

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Мустафина Мурата Газизовича на диссертацию Каркокли Хамид Маджид Сабер на тему «Разработка методики предварительной обработки данных мобильного лазерного сканирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия

Актуальность избранной темы

Сегодня в распоряжении геодезистов имеется целая база приборов, существенно отличающихся не только от оптико-механических, но и вошедших в жизнь электронных средств измерений. Достаточно упомянуть технологии ГНСС измерений. Однако принципиальным отличием характеризуются так называемые многоточечные измерения. К ним относятся лазерно-сканирующие и цифровые фотографические съемки, позволяющие получать облака точек. Их применение несмотря на уже широкую известность, не в полной мере регламентировано и соответственно нет спектра методик съемки, охватывающих основные виды геодезических работ. И если в отношении наземного лазерного сканирования уже есть определенный кластер разработок, то научно-обоснованных методик использования мобильного лазерного сканирования (МЛС) практически нет. Научная задача, представленная и решенная в настоящей работе, посвящена предварительной обработке данных, что является одним из главных этапов технологии МЛС. От качества работ на этом этапе зависит точность создания конечной продукции: топографических планов. Фактически решение задачи о предварительной обработке данных, да еще в автоматизированном режиме, сводит алгоритм к уже традиционной методике наземного лазерного сканирования. При этом осуществляется весь комплекс работ по построению трехмерной модели территорий, продольных и поперечных профилей конкретных объектов, например, автомобильных дорог. В связи с высокой скоростью сбора данных мобильного лазерного сканирования и большим их объемом возникает задача повышения уровня автоматизации обработки. В настоящее время существует большое количество методик обработки результатов мобильного лазерного сканирования, но всех их нельзя назвать полностью автоматическими. При одних условиях определенная методика может показывать высокую точность обработки с практически максимальным уровнем автоматизации, а при других – давать неудовлетворительные результаты. Поэтому разработка универсальной методики предварительной обработки данных мобильного лазерного

ВХ № 01.05/2/14
ДАТА 05.04.2022

сканирования с наибольшим уровнем автоматизации является актуальной научно-практической задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Результаты научных исследований получены по итогам всестороннего анализа существующих методов и алгоритмов предварительной обработки данных мобильного лазерного сканирования, заключающихся в их фильтрации и уравнивании. При этом автор использовал широко апробированные методики и алгоритмы. На основе проведенного анализа автором обоснованно формулируются основные задачи диссертации, связанные с разработкой усовершенствованной методики предварительной обработки данных при МЛС. В частности, автор делает вывод о низкой точности обработки результатов мобильного лазерного сканирования, полученных при съемке в условиях повышенной влажности и для территорий загородных трасс. Для решения задачи фильтрации автор предлагает использовать информацию не только о пространственном положении каждой отдельной точки в массиве, но и об интенсивности и порядковом номере отражения. Для решения задачи уравнивания автор предлагает использовать положение мелких вертикальных объектов в межмаршрутных перекрытиях массивов точек. Подход применения мелких вертикальных объектов объясняется тем, что на территориях загородных трасс недостаточно вертикальных плоскостей, используемых методами автоматического взаимного ориентирования. Практическое применение разработанной методики опробовано на большом объеме материалов сканирования автомобильных дорог городских территорий и загородных трасс. Обоснованность научных положений и выводов подтверждается экспериментальными исследованиями, практическими рекомендациями, приведенными в четвертой главе диссертационной работы.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается научной корректностью поставленных задач исследований, согласованностью полученных итогов экспериментов, выполненных по большому набору данных мобильного лазерного сканирования, с теоретическими результатами. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых научных изданиях и нашли положительный отклик у специалистов, автор участвовал в целом ряде научно-технических форумах, где получил одобрение направлением и алгоритмам исследований. Автором использованы сертифицированные геодезические приборы и компьютерные

технологии. Результаты исследований корреспондируются с данными, полученными независимыми исследователями.

Научная новизна

1. Предложен алгоритм фильтрации, в котором используется 3 вида информации: пространственное положение точек лазерных отражений в массиве, интенсивность и порядковый номер отражения. Это позволяет учесть различные внешние условия при производстве измерений;

2. Разработан алгоритм взаимного ориентирования массивов точек, расположенных в зонах перекрытия, значительно повышающий мобильность обработки и ее информативность на незастроенных территориях за счет его автоматизации;

3. Усовершенствована методика предварительной обработки данных мобильного лазерного сканирования за счет совместного применения разработанных алгоритмов взаимного ориентирования и фильтрации, а также оригинальной технологической схемы процесса геодезических измерений.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Теоретическая значимость исследований состоит в обосновании совместного применения при предварительной обработке данных в автоматизированном режиме разработанных алгоритмов взаимного ориентирования и фильтрации, позволяющих управление качеством результатов МЛС.

Практическая значимость исследований состоит в разработке методики МЛС, обеспечивающей автоматизацию предварительной обработки данных.

Замечания

1. В диссертационной работе разработанные алгоритмы фильтрации и взаимного ориентирования протестированы только для данных одной системы мобильного лазерного сканирования. Необходимы исследования разработанных алгоритмов по данным нескольких других более современных съемочных систем.
2. Алгоритм фильтрации исследован только по данным одного небольшого участка. Непонятно, как он будет работать на других территориях.
3. Исследования точности внешнего ориентирования данных мобильного лазерного сканирования выполнены при размещении опорных точек с шагом 1 км и реже. Не приводится никакой информации о том,

насколько повысится точности при более частом размещении опорных точек.

4. В диссертации разработана методика предварительной обработки данных, вместе с тем применение эталонного участка позволило бы автору более рельефно представить количественные отличия всех параметров мобильного лазерного сканирования.

Заключение

Приведенные замечания не влияют существенно на общую положительную оценку диссертации и носят рекомендательный характер. Полагаю, что диссертационная работа является в достаточной степени завершенным исследованием для подтверждения научной квалификации соискателя. Все выполненные исследования являются актуальными и имеют четко выраженную научную новизну.

Диссертационная работа соответствует областям исследования паспорта специальности 25.00.32 – Геодезия: 2 – Создание геодезической координатно-временной основы различного назначения с использованием геодезических, астрономических, гравиметрических и других (космических, наземных и подземных) методов измерений; оценка их степени устойчивости и характера изменений, вопросы их проектирования и оптимизации. Геодезические системы координат; 3 – Геодезические (глобальные) навигационные спутниковые системы и технологии. Формирование активного координатно-временного пространства на основе навигационной инфраструктуры ГЛОНАСС и др. Геодезические системы наземного, морского и космического базирования для определения местоположения и навигации подвижных объектов геопространства, в том числе транспорта, военной техники, людей и животных; 11 – Теория и практика математической обработки результатов геодезических измерений и информационное обеспечение геодезических работ.

Результаты работы опубликованы в шести научных изданиях, две из которых опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, а одна опубликована в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация Каркокли Хамид Маджид Сабер на тему «Разработка методики предварительной обработки данных мобильного лазерного сканирования» является законченной научной работой, в которой приводится решение задачи повышения уровня автоматизации предварительной

обработки данных мобильного лазерного сканирования за счет внедрения алгоритма фильтрации, использующего совместно информацию о пространственном положении каждой отдельной точки в массиве, и алгоритма взаимного ориентирования, позволяющего выполнять поиск соответственных точек на отдельных небольших вертикальных объектах, находящихся в зонах межмаршрутных перекрытий массивов точек. Внедрение этих алгоритмов вносит значительный вклад в развитие геодезической отрасли страны.

Диссертация соответствует критериям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Каркоккли Хамид Маджид Сабер заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Официальный оппонент,
д-р техн. наук, доцент



Мустафин Мурат Газизович

29.03.2022

Главный ученый секретарь



Хлопонина Вера Сергеевна

Гербовая печать



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»,
заведующий кафедрой инженерной геодезии

199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2,

телефон: +7(812)322-2621,

электронная почта: Mustafin_MG@pers.spmi.ru

Шифр и наименование специальности,

по которой защищена диссертация оппонента:

2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика