

УРАВНИВАНИЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В RIPROCESS

Рыльский И.А. Email: Rylskiy693@scientifictext.ru

*Рыльский Илья Аркадьевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник,
Региональный центр Мировой системы данных,
географический факультет,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

Аннотация: современные лазерные сканирующие системы (мобильные и воздушные) обеспечивают высокую точность позиционирования каждой отдельной точки. Тем не менее, в ряде случаев требуется более высокая плотность, что требует многократного сканирования одной территории, что неизбежно вызывает проблему «двоения» облаков точек. В этом случае возникает необходимость более точно свести между собой отдельные облака точек лазерного сканирования. Задача эта не является тривиальной и требует применения специализированных методик и программных продуктов, что не всегда приемлемо. В данной работе описывается способ взаимного уравнивания данных лазерного сканирования без применения сложных алгоритмов работы.

Ключевые слова: пространственные данные, геоинформатика, лидар, лазерное сканирование.

LIDAR DATA AJUSTMENT USING RIPROCESS

Rylskiy I.A.

*Rylskiy Ilya Arkadievitch – PhD in Geography, Senior Researcher,
WORLD DATA SYSTEM,
GEOGRAPHICAL FACULTY,
MOSCOW STATE UNIVERSITY NAMED AFTER M.V. LOMONOSOV, MOSCOW*

Abstract: modern LIDARs - laser scanning systems (mobile and airborne) ensure high positioning accuracy of each individual point. Nevertheless, in some cases a higher density is required, which requires multiple scanning of the same territory, which inevitably causes the problem of "doubling" of point clouds. In this case, it becomes necessary to adjust data more accurately by transforming individual clouds of laser scanning points. This task is not trivial and requires the use of specialized techniques and software products, which is not always acceptable. This paper describes a method for mutual equalization of laser scanning data without using complex algorithms.

Keywords: LIDAR, spatial data, geoinformatics, GIS, adjustment.

УДК 004.67:910.27(075.8)

Введение. Современные лазерные сканирующие системы (мобильные и воздушные) обеспечивают высокую точность позиционирования каждой отдельной точки. Тем не менее, в ряде случаев требуется более высокая плотность, что требует многократного сканирования одной территории, что неизбежно вызывает проблему «двоения» облаков точек. В этом случае возникает необходимость более точно свести между собой отдельные облака точек лазерного сканирования. Задача эта не является тривиальной и требует применения специализированных методик и программных продуктов, что не всегда приемлемо. В данной работе описывается способ взаимного уравнивания данных лазерного сканирования без применения сложных алгоритмов работы.

Специализированное программное обеспечение, используемое для этой цели (Terra Match, RiPrecision) является весьма дорогостоящим и/или требующим обучения продуктом, что не позволяет легко внедрить его в производственный процесс. В то же время, в большинстве случаев сдвиг данных носит сугубо линейный характер и не требует сложных пространственных и координатных преобразований [3, с. 176].

Постановка задачи. Основной причиной неоднородности двух или более наборов разновременных данных при сканировании одной и той же территории является нестабильность навигационного траекторного решения. Действительно, современные лазерные сканирующие системы требуют использования ГНСС-коррекции (качество ГНСС-сигналов и конфигурация созвездия спутников постоянно меняется), а также (при наземной работе) чувствительны к темпу движения носителя (нежелательны длительные остановки, движение по прямой без ускорений). Все это приводит к невозможности съемки полностью идентичных наборов данных [5, с. 42]. При этом взаимная сдвигка облаков точек может иметь величину, на порядок и более превышающую точность собственно лазерного дальномера (20 и более сантиметров по высоте и в плане). Особенно критичной данная проблема является для мобильного сканирования – когда требования к точности особенно высоки, а условия навигации – гораздо менее благоприятны, чем при воздушном сканировании.

Следует отметить, что сдвиги и смещения в облаках данных нелинейны по времени, и для протяженных (сотни метров – километры) полос сканирования не могут быть подобраны единообразные параметры сдвига ($dXYZ$), приводящие к существенному улучшению точности [1, с. 107]. В то же время, на периодах длительностью 5-50 секунд можно говорить о локальных линейных смещениях, которые могут быть на 90-98% учтены и минимизированы.

Предлагаемое решение. Как уже было отмечено ранее, использование специализированных программных средств для этого не всегда приемлемо. Поэтому в рамках решения данной задачи был написан программный модуль (Рис. 1) для работы с сырыми, неуровненными данными. Назначение данного модуля – агрегация всего подлежащего уравниванию набора данных и его «нарезка» (сегментация) на куски в диапазонах с вышеозначенной длительностью (5 - 50 секунд).

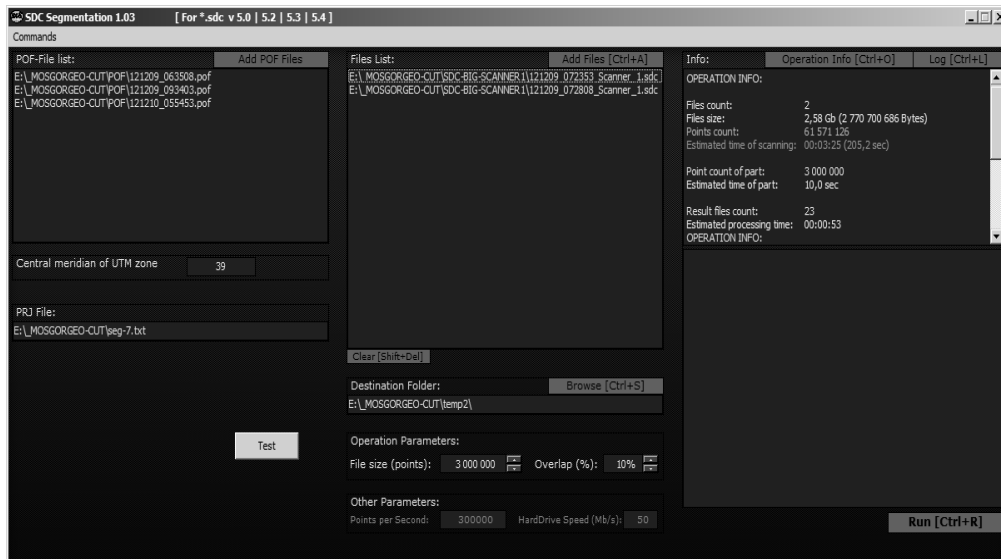


Рис. 1. Внешний вид программного обеспечения для сегментации данных лазерного сканирования

При загрузке данных пользователь выбирает необходимые массивы данных, соответствующие им траектории, определяет длительность участка (в секундах) в течение которого имеющиеся данные можно считать однородными и систематически сдвинутыми относительно соседних данных. Кроме того, для обеспечения непрерывности данных пользователь выставляет процент перекрытия – каждый последующий сегмент частично перекрывается с предыдущим. Например, разделение данных на сегменты по 10 секунд с перекрытием 10% создаст сегменты с данными, снятыми в периоды: 0-10 с, 9-19 с, 18-28 с, 37-47 с, и так далее.

Подобный подход позволяет решить проблему учета плавного изменения значений взаимного сдвига данных. Нарезка данных с перекрытием позволяет вносить поправки по цепочке, подобно гусеницам, состоящим из коротких жестких сегментов, но гибких на протяженных отрезках (Рис. 2).

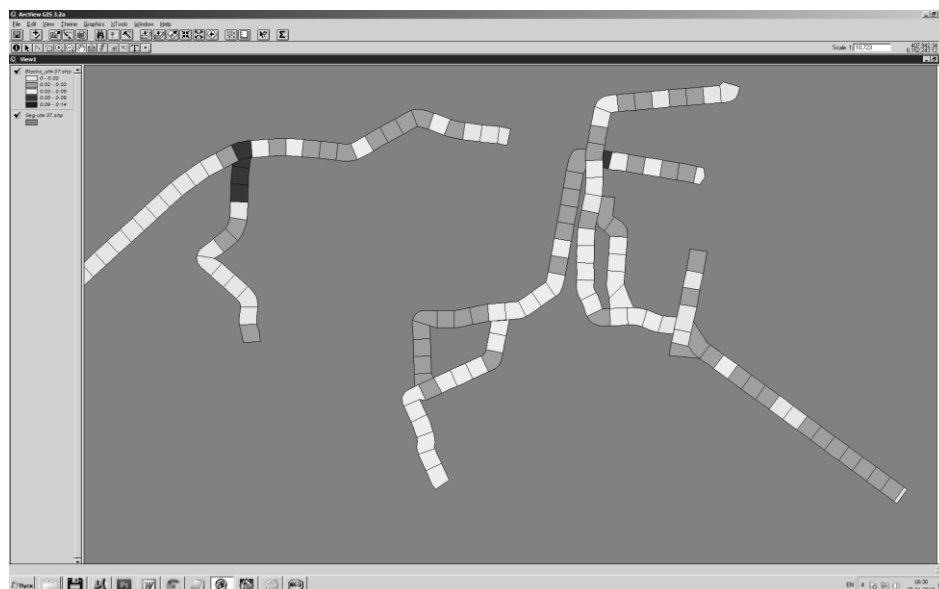


Рис. 2. Результат нарезки набора данных мобильного сканирования на сегменты длительностью 10 с (длина каждого сегмента около 100 м)

Полученные более мелкие сегменты (их количество может достигать сотен и тысяч единиц на сложном проекте) подгружаются в стандартную среду RiProcess. Это программная среда от компании Riegl (один из ведущих производителей лазерных сканирующих систем всех типов), предназначенная для первичной обработки и пространственной привязки данных лазерного сканирования, а также аналитического уравнивания отдельных сегментов данных [4, с. 13].

Процесс уравнивания в RiProcess основан на использовании так называемых обсерваций (Observations) – плоских участков облака точек, которые представлены неким массивом точек (не менее определенного количества – 10-12 для воздушного сканирования, 50-200 – для мобильного), отстоящих от некоторой осредняющей плоскости не более чем на некоторую величину (3-4 см для воздушного сканирования, 1-2 см – для мобильного) (Рис. 3). В каждом облаке находится определенный набор обсерваций, которые программа пытается сопоставить (по дистанции и вектору нормали) с аналогичными объектами в другом облаке точек, покрывающем данную территорию. При наличии совпадений образуются пары (тройки, четверки и так далее) обсерваций.

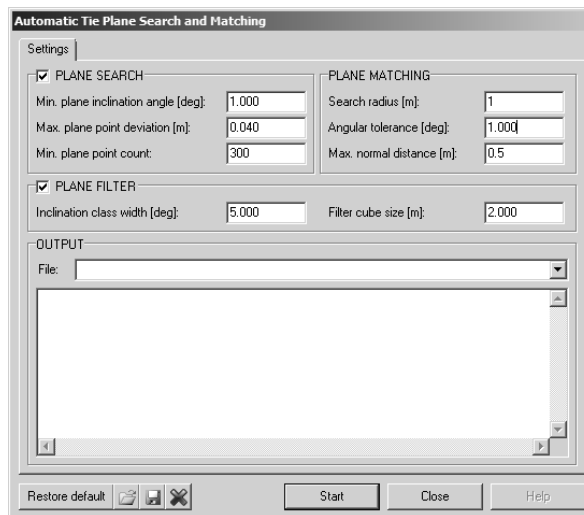


Рис. 3. Интерфейс настроек для поиска обсерваций

В результате образуются десятки и сотни тысяч подобных пар обсерваций. Для каждой двух перекрывающихся сегментов возможно аналитическое нахождение таких линейных сдвигов, при которых среднеквадратическое отклонение на всех обсервациях этой пары будет минимальным. Эти линейные сдвиги и будут считаться поправками, приводящими к «слипанию» двоящихся облаков точек лазерных отражений [2, с. 345].

Интерфейс управления подбором линейных параметров в этом случае стандартен для RiProcess (Рис. 4).

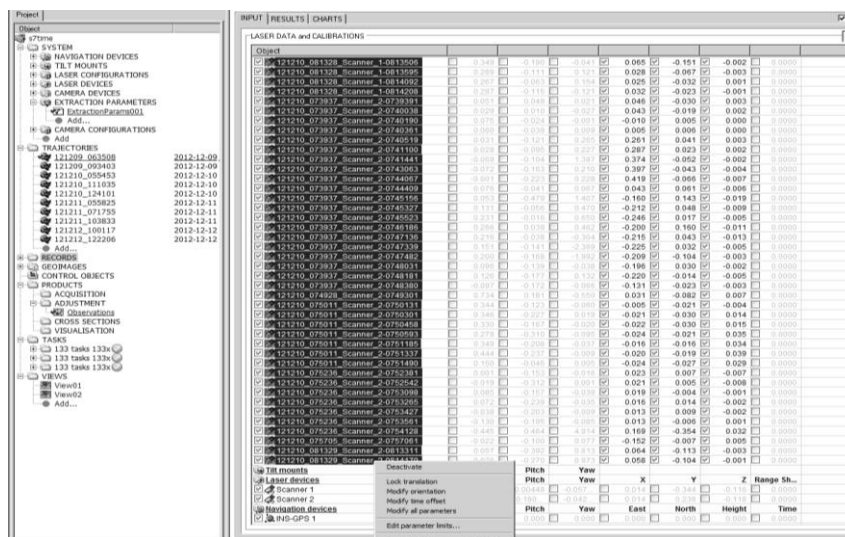


Рис. 4. Интерфейс RiProcess при уравнивании облаков точек лазерного сканирования

После достаточно длительного (20-40 минут при 1000 сегментов длиной по 100 м для данных мобильного сканирования) подсчета RiProcess оптимизирует линейные сдвиги для каждого из сегментов (с учетом минимизации искажений в зонах перекрытий). Результат требует пространственного пересчета (для применения поправок) и занимает примерно столько же времени.



Рис 5. Результат сведения в RiProcess (темные точки) по сравнению с результатами сведения точек лазерных отражений в TerraMatch (белый)

Как видим, результат взаимного уравнивания достаточно неплох, и в части высотной точности превосходит результаты, достигнутые в программной среде TerraMatch при существенно большей стоимости и сложности работ (Рис. 5).

Выводы. Как видно из приведенного исследования, полученные методические результаты с использованием созданного программного обеспечения позволяют существенно увеличить взаимную точность привязки облаков лидарных данных и снизить степень неоднозначности координат («двоение облаков»). Методика требует использования написанного для данной задачи программного средства для сегментирования данных, которое может быть предоставлено бесплатно или создано самостоятельно с использованием простейших навыков программирования. Дальнейшее использование данных сводится к стандартному процессу уравнивания в RiProcess с целью минимизации пространственных отклонений по наблюдениям.

Список литературы / References

1. *Chen Q.* Airborne lidar data processing and information extraction // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2007. V. 73. № 2. P. 109-112.
2. *Haala N., Brenner C., Anders K.-H.* 3D urban GIS from laser altimeter and 2D map data // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 1998. V. 32. P. 339-346.
3. *Lohr U.* Digital elevation models by laserscanning: Principle and applications // Third International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, 1997. V. I. P. 174-180.
4. *Schwalbe E., Maas H., Seidel F.* 3D building model generation from airborne laser scanner data using 2D GIS data and orthogonal point cloud projections // Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2005. V. 3. P. 12-14.
5. *Vosselman G., Dijkman S.* 3D building model reconstruction from point clouds and ground plans // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 2001. V. 34. P. 37-43.