную визуализацию, возможность интегрирования форматов друг в друга.

Редактор Revit позволяет воссоздавать архитектурный объект, используя библиотеки архитектурных элементов.

Немаловажным фактором в работе с архитектурным объектом является соотношение масштабов и пропорций.

На высоком уровне находится инструмент визуализации трехмерных моделей с условием освещения и назначения материалов модели.

Возможность автоматизации процесса построения объекта, используя языки программирования, встроенные в данные

редакторы (AutoLisp в AutoCAD и MaxSkript в 3D Max) может значительно ускорить построение, применяя интеллектуальное построение.

Графические редакторы компании Autodesk в последнее время все чаще используют BIM технологию, применяющую метод информационного моделирования [5]. Этот процесс позволяет контролировать как процесс проектирования, так и процесс реконструкции архитектурного здания на всех этапах, учитывая не только его объемно-планировочное решение, но и инженерно-конструктивное (рис.3).

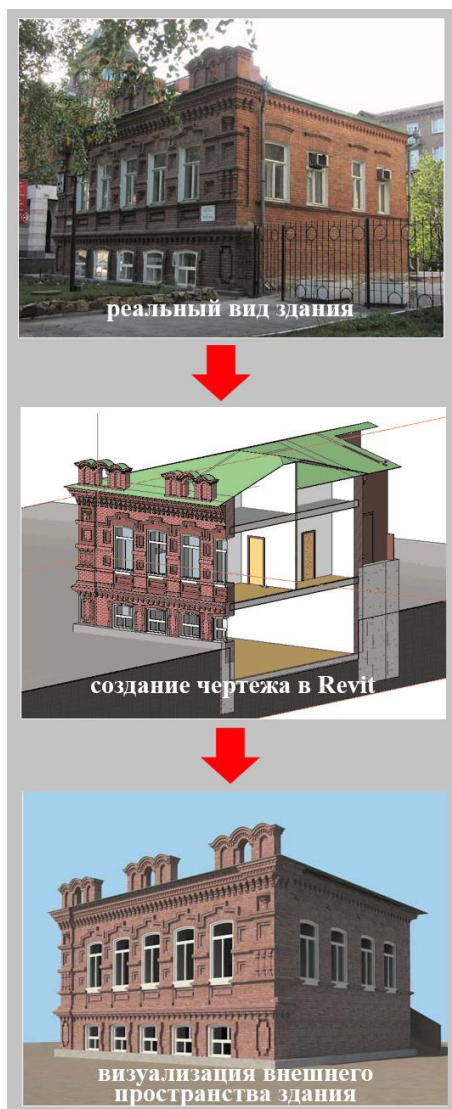


Рисунок 3 – Изображение процесса BIM моделирования объекта [5]

Графические редакторы типа AutoCAD и 3D Max были очень популярны в среде архитекторов до появления лазерного сканирования и разработки новых графических приложений по обработке данных, полученных путем сканирования. Работа с такого типа редакторами представляет сначала сбор информации, и потом построение объекта на

основании собранной информации. Однако, AutoCAD и 3D Max не работают с файлами, полученными в результате лазерного сканирования. А значит, что процесс реконструкции архитектурной модели в трехмерную приходится строить с нуля.

Графические приложения, обрабатывающие изображения, полученные лазерным сканером

В последнее время лазерное сканирование стало одним из популярных методов захвата и обработки данных в среде архитектуры и археологии (рис.4). Лазерное сканирование позволяет захватить часть утраченного архитектурного или археологического памятника со всех сторон с точностью до миллиметра, сохраняя данные в образе «облака точек», то есть, трехмерной модели с множеством полигонов. Данный тип модели можно открыть в графическом редакторе, специально предназначенном для работы с такого типа форматами [7].

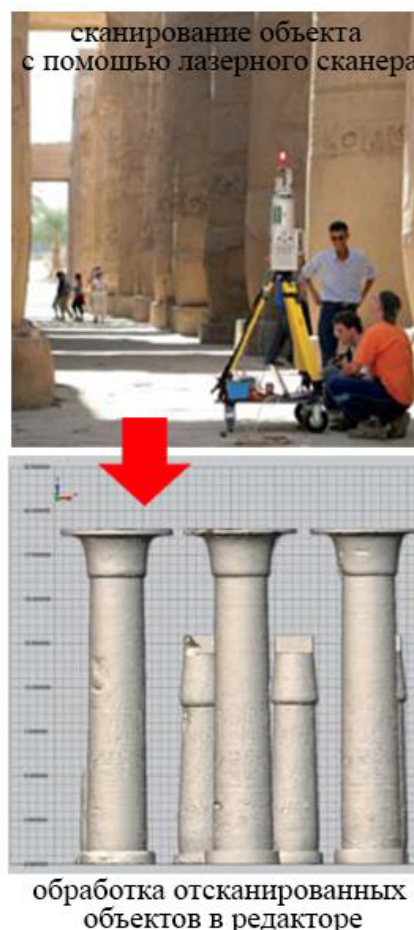


Рисунок 4 – Изображение процесса обработки объекта (колонны гипостильного зала в Карнакском храме), лазерного сканирования [7]

Компании, выполняющие услуги лазерного сканирования, обычно предлагают программных

обеспечения, ими же разработанные. Они мотивируют это тем, что модель, полученная путем лазерного сканера, является тяжелым файлом, поэтому, не каждый графический редактор способен не только обработать такую модель, но и открыть ее. Редакторы, открывающие модель лазерного сканирования – Autodesk Inventor, Rhino, Blender, Meshlab [8].

К основным преимуществам данного лазерного сканирования следует отнести: возможность отсканировать любой объект, возможность быстро получить трехмерную модель.

Однако у такого способа захвата объектов есть много недостатков: дорогостоящее оборудование и наличие обучающего материала, либо опытного инженера по использованию сканера, не всегда точное измерение объекта, особенно с отражающимися поверхностями и поверхностями черного цвета, тяжелый вес самого оборудования.

Дальнейшая обработка отсканированной трехмерной модели также требует специализированного графического приложения, не всегда бесплатного и нового для понимания. Сама модель содержит огромное количество полигонов, с которыми сложно работать, особенно, если модель содержит сложные декоративные или архитектурные элементы. В конечном итоге, обработка и редактирование модели, созданной из «облака точек», занимает много времени. Тяжелый вес трехмерной модели также тормозит процесс обработки и визуализации.

Графические приложения, использующие фотограмметрию для создания трехмерной модели объекта

Фотограмметрия является методом построения виртуальной реконструкции утраченного памятника архитектуры в том случае, когда нет возможности сделать натурные съемки лазерным сканером, либо архитектурный памятник является полностью утраченным и от него остались только старые фотографии, чертежи и рисунки.

Фотограмметрическое построение объекта можно разделить на два подхода:

- обработка изображений, сделанных с натурной съемки во всех ракурсах объекта;
- построение полностью утраченного объекта по нескольким фотографиям, чертежам и снимкам.

С первым подходом удачно справляется графический редактор Agisoft PhotoScan [9]. Принцип работы такой – сделать фотографии объекта со всех ракурсов по направлению 360 градусов и загрузить сделанные фотографии в рабочую область редактора. Agisoft PhotoScan создает «облако точек» по фотографиям, которое похоже на модель, созданную лазерным сканером (рис.5). Однако, данный формат модели весит

меньше, чем отсканированный.

Обработка и редактирование модели, созданной таким методом занимает много времени из-за большого количества точек и полигонов, с которыми приходится работать.

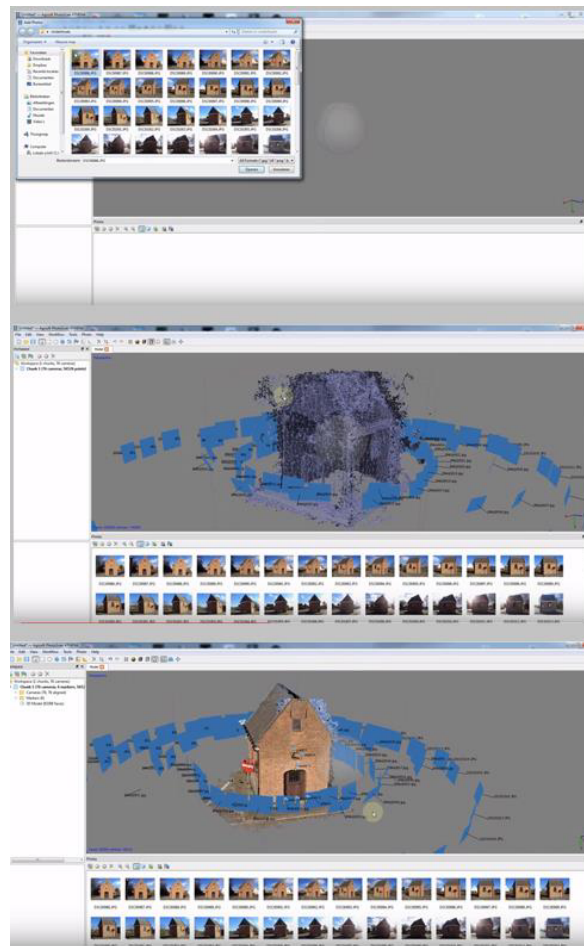


Рисунок 5 – Изображение процесса получения трехмерной модели объекта в редакторе Agisoft PhotoScan путем импортирования в рабочую область фотографий объекта, сделанных по периметру объекта [10]

Второй подход сложнее в выполнении из-за недостатка полной информации по утраченному объекту. Однако построение по существующим фотографиям проще, так как основывается на создании простых геометрических фигур, по которым дальше воссоздается объект. Для построения необходимо загрузить фотографию в рабочую область редактора и промаркировать на ней основные точки и грани, по которым дальше строится объект. С такой задачей справляется графический редактор Scanoma, который просуществовал до 2000 года, однако потом не стал совершенствоваться (рис.6).



Рисунок 6 – Изображение трехмерной модели архитектурного пространства в редакторе Canoma с использованием одной фотографии [12]

Выводы

Классификация графических приложений для виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры показала, что различные подходы к реконструкции требуют использования определенных графических приложений. Следует также учитывать материальные затраты, связанные с виртуальной реконструкцией, так как существуют редакторы, воссоздающие трехмерную модель архитектурного памятника с использованием минимума специальной техники, как, например, фотограмметрический редактор Agisoft PhotoScan, и не требующие особых навыков в работе, как редакторы, обрабатывающие модель объекта, полученную путем лазерного сканирования. Однако, оптимального графического приложения, которое бы удовлетворяло всем требованиям по виртуальной реконструкции архитектурных памятников, таких как простота в работе, использование нескольких подходов для создания виртуальной реконструкции, работа со всеми форматами трехмерной модели, недорогая цена, нет. Перспективным направлением дальнейшей работы является разработка инструментального средства виртуальной реконструкции на базе графического редактора, который соответствует большинству требований, предъявляемых для создания реконструкции с целью его доработки под соответствующие задачи.

Литература

1. Debevec P.E. Modeling and Rendering Architecture from Photographs. Doctoral dissertation. University of California at Berkeley. 1996
2. Thi Porter S., Roussel M., Soressi M. A Simple Photogrammetry Rig for the Reliable Creation of 3D Artifact Models in the Field. *Advances in Archaeological Practice*, 2016, 4(1), 71-86 doi:10.7183/2326-3768.4.1.71
3. Марков Б.Г. Автоматизация геометрического моделирования утраченных памятников архитектуры по иконографическим материалам: дисс. канд. техн. наук: 05.13.16 / Петрозаводский государственный университет. – Петрозаводск, 2000. – 146 с.
4. Autodesk. Программное обеспечение для 3D-проектирования, дизайна, графики и анимации: autodesk.ru URL: <http://www.autodesk.ru> (19.03.2016)
5. Информационное моделирование зданий: опыт применения в реконструкции и реставрации // Журнал «САПР и графика»: sapr.ru URL: <http://www.sapr.ru/Article.aspx?id=20649> (19.03.2016)
6. 3D сканирование объектов и трехмерное моделирование // Клона: klona.ua URL: <http://klona.ua/3d-skanirovanie.html> (19.03.2016)
7. Chandelier L., Chazaly B., Egels Y., Laroze F., Schelstraete D. Numérisation 3D et déroulé photographique des 134 colonnes de la Grande Salle Hypostyle de Karnak. *Revue XYZ • N° 120 – 3e trimestre 2009*, 33-39.
8. Чем открыть .stl // Чем открыть. Библиотека расширений: chem-otkrit.ru URL: <http://chem-otkrit.ru/format/stl> (19.03.2016)
9. Agisoft: agisoft.com URL: <http://www.agisoft.com/> (20.03.2016)
10. Agisoft – 3D model building // «Youtube» - видеохостинг: https://www.youtube.com/watch?v=FkcmhVFD_38&list=PLAlduMKqE4RBod2ir-lFhjsCmttKOloMz (20/03/2016)
11. Adout Canoma // CANOMA. Quickly create realistic 3D models from photographs: canoma.com URL: <http://www.canoma.com/> (20.03.2016)
12. Big Ben, London - 3D model made from one photograph // «Youtube» - видеохостинг: <https://www.youtube.com/watch?v=Ov39VAYRvmE> (10/05/2016)

Руденко М.П. Инструментальные средства виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры. Рассматриваются популярные графические приложения для виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры, используемые в среде архитекторов и археологов. Приводится их классификация по способу построения и визуализации трехмерной модели на следующие типы редакторов: воссоздающие модель утраченного архитектурного памятника с нуля; работающие с моделями, полученными путем лазерного сканирования; и путем фотограмметрии, анализируется качество их работы, на основе анализа выбирается оптимальное графическое приложение для работы с виртуальной реконструкцией утраченных памятников архитектуры.

Статья поступила в редакцию 20.05.2016
Рекомендована к публикации д-ром техн. наук В.Н. Павлышом