

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ФГУП «ГосНИИАС»



 Хохлов С.В.

«01» октября 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» на диссертацию Новоторцева Леонида Владимировича «Исследование и разработка алгоритмов поиска и восстановления населенных пунктов на наборе аэрофотоснимков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность

Диссертационная работа посвящена разработке автоматической технологии обнаружения строений и построения их трехмерных моделей. Это направление активно развивается и в силу широкого ряда причин имеет высокую актуальность. Во-первых, автоматизация обнаружения и реконструкции строений широко используется во многих областях: планирование коммуникаций, пожарная безопасность, охрана природных зон, контроль застройки и создание интерактивных трехмерных карт. Во-вторых, на практике удобнее использовать походы, использующие более доступные данные, такие как аэрофотосъемка, которые позволяют значительно расширить область применения этих подходов. В-третьих, при автоматизации важно сохранение точности вычислений, что нередко приводит к необходимости полуавтоматического режима работы.

Структура и содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, производится постановка целей и задач исследования. Обосновывается научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассматриваются и классифицируются существующие подходы, рассматриваются потенциальные преимущества и недостатки каждого из них. Приводится общее описание подхода и обоснование выбранных методов.

Во второй главе описывается задача обнаружения отрезков на снимках. Производится анализ наиболее распространенных существующих подходов, таких как Hough, EdLines, LSD (Line Segment Detector). На основе проведенного анализа делается вывод, что для решения поставленной задачи требуется произвести модификацию существующих методов, и разрабатывается подход, опирающийся на разбиение изображения на сегменты с последующей обработкой каждого сегмента отдельно и проведения двухэтапного объединения отрезков, разбитыми сегментами.

В третьей главе описывается метод грубого выделения строений на каждом из снимков, который позволяет значительно сократить площадь, на которой будут применяться методы обработки. Предложенные методы используют исключительно информацию о взаимном положении ранее найденных отрезков, что обеспечивает высокую скорость работы данного метода.

В четвертой главе описывается новый подход, основанный на анализе отрезков внутри выделенных областей для выполнения быстрого сопоставления между снимками с использованием данных ориентирования.

В пятой главе автор описывает новый подход, опирающийся на использование метода перебора плоскостей для трехмерной реконструкции строений. Для ускорения используется построение «подсказок» и последующее итеративное уточнение модели.

В шестой главе приводятся результаты работы представленного подхода на разных типах данных и сравнение с существующими методами по точности обнаружения строений и по точности трехмерной реконструкции.

Научная новизна работы

Разработанные в диссертации Л.В. Новоторцева методы являются новыми и позволяют достичь большей точности и скорости в задачах автоматического поиска и трехмерной реконструкции строений по сравнению с существующими. Основными достижениями являются следующие:

- Предложен новый подход обнаружения и трехмерной реконструкции населенных пунктов по аэрофотоснимкам, состоящий в том, что производится анализ каждого из снимков по отдельности с выделением областей интереса, их сопоставление и последующая реконструкция строений посредством перебора полуплоскостей, образованных ранее найденными отрезками.
- Разработана модификация существующего метода выделения отрезков LSD (Line Segment Detector), позволяющая более точно выделять отрезки на аэрофотоснимках большого размера, что в свою очередь существенно увеличивает точность остальных методов, используемых в данной работе.
- Представлен новый подход выделения областей интереса (областей, в которых проводятся дальнейшие операции), позволяющий сократить в несколько раз (до 5 раз) площадь снимков, подвергающихся дальнейшей обработке.
- Предложен новый быстрый метод сопоставления областей, опирающийся на поиск и анализ горизонтальных отрезков, а также на анализ взаимного положения областей.
- Разработана модификация метода перебора плоскостей, позволяющая на порядок ускорить перебор при сохранении точности итогового результата.

Практическая значимость

Диссертационная работа имеет важную практическую значимость для анализа данных, полученных в процессе аэрофотосъемки, в частности в рамках задачи поиска и реконструкции строений. Предложенный в работе многоэтапный подход, основывающийся на выделении и анализе линейных черт, позволяет увеличить скорость обработки данных. Предложенный подход также допускает работу в полуавтоматическом режиме с корректировкой данных в тех случаях, когда необходима максимальная точность.

Результаты и методы, полученные в ходе диссертационной работы, внедрены и используются в программном обеспечении «АО Фирма "Ракурс" - Цифровая фотограмметрическая система PHOTOMOD.

Замечания

Несмотря на глубокий уровень проработки материала и высокую практическую значимость исследуемого вопроса, работа имеет ряд недостатков.

1. Недостаточно чётко описаны разработанные алгоритмы, недостаточно показано их отличие от уже существующих.
2. Из проведённых экспериментов не очевидно количественное преимущество предложенного подхода по сравнению с существующими алгоритмами LSD и EDLines.
3. В тексте диссертации не приведена таблица сравнения разработанного метода выделения областей с другими существующими.
4. В тексте совершенно не упоминаются машинно-обучаемые методы, в частности нейросетевые алгоритмы, которые доминируют на сегодняшний день как в области семантической сегментации, так и в области трёхмерной реконструкции.
5. При оценке разработанного подхода используются наборы данных, не доступные публично, отсутствует анализ работы и сравнение с существующими алгоритмами на общедоступных наборах данных.
6. Отсутствует сравнение точности метода с другими методами, использующими альтернативные подходы для реконструкции трёхмерных моделей. В частности, с алгоритмами плотной стереорекострукции.
7. Для полного решения задачи построения цифровой модели местности по аэрофотоснимкам метод необходимо использовать в сочетании с другими методами, реализующими построение цифровой модели рельефа.

Общая оценка работы

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и её научный вклад. Диссертация имеет четкую структуру, хорошо оформлена, имеет значительное количество иллюстраций.

Достоверность результатов, полученных соискателем, подтверждается результатами проведенных экспериментов.

По материалам диссертации опубликованы 5 работ в изданиях, рекомендуемых ВАК и входящих в Scopus и Web of Science, и проведен ряд докладов на российских и международных конференциях.

Заключение

Диссертационная работа «Исследование и разработка алгоритмов поиска и восстановления населенных пунктов на наборе аэрофотоснимков» является самостоятельной завершенной работой, выполненной на высоком научном уровне, по своему содержанию полностью соответствует паспорту специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Новоторцев Леонид Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены 17 июня 2021 года на заседании научно-технического совета подразделения 3000 Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФГУП «ГосНИИАС»), 125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7 тел. 8-499-157-94-98, электронная почта: info@gosniias.ru, сайт <http://gosniias.ru>. Протокол №4 от 17 июня 2021 года.

Начальник подразделения 3000,
Д.ф.-м.н., профессор РАН



Визильтер Ю. В.

Секретарь секции НТС
Подразделения 3000



Иловайская Е. Б.