

CHALLENGES TO IMPROVE ROAD SAFETY SOLVED WITH THE HELP OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE⁶

Irena Petrova, PhD

Todor Kableshkov University of Transport

158 Geo Milev Str., Sofia

E-mail: ipetrova@vtu.bg

Abstract: This report is an overview of artificial intelligence systems used to improve road safety. The use of artificial intelligence has great potential to increase road safety and accessibility and ensure mobility for all. The use of AI to improve road safety is developing in three directions. The first is improving the safety of the road infrastructure. The second is the development and implementation of systems to improve automotive safety, including autonomous vehicles. The latter approach involves improving the response time after an incident occurs. Using AI in all three directions will ensure improved safety for all road users, regardless of how they travel: by car, motorcycle, and bicycle, electric vehicle, on foot or by other types of vehicles. By collecting and analyzing traffic accident data, the causes can be identified and solutions can be found to ensure a reduction in accidents and casualties. Artificial intelligence is a good assistant in learning to acquire a driver's license and take the exams. It can be used to customize learning material to the needs of the individual learner to improve the learning process and motivation to learn. Artificial intelligence can also be used in the educational process at school on the subject "Road Traffic Safety". Learning content, interactive lessons, personalized lessons, and video lessons can be created. The use of AI in the field of road safety carries ethical and legal risks, which urgently require legislative frameworks for the protection of personal data, liability, copyright and other areas

Keywords: Artificial intelligence, autonomous vehicles, road safety.

ВЪВЕДЕНИЕ

Пътната безопасност е световен проблем. На този фон Европейският съюз търси начини да намали броя на загиналите и пострадали участници в движението. Тази трудна задача е възможна благодарение на новите технологии. Целта на Европейския съюз е постигане намаляване на смъртните случаи в резултат на пътен инцидент с 50% до 2030 и приближаване към нула (European Commission, 2020) до 2050 г. Приетият подход за безопасна система приема пътните произшествия като нещо нормално, тъй като хората винаги ще допускат грешки, но чрез подходящи мерки свързани с конструкцията на превозните средства, пътната инфраструктура и скоростта броят на загинали и тежко пострадали може значително да се намали.

През 2019 г. Европейският парламент прие списък с 30 технологии за безопасност, които трябва да има във всеки нов автомобил (European Commission, 2019). Това са интелигентни системи за регулиране на скоростта, за наблюдение на сънливостта и вниманието на водача, записване на данни за инциденти, сканиране на опасности при шофиране на заден ход и др.

В (Carson J., Jost G., Meinero M., 2023) са представени резултатите от оценката на напредъка на държавите-членки на ЕС по отношение намаляване на жертвите и ранените при пътнотранспортни произшествия, чрез индекса за ефективност на пътната безопасност (Road Safety Performance Index, PIN). Докладът показва, че ЕС не е постигнал целта си да намали броя на загиналите в пътнотранспортни произшествия за периода 2010 – 2020 г. Само Гърция е постигнала желанния резултат. Докладът отбелязва, че през 2020 г. е имало сериозно намаляване на смъртните случаи с 17% в ЕС, което се обяснява с ограниченията поради пандемията от COVID-19. Безопасността на пешеходците, велосипедистите и

⁶ Докладът е представен на 27 октомври 2023 с оригинално заглавие на ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ БЕЗОПАСНОТО ДВИЖЕНИЕ ПО ПЪТИЩАТА РЕШЕНИ С ПОМОЩТА НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

мотоциклетистите е все още недостатъчна, като тази група представлява 47% от всички загинали в ПТП в ЕС през 2019 г. Необходимо е да се работи в посока развитие на безопасни инфраструктури, прилагане на нормативните разпоредби за скоростта и консумацията на алкохол, да се подобри видимостта и защитата на уязвимите участници в движението. Смъртността при водачите на тежкотоварни превозни средства е значително по ниска от средната в ЕС, като техните превозни средства са замесени в 15% от всички ПТП със смъртен случай. Това налага да се подобри безопасността на тежкотоварните превозни средства, чрез различни системи за контрол и управление, обучение и осведоменост на водачите. Най-честите причини за ПТП са превишена скорост, употреба на алкохол или наркотици, умора и отвлечане на вниманието, неправилна реакция. Препоръките са за засилване на контрола и наказанията, да се повиши осведомеността и отговорността на водачите и пътниците, да се използват интелигентни транспортни системи и асистенти за безопасност, да се насърчава изборът на по-безопасни превозни средства и да се подобрява спешната помощ при ПТП.

В гореказания доклад Полша е обявена за държавата с най-безопасни пътища за 2023г. Това е резултат от дългогодишна работа в следните посоки: инвестиции в подобряване качеството на пътищата, подобряване на образованието, актуално законодателство, строги наказания и глоби.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Приложение на изкуствения интелект в автомобилната промишленост с цел намаляване на пътните инциденти и броя на пострадалите.

Изкуственият интелект има приложение в автомобилната промишленост с цел намаляване на пътните инциденти и броя на пострадалите. В автомобилите се използват вградени приложения с изкуствен интелект, чрез които се разпознават пътните знаци и препятствията по пътя и др. С помощта на ИИ могат да се анализират емоциите, поведението и здравословното състояние на шофьорите и се вземат съответни мерки, като активиране на системи за безопасност или предупреждаване на водача.

С ИИ може да се подобри обучението на бъдещите шофьори, като се използва за изграждане на умения за реакция в различни конфликтни ситуации, включително пътно-транспортни произшествия. Обучението може да се персонализира в зависимост от потребностите на обучаемия. По този начин той ще усвоява материала със собствено темпо според възможностите си.

Използвайки данни за трафика, пътните и метеорологични условия ИИ може да ограничи скоростта на движение на автомобила и по-този начин да подобри безопасността на пътя.

Сред мерките за повишаване на безопасността на пътя съгласно европейските директиви е въвеждане на правила за автономните автомобили. Използване на автономни автомобили е начин за подобряване на безопасността по пътищата, тъй като ще се избегнат човешките грешки, които са основна причина за повечето инциденти (European Parliament, 2018). Автономните автомобили се движат без човешка намеса, като анализират данни от различни сензори, софтуер и алгоритми за анализиране на околната среда и приемане на решения. Анализират околната среда и вземат решение за ускоряване, спиране, завиване и избягване на произшествия. Международната организация за стандартизиране (ISO) и Обществото на инженерите по автомобилна техника (SAE) класифицира автономното шофиране по нива от 0 до 5, където 0 означава липса на автоматизация, а 5 означава пълна автоматизация (SAE International, 2021). Все още няма серийно производство на автомобил от ниво 5, който при движение да бъде без човешка намеса при всяка ситуация. Много автомобилни компании, като BMW, Tesla, Waymo, Zoox и др., работят по разработване на тази технология, но са на етап тестване и развитие. Автомобилите, които могат да се купят са от нива 0, 1 или 2, което означава, че имат някои системи за подпомагане или частична автоматизация, като участието на водача е задължително. В таблица 1 са представени нивата при автономните автомобили и описание какви системи включва всяко равнище.

Таблица 1. Нива на автономност

Ниво на автономност	Описание
Ниво 0	Няма автоматизация. Шофьорът контролира всички аспекти на управлението. Автомобилът може да има някои системи за подпомагане, като круиз контрол или автономно спиране, но те не могат да променят посоката на движение.
Ниво 1	Автоматизация на един аспект. Автомобилът може да контролира или скоростта, или посоката, но не и двете едновременно. Шофьорът трябва да е в готовност да поеме контрола по всяко време. Пример: система за круиз контрол с функция за следене на лентата или система за подпомагане на паркирането.
Ниво 2	Частична автоматизация. Автомобилът може да контролира и скоростта, и посоката в определени условия. Шофьорът остава и реагира при необходимост. Пример: Tesla Autopilot, Cadillac Super Cruise.
Ниво 3	Условна автоматизация. Автомобилът може да изпълнява всички аспекти на управлението в определени сценарии. Шофьорът не е длъжен да наблюдава околната среда постоянно, но трябва да е готов да поеме контрол в рамките на секунди. Пример: Audi Traffic Jam Pilot.
Ниво 4	Висока автоматизация. Автомобилът се движи без човешка намеса. Шофьорът може да избере да контролира автомобила ръчно, но не е задължително. Автомобилът може сам да се справи с неочаквани ситуации или да спре безопасно, но не може да продължи пътуването. Пример: Waymo One, Zoox.
Ниво 5	Пълна автоматизация. Автомобилът се движи сам и не е необходима човешка намеса.

Инженери и програмисти постоянно работят по подобряване на ИИ в автомобилите чрез нови компютри, софтуер и данни. Данните се получават от камери за визуално разпознаване. Според (Pernice D., Debyser A., 2023) автомобилите с автономно управление все още не са достатъчно добри и надеждни и не могат да се справят с всички ситуации на пътя и да реагират адекватно на неочакваните обстоятелства.

От 2022 година всички нови превозни средства в ЕС ще трябва да имат възможност за лесна инсталация на алкохолна блокировка, като част от мерките за подобряване на безопасността на движението (European Commission, 2021). Алкохолната блокировка е устройство, инсталирано в превозното средство, което измерва алкохолното съдържание в дъха на водача. Тя предотвратява пускането на двигателя, ако водачът не премине теста за алкохол.

Използването на автономни автомобили осигурява комфорт и безопасност при пътуване, но е съпътствано с технически, правни и етични въпроси, които трябва да се решат във възможно най-кратки срокове.

Приложение на изкуствен интелект за подобряване безопасността на пътищата

Използването на превозни средства с интелигентни технологии за намаляване на броя на пътните инциденти и броя на загинали и пострадали участници е необходимо да се комбинира с промяна в управлението на инфраструктурата (European Parliament, 2008). В приложение II към Директивата (European Parliament, 2019) са разписани елементите за наблюдение при инспекции на пътна безопасност. В приложение III са представени „Индикативни елементи на цялостната оценка на безопасността на пътната мрежа“.

През годините са прилагани различни мерки за подобряване безопасността на пътищата, като повечето от тях действат и към момента. Съвременният подход към безопасни пътища включва дигитализация на процеси и инструменти, оценка на риска и вземане на най-доброто решение. Машинното обучение и изкуственият интелект намират приложение в пътната безопасност.

Възможностите на изкуствения интелект за откриване на повреди по пътищата са представени в (Dhaiphule S., 2023) и по този начин подобряват безопасността и качеството на пътната инфраструктура. Разгледани са различни видове повреди, използваните модели с ИИ, данните, метриците за оценка и предизвикателства в тази област. Моделите с ИИ най-често работят на принципа на неврони мрежи, като откриването на повреди е на база компютърно зрение, машинно обучение и дълбоко обучение.

Статията (Wu J., Wang X., Dang Y., Lv Z., 2022)) разглежда концепцията за цифрови двойници и приложението им в транспортната инфраструктура с помощта на изкуствен интелект. Цифровите двойници са виртуални проекции на реални обекти или системи, които могат да стимулират тяхното поведение, състояние и взаимодействие с околната среда. Авторите представят примери за използване на цифрови двойници в различни области на транспорта, като железопътен и автомобилен. Те показват как могат цифровите двойници да помогнат за подобряване на проектирането, изграждането, управлението, поддръжката и безопасността на транспортната инфраструктура. Те сравняват резултатите от тяхната методология с традиционните методи за оценка на безопасността и показват, че теорията за безопасно поле може да даде по-точни и подробни прогнози.

В (Dhaiphule S., 2023) авторите използват изкуствен интелект за анализ на видео записи от трафика и извличане на информация за траекторията на участниците.

Управление на безопасността на пътната инфраструктура е подход целящ предотвратяване на ПТП, а не само реагирането след тяхното възникване. Включва следните мерки:

- Проверка на безопасността на пътя – оценка на потенциалните рискове за безопасността при проектиране, строителство или ремонт на пътни обекти.
- Одит на безопасността на пътя – независима проверка на съществуващите или планирани пътни обекти, която има за цел да идентифицира и препоръча подобрения на безопасността.
- Управление на безопасността на пътната мрежа – оценка и класификация на пътната мрежа по нива на безопасност, като се използват данни от трафика и ПТП.
- Инспектиране на безопасността на пътя – редовна проверка на физическото състояние и функционирането на пътната инфраструктура, за откриване и отстраняване на дефекти и проблеми.

Във всички тези процедури може да се използва изкуствен интелект, като по този начин ще се подобри ефективността и точността им. Може да се използва „Компютърно зрение“ за събиране, сортиране и анализиране на фото данни и видео за състоянието на пътната инфраструктура и трафика (International Transport Forum, 2021).

Чрез използване на прогнозни модели на база ИИ се идентифицират места в пътната мрежа с висок риск за произшествия, преди възникване на инциденти. Намаляване на ПТП може да се постигне и чрез подобряване на дизайна, сигнализацията, осветлението или обслужването на пътната инфраструктура.

Използването на електронни пътни знаци с ИИ, ще подобри значително регулирането на трафика в реално време, което ще въздейства благоприятно върху пътната безопасност.

В градски условия се използват нестандартни методи за осигуряване на безопасно движение и намаляване на трафика. Един от тях е намаляване на скоростта на движение на автомобилите, за да се намали привлекателността на шофирането и да подтикне участниците в движението да търсят други начини за придвижване.

Чрез използване на компютърно зрение могат да се събират данни за движението на пешеходците, велосипедистите и използващите електрически индивидуални превозни средства. Тази информация може да се използва при планиране на маршрутите и алтернативната инфраструктура, за подобряване използването на пътното платно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изкуственият интелект е технология, която може да подобри безопасността на движението по пътищата по различни начини. Може да се използва в обучението, изпитите и издаването на шофьорски книжки. Може да се използва за развитие на практическите умения и компетенции за безопасно поведение на пътя чрез симулации, игри, моделиране и други дейности. С помощта на ИИ учебното съдържание може да се адаптира към нуждите и възможностите на обучаващия се, да се създадат интерактивни и занимателни уроци, чрез които да се повиши мотивацията за учене.

За да се използва ИИ в обучението по безопасност на движението по пътищата, е необходимо да се осигури достъп до съвременна технологична инфраструктура, квалифициран персонал, подходящи учебни материали и оценяване на резултатите.

На база изкуствен интелект може да се разработят интелигентни транспортни системи, които да оптимизират трафика, да намалят замърсяването и да подобрят мобилността, което е голям напредък особено в градски условия.

За намаляване на инцидентите по пътищата чрез ИИ могат да се анализират данни от сензори и камери и други източници и да се реагира веднага за подобряване на условията за движение.

ИИ намира приложение при разработване на автономни и полуавтономни превозни средства, които ще повишат комфорта и безопасността на пътниците и пешеходците.

Използването на изкуствен интелект в областта на безопасното движение по пътищата носи предизвикателства и рискове, свързани с етиката, законодателството, отговорността и защитата на лични данни. Необходимо е разработване и прилагане на общи стандарти и правила за управление на ИИ, които да гарантират спазването на основните права и ценности на ЕС. Потенциалните рискове от използването на ИИ в областта на безопасността на пътното движение са разгледани в (Kalyuzhny Y, 2021). ИИ може да доведе до промени в правната система, като постави въпроси за личната неприкосновеност, защитата на личните данни, принципа на пропорционалност и принципа на прозрачност. ИИ може да изисква нови форми на сътрудничество между държавните органи, частния сектор и гражданското общество за гарантиране на етично и отговорно използване на технологиите.

REFERENCES

International Transport Forum. (2021). *Artificial Intelligence in Proactive Road Infrastructure Safety Management. Summary and Conclusions.* <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/artificial-intelligence-road-infrastructure-safety-management.pdf>

Carson J., Jost G., Meinero M. (2023). *Ranking EU Progress on road Safety*, 17th Road safety performance index report, European Transport Safety Council

Dhaiphule S. (2023). *Review of AI based Techniques for Road Damage Detection*, DOI: [10.22214/ijraset.2023.54532](https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.54532)

European Commission. (2019). *Report – A8-0151/2019, REPORT on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on requirements for the type-approval of motor vehicles and their trailers, as well as systems, components and separate technical units intended for such vehicles, with regard to the general safety of motor vehicles funds, passengers*

and vulnerable road users, to amend Regulation (EU) 2018/... and to repeal Regulations (EC) No. 78/2009, (EC) No. 79/2009 and (EC) No. 661/ 2009

European Commission. (2020). *Directorate-General for Mobility and Transport, Next steps towards 'Vision Zero' : EU road safety policy framework 2021-2030*, Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2832/391271>

European Commission. (2021). (EU) 2021/1243 of 19 April 2021 supplementing Regulation (EU) 2029/2144 of the European Parliament and of the Council by laying down detailed rules concerning the alcohol interlock installation facilitation in motor vehicles and amending Annex II to that Regulation (Text with EEA relevance), Commission Delegated Regulation.

European Parliament. (2008). *Road infrastructure safety management, 2006/0182 (COD) - 19/11/2008*, Official Journal of the European Union

European Parliament. (2018). *Report – A8-425/2018, Report on autonomous driving in European transport*, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0425_HU.html

European Parliament. (2019). *Directive (EU) 2019/1936 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2019 amending Directive 2008/96/EC on the safety management of road infrastructures*, Official Journal of the European Union

Kalyuzhny Y. (2021). *General risks of using AI technologies in the field of road traffic safety, Полицейская и следственная деятельность*, DOI: [10.25136/2409-7810.2021.3.36425](https://doi.org/10.25136/2409-7810.2021.3.36425)

Pernice D., Debyser A. (2023). *Road Transport: Standards for traffic and safety*, Guide to the European Union – 2023

SAE International. (2021). *Taxonomy and Definitions for Terms related to Drivind Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*, https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

SAE International. (2021). *Levels of Driving Automation Refined for Clarity and International Audience*. <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>

Wu J., Wang X., Dang Y., Lv Z. (2022). *Digital twins artificial intelligence in transportation infrastructure: Classification, application, and future research directions*, Computers and Electrical Engineering, Volume 101, 107983, SSN 0045-7906, <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107983>.