

## ОЦЕНКА ПОСАДОЧНОЙ ПЛОЩАДКИ СРЕДСТВАМИ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ДРОНОВ- ГЕЛИКОПТЕРОВ

<sup>1</sup> Горяев В.М., <sup>2</sup> Басангова Е.О.

<sup>1</sup>Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б.Городовикова, e-mail: [it-ksu@yandex.ru](mailto:it-ksu@yandex.ru);

<sup>2</sup>Калмыцкий Государственный университет имени Б.Б.Городовикова, e-mail: [it-ksu@yandex.ru](mailto:it-ksu@yandex.ru),

---

**Наличие современных мощных миниконтроллеров позволяет использовать их для оценки посадочных полигонов, при этом это проблема классификации, а не регрессии, поскольку точность и отзыв гораздо легче интерпретировать, чем среднюю квадратичную или абсолютную ошибки. Применяя несколько методов классификации, может увеличить качество оценки до приемлемой.**

---

Ключевые слова: оценки посадочных полигонов, акселерометр, гироскоп, навигация, глубинное обучение, анализ данных, метод опорных векторов, матрица ошибок, нейросеть

### Введение

Цель выполнения проекта: основной целью проекта является создание автономной системы посадки вертолетов в разных условиях для устранения причин для крушений при обычной или экстренной посадке устройства, увеличения безопасности в населенном пунктах, создание возможности посадки в разных условиях(посадка на мягкий грунт, на неровную поверхность и т.д.).

Задачи по проекту:

1.разработка программно-аппаратного комплекса с нейронной сетью (ПАКНС), которая оценивает местность на возможность посадки летательного аппарата(ЛА)

2.проектирование, поиск базы данных для обучения нейронной сети разработка прототипа ПАКНС

3.разработка готового продукта: ПАК с нейронной сетью с системой автономной посадки

Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.): продукт, реализованный данным проектом будет использоваться для летательных аппаратов, вертолетов, квадрокоптеров. А также результаты этого проекта могут использоваться в создании автономной системы управления беспилотных летательных аппаратов.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений: проект будет иметь в себе нейронную сеть, которая будет обучена выбирать оптимальное решение в рамках текущих условий.

### Методы глубокого обучения для прогноза посадки БПЛА

Уже давно самолеты проводят большую часть своего времени на автопилоте, и в наше время обучение нейросетей для управления и посадки вертолета, является серьезным вызовом и насущной проблемой. Эти устройства должны быть способны зависнуть над судном, которое подпрыгивает вверх и вниз по беспокойному морю, и при этом даже спускаться на нефтяные вышки при порывистом ветре. Им приходится уклоняться от линий электропередач и сотовых вышек, которые могут не отображаться на навигационных картах, а также балансировать на одно колесе на отвесных скалах, чтобы спасти раненых альпинистов.

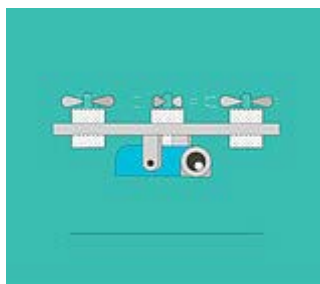


Рис.1. Вертолет с ИИ

Авиационная промышленность в наше время достаточно глубоко погрузилась в эпоху искусственного интеллекта. Недавно, принадлежащая Boeing беспилотная система доставки Aurora Flight Sciences, установленная на старом вертолете Bell UH-1H, завершила первую автономную миссию, доставив газ, воду и медикаменты военным в Калифорнии. Lockheed Martin разрабатывала и эксплуатировала [беспилотный вертолет K-MAX](#) для поставки грузов в Афганистан в период с 2011 по 2014 год.

Версия Сикорского - это технология Matrix Technology, которую она тестировала с 2013 года на борту [Sikorsky Autonomy Research Aircraft \(SARA\)](#), адаптированную версию коммерческого вертолета S-76 компании, где основная функциональность: пролетные маршруты движения вокруг аэропортов и отслеживание движущихся объектов на воде для подходов и посадок. Более впечатляющим является то, что SARA завершила 50-километровый автономный полет с взлетом, круизом и высадкой, включая оценку посадки и выбор площадки в автономном режиме. Компания также занимается модификацией двух вертолетов Black Hawk UH-60 с Matrix, предлагая армейские «опционально пилотируемые» варианты для самолетов.

Конечная цель и ближайшая перспектива для большинства компаний, занимающихся автономными вертолетами, - это перелет с пассажирами. Это будет важным элементом для развивающейся отрасли авиационного такси, а также для военных и коммерческих операторов, которые могут столкнуться с нехваткой пилотов. Но это, одновременно, также самая сложная задача, учитывая проблемы проверки и сертификации таких систем для перевозки людей на борту.

«Когда мы решили пойти дальше, проблема встала проблема с надежностью и безопасностью», - говорит Игорь Черепинский, директор программ автономных аппаратов Сикорского. «Мы решили, что если мы собираемся это сделать, то он должно быть так же безопасен, как и наш любой другой летательный аппарат.

Методы глубокого обучения, применяемые к изображениям, полученным с БПЛА, также приобрели большое значение в мониторинге и поисково-спасательных приложениях, таких как мониторинг дорожного движения с БПЛА, оказание помощи в лавиноопасных поисково-спасательных операциях с помощью изображений БПЛА и идентификация злоумышленников. Большая часть представленной в литературе рабочей нагрузки с использованием глубинного обучения была применена для сбора данных с помощью датчиков изображений благодаря консолидированным результатам, полученным с использованием моделей CNN. Однако методы глубокого обучения охватывают широкий спектр применений и могут использоваться в сочетании с другими датчиками, помимо камер, например, такими как акустические, радиолокационные и лазерные датчики.

Также были сообщения о нескольких проектах глубокого обучения для задач, связанных с планированием БПЛА и ситуационной осведомленностью. Задачи планирования относятся к генерации решений для сложных задач без необходимости вручную кодировать модель среды. Планирование требуется при наличии неструктурированных, динамических сред или при разнообразии объема задач робота. Типичные задачи включают путь, движение, навигацию или планирование определенных манипуляций в ограниченном пространстве. Задачи ситуационной осведомленности

позволяют роботам обладать знаниями о своем собственном состоянии и состоянии окружающей среды. Примерами таких задач являются оценка состояния робота, ориентация и картирование.

БПЛА исследует и отображает окружающую среду, пытаясь найти проходимый путь для наземного робота, фокусируется на минимизации общего времени развертывания (т. е. и разведка, так и обход пути). Для того, чтобы составить карту местности и найти проходимый путь, предлагается классификация местности методом CNN. Вместо использования видеокамер, обучение производится на месте, обеспечивая обучение классификатора по требованиям местности в данный момент на месте катастрофы. Однако, модель требует как минимум 15 минут для того чтобы натренировать базу данных.

Прямой вывод из статей связанных с управлением и посадкой БПЛА заключается в том, что изображения, полученные от БПЛА, в настоящее время являются преобладающим типом информации, используемой глубоким обучением, главным образом из-за низкой стоимости, низкого веса и низкого энергопотребления датчиков изображений. Этот примечательный факт объясняет доминирование метода CNN среди алгоритмов глубокого обучения, используемых в приложениях БПЛА, учитывая отличные возможности CNN в извлечении полезной информации из изображений.

Достаточно точная и быстрая по времени кросс-видовая локализация изображений достигается с помощью глубинного обучения. Хотя работа представлена как решение для локализации БПЛА и для сбора изображений БПЛА не использовались, а эксперименты при этом проводились только на изображениях наземного уровня. Этот подход основан на анализе библиотеки необработанных данных изображения для поиска визуальных объектов ближайших соседей (т. е. ориентиров), которые затем сопоставляются с объектами, извлеченными из входного изображения запроса.

Изображения запросов наземного уровня сопоставляются с эталонной базой аэрофотоснимков. Глубинное обучение применяется здесь, чтобы уменьшить широкие вариации базовой линии и внешнего вида между наземными и воздушными изображениями. Предлагается парная сетевая структура для изучения глубинных представлений данных для различения совпадающих и несопоставимых пар изображений при перекрестном просмотре. Несмотря на то, что процедура обучения в экспериментах может занять много времени, использование быстрых алгоритмов, таких как чувствительное к местности хэширование, позволит в режиме реального времени сопоставлять перекрестные представления в масштабе города. Основным ограничением их подхода является необходимость оценки масштаба, ориентации и доминирующей глубины во время тестирования для запросов на уровне земли.

Метод CNN предлагает генерировать управляющие воздействия (разрешенные повороты для БПЛА) с учетом снимка, полученного прямо с борта летательного аппарата, и общего плана движения. Этот план движения указывает действия, которые необходимо предпринять для данной позиции на карте с помощью некой потенциальной функции. При этом многие подходы к локализации и картированию по-прежнему медленны и имеют небольшую точность для реальных приложений БПЛА.

### Глубокое обучение для управления движением

Методы глубокого обучения для управления движением стали внедряться совсем недавно. Классическое управление разрешало разнообразные робототехнические проблемы, позволяющее роботам выполнить сложные маневры. Тем не менее, стандартная теория управления решает проблему только для конкретного случая и для приближенной модели робота, не будучи в состоянии легко адаптироваться к изменениям в модели робота к агрессивным средам (например, поврежден пропеллер на БПЛА, порывы ветра и дождь). В этом контексте важное значение имеет извлечение уроков из

накопленного опыта, который поможет преодолеть многочисленные заявленные ограничения.

В качестве ключевого преимущества методы глубокого обучения- способность правильно обобщать определенные наборы помеченных входных данных. Глубокое обучение позволяет вывести закономерность из необработанных входных данных, таких как изображения и данные лидарных датчиков, которые могут привести к правильному поведению даже в неизвестных и незнакомых ситуациях. Что касается навигации БПЛА в неструктурированных средах, то некоторые исследования были сосредоточены на загроможденных природных сценариях, таких как густые леса или тропы.

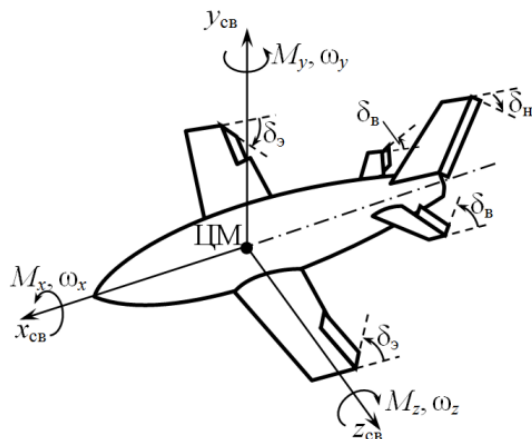


Рис2. Органы аэродинамического управления полетом БЛА классической схемы

В навигационные области предсказываются по изображению диспаратита в виде трех ограничивающих прямоугольников. Основным недостатком является необходимость отправки изображений несоответствия на хост-устройство, где производятся все вычисления. Весь конвейер для горизонтальной трансляции БПЛА, генерации карт различий и выбора путевых точек занимает около 1 секунды, что делает навигацию по-прежнему довольно медленной для реальных приложений. С другой стороны, управление движением на низком уровне является сложной задачей, поскольку решение с непрерывными и многопараметрическими пространствами действий может стать неразрешимой проблемой. Тем не менее, в недавних работах были предложены новые методы изучения низкоуровневой политики управления на основе несовершенных данных датчиков в моделировании. Методы глубинного обучения в симбиозе с перспективными технологиями разных направлений позволяют обучить на высоком уровне представления из необработанных сенсорных данных базы данных, которые позволяют управлять изделием согласно современным требованиям к высокоавтономным операциям БПЛА.

Тем не менее, методы глубокого обучения, технология БПЛА, а также совместное использование обоих по-прежнему представляют несколько проблем, которые препятствуют более быстрым и дальнейшим достижениям в этой области.

## Заключение

В нашем проекте будут использованы датчики разной природы для миниконтроллеров RaspberryPi или другого контроллера с радиомодулем, при этом нами предложена новая стратегия обнаружения безопасных зон посадки на основе точечных доменов, захваченных с помощью лазерного дальномера, установленного на вертолете-дроне. В данной работе параметры домена точек, будут использованы в качестве входных данных для 3D CNN, который был обучен предсказывать вероятность того, что оцениваемый район является безопасной зоной посадки. Однако, надо учитывать, что летательные аппараты вертолетного типа имеют очень высокую нагрузку на экипаж и летают в сложных средах со всякого рода препятствиями.

## Литература

1. «Беспилотные авиационные системы» . В.В. Ростопчин, С.С. Румянцев.No2, б.м.: Вестник воздушного флота , 2001 г.
2. «США превратят все вертолеты в беспилотники». Ukranews. [В Интернете] 16 04 2010г. <http://ukranews.com/ru/news/world/2010/04/16/16825>.
3. [Горяев В.М.](#), Селякова С.М., [Джахнаева Е.Н.](#) Оценка поправочного коэффициента к норме затрат топлива для зерноуборочных машин // [Современные наукоемкие технологии](#), -2018., № 1. -с. 7-11.
4. Aviation Safety Network. <http://aviation-safety.net>. AVIASAFETY.ru. ООО «Консультативно-аналитическое агентство «Безопасность полетов». <http://www.aviasafety.ru/>
5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667015402952> - совокупность глобальной навигации и датчиков
6. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1013655> - Множественная оценка и контроль движения для посадки беспилотного летательного аппарата
7. WCCI\_2002\_Richards1– принятие решение на посадку на авианосец <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10846-009-9373-3>