

ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И КАДАСТРАХ

Перякина В.И., Дамрин А.Г.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Эффективное развитие современного высокотехнологичного общества все более нуждается в системе получения оперативной, актуальной и достоверной информации о состоянии окружающего нас мира в виде информационных систем различного предназначения. К настоящему времени аппаратные, и программные средства определения местоположения позволяют получать с высокой точностью трехмерные геопространственные данные в режиме реального времени. В получении и использовании подобного рода информации заинтересованы не только все отрасли народного хозяйства, но и органы власти и управления всех уровней.[6] Создание кадастровой документации связано с использованием технологии лазерного сканирования.

Лазерное сканирование (ЛС) — технология дистанционного исследования объектов с помощью активных оптических систем, основанная на принципе регистрации времени (или разницы фаз) между посылаемым и отраженным световым сигналом, позволяет за короткие сроки получать высокоточные, детальные трехмерные данные о поверхности.[4] Один и тот же набор данных можно применять для исследований в разном масштабе — сверхкрупном, крупном и среднем.

С помощью ЛС можно получать трехмерную растровую и векторную модели земельных участков, территориальных зон, лесных и водных массивов, а также зданий и сооружений, описанные огромным количеством точек, каждая из которых имеет координаты X, Y, Z.

Трехмерные цифровые модели территорий обладают рядом преимуществ:

1. объекты привязаны непосредственно к физической поверхности Земли;
2. возможность учета кривизны Земли и рельефа местности при вычислении площадей земельных участков;
3. высокое и наглядное качество визуализации состояния территории за счет объемного изображения ситуации;
4. расширение возможностей принятия эффективных архитектурных и градостроительных решений, разработки генеральных планов и планов территориального развития;
5. трехмерные изображения памятников истории, культуры и архитектуры, дополненные набором фотографических изображений, открывают новые возможности в обеспечении их сохранения и реставрации.[6]

Когда трехмерная модель готова, не составляет никакого труда преобразовать ее программными средствами в необходимый набор чертежей, разрезов и сечений. Данная модель становится основным источником информации для создания 3D ГИС. Данный комплекс позволяет не только представить объекты в пространстве, но и присвоить им атрибутивную

информацию, доступную по запросу пользователя. Как правило, точность конечной модели составляет 1-2 см. Основной целью построения 3-х мерной модели является визуализация объекта недвижимости и его отдельных частей. Полученная ГИС позволит оперативно управлять любыми изменениями на объекте. Каждая правка, вносимая в базу данных, будет отображаться в 3D ГИС, благодаря чему она всегда будет актуальна.

Необходимость в трехмерных кадастрах обусловлена все возрастающей сложностью площадей застройки, подземной и надземной инфраструктуры, появлением требований регистрации трехмерных прав на недвижимость, как частных так и государственных. Вновь возникающие потребности лишь в некоторой степени могут быть обеспечены существующими методиками двухмерной регистрации недвижимости. Возможность регистрации недвижимости и прав на нее в трехмерном измерении позволит оптимизировать использование пространства. Функциональность все время ограничивается, в том числе, регистрацией земельных участков, как поверхностей, отсутствием 3D кадастровых карт, ограниченностью регистрации специфическими объектами с полу-3D решениями.[2]

Суть лазерного сканирования состоит в дистанционной съемке со скоростью тысяча измерений в секунду с плотностью до десятков тысяч точек в 0,1 мм и в определении их координат, расположенных на сканируемом объекте. Совокупность полученных точек, именуемая «облаком точек», или сканами, может быть использована для трехмерного моделирования или для пространственных измерений — определения геометрических параметров (расстояний, углов, диаметров, радиусов кривизны, а также составления разрезов, сечений и т. п.). Облака точек, полученные с разных сканов, «сшиваются» в единую точечную модель, которая может быть трансформирована в заданную систему координат.[1]

Построить цифровую модель рельефа можно только после классификации – разделения облака точек на подмножества, соответствующие различным поверхностям, от которых может отражаться лазерный луч. В зависимости от особенностей местности выделяются классы земля, растительность, здания, сооружения и др.

На объекте необходимо иметь минимум три точки (опорные) с известными геодезическими координатами для контроля. Координаты точек из сканера передаются в компьютер и накапливаются в базе данных. Векторизация, или моделирование, осуществляется в специализированном программном обеспечении или САД-системах.[1]

Для построения трехмерных векторных моделей объектов ситуации используются следующие режимы:

1. автоматический;
2. полуавтоматический;
3. интерактивный.

Выбор режима векторизации точечной модели зависит от формы элементов объектов ситуации, если они имеют правильную форму, то используется автоматический режим создания модели. Полуавтоматический и

интерактивный режимы применяются для моделирования объектов неправильной, сложной геометрической формы и маленьких размеров. [5]

При этом плотность данных лазерного сканирования такова, что обработка даже небольших территорий требует высокой мощности и производительности от персональных компьютеров.

Лазерное сканирование осуществляется двумя методами: наземным и воздушным. Технологии наземного и воздушного ЛС отличаются областями применения и точностью получаемых результатов.

Система для наземного лазерного сканирования (НЛС) состоит из наземного лазерного сканера и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением.[5] По конструкционному принципу установки систем НЛС схожи с теодолитами (выполняются те же проверки) и с базовыми станциями GPS. Приемники, как правило, панорамного обзора по горизонтали, позволяют проводить измерения с дальностью от нескольких метров до километра. Точность измерений (без учета сторонних факторов) составляет 2—5 мм. Однако существуют и внешние ограничения. Так, необходимо иметь в виду, что поглощение излученной энергии разными материалами плохо изучено и может существенно влиять на качество получаемых данных и дальность измерений. Также на качество результатов влияет эффект переотражения сигнала в первую очередь от растительных объектов, что делает необходимой верификацию полученных результатов.

НЛС по сравнению с традиционными фотограмметрическими методами имеет как преимущества (быстрая и высокоточная метрическая информация, высокий потенциал автоматизации, нет необходимости в освещении при съемке), так и недостатки (нет семантической информации, бедная информация по цвету, высокая стоимость), однако часто оба этих метода используют совместно, что улучшает качество получаемых результатов и нейтрализует их недостатки.[4]

Воздушное лазерное сканирование (ВЛС) активно используется при картографировании и мониторинге территорий преимущественно в крупных масштабах.

Для увеличения обзора лазерный сканер монтируется на самолете, а для увеличения детальности получаемых данных — на вертолете. Высота полета составляет от 1 до 5 км, угол обзора — до 30°. На борту воздушного судна дополнительно устанавливаются система навигационного оборудования и инерционная система измерений, которые необходимы для калибровки результатов и перевода измеренных дальностей и углов в координаты. Точность навигационной системы воздушного судна, которая колеблется в пределах 5—10 см, — ограничивающий фактор точности лазерных измерений. С учетом точности самого лазера и инерционной системы суммарная точность системы составляет 15—20 см. Однако результирующая точность может быть и хуже, так как на качество съемки влияют еще и радиометрические характеристики объекта. Масштаб влияния растительности на точность данных ВЛС — от нескольких сантиметров до нескольких дециметров без явной функциональной зависимости от типа растительности (высокая или низкая).

Тем не менее это существенно выше точности фотограмметрических методов при построении цифровой модели рельефа на залесенной местности. В отличие от традиционных аэрокосмических материалов на данных ВЛС отсутствуют тени в традиционном понимании фотограмметрии, это особенно заметно при съемке горных территорий. Однако за счет того, что практически отсутствует информация о спектральных характеристиках объекта, классификация и идентификация объектов по данным ВЛС без дополнительного использования оптических сенсоров могут быть очень трудны или даже невозможны. [4]

Позднее появился метод мобильного лазерного сканирования (МЛС), объединяющий особенности наземного и воздушного ЛС.

Методологически метод близок к ВЛС, а с точки зрения тактико-технических характеристик (скорость, точность, плотность, особенности съемки) — ближе к НЛС. При этом работа ведется с носителя, который движется по поверхности земли (или воды), а не в воздухе или космосе. Радиус действия систем МЛС (по ряду причин) обычно ограничен 250 - 500 м. Основная причина - плохие условия для приема сигналов систем спутникового позиционирования, что влияет на качество определения углов, а оно, в свою очередь, на точность позиционирования точки отражения лазера. [3]

МЛС дешевле и проще по организации метода ВЛС – не нужны самолеты, лицензии и разрешения, более безопасные условия работы операторов и др.

Таким образом, потребность в реальном отображении окружающего мира увеличивает значимость трехмерного моделирования. 3D модели облегчают планирование, контроль и принятие решений во многих отраслях. Трехмерная фотореалистичная визуализация территорий методами компьютерной графики и создание муниципальных трехмерных ГИС способны изменить технологию и практику управления городом, городского планирования окружающей среды, разработки и ведения проектов. Поэтому в настоящее время особенно необходимо глубокое и разностороннее изучение методов лазерного сканирования.

Список литературы

1. Золотова, Е. В. Градостроительный кадастр с основами геодезии: учеб. для студентов архитектурно-строит. вузов / Е. В. Золотова, Р. Н. Скогорева. - М. : Архитектура-С, 2008. - 175 с. : ил. - Прил.: с. 162-170. - Библиогр.: с. 171. - ISBN 978-5-9647-0145-3.

2. Малыгина О.И. Трехмерный кадастр – основаразвития современного мегаполиса // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. 10-20 апреля 2012г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов 4т. Т.3 – Новосибирск: СГГА, 2012. 200 с.-С.133-137.

3. Рыльский И.А., Малеванная М.С. Наземные лазерные методы – новые подходы к информационному обеспечению географических исследований / И.А. Рыльский, М.С. Малеванная // Геодезия и картография, 2014. - № 8. - С. 38-48.

4. Селезнева Е.В. Применение лазерного сканирования в геоморфологических исследованиях / Е. В. Селезнева // Вестник Московского университета Сер. 5. География, - 2013. - № 2. - С. 47-53

5. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. –261 с.ISBN 978-5-87693-336-2

6. Николаев Н.А., Чернов А.В. Трехмерный кадастр недвижимости как новая ступень развития кадастровых систем [Электронный ресурс]/ Николаев Н.А., Чернов А.В. – Режим доступа: <http://geosiberia-2014.ssga.ru/events/konferencii/conference-3/sekcia-3-4>.