

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОМЕЩЕНИЯ С ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ В РЕЖИМЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Александр Александрович Антонов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (952)940-33-27, e-mail: al.antonov98@gmail.com

Дмитрий Владимирович Гоголев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (962)840-47-40, e-mail: GogolevDV96@mail.com

Александр Викторович Чернов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (913)743-09-79, e-mail: avch-1011@mail.com

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по 3D-моделированию помещения с использованием камеры смартфона и интеграции с платформой виртуальной реальности Unigine Engine. На основе изученного международного опыта предложена технологическая схема выполнения таких работ. Выполнена оценка точности полученной 3D-модели на соответствие требованиям единого государственного реестра недвижимости и предложено дальнейшее направление исследований по данному вопросу.

Ключевые слова: 3D-модель, виртуальная реальность, VR, массив точек.

CREATING OF A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A ROOM WITH PRESENTATION IN THE MODE OF VIRTUAL REALITY

Alexandr A. Antonov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (952)940-33-27, e-mail: al.antonov98@gmail.com

Dmitry V. Gogolev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (962)840-47-40, e-mail: GogolevDV96@mail.com

Alexander V. Chernov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Assistant, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (913)743-09-79, e-mail: avch-1011@mail.ru

The article presents the results of experimental studies on 3D-modeling of the room, using smartphones and integration with the Unigine Engine virtual reality platform. A flow chart for performing such work has been proposed. Assessment of the accuracy of the obtained 3D model for compliance with the requirements of the unified state real estate market and the proposed further direction of research on this issue.

Key words: 3D-model, virtual reality, VR, point cloud.

Современный уровень развития технологий, программного обеспечения, информатизации и цифровизации позволяют представить окружающий мир в формате 3D (3D-моделирование). Одной из сфер, для которых наиболее востребовано развитие данного направления, является сфера земельно-имущественных отношений (СЗИО), которая характеризуется интенсивным гражданским оборотом, а также высокой кадастровой стоимостью объектов недвижимости. В результате анализа международного опыта по внедрению 3D-моделирования в кадастры, системы управления земельными ресурсами и градостроительное планирование территорий, являющихся составными частями СЗИО, а также в сферы строительства и архитектуры выявлено, что наиболее значительные успехи были достигнуты в строительстве (замена компьютерных (CAD) чертежей на динамические информационные (BIM) модели) и кадастре недвижимости (переход на 3D-кадастры) [1–5].

Рассмотрев структуру функционирующих 3D-кадастров недвижимости, можно отметить, что в большей степени такие системы ориентированы на описание и учет 3D-моделей зданий, сооружений и объектов незавершенного строительства, в меньшей – земельных участков [6, 7]. В то же время дискуссионным остается вопрос о необходимости 3D-моделирования внутренних помещений зданий и сооружений, а также способы визуализации таких моделей.

Одним из наиболее перспективных направлений для визуализации 3D-моделей помещений является использование режима виртуальной реальности (VR). Под VR понимается компьютерная технология, которая воспроизводит реальную или воображаемую среду и имитирует физическое присутствие в среде пользователя таким образом, чтобы пользователь мог взаимодействовать с ней [8]. Представление 3D-моделей помещений в режиме VR позволяет, помимо основной функции расширения перечня и повышения наглядности сведений об объекте недвижимости в 3D-кадастре, также использовать их для модернизации планов эвакуации зданий, моделирования геопространства, разработки VR-туров и пр. [9].

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по созданию 3D-модели помещения и ее представлению на интерактивной платформе для 3D-визуализации Unigine Engine [10]. Одной из основных задач исследования являлось изучение возможности использования цифровой фотокамеры бытового сегмента (камера смартфона) для достижения цели эксперимента. В качестве объекта исследований выбрано помещение международной лаборатории Tempus (СГУГиТ) общей площадью 67 м².

На подготовительном этапе выполнения исследования был изучен международный опыт 3D-моделирования помещений, в том числе, с представлением в режиме VR [11–14], который показал, что на сегодняшний день, отсутствует единая методика выполнения такого вида работ.

Исходя из этого, в статье предложен авторский вариант построения 3D-модели помещения с представлением в режиме VR, состоящий из 8 этапов, который наилучшим образом подходит для моделирования помещений с большим количеством объектов внутри него.

Первый этап. Маркировка отражающих поверхностей. Реализация данного этапа необходима для автоматического распознавания на фотоснимках однородных по структуре поверхностей: пола, потолка, стен и окон. В рамках эксперимента, для маркировки использовались контрастные стикеры на клейкой основе различного размера (56 шт.) из расчета 1 стикер на 1 м^2 (рис. 1).

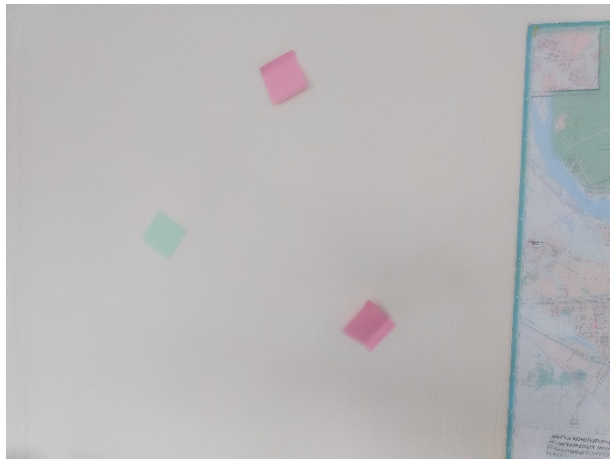


Рис. 1. Маркировка отражающих поверхностей

Результаты дальнейшей компьютерной обработки модели показали незначительное влияние размера стикера на распознавание поверхности, количество закрепленных стикеров позволило в полной мере реализовать метод автоматической идентификации поверхностей.

Второй этап. Выполнение панорамной съемки из центра фотографирования. В качестве центра фотографирования был выбран геометрический центр комнаты. Съемка производилась со смартфона на трех отметках: уровень пола (0,10 м), уровень середины высоты комнаты (1,54 м), уровень потолка (3,08 м). Суммарное количество фотографий составило 204 шт. Пример сшивки нескольких изображений приведен на рис. 2.

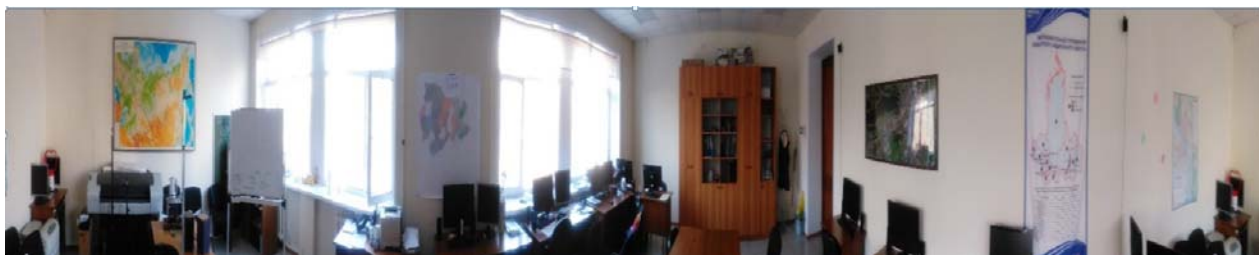


Рис. 2. Панорамная фотография помещения

При выполнении данного этапа особое внимание следует уделять величине перекрытия фотоснимков. Эмпирическим путем было подтверждено, что оптимальное значение угла поворота камеры должно составлять 10° [15].

Третий этап. Построение разреженного массива точек. Для выполнения данного этапа было использовано программное обеспечение Agisoft Photoscan. Для получения разреженного массива точек, были загружены фотографии, полученные при выполнении второго этапа, и обработаны в автоматическом режиме [15]. Результат обработки представлен на рис. 3.

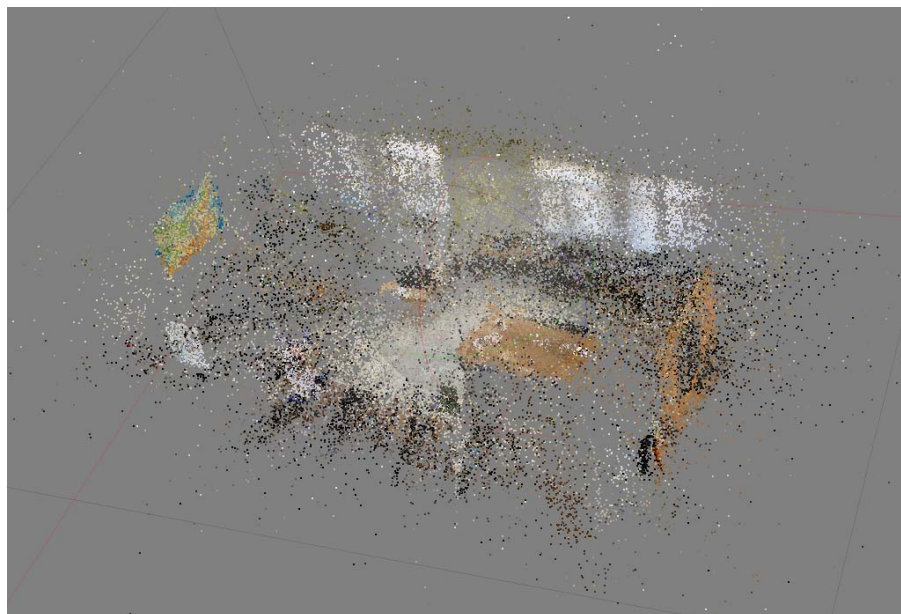


Рис. 3. Разреженный массив точек

Четвертый этап. Создание плотного массива точек. Данный этап направлен на увеличение (сгущение) плотности точек разреженного массива. Результат приведен на рис. 4.

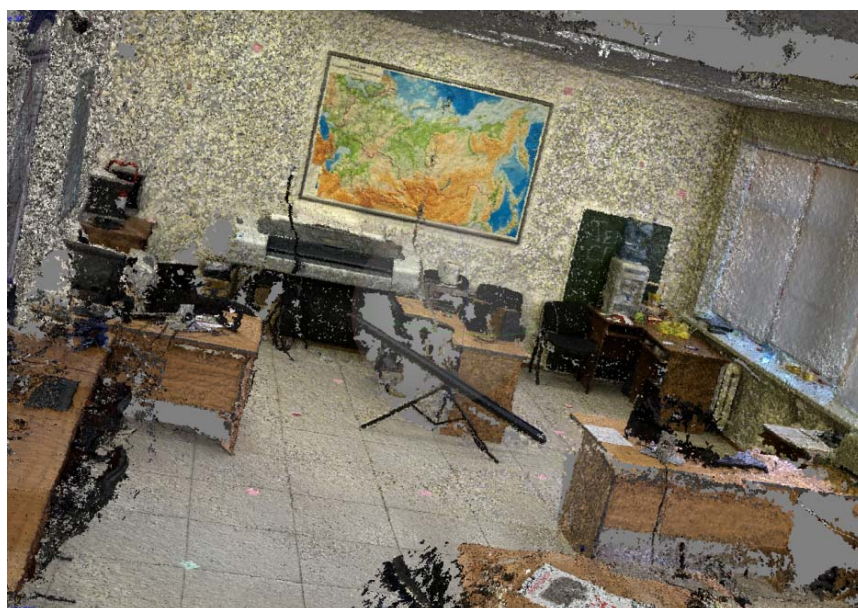


Рис. 4. Плотный массив точек

Пятый этап. Создание модели. Из плотного массива точек в режиме автоматической обработки создается модель помещения. Результат выполнения пятого этапа приведен на рис. 5.

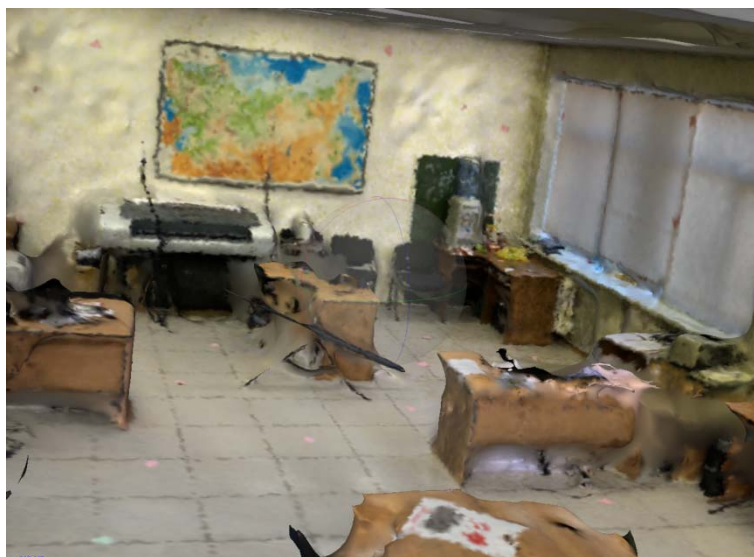


Рис. 5. Модель помещения

Шестой этап. Создание текстурированной модели. На данном этапе модели придаются нужные свойства детализации, чтобы сделать ее более реалистичной. Результат приведен на рис. 6.

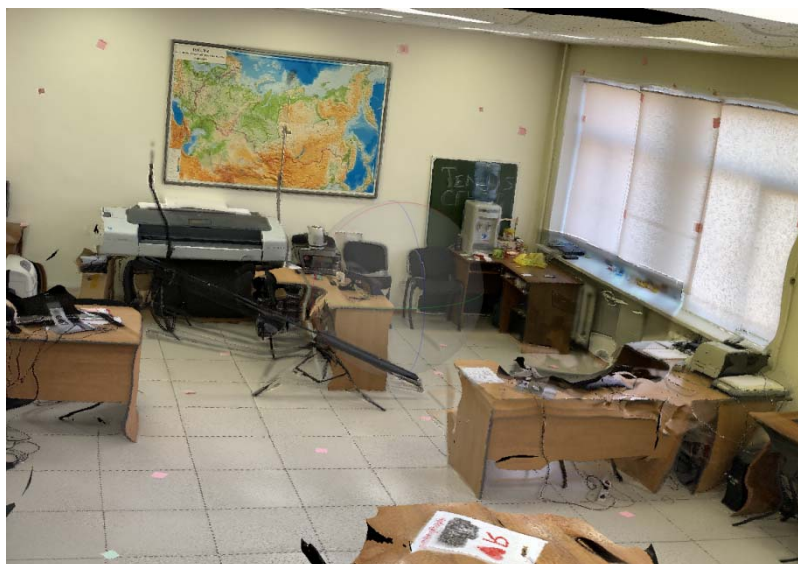


Рис. 6. Текстурированная модель

Седьмой этап. Оценка точности модели. Для использования полученной модели в целях кадастра и ее дальнейшего представления в режиме виртуаль-

ной реальности необходимо выполнить оценку точности модели. Метод оценки точности заключается в сопоставлении реальных размеров объекта (либо его части), измеренных с помощью электронной рулетки, прошедшей соответствующую поверку, с размерами такого объекта, полученными из его модели. В качестве такого объекта была использована настенная карта (рис. 6).



Рис. 7. Оценка точности модели

Фактическая длина объекта составила 2,08 м, полученная из модели – 2,06 м. Таким образом, величина расхождения составила 0,02 м, что соответствует требованиям единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) для земель населенных пунктов (0,10 м) [16].

Восьмой этап. После выполнения оценки точности, модели, был совершен экспорт модели из программного комплекса Agisoft Photoscan в интерактивную платформу 3D-визуализации Unigine Engine. Unigine Engine представляет собой многоплатформенный 3D-движок, используемый для создания игр, систем виртуальной реальности, программ интерактивной визуализации, различных трехмерных имитаторов.

Для вывода изображения в режиме VR было использовано оборудование HTC VIVE Pro (рис. 8).



Рис. 8. Система виртуальной реальности HTC VIVE Pro

После импорта в программу Unigine Engine и настройки оборудования, 3D-модель была загружена, откалибрована и апробирована. Пример представления модели в режиме VR приведен на рис. 9.



Рис. 9. Представление 3D-модели помещения в режиме VR

В результате проведенного эксперимента были апробированы различные технологические решения по формированию 3D-модели помещения и ее дальнейшего представления в режим VR с использованием камеры смартфона, отвечающей требованиям ЕГРН. Стоит отметить, что на формирование и визуализацию 3D-модели было затрачено более 8 часов, что значительно превышает среднее время моделирования помещения при использовании традиционных геодезических технологий (натурный обмер лазерной рулеткой и импорт измерений в программную среду Autodesk AutoCAD), однако полученная модель имеет более широкий спектр возможностей для последующего использования. В результате анализа полученной модели стоит отметить недостаточную четкость моделирования отдельных частей помещения, что формирует направление дальнейших исследований по данной тематике – разработке методических решений по автоматической сшивке массивов точек, полученных из разных центров фотографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Guo, R., Li, L., Ying, S., Luo, P., He, B. & Jiang, R. (2013). Developing a 3D-cadastral for the administration of urban land use: A case study of Shenzhen, China. *3D-Cadastral II, special issue of Computers, Environment and Urban Systems*, 40, 46–55. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019897151200066X>.

2. Bydlosz, J. Developing the Polish Cadastral Model towards a 3D Cadastre [Электронный ресурс] / J. Bydlosz // The 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_38.pdf. – Загл. с экрана.
3. Can Data from BIMs be Used as Input for a 3D Cadastre? [Электронный ресурс] / J. Oldfield, P. Oosterom, W. Quak, J. Veen, J. Beetz // The 5th International 149 FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_21.pdf. – Загл. с экрана.
4. Zulkifli, N. A. 3D Strata Objects Registration for Malaysia within the LADM Framework [Электронный ресурс] / N. A. Zulkifli, A. Rahman, P. Oosterom // The 4-th International Workshop on 3D Cadastres. – Dubai, United Arab Emirates, 2014. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2014_36.pdf. – Загл. с экрана.
5. Utilizing 3D Building and 3D Cadastre Geometries for Better Valuation of Existing Real Estate [Текст] / U. Isikdag, M. Horhammer, S. Zlatanova, R. Kathmann, P. van Oosterom // Proceedings of the FIG Working Week 'From the wisdom of ages to the challenges of modern world, 2015.– PP. 1–18.
6. Can Data from BIMs be Used as Input for a 3D Cadastre? [Электронный ресурс] / J. Oldfield, P. Oosterom, W. Quak, J. Veen, J. Beetz // The 5th International 149 FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_21.pdf. – Загл. с экрана.
7. Harnessing BIM for 3D Digital Management of Stratified Ownership Rights in Buildings [Электронный ресурс] / B. Atazadeh, M. Kalantari, A. Rajabifard, T. Champion, S. Ho // FIG Working Week. – New Zealand, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_03.pdf. – Загл. с экрана.
8. Афонина А.Р., Сарафанова А.В., Берднова Е.В., Виртуальная реальность. неизбежное будущее виртуальной реальности // сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2016. ООО «ЦеСАин», 2016. - С. 14-18.
9. Ahn J, Kim Y.Y., Kim, R.Y. Virtual reality-wireless local area network: Wireless connection-oriented virtual reality architecture for next-generation virtual reality devices // Applied sciences (Switzerland) . - 2018. - №8 (1). - С. 43.
10. Unigine Engine of virtual worlds. Режим доступа: <https://developer.unigine.com/en/docs/2.7.3/start/> (дата обращения: 20.03.2019).
11. Conceptual Modelling of 3D Cadastre and LADM [Электронный ресурс] / N. Zulkifli, A. Rahman, M. Hassan, T. Choon // World Cadastre Summit, Conference and Exhibition. – 2015, Istanbul. – P. 18. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2015_04.pdf. – Загл. с экрана.
12. 3D Real Property Legal Concepts and Cadastre: A Comparative Study of Selected Countries to Propose a Way Forward (Overview Report) [Электронный ресурс] / D. Kitsakis, J. Paasch, J. Paulsson, G. Navratil, N. Vucic, M. Karabin, A. Carneiro, M. El-Mekawy // 5th International Workshop on 3D Cadastres, 2016, Athens, pp. 1–24. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_11.pdf. – Загл. с экрана.
13. Construction Geometric Model and Topology for 3d Cadastre – case Study in Taizhou, Jiangsu [Электронный ресурс] / Y. Ding, C. Wu, N. Jiang, B. Ma, X. Zhou // FIG Working Week. – New Zealand, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_06.pdf. – Загл. с экрана.
14. Kumar, P. Automated Extraction of Buildings from Aerial LiDAR Point Cloud and Digital Imaging Datasets for 3D Cadastre [Электронный ресурс] / P. Kumar, A-A. Rahman, G. Buyuksalih // Pre-liminary Results WCS-CE // The World Cadastre Summit, Congress. Istanbul, Turkey, 20–25 April 2015. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2015_09.pdf. – Загл. с экрана.

15. Михайлов, А. П. Фотограмметрия [Текст] / А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев ; под общ. редакцией А. Г. Чибуничева. – М. : МИИГАИК, 2016. – 292 с.

16. Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения [Электронный ресурс] : приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 № 90 // СПС «КонсультантПлюс».

© А. А. Антонов, Д. В. Гоголев, А. В. Чернов, 2019