

A. NAUKA TRANSPORTOWA

A.11. NOWE TECHNOLOGIE INFORMATYCZNE

A.11.2. SZTUCZNA INTELIGENCJA W TRANSPORCIE

dr inż. Paweł Buchwald,

Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej

Rozwój sztucznej inteligencji (AI) w transporcie można śledzić jako ewolucję, która zaczęła się od prostych automatycznych systemów i doszła do złożonych, autonomicznych technologii zdolnych do podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym. Historycznie, pierwsze kroki w kierunku automatyzacji transportu były podejmowane już w XX wieku, kiedy to wprowadzono pierwsze systemy kontroli lotów[1] oraz automatyczne systemy zarządzania ruchem kolejowym[2].

Te wczesne zastosowania były ograniczone przez dostępną wówczas technologię i wiedzę na temat AI, jednak z czasem, w miarę rozwoju komputerów i algorytmów, możliwości ich wykorzystania znacznie się poszerzyły. W obecnym czasie AI odgrywa kluczową rolę w transformacji sektora transportowego. Sztuczna inteligencja (AI) znajduje coraz szersze zastosowanie w sektorze transportu, przyczyniając się do zwiększenia efektywności, bezpieczeństwa oraz zrównoważonego rozwoju. Oto niektóre z głównych obszarów, w których AI odgrywa kluczową rolę:

- Autonomiczne pojazdy
- Zarządzanie ruchem drogowym
- Transport publiczny
- Personalizacja usług dla użytkowników
- Zarządzanie flotą i logistyka
- Bezpieczeństwo

Przykładem mogą być autonomiczne pojazdy, które korzystają z zaawansowanych algorytmów do nawigacji i interakcji z otoczeniem, zapewniając bezpieczną i efektywną jazdę bez bezpośredniego udziału człowieka. Systemy zarządzania ruchem wykorzystujące AI mogą w czasie rzeczywistym analizować dane z wielu źródeł, przewidywać zatory i optymalizując przepływ ruchu.[3] Możliwość podejmowania czynności decyzyjnych przez systemy autonomiczne działające na podstawie algorytmów sztucznej inteligencji jest

z determinowana dostępem do aktualnej informacji z czujników dokonujących na bieżąco oceny samej infrastruktury drogowej, oraz warunków otoczenia. Problem dostępu do tak dużej ilości danych wymaga istnienia efektywnie działającej, bezpiecznej oraz niezawodnej infrastruktury sieciowej bazującej na technologiach transmisji bezprzewodowej. Można stwierdzić, iż dalszy rozwój systemów sztucznej inteligencji w obszarze transportu wymaga dynamicznego rozwoju sieci komputerowych, systemów Internetu Rzeczy, oraz powiązanych z tymi technologiami nowoczesnych systemów informatycznych, takich jak blockchain czy rzeczywistość rozszerzona[4]. W Polsce prawo o ruchu drogowym definiuje pojazd autonomiczny jako samochód wyposażony w systemy kontrolujące jego ruch bez potrzeby interwencji kierującego, który jednak w każdej chwili może przejąć nad nim kontrolę (Dz.U.2023.1047 Art. 65k.). Z tego względu wciąż duże znaczenie mają systemy analizy danych i sytuacji na drodze, które pozwalają na wspomaganie kierowców w prowadzeniu pojazdów i pozwalają na poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Do systemów tego typu należą obecne już na rynku aplikacje komputerowe ADAS. Systemy Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) i sztuczna inteligencja (AI) odgrywają kluczową rolę w zwiększaniu bezpieczeństwa ruchu drogowego, przyczyniając się do redukcji liczby wypadków i poprawy doświadczeń kierowców. ADAS obejmuje szereg technologii wspomagających kierowcę, takich jak unikanie kolizji, automatyczne parkowanie, adaptacyjny tempomat, ostrzeżenia o opuszczeniu pasa ruchu, monitorowanie martwego pola oraz wykrywanie pieszych, a każda z tych funkcji korzysta z zaawansowanych algorytmów i danych z czujników. Sztuczna inteligencja wprowadza w tych systemach zdolność do zwiększenia percepcji kierowcy i wspomagania podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym, przetwarzając ogromne ilości danych generowanych przez sensory takie jak kamery, lidar, radar i czujniki ultradźwiękowe. Dzięki temu kierowcy mają możliwość uwzględnienia dodatkowej informacji, mogą lepiej interpretować otoczenie, unikać przeszkód i reagować na dynamiczne warunki drogowe. [5,6,7].

W obliczu rosnącej dynamiki transportu drogowego w środowisku miejskim, utrzymanie efektywności systemów transportowych staje się coraz większym wyzwaniem. Pojawianie się korków, zatorów drogowych i zwiększenie liczby wypadków drogowych podkreślają potrzebę innowacyjnych rozwiązań w zakresie zarządzania ruchem. Obecnie widoczny jest znaczący potencjał wykorzystania sztucznej inteligencji (SI) i technologii Internetu Rzeczy (IoT) w

radzeniu sobie z tymi problemami. Systemy oparte na SI, w połączeniu z rozwiązaniami IoT, mogą znacząco przyczynić się do efektywniejszego zarządzania ruchem drogowym, oferując jednocześnie możliwości poprawy bezpieczeństwa, efektywności przepływu ruchu oraz redukcji zatorów w kontekście miejskim. Wśród licznych korzyści wymienić należy wydajną optymalizację przepływu ruchu, predykcyjną analizę zatorów, adaptacyjne zarządzanie sygnalizacją świetlną, szybką detekcję i reakcję na wypadki, optymalizację transportu publicznego oraz ulepszone egzekwowanie przepisów ruchu drogowego. Implementacja tych zmian ma potencjał zmniejszenia natężenia ruchu, zużycia paliwa i poziomu zanieczyszczenia, co sprzyja tworzeniu czystszej i bardziej zrównoważonego środowiska miejskiego. Niemniej jednak, pojawiają się również wyzwania, takie jak kwestie prywatności i potencjalne uprzedzenia, które wymagają rygorystycznego podejścia, otwartości oraz angażowania opinii publicznej w celu odpowiedzialnego wdrożenia technologii AI w zarządzaniu ruchem drogowym. Przyszłość zarządzania ruchem opartego na SI jawi się jako obiecująca, z potencjałem do dalszego ulepszania i transformacji nowoczesnych miast w kierunku zapewnienia wydajnych, bezpiecznych i ekologicznych rozwiązań transportowych. Kluczowa wydaje się współpraca między badaczami, decydentami politycznymi oraz zainteresowanymi stronami z branży, aby wspólnie rozwijać tę przełomową technologię i kreować przestrzenie miejskie przyjazne dla życia.[8,9,10]

Algorytmy sztucznej inteligencji mają także zastosowanie w planowaniu i zarządzaniu multimodalnym systemem transportowym. SI pomaga w koordynowaniu różnych środków transportu publicznego, umożliwiając płynne przejścia między nimi i zoptymalizowanie tras przewozów. Techniki AI mogą być wykorzystywane do rozwiązywania skomplikowanych problemów transportowych, takich jak planowanie multimodalne i optymalizacja sieci transportowych. Systemy SI potrafią szybko wykrywać i reagować na sytuacje potencjalnie niebezpieczne, takie jak wypadki czy nagłe zmiany warunków drogowych, ale również zagrożenia wywoływane przez samych pasażerów, a nawet incydenty związane z aktami terrorystycznymi. Użycie zaawansowanych algorytmów i uczenia maszynowego do analizy obrazów z kamer i czujników pozwala na szybką identyfikację zagrożeń i ostrzeganie kierowców oraz operatorów systemu transportowego jak również pasażerów. SI pomaga przewidywać wzorce popytu na usługi transportowe, umożliwiając operatorom dostosowanie pojemności i częstotliwości usług do aktualnych potrzeb. Dzięki temu możliwe

jest bardziej efektywne wykorzystanie zasobów i redukcja czasu oczekiwania dla pasażerów. [11, 12, 13]. Sztuczna inteligencja ma także zastosowanie w problemach dostosowania transportu publicznego i transportu multimodalnego do oczekiwań użytkowników końcowych. Z zastosowaniem systemów teleinformatycznych i algorytmów wyszukiwania danych opartych o metody sztucznej inteligencji, takie jak algorytmy genetyczne czy algorytmy mrówkowe można zoptymalizować metody wyboru odpowiednich środków transportu i sposobów dotarcia do miejsca docelowego dla pasażerów. W tego rodzaju rekomendacjach algorytmy SI mogą brać pod uwagę nie tylko zmieniające się warunki środowiskowe w jakich oferowane są warunki transportowe, ale również personalne wymagania i ograniczenia pasażerów. [14]

AI znajduje zastosowanie w logistyce i optymalizacji zapewnienia łańcuchów dostaw, gdzie automatyzuje procesy planowania i umożliwia efektywne zarządzanie zasobami. Ten obszar badawczy jest eksplorowany już od dłuższego czasu, jednak zastosowania systemów sztucznej inteligencji daje lepsze możliwości optymalizacji wykorzystania zasobów niż w przypadku zastosowania klasycznych algorytmów leżących u podstaw działania wielu systemów ERP. Prace związane z tym obszarem badawczym zaowocowały wdrażaniem rozwiązań umożliwiających modelowanie i symulację procesów logistycznych w firmie oraz implementację sposobów optymalnego realizowania procesów logistycznych i dostaw materiałów, które są wspomagane analizą danych z typowych systemów ERP. Kolekcjonowanie dużej liczby danych na temat funkcjonowania procesów logistycznych i łańcuchów dostaw doprowadziły do dalszej ewolucji wspomagania procesów transportowych przez informatyczne systemy zarządzania i planowania. Jednym z takich przykładów są systemy APS Advanced Planning Systems mające szerokie zastosowanie w transporcie. Umożliwiają złożone planowanie, optymalizację i zarządzanie procesami transportowymi. Pozwalają one na dynamiczne wprowadzanie zmian w planowaniu zależnie od zmieniających się warunków logistycznych. Metody symulacji powiązane z algorytmami decyzyjnymi działającymi w ramach systemów APS pozwalają przygotować przedsiębiorstwo na szereg incydentów i sytuacji krytycznych pomagając jednocześnie wdrożenie planów naprawczych i metod niwelowania zagrożeń. Przyczynia się to do lepszego zapewnienia ciągłości działania łańcuchów dostaw[.

W przyszłości możemy spodziewać się dalszego rozwoju i integracji AI w transporcie, co otwiera nowe możliwości. Przewiduje się, że sieci transportowe staną się jeszcze bardziej inteligentne i zautomatyzowane, z pojazdami komunikującymi się między sobą oraz z infrastrukturą miejską w celu jeszcze większej optymalizacji ruchu i zwiększenia bezpieczeństwa. Rozwój technologii AI może również przyczynić się do powstania nowych modeli biznesowych i usług transportowych, takich jak mobilność jako usługa (Mobility as a Service - MaaS), która zmieni sposób, w jaki myślimy o posiadaniu i korzystaniu z pojazdów. Zastosowanie AI w transporcie ma potencjał nie tylko do przekształcania sposobów, w jakie poruszamy się i dostarczamy towary, ale także do rozwiązywania niektórych z największych wyzwań współczesnego świata, takich jak zmiany klimatyczne, urbanizacja i zrównoważony rozwój. W kontekście historycznym, obecnym i przyszłym, AI staje się kluczowym elementem kształtującym przyszłość transportu, obiecującym bardziej zintegrowane, efektywne i bezpieczne systemy transportowe.

Literatura

1. A. Elias, "Potential use of artificial intelligence techniques in air traffic control", Transportation research circular, 1985
2. A. D'Ariano, "Innovative Decision Support System for Railway Traffic Control", IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2009.
3. Nicu Bizon, Lucian Dascalescu, Naser Mahdavi Tabatabaei (Eds.). "Autonomous Vehicles: Intelligent Transport Systems and Smart Technologies". Nova Science Publishers, Inc., 2023. ISBN: 978-1-63321-324-1.
4. R. Knosala, P. Buchwald, M. Kostrzewski, S. Oleszek, A. Szajna: „Zastosowania Nowoczesnych Technologii Informatycznych”, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2023 ISBN: 978-83-208-2584-8
5. Brookhuis, K.A.; de Waard, D.; Janssen, W.H. Behavioural impacts of advanced driver assistance systems—An overview. Eur. J. Transp. Infrastruct. Res. 2001, 1, 246–253.
6. Kukkala, V.K.; Tunnell, J.; Pasricha, S.; Bradley, T. Advanced driver-assistance systems: A path toward autonomous vehicles. IEEE Consum. Electron. Mag. 2018, 7, 18–25.
7. P. Buchwald, A. Dawid: „Zastosowania informatyki w przedsiębiorstwach i procesach zarządzania” Wydawnictwo AWSB, Dąbrowa Górnicza 2021 ISBN 978-83-65621-75-7
8. S. Usmonov, A. Pradeep, Z. Fakhridinov, T. Sanjar, A. Abdurakhim and M. Khusniddinova, "Intelligent Traffic Management System: AI-Enabled IoT Traffic Lights to Mitigate Accidents and Minimize Environmental Pollution," 2023 3rd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/CONIT59222.2023.10205868.
9. Larhgotra, A., Kumar, R., & Gupta, M. (2022, November). Traffic monitoring and management system for congestion control using iot and ai. In 2022 Seventh International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC) (pp. 641-646). IEEE.
10. Sharon, G. (2021, August). Alleviating Road Traffic Congestion with Artificial Intelligence. In IJCAI (pp. 4965-4969). <https://people.engr.tamu.edu/guni/Papers/IJCAI-transportation.pdf> [03.2024]
11. Wilbur, Michael, Amutheezan Sivagnanam, Afiya Ayman, Samitha Samaranayeke, Abhishek Dubey and Aron Laszka. “Artificial Intelligence for Smart Transportation.” *ArXiv* abs/2308.07457 (2023): n. pag.
12. Maity, Roy, & Verdegay, 2019 - "Analyzing multimodal transportation problem and its application to artificial intelligence" - www.consensus.app/papers/analyzing-transportation-problem-application-maity/835b969b556456fea8f6e271db517552
13. Stencl, Michael and Viliam Lendel. “Application of selected artificial intelligence methods in terms of transport and intelligent transport systems.” *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 40 (2012): 11-16.
14. M. Sitarz (red.): “Transport w epoce zróżnicowanych potrzeb Przesiadka Bez Barrier”, Wydawnictwo Akademii WSB, Dąbrowa Górnicza 2023.

15. Jonsson, P., Kjellsdotter, L., & Rudberg, M. (2007). Applying advanced planning systems for supply chain planning: Three case studies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37, 816-834. <https://doi.org/10.1108/09600030710848932>.
16. Paweł Buchwald, Marcin Lis: “Cloud Computing and the Internet of Things in Advanced Planning and Scheduling Systems” in “Proceedings of the 34th International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 13-14 November 2019, Madrid, Spain. Vision 2025: Education Excellence and Management of Innovations through Sustainable Economic Competitive Advanta”