

ПАТРУЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ БПЛА: ОБНАРУЖЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДОРОГ

А. Н. Лукьянова
Воронежский институт МВД России, г. Воронеж, Россия,
annaburavcova@yandex.ru

Аннотация. В последнее время появляются преимущества в применении интеллектуальных подходов, таких как сочетание искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В этой статье для определения дорожного полотна используются два метода: k-ближайших соседей и преобразование Хафа, способные обнаруживать наземные транспортные средства на аэрофотоснимках.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, дорожно-транспортное происшествие, беспроводная связь, системы обнаружения БПЛА.

PATROLLED ROAD TRAFFIC WITH UAV: DETECTION AND TRACKING OF ROADS

A. N. Lukyanova
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Voronezh, Russia,
annaburavcova@yandex.ru

Abstract. Recently, there have been advantages in the application of intelligent approaches, such as the combination of artificial intelligence and unmanned aerial vehicles (UAVs). This article uses two methods, k-nearest neighbor and Hough transform, to detect roadway in aerial images.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles, Traffic Accident, wireless communication, UAV detection systems

БПЛА открыли новые возможности для решения множества проблем. Эти технологические разработки используются не только в военных и коммерческих целях. Одной из сфер их применения является обеспечение безопасности. БПЛА способны ускорить проведение расследований и анализов, поскольку их камеры могут охватывать гораздо большую территорию, и они не сталкиваются с проблемой дорожного движения.

Разрабатываются инновационные проекты, касаемые методов расследования дорожно-транспортных происшествий с использованием небольших и лёгких дронов, оснащённых камерами высокого разрешения. Нынешний метод расследования дорожно-транспортных происшествий требует участия большого количества полицейских, многочасового перекрытия дорог и замедления движения [1]. Следовательно, необходимо более эффективное и быстрое решение. Цель состоит в том, чтобы в течение нескольких минут заснять место происшествия с воздуха, а затем, собрав необходимые данные, эффективно восстановить картину происшествия. Это позволяет избежать длительного перекрытия дорог и сократить время, необходимое для проведения измерений. Содержание отчетов с такими изображениями гораздо полезнее для реконструкции места происшествия, чем схемы, составленные сотрудником, ответственным за инцидент.

Беспилотники передают на наземную станцию видеосигналы (рисунок 1). Удаленное управление подвесом камеры (поворот, стабилизация) и удаленное управление зумом камеры делают передаваемую информацию более точной.

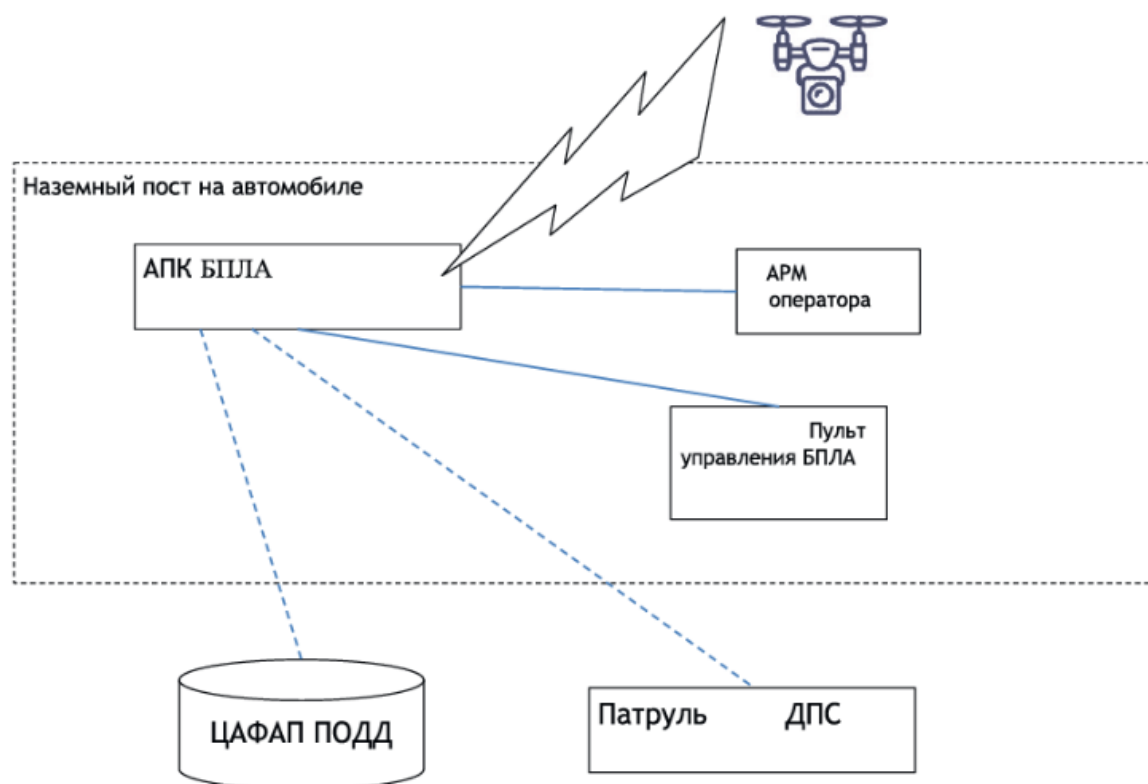


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса БПЛА
Figure 1 – Structural diagram of the UAV complex

В экспериментальной части для этапов оценки, тестирования и валидации использовались анонимные аэрофотоснимки дорог, то есть для этого подхода к моделированию не создавалась специальная база данных изображений. В предлагаемом исследовании сначала определяется участок дороги. Для определения дороги используются два метода: k-ближайших соседей и преобразование Хафа. Для формирования цикла принятия решений сопоставляются оба результата. Если они совпадают, то для сравнения используются пространственные и спектральные схемы. После обнаружения участка дороги, классификация типа дороги осуществляется с помощью нечёткого подхода. Полученное изображение используется для определения маршрута, по которому БПЛА должен лететь в заданном направлении. На этапе моделирования анонимный видеопоток, ранее записанный БПЛА, используется для оценки производительности базовой системы на разных дорогах.

Беспилотные летательные аппараты назначаются для выполнения миссии, иногда вручную, управляемой наземной станцией, или частично/полностью автоматически, с помощью разработанного программного обеспечения. В задаче дорожного патрулирования, чтобы достичь пункта назначения, беспилотные летательные аппараты должны правильно следовать по маршруту, пролетая над определенным участком дороги [2]. Для выполнения этой миссии БПЛА должен изначально определить дорогу и лететь в предполагаемом направлении. В противном случае БПЛА может сбиться с пути, если окажется на повороте. БПЛА должен учитывать последующие факторы, чтобы добраться до пункта назначения:

- Камера БПЛА должна делать последовательные снимки во время полёта над дорогой.
- Изображения должны быть очищены от шумов.
- В поле зрения БПЛА должна быть обнаружена дорога.
- Для проверки правильности определения дороги рекомендуется использовать валидацию.
- Этап пространственного и спектрального слияния.
- Следует классифицировать тип дороги.
- Система должна обеспечивать правильное время для оценки нового угла направления, прежде чем беспилотник достигнет следующего пункта назначения.
- Систему следует протестировать с использованием анонимных видеозаписей, включающих различные ситуации и типы дорог (например, интенсивное движение, извилистая или прямая дорога).
- Маршрут должен быть выбран с учетом результатов моделирования.

На первом этапе БПЛА должен сделать аэрофотоснимки вдоль дороги, на которой сфокусирована камера. С учетом скорости полета БПЛА оценивается период времени между двумя последовательными снимками. Таким образом, избыточных вычислений, приводящих к потере времени, можно избежать. Нужно помнить, что назначенные изображения — это не реальные изображения в мировой системе координат, а изображения в плоскости. Следовательно, проективная геометрия играет важную роль в данной схеме. Кроме того, анонимные изображения с БПЛА могут быть искажены из-за возможных колебаний при движении. В таких ситуациях снятые изображения улучшаются с помощью соответствующих шумоподавляющих фильтров. После уменьшения шума мы можем попытаться убрать тени с дорожных изображений используя метод минимальной энтропии. Затем текущие изображения преобразуются в двоичные с помощью пороговой обработки. На этом этапе дорожное полотно может быть распознано с помощью метода *k*-ближайших соседей (KNN). Чтобы убедиться, что распознанная дорога является для выделенной дороги, одновременно запускается алгоритм преобразования Хафа (НТ). Этот второй этап позволяет проверить первый этап. Сегменты пересечения дорожных изображений, обнаруженные с помощью KNN и НТ, извлекаются для обработки, а остальные части изображений отбрасываются. В результате такого подхода сегментированная часть, полученная в результате обоих этапов, представляет собой отслеживаемую дорогу. Пока оба этапа не совпадут, процесс будет повторяться с использованием новых дорожных изображений.

После этого результирующий тип дороги классифицируется с помощью нечеткого подхода. В результате вышеупомянутых этапов оцениваются двумерные значения векторов маршрута следования БПЛА, каждое из которых адресует точку, содержащую компоненты абсцисс и ординат в декартовой системе координат. Таким образом, определяется временный маршрут до тех пор, пока последующее изображение не будет захвачено и обработано БПЛА. Владелец может понести значительные расходы в случае потери БПЛА, но предлагаемая система позволяет избежать потери БПЛА направления в непредвиденных условиях, когда изображение объекта не может быть отображено временно [3]. Экономия энергии и снижение стоимости оценки достигаются за счет отсутствия дополнительных процессов в цикле возврата БПЛА.

В то время как в некоторых исследованиях делают снимки с наземных транспортных средств, других делают снимки с воздушных транспортных средств. БПЛА подходят для мониторинга дорожного движения в режиме реального времени и требуют меньше времени [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жайворонок, Д.А. Анализ современных технологий систем связи, контроля и управления на автомобильном транспорте / Д.А. Жайворонок // сборник: инновационные технологии на автомобильном транспорте. Всероссийская научно-практическая конференция. Воронеж. 2024. – С. 18-21.
2. Лукьянов, А.С. Выбор и особенности применения в транспортных комплексах навигационной аппаратуры потребителей / А.С. Лукьянов, А.С. Дерябин // сборник: перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте. Материалы Международной молодежной научно-практической конференции. Воронеж. 2024. – С. 14-18.
3. Матяшова, Е.В. Радиоэлектронные системы защиты информации в беспилотных технологиях / Е.В. Матяшова // Охрана, безопасность, связь : материалы международной научно-практической конференции. Воронеж : Воронежский институт МВД России. –2025. – С. 48-50.
4. Чернопьятов, А. М. Беспилотные авиационные системы : учебник : А. М. Чернопьятов. – Москва : Директ-Медиа. 2024. – 188 с.

REFERENCES

1. Zhayvoronok, D.A. Analysis of modern technologies of communication, control and management systems in road transport / D.A. Zhayvoronok // collection: innovative technologies in road transport. All-Russian scientific and practical conference. Voronezh. 2024. – P. 18-21.
2. Lukyanov, A.S. Selection and application features of navigation equipment for consumers in transport complexes / A.S. Lukyanov, A.S. Deryabin // collection: prospects for development, innovations and information technologies in transport. Materials of the International Youth Scientific and Practical Conference. Voronezh. 2024. – P. 14-18.
3. Matyashova, E.V. Radioelectronic information protection systems in unmanned technologies / E.V. Matyashova // Protection, security, communication : materials of the international scientific and practical conference. Voronezh : Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2025. – P. 48-50.
4. Chernopyatov, A. M. Unmanned Aerial Systems: Textbook / A. M. Chernopyatov. – Moscow: Direct Media, 2024. – 188 p.