

ФОТОГРАММЕТРІЯ ТА ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

УДК 528.067.4

О.Є. Куліковська, *д-р техн. наук, професор,*
Ю.Ю. Атаманенко, *асп. кафедри геодезії,*
Криворізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМ ОБРОБКИ ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ В КАРТОГРАФУВАННІ ДТП

У статті розглянуто актуальні програмні комплекси лазерного сканування, які здатні задовольнити специфічні потреби геодезиста чи інженера у картографуванні дорожньо-транспортних пригод, оскільки стандартне програмне забезпечення, яке доставляється зі сканером, потрібне переважно для управління процесом сканування і виконання стандартних операцій з обробки даних. Наведено висновок про правомірність використання програм, запропоновано сфери їх застосування. Результати аналізу дадуть змогу вибрати належну програму, яка стане стандартом у розв'язанні завдань із задач картографування та аналізу дорожньо-транспортних пригод, буде вирізнятися високою швидкістю і точністю в процесі візуалізації, управління, вимірювання та моделювання тривимірних об'єктів.

Ключові слова: *лазерне сканування, картографування дорожньо-транспортних пригод, програмне забезпечення, Cyclone, Trimble RealWorks Survey, ScanIMAGER, LFM.*

Вступ. Із лазерним скануванням не може зрівнятися жоден з раніше реалізованих методів знімання території. Він вирізняється неймовірною швидкістю роботи, більш високою точністю вимірювання та безпечністю під час зйомки важкодоступних і небезпечних об'єктів. Ще однією перевагою цього методу є те, що дистанційне знімання дає змогу збирати інформацію про досліджуваний об'єкт, отримуючи при цьому дані у вигляді координат точок поверхні, що значно розширює можливості подальшої комп'ютерної обробки результатів. Для опрацювання результатів наземного лазерного сканування застосовують велику кількість програмних комплексів, які потрібно дослідити і проаналізувати їх ефективність.

Слід зазначити, що пошкодження автомобілів та ситуація на місці пригоди швидко фіксується у цифровому вигляді, а обробка й оформлення відбуваються в умовах офісу. Результати створеної моделі передаються в програми САПР через формати dxf, dwg, txt та власний формат coe (Cloudworx Object Exchange). В

подальшому дані не можуть бути відредаговані або змінені. Після збору і обробки даних отримують закінчену тривимірну картину з місця пригоди, місцевості ДТП.

Аналіз досліджень та публікацій. За даними досліджень програмного забезпечення для обробки даних сканування виявлено, що найкраще підходить програмний комплекс RapidForm [1]. Автори вказують про те, що критерії програм можуть змінитись, якщо змінити мету використання програмного продукту. У публікації [1] розглянуто основні програмні продукти для оброблення даних сканування і складання 3D-моделей. Результати наведено в таблиці – рейтингу «Базове програмне забезпечення для обробки даних наземного сканування», яка була складена за найбільш важливими показниками. Здобутки науково-технічного прогресу – нові програмні комплекси – варто дослідити та проаналізувати їх ефективність.

Постановка завдання. Обґрунтувати перспективи використання програмного забезпечення, яке дасть змогу працювати з хмарами точок, отриманих із різних лазерних 3D-сканів, з максимальною швидкістю і точністю побудови тривимірної моделі об'єктів під час фіксації дорожньо-транспортних пригод.

Основна частина. Для дослідження вибрано декілька нині актуальних програмних комплексів: Cyclone, Trimble RealWorks Survey, ScanIMAGER, LFM.

Trimble RealWorks Survey – програмне забезпечення для візуалізації та обробки даних наземного лазерного сканування. Програма дає інженерам і геодезістам універсальний набір засобів і можливостей для роботи з тривимірними просторовими даними [2].

До основних характеристик програми належать: зіставлення фактичних даних з проектними; складання профілів і розрізів; вписування дво- і тривимірних примітивів у хмари точок; простота і швидкість розрахунків для підвищення продуктивності будівельних та гірничих робіт; зшивання сканів за характерними точками хмар, по марках з використанням геоприв'язки; перевірка і контроль якості в польових умовах.

Програмне забезпечення Trimble RealWorks Survey доступне у двох користувацьких версіях:

1) версія Standard дає користувачу можливість візуалізації, друку і часткового редагування дво- і тривимірних даних, складання звітної документації;

2) версія Advanced – користувач отримує доступ до всіх інструментів і функцій RealWorks Survey.

З одного боку, програма RealWorks Survey дає змогу оперувати великими обсягами даних, з другого боку – дає користувачеві простий та інтуїтивно зрозумілий покроковий механізм роботи для кожного інструмента. Результат роботи програми – повноцінна дво- і тривимірна звітна документація про фіксування дороги (рис. 1) [3], яку можна вивести на друк або експортувати в програмні пакети САПР, наприклад AutoCAD і MicroStation [4].

Cyclone – найбільш універсальна програма для обробки хмар точок й управління сканером [5]. Cyclone складається з окремих модулів, вбудованих в єдину програмну оболонку. Різні модулі призначені для вирішення окремих завдань загального

процесу обробки даних тривимірного лазерного сканування, які можуть бути використані у фіксуванні дорожньо-транспортних пригод.

Cyclone-Scan – це модуль для управління роботою сканера. Користувач може налаштовувати щільність сканування, фільтрацію даних, створювати власні макрокоманди. Cyclone-Register притаманні всі функції



Рис. 1. Тривимірна модель дороги

для швидкого і точного зрівнювання хмар точок, отриманих з різних пунктів знімання. Модуль автоматично розпізнає стандартні візирні марки, пов'язує скани з характерними сполучними точками без візирних марок. Cyclone-Model – найпотужніша в галузі обробки тривимірних лазерних вимірювань, найбільш повна автоматизована програма, що складається із засобів вимірювання, моделювання геометричних об'єктів для інженерних вишукувань, у геодезії, будівництві, а також для картографування ДТП. Модуль дає можливість обробляти хмари точок, перетворюючи їх на об'єкти для експорту та імпорту в програми САПР [6]. Cyclone-Survey – спрощена система обробки хмар точок, призначена для топографічних завдань. Cyclone-Cloud Work – програма, що дає величезні переваги під час обробки 3D-хмар точок у поширеному середовищі САПР.

Програмний продукт ScanIMAGER, розроблений НВП «Фотограмметрія» [7], орієнтований насамперед на завдання, пов'язані з виконанням архітектурних обмірів та мостів. Програмний комплекс реалізується за допомогою різних рівнів: Viewer, Lite, Standard, Standard Plus, Professional. Рівень ScanIMAGER Standard є самостійним програмним продуктом базової комплектації, який містить модуль Converter. Ця версія комплектується модулем Ortho, який має весь інструмент, необхідний для обробки ортофотопланів. Рівень ScanIMAGER Standard Plus – самостійний програмний продукт, що має весь функціонал рівня ScanIMAGER Standard, крім того, до модулів Converter і Ortho додається модуль Register, який дає змогу автоматизувати процес реєстрації сканів. Рівень ScanIMAGER Professional є складовою частиною технології, що дає можливість поєднувати методи тривимірного лазерного сканування і цифрової фотограмметричної зйомки. За допомогою цієї технології можна отримувати кольорові ортофотоплани найвищої дозвільної здатності, практично до масштабів 1:1, а також розфарбовувати хмари точок за набором цифрових фотознімків. Рівень ScanIMAGER Lite не є самостійним продуктом, який поставляють замовнику разом із даними тривимірного лазерного сканування. Програмний продукт містить потрібний функціонал для обробки даних сканування й отримання обмірної документації. Рівень ScanIMAGER Viewer також не є самостійним програмним продуктом, він поширюється вільно, призначений для демонстрації результатів тривимірного лазерного сканування. Функції рівнів наведено в таблиці [8].

Функції рівнів програмного комплексу ScanIMAGER

Функції	Viewer	Lite	Standard	Standard Plus	Professional
Візуалізація точок тривимірного сканування	+	+	+	+	+
Отримання розмірів, перерізів, розрізів	+	+	+	+	+
Регістрація за загальними точками, довільний поворот сканів	-	+	+	+	+
Створення ортофотопланів, фільтрація, корекція	-	+	+	+	+
Псевдорозфарбовування ортофотопланів	-	+	+	+	+
Експорт даних в обмінні формати	-	+	+	+	+
Конвертація каталогу точок у внутрішній формат (SPF)	-	-	+	+	+
Побудова розгортки криволінійних об'єктів	-	-	+	+	+
Обчислення площ	-	-	+	+	+
Обчислення обсягів	-	-	+	+	+
Сегментація ортофотопланів	-	-	+	+	+
Авторегістрація	-	-	-	+	+
Розфарбовування хмар точок та ортофотопланів за набором знімків	-	-	-	-	+

Програмне забезпечення LFM складається із таких частин:

1) LFM Register – унікальний і дуже потужний програмний пакет, за допомогою якого скани з різних точок стояння швидко й ефективно зшиваються в єдину систему координат [9];

2) LFM Server – найбільш досконала сучасна система для сумісного доступу і роботи з раніше зареєстрованими даними лазерного сканування.

Використовуючи технологію InfiniteCore, можна зберігати необмежену кількість сканів, переглядати звіти за допомогою спеціального відображення LFM Register, експортувати дані в САПР Autodesk, AVEVA, Bentley.

LFM Modeller дає змогу скласти 3D-моделі відзнятих об'єктів із досконалим співвідношенням швидкість/якість. До основних можливостей належать такі: інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; швидке складання САПР-моделі фактичного стану об'єкта; розширені функції обробки і редагування елементів; потужний математичний апарат моделювання; функції попереднього обчислення елементів; весь функціонал



Рис. 2. Результат лазерного сканування

програмного забезпечення LFM Register, конструкцій, вимірювання ліній і діаметрів; швидке складання і експорт фактичних або проектних ключових точок; інтелектуальний експорт моделей і CADWORX; вибір моделі.

LFM View дає кінцевому користувачеві змогу отримувати безплатний доступ до великої бази даних, які мають необмежену кількість сканів.

Приклад результату лазерного сканування дороги, в зону якої потрапляє і ситуаційне середовище, показано на рис. 2 [10].

Висновки. Програмне забезпечення відіграє важливу роль у швидкій і ефективній обробці «хмар точок», отриманих у результаті зйомок високої дозвільної здатності.

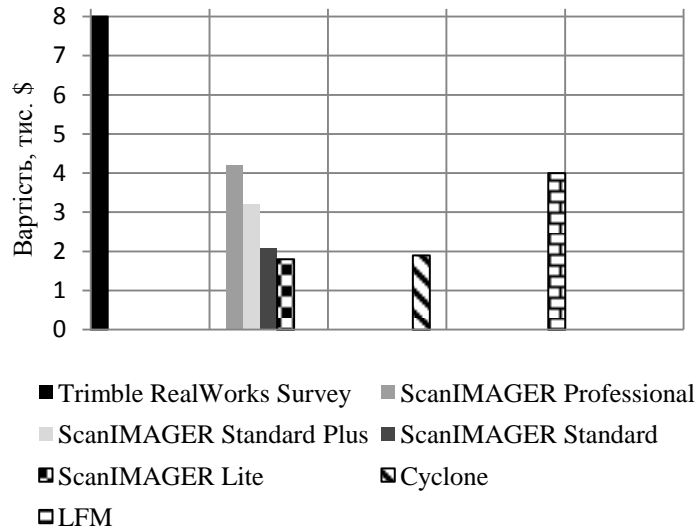


Рис. 3. Вартість програмного забезпечення

Проаналізувавши програмні комплекси, можна зауважити, що ScanIMAGER орієнтований більше на пам'ятки архітектури; LFM дає змогу створювати цифрову модель, структурні елементи механізмів; за допомогою Cyclone можна будувати як площини, так і поверхні. Можна запропонувати використання програмного забезпечення Trimble RealWorks Survey у розслідуванні кримінальних й адміністративних правопорушень, фіксуванні дорожньо-транспортних пригод, оскільки програма проста у використанні, відповідає необхідній точності та усім вимогам до картографування аварій. Водночас, зважаючи на досить високу кошторисну вартість розглянутих комп'ютерних комплексів (рис. 3), можна дійти висновку про те, що з огляду на несприятливі економічні обставини в країні використання таких програм органами державної автомобільної інспекції не є рентабельним. У нинішній ситуації рекомендується застосування програмного пакета Cyclone як оптимального варіанта.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Програмное обеспечение, используемое для обработки данных сканирования НПП «Фотограмметрия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.photogrammetria.ru. – Название с экрана.
2. ГеоКонтинент – Trimble RealWorks Survey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.geokontinent.ru. – Название с экрана.
3. Хмара точок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ciber-sof.ru>. – Название с экрана.
4. Компания «КМС»4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kmcgeo.com>. – Название с экрана.

5. Середович В. А. Наземное лазерное сканирование: [монография] / В. А. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова // Новосибирск: СГГА, 2009. – С. 89 – 100.
6. ГИС Ассоциация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisa.ru>. – Название с экрана.
7. Фотограмметрия. Научно-производительное предприятие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scanimager.ru. – Название с экрана.
8. Функції рівнів програмного комплексу ScanIMAGER [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ciber-sof.ru> - Назва з екрану.
9. УкрГеоПроект. Геодезичні прилади та інструменти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrgeo.com.ua>. – Названіє з екрану.
10. Лазерне сканування автодоріг у Санк-Петербурзі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scbist.com>. – Названіє з екрану.

REFERENCES

1. Programmное obespechenie, ispolzuemoe dlya obrabotki dannyh skanirovaniya NPP «Fotogrammetriya». [Software used for processing the scan data SPE «Photogrammetry»]. www.photogrammetria.ru. Retrieved from www.photogrammetria.ru [in Russian].
2. GeoKontinent – Trimble RealWorks Survey [Geocontent - Trimble RealWorks Survey]. www.geokontinent.ru. Retrieved from www.geokontinent.ru [in Russian].
3. Hmara tochok [The point cloud] <http://ciber-sof.ru> Retrieved from <http://ciber-sof.ru> [in Russian].
4. Kompaniya «KMS»4 [The company «CCM»4] <http://www.kmcgeo.com>. Retrieved from <http://www.kmcgeo.com> [in Ukrainian].
5. Seredovich V. A., Komissarov A. V., Komissarov V. D., & Shirokova T. A. (2009). Nazemnoe lazernoє skanirovanie: [monografiya] [Ground-based laser scanning: monograph]. Novosibirsk: SGGGA [in Russian].
6. GIS Assotsiatsiya [GIS Association]. <http://gisa.ru> Retrieved from <http://gisa.ru/9698.html> [in Russian].
7. Fotogrammetriya. Nauchno-proizvoditelnoe predpriyatіe [Photogrammetry. Scientific-production enterprise] www.scanimager.ru. Retrieved from www.scanimager.ru [in Russian].
8. Funktsiyi rivniv programnogo kompleksu ScanIMAGER [Functions of the software complex ScanIMAGER] <http://ciber-sof.ru> Retrieved from <http://ciber-sof.ru> [in Russian].
9. UkrGeoProekt. Geodezichni priladi ta instrumenti [Ukrheoproekt. Surveying instruments and tools] <http://ukrgeo.com.ua>. Retrieved from <http://ukrgeo.com.ua> [in Ukrainian].
10. Lazerne skanuvannya avtodorog u Sank-Peterburzi [Laser scanning of roads in St. Petersburg] <http://scbist.com> Retrieved from <http://scbist.com> [in Russian].

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ДТП

В статье рассмотрены актуальные программные комплексы лазерного сканирования, способные удовлетворить специфические потребности геодезиста или инженера в картографировании дорожно-транспортных происшествий, так как стандартное программное обеспечение, доставляемое со сканером, в основном, необходимо для управления процессом сканирования и выполнения стандартных операций по обработке данных. Сделан вывод о правомерности использования программ, предложены сферы их применения. Результаты анализа дадут возможность выбрать соответствующую программу, которая станет стандартом решения задач картографирования и анализа дорожно-транспортных происшествий, будет отличаться высокой скоростью и точностью при визуализации, управлении, измерении и моделировании трёхмерных объектов.

Ключевые слова: *лазерное сканирование, картографирование дорожно-транспортных происшествий, программное обеспечение, Cyclone, Trimble RealWorks Survey, ScanIMAGER, LFM.*

PERSPECTIVES OF DATA PROCESSING PROGRAMS OF LASER SCANNING IN MAPPING OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Software systems of laser scanning that are relevant for now and can meet the specific needs of the surveyor or engineer in the mapping of traffic accidents are considered in the article, as standard software delivered with the scanner is mainly required for controlling the process of scanning and regular performance of data processing. The features, capabilities, functions and levels of software for Cyclone, Trimble RealWorks Survey, ScanIMAGER, LFM, which can be used for processing of terrestrial laser scanning data were considered. We described each of the levels and presented the results of three-dimensional objects modeling. It was determined that almost all tested programs include a set of tools targeted to meet the challenges of industrial, civil engineering, topography, geodesy, restoration of criminal investigations and other geospatial problems. The conclusion about the legality of the software products use was made, its scope is offered. The analysis of capabilities allow you to select the appropriate program, which will become the standard problem solving of mapping and analysis of accidents will be different speed and accuracy in imaging, management, measurement and modeling of three-dimensional objects.

Keywords: *laser scanning, mapping of road traffic accidents, software, Cyclone, Trimble RealWorks Survey, ScanIMAGER, LFM.*

А. Л. Дорожинский, д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой фотограмметрии и геоинформатики,
Р. А. Абдаллах, асп. кафедры фотограмметрии и геоинформатики,
Национальный университет «Львовская политехника»

МЕТОДИКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ДОРОГ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ

Выделение дорог на спутниковых снимках является одним из этапов обновления топографической карты по данным такого снимка. В статье приведена схема автоматического обновления карты, сформулирована задача локализации элементов дорожной сети на спутниковом снимке, выполнен анализ исследований в данной области. Описывается модифицированный алгоритм выделения элементов дорожной сети, предложенный автором. Приведены результаты экспериментов, которые показали, что выделяется до 76% дорожной сети.

Ключевые слова: обновление топографических карт, спутниковый снимок, автоматические выделения дорожной сети, сканирующий алгоритм, сегментация спутникового снимка.

Введение. Выделение дорожной сети на спутниковых снимках является важнейшим этапом обновления топографических карт. Даже частичная автоматизация выполнения данного этапа позволила бы ускорить процесс обновления и снизить его стоимость. Задача обновления топографических карт актуальна для многих местностей в связи с постоянным изменением инфраструктуры территорий. В настоящее время в связи с оцифровкой имеющихся топографических карт и появлением спутниковых снимков, отражающих текущее состояние местностей, возникает необходимость в решении задачи автоматического обновления топографических карт по данным спутниковых снимков. Автоматическое выделение дорожных сетей на аэрокосмических снимках является одним из этапов решения этой задачи.

Анализ исследований и публикаций. Выделение дорожной сети на растровых спутниковых снимках является предметом исследований ряда ученых в различных странах мира и описано в соответствующих источниках.

Так, в работе А. Гроте [1] используются аэрофотоснимки окрестностей города Грейнджмут (Шотландия) и Vaihingen (Германия). Для сегментации изображений автор представляет изображение в виде графа и использует метод нормализованных разрезов. Дорожные фрагменты извлекаются из сегментированных изображений и объединяются для формирования дорожной сети P.N. Anil и другие авторы [2] предложили статистическое слияние областей для сегментации изображений. Дорожная сеть извлекается в виде скелета методом обрезки на основе контура. В работе [3] предлагается методика извлечения дорог на основе алгоритма динамического программирования в пространстве объектов вместо пространства изображения. Кроме того, различные методы обсуждаются в работах [4; 5; 6]. Все подходы характеризуются одной общей особенностью – полуавтоматической сегментацией изображений. Это означает, что оператор выбирает начальные точки