

DOI 10.54596/2309-6977-2022-4-144-152

УДК 548.736.398

МРНТИ 53.49.01

АВТОПИЛОТ TESLA: ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ, ИМПУЛЬС ДЛЯ БУДУЩЕЙ АВТОНОМИИ

Сидоркин Д.Д.*

**Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск,
Республика Казахстан*

**E-mail: sidorkindaniil28@gmail.com*

Аннотация

Вождение, безусловно, изменило то, как мы путешествуем и исследуем различные части земного шара, при полном человеческом контроле и с учетом человеческой интуиции и предыдущего опыта вождения. Но ручное управление не гарантирует безопасность и отсутствие смертельных исходов во всех возможных условиях вождения.

Автономное вождение - это решение этой проблемы. Однако искусственный интеллект еще не коснулся всех аспектов технологии. В этой статье представлен краткий обзор того, как технология полуавтономного вождения Tesla Motor - Tesla Autopilot меняет процесс, ориентации и перевозки. Внедряя современные технологии искусственного интеллекта и аппаратного обеспечения, обеспечивается улучшение автономного вождения следующего поколения в режиме реального времени. Tesla Autopilot избавляет водителей от самых утомительных и потенциально опасных аспектов дорожного движения.

Ключевые слова: Tesla Motors, Автопилот, Электромобили, Автоматическая поворачиваемость, Автоматическая смена полосы движения, Автопарк.

TESLA АВТОПИЛОТЫ: ЖАРТЫЛАЙ АВТОМАТТЫ ЖҮРГІЗУ, БОЛАШАҚ АВТОНОМИЯ ҮШІН СЕРПІН

Сидоркин Д.Д.*

**М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл,
Қазақстан Республикасы*

**E-mail: sidorkindaniil28@gmail.com*

Аңдатпа

Көлік жүргізу, әрине, адамның толық бақылауымен және адамның түйсігі мен алдыңғы жүргізу тәжірибесін ескере отырып, Жер шарының әртүрлі бөліктерін саяхаттау және зерттеу тәсілін өзгертті. Бірақ қолмен басқару барлық мүмкін жүргізу жағдайларында қауіпсіздікке және өлімнің болмауына кепілдік бермейді.

Автономды жүргізу-бұл мәселенің шешімі. Алайда, жасанды интеллект технологияның барлық аспектілеріне әлі әсер еткен жоқ. Бұл мақалада Tesla motor - Tesla Autopilot жартылай автономды жүргізу технологиясы процесті, бағдарлауды және тасымалдауды қалай өзгертетіні туралы қысқаша шолу берілген. Жасанды интеллект пен аппараттық құралдардың заманауи технологияларын енгізе отырып, нақты уақыт режимінде келесі ұрпақтың автономды жүргізуін жақсарту қамтамасыз етіледі. Tesla Autopilot жүргізушілерді жол қозғалысының ең жалықтыратын және ықтимал қауіпті аспектілерінен құтқарады.

Кілт сөздер: Tesla Motors, Автопилот, электромобильдер, Автоматты айналу, жолақты автоматты түрде өзгерту, Автопарк.

TESLA AUTOPILOT: SEMI-AUTOMATIC DRIVING,
MOMENTUM FOR FUTURE AUTONOMY

Sidorkin D.D.*

*M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

*E-mail: sidorkindaniil28@gmail.com

Abstract

Driving has certainly changed the way we travel and explore different parts of the globe, under full human control and with respect to human intuition and previous driving experience. But manual control does not guarantee safety and the absence of fatalities in all possible driving conditions.

Autonomous driving is the solution to this problem. However, artificial intelligence has not yet touched all aspects of the technology. This article provides a brief overview of how Tesla Motor's semi-autonomous driving technology - Tesla Autopilot is changing the process, orientations and transportation. By incorporating state-of-the-art AI and hardware technology, next-generation autonomous driving is improved in real time. Tesla Autopilot relieves drivers of the most tedious and potentially dangerous aspects of road traffic.

Keywords: Tesla Motors, Autopilot, Electric Vehicles, Auto-steering, Auto-lane change, Fleet.

Введение

Автопилот фирмы Tesla обеспечивает уверенное, комфортное вождение и повышает безопасность на дороге. Автопилот Tesla функционирует во многом так же, как системы, которые пилоты самолетов используют при благоприятных условиях. Водитель по-прежнему несет ответственность за автомобиль и, в конечном счете, контролирует его [1]. Более того, Tesla предоставляет водителю интуитивный доступ к информации, которую он использует для управления своими действиями. Наряду с обычным сочетанием технологий предотвращения несчастных случаев, таких как усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS), которые приводят в действие аварийное рулевое управление и торможение, технология автопилота, которая питает электромобили Tesla Model S и Model X, позволяет автомобилям автономно управлять, менять полосу движения, следовать транспортным средствам и поворотам и автоматически парковаться в гараже. Характер этих автомобилей резко отличается от большинства других серийных автомобилей, представленных на потребительском рынке. Tesla представила свою версию программного обеспечения Model S версии 7.0, которая представляет собой обновление программного обеспечения для аппаратного обеспечения автопилота Tesla для серийных автомобилей Model S и Model X, которое позволяет автомобилям использовать данные с окружающих камер, радаров и ультразвуковых датчиков для автоматического движения по шоссе (автострате), смены полосы движения и регулировки скорости в ответ на дорожные условия. Как только водитель прибывает в пункт назначения, Model S или Model X сканирует парковочное место и параллельно паркуется по команде водителя [2]. В новом автопилоте новый дизайн кластера приборов, ориентированный на водителя, показывает информацию в реальном времени, используемую автомобилем для интеллектуального определения поведения транспортного средства в данный момент относительно его окружения [3]. Наряду с функцией автопилота информация о поведении каждого автомобиля Tesla при навигации в различных дорожных условиях передается на его центральный сервер. На основе машинного обучения и рекомендаций инженеров-конструкторов Tesla разработано и запущено новое обновление функций для каждого другого автомобиля Tesla на планете. Приборная панель обеспечивает визуализацию дороги, определяемой датчиками автомобиля, предоставляя водителям информацию, которую их автомобиль

использует для таких функций, как выезд с полосы движения, обнаружение слепых зон, помощь при превышении скорости, предупреждение о столкновении, адаптивный круиз-контроль и автоматическое рулевое управление. Основываясь на предыдущих исследованиях, проведенных на самоуправляемых автомобилях (еще не коммерциализированных), и аппаратных ресурсах, доступных потребительскому рынку, которые позволяют использовать функцию автопилота Tesla.

МОДУЛИ АВТОПИЛОТА

Комбинация радара и камеры

На передних бамперах Tesla Model S и Model X сзади установлены радары с дальностью действия в несколько сотен метров, которые могут обнаруживать автомобили и движущиеся объекты на значительном расстоянии. Однако, к сожалению, радар не может обнаружить полосы движения или неподвижные объекты.



Рисунок 1. Обнаружение транспортных средств и пешеходов.

Система камер представляет собой среднюю широкоугольную камеру, установленную спереди или в объемной конфигурации на крыше автомобиля, которая распознает различные объекты, такие как автомобили, прицепы, велосипеды, велосипедистов, пешеходов и дорожную разметку.



Рисунок 2. Трехмерное отображение каждого отдельного транспортного средства.

Чипом, лежащим в основе автопилота Tesla, является процессор Mobileye Eye Q3, основанный на 40-ом технологическом процессе. Крошечный кремний содержит 4 ядра с тактовой частотой 500 МГц и 64 MAC-адреса на ядро. Eye Q3 обрабатывает входные данные, полученные со спутниковых снимков, радаров, ультразвуковых датчиков и камеры, и приводит в действие системы рулевого управления и контроля скорости. Mobileye внедрила первую DNN (цифровую нейронную сеть) на дорогах с электромобилями Tesla и отвечает за 4 основных задания: Маркировку пикселей свободного пространства, целостное планирование пути, общее обнаружение объектов и обнаружение знаков. DNN был обучен работе с различными боковыми, передними и задними частями различных автомобилей, пока не смог обнаружить их с разумной точностью и, следовательно, построить их 3D-модель. Маркировка пикселей свободного пространства - это, по сути, распознавание области на камере, свободной от препятствий. Это также зона, по которой автомобилю будет разрешено проехать. Возможность целостного планирования пути чипа Mobileye, которая позволяет ему определять дальнейший путь с очень небольшим количеством визуальных подсказок. Это процесс, который сообщает автомобилю, куда ехать, а также управляет рулевым управлением. Чип на борту Tesla способен идентифицировать более 250 знаков в более чем 50 странах [4]. К ним относится все, начиная от указателей поворота и заканчивая ограничениями скорости. Система также способна идентифицировать и интерпретировать сигналы светофора, дорожную разметку и общие элементы, такие как дорожные конусы. Система способна обнаруживать дорожное покрытие, а также любой присутствующий мусор. Это позволяет автомобилю Tesla не только знать, по какой дороге едет автомобиль (шоссе, проселочная дорога и т.д.), но и обнаруживать мусор и другие нежелательные объекты, такие как выбоины на дороге и, следовательно, избегать их.



Рисунок 3. Определение типа дороги и изгиба.

Отслеживание транспортных средств с помощью ультразвуковых датчиков

Ультразвуковые датчики, установленные на углах кузова автомобиля, обнаруживают транспортные средства на соседней полосе движения, во время смены полосы или автоматического управления.

Эти ультразвуковые датчики уже установлены в автомобилях, оснащенных автоматической технологией «Помощи при парковке задним ходом», которая помогает направлять автомобиль в труднодоступные места для парковки задним ходом.



Рисунок 4. Синяя машина находится в слепой зоне водителя красной машины.

Синие дуги показывают диапазон действия датчиков красного автомобиля. Оранжевые прямоугольники обозначают критическую зону, за которой следует следить. Автомобиль Tesla оснащен массивом из 12 ультразвуковых датчиков. Отдельные датчики расположены одинаково спереди и сзади. Для работы на приведенной выше схеме используются только шесть из них, по три с каждой стороны: передний и задний датчики апертура 75° и дополнительно пассивный датчик задней стороны апертура 50° , который принимает только ультразвуковые эхо-сигналы, излучаемые задним датчиком. Фильтр частиц с возможностью отслеживания смеси [5] для выполнения байесовской фильтрации с точки зрения выборки по методу Монте-Карло реализован для объединения сигналов от всех ультразвуковых датчиков [6].

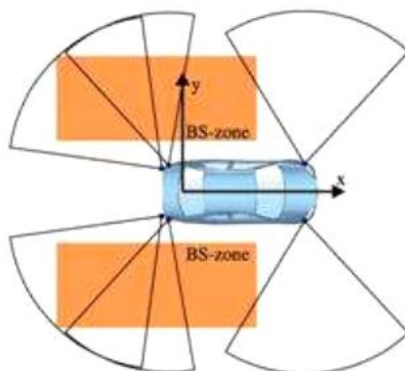


Рисунок 5. Покрывие используемых ультразвуковых датчиков (черные дуги) и зона слепых зон.

Система координат прикреплена к основной машине, как показано на рисунке, и является базовой системой для сажевого фильтра.

Спутниковые снимки

Мониторинг дорог с использованием спутниковой системы состоит из трех частей: автомобильного блока, центрального компьютерного сервера и системы мобильной спутниковой связи. Автомобильная система каждую секунду считывает местоположение автомобиля с помощью глобальной системы позиционирования GPS. Алгоритм, называемый «Составителем карт», использует это положение и данные тахометра,

которые содержат скорость транспортного средства, для определения дороги, по которой движется. Любые заторы на дорогах автоматически обнаруживаются для каждого участка дороги на основе предварительных знаний об этой дороге, таких как ожидаемая скорость движения в условиях отсутствия пробок.



Рисунок 6. Составление карт дорог и отслеживание транспортных средств.

Функции автопилота TESLA

Автоматический поворот и автоматическая смена полосы движения

Автоматический поворот удерживает автомобиль на текущей полосе движения и включает круиз-контроль с учетом движения для поддержания скорости автомобиля. Используя различные показатели, включая угол поворота, частоту вращения и скорость, для определения подходящей операции, AutoSteer помогает водителю на дороге, облегчая процесс вождения [7]. Смена полосы движения при включенной автоматической смене полосы движения проста; включите сигнал поворота, и автомобиль сам перестроится на соседнюю полосу, когда это будет безопасно [8].



Рисунок 7. Автоматический поворот и автоматическая смена полосы движения.

Автоматическое аварийное рулевое управление и предупреждение о боковом столкновении

Предупреждение о боковом столкновении еще больше расширяет возможности активной безопасности TESLA, определяя дальность действия и предупреждая водителей об объектах, таких как автомобили, которые находятся слишком близко к обочине. Когда автомобиль обнаруживает объект рядом со своим боком, от изображения автомобиля на приборной панели расходятся дуги, чтобы предупредить водителя.

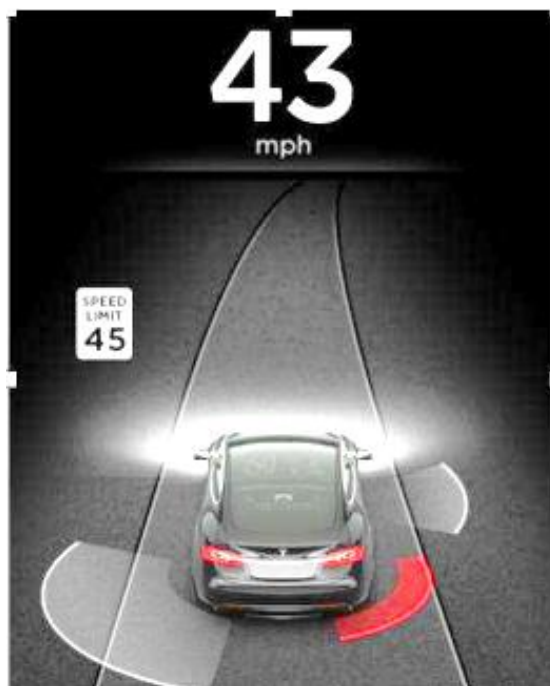


Рисунок 8. Обнаружение слепых зон и предупреждение о боковом столкновении при смене полосы движения и рулевом управлении.

Автопарковка

TESLA может парковаться параллельно, что избавляет водителей от необходимости беспокоиться о сложных маневрах при парковке. При движении на низких скоростях по городам на приборной панели появится надпись «Р», когда автомобиль Tesla обнаружит место для парковки, появится на экране вместе с дисплеем камеры заднего вида, и после активации функция автоматической парковки начнет парковаться самостоятельно, управляя рулевыми колёсами и скоростью автомобиля [9].

С новым обновлением «Summon», как только вы приедете домой и выйдете из автомобиля, можно нажать кнопку чтобы он сделал все за вас: открыть дверь гаража, въехать в гараж, припарковаться и выключиться. Утром вы просыпаетесь, выходите через парадную дверь и вызываете свою машину, она откроет дверь гаража и приедет поприветствовать вас. В более широком смысле Summon также избавляет от необходимости втискиваться в узкие парковочные места и выезжать из них. На стадии бета-тестирования Summon ожидается, что клиенты ознакомятся с ним в частной собственности. В конце концов, автомобиль Tesla сможет ездить в любую точку страны, чтобы встретиться с клиентами, заряжая себя по пути. Он будет синхронизирован с календарем клиента, чтобы точно знать, когда нужно прибыть [10].

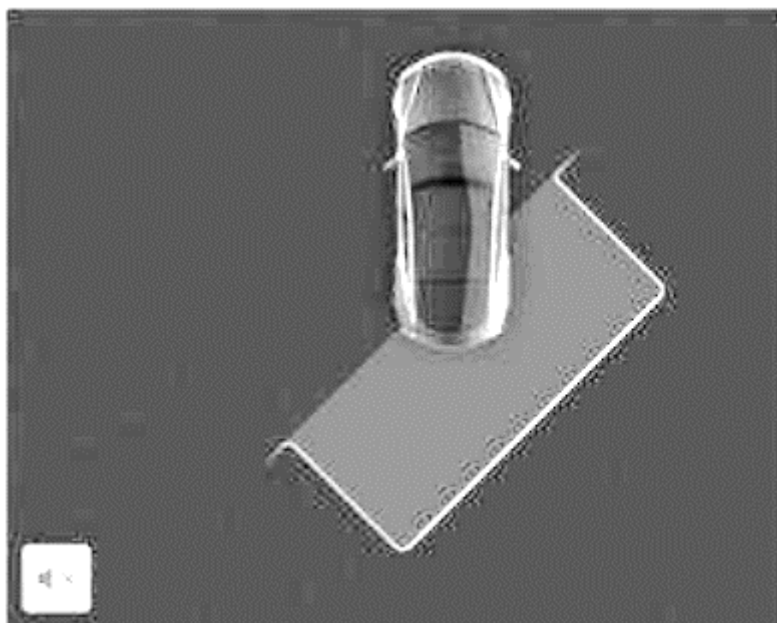


Рисунок 9. АвтоПарк – Summon (вызов)

Заключение

Tesla Motors предупреждает, что автомобили требуют, чтобы водители оставались вовлеченными и осознавали, когда включена функция автопилота. Водители должны держать руки на рулевом колесе, поскольку, по их утверждению, оно еще не достигло полной автономии. Эксперты Consumer-report считают, что эти два сообщения — ваш автомобиль может вести машину сам, но вам может потребоваться взять управление на себя в любой момент — создают потенциальную путаницу для водителя. После серии аварий, одна из которых - авария во Флориде - привела к летальному исходу, были проведены расследования Национальной ассоциацией автомобильного транспорта и безопасности [NHTSA] и Национальным советом по безопасности на транспорте [NTSB] [11]. На данный момент Tesla утверждает, что сбой произошел из-за неэффективности процессора Mobileye Q3, из-за чего Mobileye прекратила сотрудничество с Tesla motors, но они продолжают оказывать техническую помощь Autopilot без дальнейшего развития [12].

Теперь в качестве шага к достижению полной автономии Tesla постоянно внедряет усовершенствования в свое программное и аппаратное обеспечение, проверенные миллионами миль внутренних испытаний, чтобы гарантировать, что водители, поддерживаемые автопилотом, остаются более безопасными, чем те, кто работает без посторонней помощи. Однако, чтобы быть справедливым по отношению к людям, существуют различные сценарии, в которых автомобиль с искусственным интеллектом был бы совершенно неспособен реагировать, но человек мог бы это сделать. Но результаты доказали, если говорить на конкретных основаниях и смотреть на экспоненциальный рост вычислительных возможностей и стремительный прогресс, особенно со стороны инженеров Mobileye и Tesla.

Мы, наконец, видим признаки чего-то похожего на обещанное будущее, где автомобили полностью автономны, а ручное управление не одобряется.

Литература:

1. Tesla Model S Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S.
2. Tesla Motors Website: <https://www.tesla.com/models>.
3. <http://teslatap.com/articles/instrument-panel-7-0-user-interface-evolution-and-analysis/>.
4. S.A. Larsen, H. Koren and Rune Solberg, Dz Traffic monitoring using very high resolution satellite imagery, dz Photogrammet - ric Engineering & Remote Sensing, vol. 75, pp. 859–869, July 2009.
5. J. Vermaak, A. Doucet, and P. Perez, Dz Maintaining multimodality through mixture tracking, dz in Proc. Ninth IEEE Int Computer Vision Conf, Nice, France, Oct. 2003, pp. 1110–1116.
6. A. Doucet, N. Defreitas, and N. Gordon, Sequential Monte Carlo Methods in Practice, «Statistics for Engineering and Information Science», 1st ed. Springer New York, June 2001.
7. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-autosteer>.
8. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-lane-change>.
9. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-autopark>.
10. <https://www.wired.com/2016/03/teslas-summon-feature-like-knight-rider-kinda/>.
11. <http://jalopnik.com/does-teslas-semi-autonomous-driving-system-suffer-from-1782935594>.
12. <http://www.wsj.com/articles/mobileye-ends-partnership-with-tesla-146954402>.

References:

1. Tesla Model S Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S.
2. Tesla Motors Website: <https://www.tesla.com/models>.
3. <http://teslatap.com/articles/instrument-panel-7-0-user-interface-evolution-and-analysis/>.
4. S.A. Larsen, H. Koren and Rune Solberg, Dz Traffic monitoring using very high resolution satellite imagery, dz Photogrammet - ric Engineering & Remote Sensing, vol. 75, pp. 859–869, July 2009.
5. J. Vermaak, A. Doucet and P. Perez, Dz Maintaining multimodality through mixture tracking, dz in Proc. Ninth IEEE Int Computer Vision Conf, Nice, France, Oct. 2003, pp. 1110–1116.
6. A. Doucet, N. Defreitas and N. Gordon, Sequential Monte Carlo Methods in Practice, «Statistics for Engineering and Information Science», 1st ed. Springer New York, June 2001.
7. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-autosteer>.
8. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-lane-change>.
9. Tesla Website: <https://www.tesla.com/videos/autopilot-autopark>.
10. <https://www.wired.com/2016/03/teslas-summon-feature-like-knight-rider-kinda/>.
11. <http://jalopnik.com/does-teslas-semi-autonomous-driving-system-suffer-from-1782935594>.
12. <http://www.wsj.com/articles/mobileye-ends-partnership-with-tesla-146954402>.