

VG4D SMARTLIDAR — ПО ДЛЯ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

А.А. Ковров («Йена Инструмент»)

В 1995 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания университета работал в МИИГАиК, с 2004 г. — в компании «Геокосмос», с 2005 г. — в компании «ГеоПолигон». С 2010 г. работает в НПК «Йена Инструмент», в настоящее время — инженер.

Информация, получаемая с помощью современных лазерных воздушных и мобильных сканирующих систем, включает в себя измеренное пространственное положение и интенсивность отраженного сигнала «облака точек», а также цифровые фотоизображения снимаемого объекта. При этом для обработки каждого вида информации требуется специальное программное обеспечение, созданное для решения конкретных прикладных задач. Оно должно не только обеспечивать хранение больших массивов данных и осуществлять их автоматическую обработку, но и эффективно идентифицировать и извлекать характерные объекты из «облака точек». Программное обеспечение (ПО) VG4D SmartLiDAR (Virtual Geomatics Inc., США) представляет собой полнофункциональную автономную среду для обработки трехмерных данных, которая удовлетворяет самым строгим требованиям к производительности и делает процесс обработки результатов сканирования простым и весьма эффективным.

▼ Составные части программного обеспечения VG4D SmartLiDAR

Коротко рассмотрим назначение и возможности отдельных компонентов и модулей ПО VG4D SmartLiDAR.

VG4D SmartLiDAR Explorer — это базовый компонент про-

раммы. Он делает возможным обработку любых типов лазерно-локационных данных и имеет мощное и автономное ядро, разработанное для манипулирования большими массивами данных (миллиарды точек). Располагая расширенным набором инструментов для извлечения информации, этот компонент позволяет одним «щелчком» мыши создавать цифровые модели рельефа и местности, строить горизонталы и модели данных в ГИС компании ESRI. Благодаря функции объединения лазерно-локационных данных и цифровых изображений, VG4D SmartLiDAR Explorer существенно облегчает процесс трехмерной визуализации больших наборов точечных данных, в том числе, нескольких маршрутов одновременно. Среди его технологических возможностей хочется особо подчеркнуть надежный алгоритм трансформации (преобразования данных) и импорта с уникальной функцией «многозначного» экспорта данных, а также функцию ручного редактирования для окончательной доводки результатов.

Модуль калибровки (Calibrator Module) располагает полным набором инструментов и предоставляет простой и удобный способ калибровки лазерно-локационных данных воздушного и мобильного сканирования, выполняя уравнивание по маршруту и контрольным

точкам и многое другое. При этом гарантируется корректность данных и решение проблем, возникающих в ходе уравнивания.

Модуль интеллектуальной классификации (Smart Classification Module) позволяет извлекать ключевые элементы: осевые линии дорог, ограды, разделительные линии, железные дороги, ЛЭП, здания и др., что отвечает требованиям PTC, NERC, FERC, ADAS. Он помогает проводить систематизацию и интеграцию с кодами объекта (PLS-CADD, DOT, код объекта, пользовательские списки и т. д.) и автоматическое внедрение объектного кода в отчетную документацию для дальнейшей обработки в САПР и ГИС. Имеется возможность ручного редактирования для улучшения качества автоматической оцифровки.

Инструментальный модуль (Application Tools Module) снабжен высокопроизводительными утилитами для анализа, трансформации и обработки любых типов лазерно-локационных данных.

Инструменты трансформации позволяют проводить уравнивание по XYZ, поворот, масштабирование, удаление шума; объединять лазерные данные в формате LAS, делать разделение и подвыборку, обновлять заголовки LAS-файлов.

Инструменты этого модуля предоставляют возможность

отображения информации LAS-файлов, анализа плотности точек, уклонов, градиентов, характеристик рельефа, извлечения контрольных точек, сечений и профилей и ряд других функций.

Инструменты растеризации предназначены для конвертации данных между растровым и векторным форматами, ортографических преобразований, операций с файлами GeoTIFF и др.

Модуль трансформации данных (3D Coordinate Conversion/Reprojection Module) делает возможной быструю, эффективную и производительную трансформацию трехмерных координат.

Модуль управления базами данных — цифровыми объектами (Asset Management) предлагает мощный функционал для идентификации и создания атрибутивной информации корпоративных цифровых объектов. Данный модуль позволяет пользователям просматривать лазерно-локационные данные («облака точек») и цифровые снимки, одновременно с оцифровкой и извлечением атрибутивной информации (рис. 1). Программное обеспечение помогает объединять результаты сканирования с существующими базами данных ГИС и работать с «сырыми» данными — снимками и «облаками точек».

Модуль интеграции в геоинформационные системы (GIS Integration Module) обес-

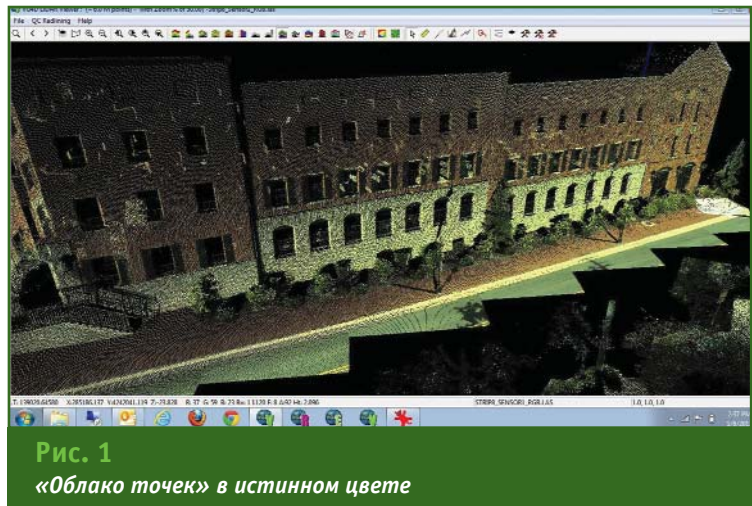


Рис. 1
«Облако точек» в истинном цвете

печивает легкую функциональную совместимость с существующими приложениями различных ГИС и осуществляет векторное преобразование полигонами, добавление записи ID, преобразование полилиний в полигон и обратно. Инструмент Shape/GIS модуля интеграции предназначен для объединения, поиска, удаления, обрезки, перепроектирования, преобразования в ГИС и др.

Модуль полевого анализа (Field Analyzer Module) предлагает широкий выбор инструментов, разработанных для идентификации и измерения качества лазерно-локационных данных непосредственно после их сбора в поле. Интеллектуальный интерфейс трехмерной визуализации и создания отчетов позволяет инженерам проводить анализ полевых данных, исключая тем самым необходимость выполнения повторной съемки.

Модуль определения опорного направления (Boresite Module) предлагает простой, но функциональный 3D-интерфейс для быстрого и легкого определения корректных значений отклонений углов крена тангажа и рысканья для воздушных и мобильных сканеров, используя только два противостоящих маршрута. Инструменты визуальной обратной связи позволяют пользователям в режиме

реального времени осуществлять корректировку данных и автоматически вычислять корректные смещения от опорного направления, необходимые для точной калибровки сканера.

▼ Пример обработки в ПО VG4D SmartLiDAR

Рассмотрим этапы обработки данных лазерного сканирования железнодорожного полотна и прилегающей к нему территории, полученных с помощью мобильной сканирующей системы, установленной на железнодорожной платформе.

Этап 1. Извлечение ниток рельсов железнодорожного пути. Эта процедура включает выбор пар связующих точек в начале и конце участка железнодорожного пути. Алгоритм автоматически идентифицирует и извлекает нитки рельсов и создает файлы 3D-полилиний (shp-файлы). При этом программа обрабатывает все варианты ниток рельсов, в нашем случае — главный, вторичный, боковой (обгонный) и одиночный рельсовые пути (рис. 2). Сразу после извлечения ниток рельсов запускается процесс оценки качества QA/QC.

Этап 2. Извлечение характерных объектов. Процесс извлечения объектов представляет собой идентификацию всех структурных элементов вдоль железнодорожного полотна с



Рис. 2
Пример извлечения всех ниток рельсов железнодорожного пути

присоединением атрибутивной информации, полученной из существующих баз данных ГИС, к новой базе данных, создаваемой с помощью модуля VG4D SmartLiDAR Analyzer Pro.

В этом модуле имеется два метода для локализации характерных объектов по «облаку точек».

1. Использование существующих данных ГИС. Информация о местоположении каждого характерного объекта необходима для формирования файла в формате LAS. Алгоритм осуществляет поиск совпадений для каждого характерного объекта по «облаку точек», создавая рабочий набор данных. После завершения анализа, появляется диалоговое окно, отображающее список всех характерных объектов, найденных в данном блоке. Модуль позволяет по желанию пользователя показывать цифровое изображение характерного объекта для его более полной идентификации.

2. Информация по снимкам. В этой процедуре вместо регенерации плотного «облака точек» происходит поиск по файлам цифровых изображений и, после локализации характерного объекта, он отображается в «облаке точек». Программа сравнивает информацию по координатам характерного объекта и отображает соответствующую информацию по LAS-файлу. Пользователь анализирует цифровое изображение и сравнивает данные по «облаку точек» для выяснения точного местоположения характерного объекта.

В обоих методах характерный объект сохраняется как shp-файл, файл снимка и определенный пользователем LAS-файл. Для локализации одного характерного объекта с использованием любого из методов требуется приблизительно 30 секунд.

Этап 3. Соединение и взаимосвязь вершин осевой линии пути с характерным объектом.

На этом этапе выполняется привязка каждого характерного объекта к точке пересечения оси железнодорожного полотна с перпендикуляром, опущенным из центра характерного объекта на осевую линию пути. В данном проекте, включающем в себя 500 км железнодорожного пути, содержится примерно 5 характерных объектов на 1 км.

На рис. 3 представлена концепция привязки центра характерного объекта к центральной линии железнодорожного пути. Эти связующие точки составляют важную часть проектных данных.

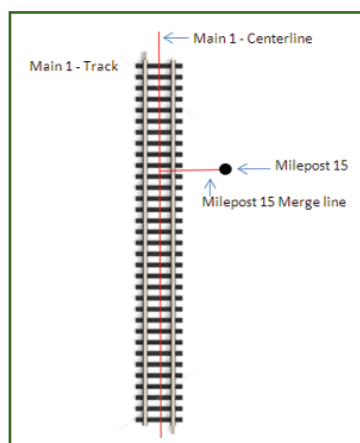


Рис. 3
Привязка характерного объекта к осевой линии железнодорожного пути

Затраты времени на решение различных задач при постобработке железнодорожного пути, протяженностью 500 км, с 67 обрабатываемыми блоками различной протяженности и частоте появления ошибок на экране QA/QC менее 5% составили:

- извлечение ниток рельсов — 40%;
- извлечение характерных объектов — 40%;
- объединение и трансформация данных — 20%.

В результате обработки была получена следующая конечная продукция:

— 3D-полилинии в shp-файлах для центральной (осевой) линии железнодорожного пути;

— трехмерные «облака точек» в LAS-файлах для характерных объектов;

— изображения характерных объектов в формате JPEG.

Для каждого shp-файла присутствует соответствующий файл в формате SHX и файл базы данных в формате DBF.

Непрекращающийся поиск совершенных решений для обработки данных лазерного сканирования ведет к созданию новых программ и приложений, имеющих дополнительные функции, более высокую производительность и уже практически неограниченные возможности. Приведенный пример использования программного обеспечения VG4D SmartLiDAR демонстрирует его потенциал для обработки данных, полученных при лазерном сканировании линейных объектов в условиях плотного дорожного трафика с соблюдением мер безопасности для всего персонала.

Совместное использование мобильной лазерной сканирующей системы Ortech LYNX Mobile Mapper и ПО VG4D SmartLiDAR обеспечило получение высококачественных данных строго в установленные сроки. По оценке специалистов, VG4D SmartLiDAR в настоящее время является одним из наиболее эффективных и простых в практическом использовании программных средств для обработки данных лазерного сканирования.

RESUME

Capabilities of the VG4D SmartLiDAR software together with its main modules are described. Stages of the laser scanning data processing are considered for the railway road and the adjacent territories. This data is obtained from the mobile scanning system mounted on a train platform.