ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тарасовой Валентины Юрьевны на тему «Метод совмещения разнородных изображений подстилающей поверхности с использованием нейросетевых технологий»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Диссертационная работа Тарасовой В.Ю. посвящена решению актуальной научно-технической задачи – определению местоположения летательного аппарата в условиях отсутствия или ненадежности сигналов глобальных навигационных систем (ГНСС). В современном мире беспилотные авиационные системы (БАС) находят все более широкое применение: от сельского хозяйства (мониторинг посевов, точечное внесение удобрений) до мониторинга чрезвычайных ситуаций (лесные пожары, наводнения), поисково-спасательных работ и логистики (доставка грузов в труднодоступные районы). При этом существующие системы ГНСС (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou) остаются уязвимыми как к естественным помехам (городская застройка, лесной массив, горная местность), так и к преднамеренному радиоэлектронному подавлению. Разработка автономных методов навигации, не использующих внешние радиосигналы, является критически важной задачей.

В работе приведен анализ существующих методов совмещения изображений (корреляционных, на основе ключевых точек, проективных преобразований, нейросетевых). Показано, что классические подходы либо недостаточно точны для разнородных снимков (аэрофотосъемка / спутниковые карты), либо имеют неприемлемую вычислительную сложность. Автором справедливо отмечено (стр. 3–4 автореферата), что одним из наиболее перспективных направлений является визуальная навигация, основанная на совмещении текущих изображений подстилающей поверхности, получаемых с бортового сенсора летательного аппарата, с эталонными спутниковыми снимками из предварительно сформированной базы данных. При этом ключевой проблемой является «разнородность» изображений: они отличаются по ракурсу, разрешению, времени съемки, освещенности, сезонным изменениям.

Автором предложен технический компромисс: двухэтапное совмещение – сначала грубый поиск по компактным векторам-признакам (точность до 300 пикселей), затем точная локализация по ключевым точкам (до 20 пикселей).

Автореферат имеет логичную структуру. При описании второй главы (стр. 9–12) представлен общий метод совмещения. На рисунке 1 (стр. 9) приведена диаграмма потоков данных, наглядно показывающая разделение на этапы: предобработка, формирование векторов-признаков с помощью сиамской сети (рис. 2, стр. 10), поиск в базе тайлов (рис. 6, стр. 12) и уточнение координат (рис. 10, стр. 14). Разработанная архитектура сверточной нейронной сети (рис. 3, стр. 10)

выполнена с возможностью последующей декомпозиции, что позволяет сжимать вектор признаков до 256 байт на фрагмент (при исходном объеме изображения около 20 Кбайт). Это существенно снижает требования к бортовой памяти и каналам передачи данных – фактор, критически важный для встраиваемых систем.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработка метода совмещения, основанного на сиамской архитектуре с декомпозицией, что обеспечивает высокую степень сжатия признаков.
2. Предложение способа предварительной обработки в спектральном пространстве Уолша (рис. 7, стр. 12). Фильтрация низкочастотных секвент позволяет повысить точность сходимости сверточной сети на 7,8 % (стр. 17) за счет подавления вариаций, связанных с условиями съемки.
3. Алгоритм уточнения положения по ключевым точкам (глава 3, стр. 13–14), который сокращает область точного совмещения до 20 пикселей.

Достоверность результатов подтверждена большим объемом экспериментальных исследований на реальных данных (аэрокосмические снимки природных и городских территорий). Для анализа использованы корректные метрики (MSE, косинусное расстояние). Время обработки кадра ($\leq$207 мс) достигнуто на типовом бортовом вычислителе, что подтверждено актами внедрения.

Замечания по автореферату:

1. Вызывает вопросы поведение предложенного метода при изменении высоты полета. В автореферате приведены значения точности в пикселях и метрах (300 пикселей $\approx$ 300 м при высоте 300 м, 20 пикселей $\approx$ 20 м). Однако не указано, как эта зависимость масштабируется при изменении высоты полета. Следовало бы привести формулу пересчета или таблицу для типовых высот.
2. Неполностью проведено сравнение детекторов ключевых точек. Автор работы ограничивается долей совпадающих пар и временем. Хотелось бы видеть также оценку повторяемости для разнородных изображений, т.к. это критично для практического применения.
3. Выбор порога фильтрации в пространстве Уолша. В автореферате (стр. 17) указано: «наилучшие результаты показал фильтр 3», однако не объясняется, как именно выбирается этот порог для различных типов подстилающей поверхности (лес, городская застройка, водная гладь, сельскохозяйственные поля). Сезонные изменения также могут влиять на спектральные характеристики. Следовало бы привести методику автоматического или полуавтоматического подбора порога в зависимости от класса изображения, либо показать график зависимости точности от числа отбрасываемых секвент.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, которая представляет собой законченное исследование, содержащее решение научной задачи и характеризующееся теоретической новизной и практической значимостью. Диссертация Тарасовой В.Ю. является завершенным научно-квалификационным исследованием, соответствует паспорту специальности 2.3.8 (пункты 4 и 13), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры цифровых технологий
и машинного обучения
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова»

Хрящев Владимир Вячеславович

Дата: 01.06.2026

Шифр и название научной специальности, по которой защищена диссертация	2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ярославский государственный университет
им. П.Г. Демидова»
Адрес: 150003, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14, к. 309
www.uniyar.ac.ru
Телефон: +7(4852)-79-77-75
e-mail: v.khryashchev@uniyar.ac.ru

Подпись профессора Хрящева В.В. заверяю

Заместитель начальника управления-
директор центра кадровой политики
Л.Н. Куфирина