

# **Анализ современных программно-аппаратных комплексов автономного пилотирования сложных технических систем**

Романов М. М. Руденко В. Р.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Город Брянск, Россия

**Ключевые слова:** нейронная сеть, автономная система управления, бот.

Analysis of modern software and hardware systems for Autonomous piloting of complex technical systems

Romanov M. M. Rudenko V. R.

Federal state budgetary educational institution of higher education «Bryansk State University named after academician I. G. Petrovsky»

City Of Bryansk, Russia

Keywords: neural network, Autonomous control system, bot.

В современных условиях актуальной является задача создания сложных технических средств с автономной системой управления. В рамках открытого исследовательского проекта «DuckieTown» рассматривается обучение ботов «DuckieBots» автономному перемещению подобно проектам больших масштабов (автопилот Tesla, Yandex, Waymo и пр.).

На текущий момент в проекте «DuckieTown» имеется недостаток: необходим постоянный контроль человеком за испытаниями для корректного выполнения заданий ботом, что приводит к низкой скорости обучения нейронных сетей из-за невозможности проведения продолжительных испытаний на полигонах проекта «DuckieTown» и, как следствие, к отсрочке введения автономных систем управления в автомобилях.

На данный момент не существует системы, которая может контролировать и корректировать поведение Duckiebot'ов на полигоне с учётом задержек передачи данных с камер видеонаблюдения в систему обработки информации и управления.

В сложившихся условиях требуется разработка системы автоматизированного внешнего управления DuckeBot'ов в проекте DuckieTown.

С помощью проектируемой системы боты не будут нуждаться в постоянном контроле со стороны человека при выполнении заданий. После успешного обучения ботов на тренировочных полигонах их модель автономного управления планируется перенести на потребительские автомобили для использования в реальных условиях.

Контроль поведения ботов осуществляется на основе программно-аппаратного комплекса DuckieBot, который состоит из электромоторов, нижней части корпуса, вычислительного компонента (Raspberry Pi 3B+, тепловая трубка, кабель для камеры, MicroSD карта), камеры, верхней части корпуса, переднего и заднего бамперов и батареи.

Существуют аналоги проекта «DuckieTown» автономного перемещения сложных технических средств, для комплексного анализа которых предлагаются следующие критерии:

1. Способ управления автомобиля в автономном режиме.

Автомобили могут быть либо подключены к общей среде, которая выдаёт команды, либо производить вычисления автономно (на бортовом компьютере).

2. Уровень автономии.

Автономность автомобилей подразделяется на 6 уровней:

0 уровень: руки на руле, ноги на педалях - полный контроль;

1 уровень: руки на руле, внимание на дорогу - автоматическое поддержание скорости, возможна небольшая помощь в рулении;

2 уровень: можно ненадолго отпустить руль, внимание на дорогу;

3 уровень: участие водителя необходимо по запросу автомобиля, требуется следить за дорогой;

4 уровень: автомобиль полностью автономен, но водитель может управлять автомобилем сам;

5 уровень: водитель отсутствует.

В автомобиль заводом-изготовителем могут быть встроены необходимые аппаратные и программные решения для требуемого уровня автономии или же их отдельно устанавливают предприятия, которые занимаются автоматизацией транспорта.

Ниже приведено описание аналогов проекта «DuckieTown».

1. Основной задачей у Яндекса сейчас стоит моделирование поведения вождения: умение вклиниваться в поток, предсказание поведения других участников движения. В беспилотных автомобилях Yandex в качестве компьютерного зрения используются лидары (обнаружение и определение дальности с помощью света) - 4 шт., радары - 6 шт. и камеры - 9 шт. Автомобилем управляет компьютер с двумя серверными процессорами и тремя графическими ускорителями. Автомобиль почти не зависит от Интернета, так как все вычисления производятся на борту автомобиля и ориентируется по двухслойной карте: навигационной карте Яндекс высокого разрешения для прокладки маршрута и локализационной для определения местоположения (альтернатива GPS) по ориентирам вокруг.

2. Ягуар/Ленд Ровер (JLR) в сотрудничестве с мировыми компаниями по созданию мобильных устройств, телекоммуникаций и разработке программного обеспечения (ПО) создаёт умный городской центр (smart city hub), который позволит провести тестирование беспилотных автомобилей на улицах с живыми водителями автомобилей, двухколесных транспортных средств и пешеходами. Future Mobility Campus Ireland (FMCi) построила площадку в Ирландии, которая задействует 12 км общественных дорог, оснащенную датчиками и телекоммуникационными системами, чтобы моделировать различные дорожные ситуации и испытывать новые

технологии. Тестируемый автомобиль Jaguar I-Pace оснащается системой адаптивного круиз-контроля, системой предотвращения столкновения сзади системой кругового обзора с помощью камер.

3. Автомобили Tesla оснащаются камерами - 6 шт., радаром - 1 шт. и ультразвуковыми датчиками - 12 шт. Для обработки данных используется проприетарный компьютер, расположенный в автомобиле. Обучение происходит как в лабораториях Tesla, так и на общедоступных дорогах с помощью телеметрии водителей, купивших автомобиль.

Ведётся активная работа по автономизации транспортных средств, но большинство требует дорогостоящего оборудования. Разработка от JLR и FMCI наиболее близко подходит к идее автономии проекта DuckieTown, так как компании не только занимаются «обучением» сложных технических средств автономному передвижению в сложных реальных условиях дорожного движения, но и создают дополнительную инфраструктуру для облегчения ориентирования автономным транспортным средствам. Тем не менее данная разработка не может быть использована в проекте «DuckieTown», так как предъявляемые требования по техническому оснащению 1 камера, модуль Wi-Fi и микрокомпьютер Raspberry Pi 3B+.

Решение по проектированию вспомогательной системы обучения нейронных сетей для автономного передвижения ботами в проекте «DuckieTown» будет основано на принципах системы от JLR и FMCI и будет представлять собой программу, которая исполняется удалённо на компьютере (не на боте) и корректирует движение бота, в случае его отклонения от заданной траектории. Данное решение должно быть, интегрировано в проект «DuckieTown» и достаточно точно вести бота по дороге (например, чтобы колесо бота полностью не выходило за сплошные и прерывистые линии, нанесенные на полотно).

## **Список используемых источников**

1. <https://get.DuckieTown.com/collections/frontpage/products/duckiebot-db19>
2. [https://docs.DuckieTown.org/daffy/opmanual\\_duckiebot/out/assembling\\_duckiebot\\_db18.html#sub:howto-battery-duckie-db18](https://docs.DuckieTown.org/daffy/opmanual_duckiebot/out/assembling_duckiebot_db18.html#sub:howto-battery-duckie-db18)
3. <https://insideevs.ru/features/424876/shest-urovnej-avtonomnosti-za-cto-ilon-mask-prosit-100-000/>
4. <https://motor.ru/lab/yandex-bespilotnik-4gen.htm>
5. <https://www.automotiveworld.com/news-releases/jaguar-land-rover-develops-smart-city-hub-to-test-self-driving-vehicle-technology/>