

Maciej WRÓBEL  
Patrycja WOJDA<sup>1</sup>

## MOŻLIWOŚCI OPTYMALIZACJI PROCESU TRANSPORTOWEGO Z WYKORZYSTANIEM SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

**Słowa kluczowe:** *transport, logistyka, sztuczna inteligencja*

Artykuł przedstawia zastosowanie sztucznej inteligencji w optymalizacji procesu transportowego. Omówiono w nim istotę procesu transportowego oraz jego etapy. Zaprezentowano praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji obecnie wykorzystywanej, a także prototypy nowych urządzeń. W artykule skupiono się na przedstawieniu korzyści płynących z wprowadzania systemów inteligentnych oraz szansach rozwoju logistyki.

### 1. WSTĘP

W związku z obserwacją rynku pracy w zakresie logistyki, jesteśmy w stanie zaobserwować ogromny postęp. Ilość ofert pracy dla specjalistów z branży logistycznej stale wzrasta. Na ten wzrost wpływać mogą:

- globalizacja gospodarki (przepływ materiałów, kapitału i informacji w skali światowej),
- personalizacja (produkty przeznaczone pod potrzeby indywidualnego klienta)
- wzrost świadomości ekologicznej (ochrona środowiska)
- rozwój technologii informacyjnych (nowe narzędzia do zarządzania, oceny oraz wspomagania podjęcia decyzji) [1].

Każdy z tych punktów posiada wiele cech wspólnych, ale nie mniej również cech przeciwstawnych. Z tego powodu potrzebne są metody, które pozwoliłyby połączyć wszystkie te aspekty, głównie podczas oceny procesów logistycznych. W tym przypadku przydatnym narzędziem będzie sztuczna inteligencja, która jest już stosowana w różnych innych segmentach rynku.

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości optymalizacji procesu transportowego, z wykorzystaniem wyżej wspomnianej sztucznej inteligencji.

---

<sup>1</sup> Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna.

## 2. ISTOTA PROCESU TRANSPORTOWEGO

Według Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, proces transportowy to: „szereg związanych ze sobą operacji transportowych, wykonywanych kolejno w ustalonym porządku na określonej trasie i w określonym czasie” [2]. Składa się z trzech podstawowych czynności: organizacyjnych, wykonawczych i handlowych.

Do czynności organizacyjnych zaliczamy zaplanowanie trasy przewozu, jak również przygotowanie dokumentacji transportowej. Przez czynności wykonawcze należy rozumieć sam proces przewozu, czyli np. przewóz, załadunek, rozładunek, są to czynności, które bezpośrednio angażują pojazd. Ostatnią grupą są czynności handlowe, które odnoszą się do kwestii finansowych, a dokładniej do opłaty transportowej towarów czy też ludzi [3].

Przebieg procesu transportowego wyróżnia następujące etapy [4]:

- zaplanowanie procesu związanego z przemieszczaniem towaru,
- przygotowanie ładunku do transportu,
- zorganizowanie procesu przemieszczania towaru,
- przemieszczanie towaru pod względem fizycznym,
- elementy prawno-finansowe operacji transportowej,
- analiza kosztów oraz jakości procesu transportowego.

## 3. SZTUCZNA INTELIGENCJA

Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad AI:

- symboliczne, które polegają na tworzeniu matematyczno-logicznych analiz problemów i używania ich w przy użyciu programów komputerowych,
- subsymboliczne, tworzące programy samouczące się. Wykorzystują one modele sieci neuronowych oraz asocjacyjnych, jak również opracowują procedury uczenia się takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i szukania odpowiedzi na wybrane klasy pytań.

### 3.1. UCZENIE MASZYNOWE

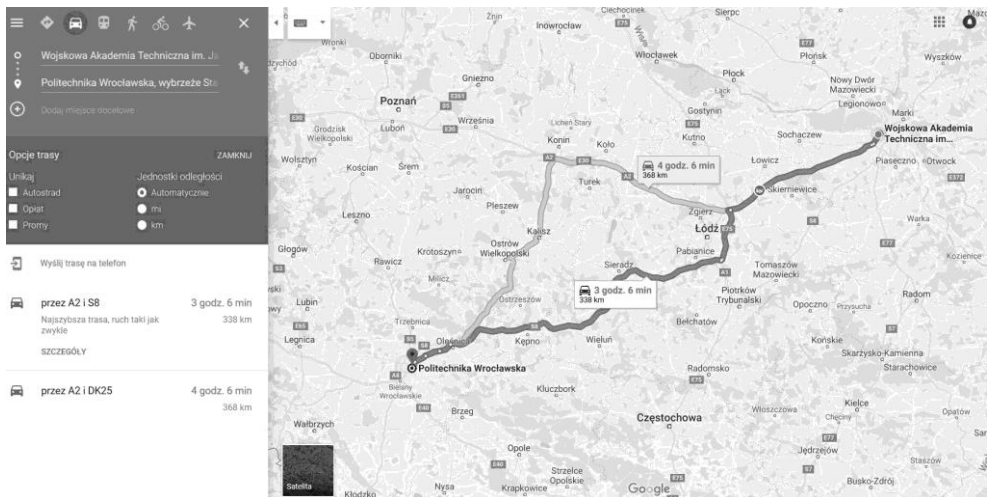
Uczenie maszynowe [ang. machine learning] - nauka o algorytmach i systemach usprawniających swoją wiedzę oraz wyniki wraz ze zdobywanym doświadczeniem [5]. Uczenie maszynowe to dziedzina sztucznej inteligencji, która na podstawie wyszukiwania relacji- próbuje naśladować inteligentne zachowania. Polega ona na zbieraniu podstawowych parametrów i danych, by przygotować się do samodzielnego edukowania z wykorzystaniem wgranych wzorców. Komputer jest szkolony tak, aby sam znalazł rozwiązanie przy pomocy algorytmów uczących się. Technologia ta wciąż się rozwija dzięki czemu znajduje coraz więcej praktycznych zastosowań. Przykładami są: oprogramowanie do rozpoznawania mowy, automatyczna nawigacja i sterowanie czy analiza i klasyfikacja danych.

### 3.2. SIECI NEURONOWE

Sieć neuronowa to połączenie elementów zwanych sztucznymi neuronami, które tworzą co najmniej trzy warstwy: wejściową, ukrytą i wyjściową. Neurony sieci przetwarzają informacje dzięki temu, że ich połączeniom nadaje się parametry, zwane wagami, które modyfikuje się podczas działania sieci [6]. Sieci neuronowe mają wiele zastosowań jak diagnostyka medyczna, kompresja danych, prognozowanie oraz modelowanie różnych zjawisk i procesów.

## 4. PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Pomimo wielu dyskusji filozoficznych na temat sztucznej inteligencji, dała ona wiele przydatnych narzędzi, które znalazły zastosowanie w różnych dziedzinach życia. Logistyka wykorzystuje sztuczną inteligencję, na zróżnicowanym poziomie zaawansowania. Jednym z takich rozwiązań jest optymalizacja planowania tras przewozu towarów. Czasy, gdy pracownik korzystając z mapy planuje trasę, po której będzie poruszał się pojazd odeszły w zapomnienie. Dzisiaj każdy użytkownik smartfona ma możliwość zaplanowania drogi do wybranego miejsca w około 2 sekundy, z wybraniem interesującego go kryterium. Przedstawiona na poniższej ilustracji powszechnie dostępna aplikacja „Mapy GOOGLE” uwzględnia natężenie ruchu w czasie rzeczywistym i planuje najoptymalniejszą trasę dla użytkownika.

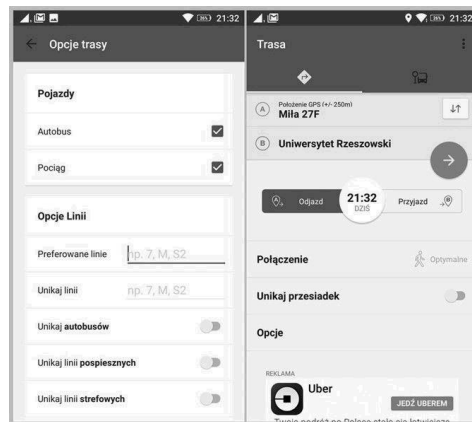


Rys. 1. Trasa przejazdu wygenerowana w aplikacji Mapy Google [7]

Fig. 1. The travel route generated in the Google Maps application [7]

Zaletą optymalizowania trasy przewozu za pomocą modeli informatycznych jest zmniejszenie czasu planowania przewozu, znalezienie najszybszej trasy z uwzględnieniem stanu dróg, a także wyeliminowanie błędów czynnika ludzkiego. System jest na tyle automatyczny, że planuje czas naszego przejazdu uwzględniając maksymalne dopuszczalne prędkości jazdy, natężenie ruchu, a ponadto odpowiada na opóźnienia związane z wypadkami losowymi. Jednak praca nad takim systemem jest zdecydowanie bardziej skomplikowana niż tworzenie takich algorytmów.

Proces transportu to nie tylko transport ładunków, ale także komunikacja miejska. Przy wzroście świadomości ekologicznej społeczeństwa, zwiększa się procent osób poruszających się transportem zbiorowym. Większe zaangażowanie firm oferujących takie przejazdy powoduje powstanie nowych usług. Znana aplikacja „Jakdojade” jest niczym innym jak wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Aplikacja jest dostępna na smartfony, a także przez stronę www i jej zasadniczym celem jest znalezienie najbardziej korzystnej trasy przejazdu dla użytkownika. „Jakdojade” umożliwi nam wybór środka transportu, rozpozna naszą lokalizację i znajduje najbliższy naszego położenia przystanek. Użytkownik może dodatkowo wykluczyć niektóre środki transportu jak SKM czy konkretne linie autobusowe bądź tramwajowe lub wybrać preferowane przez nas linie (przydatne, gdy posiadamy tylko bilet miesięczny na konkretną linię). Aplikacja posiada również możliwość wyszukiwania tylko autobusów niskopodłogowych, co jest bardzo przydatne dla osób niepełnosprawnych. Obecnie aplikacja oferuje nam dodatkową usługę zakupu biletów, a w niektórych miastach pokazuje rzeczywisty czas przyjazdu naszego środka komunikacji z uwzględnieniem wszystkich opóźnień.



Rys. 2. Zdjęcie z aplikacji JakDojade [8]  
Fig. 2. Photo from JakDojade application [8]

Dzięki aplikacji „JakDojade” możemy skrócić czas przejazdu co jest najważniejsze dla osób przemieszczających się komunikacją miejską. Dodatkowo pasażer ma w jednym miejscu wszystkie rozkłady jazdy, co eliminuje błędy czynnika ludzkiego.

Komunikacja miejska to nie tylko autobusy czy tramwaje. W wielu miastach funkcjonuje szeroko rozwinięta sieć taksówek. Taksówki są szybszym i na pewno wygodniejszym środkiem transportu w mieście, lecz także i droższym. W miejskim zgiełku możemy znaleźć liczne samochody, z charakterystycznym napisem „taxi” na dachu, które stoją w wyznaczonych dla siebie miejscach parkingowych oczekując na klientów. Przez lata to był jeden ze sposobów „złapania” taksówki. Drugim natomiast był kontakt z infolinią i zamówienie taksówki na dany adres. Oprócz nazwy firmy, dla której jeździ taksówkarz nie wiedzieliśmy o nim nic. Jednak z rozwojem techniki udoskonalono również ten proces. Aplikacja „iTaxi” umożliwiła nam zamówienie taksówki poprzez jedno kliknięcie na smartphonie. Głównym celem „iTaxi” jest podstawienie taksówki, zawsze, kiedy ktoś jej potrzebuje. To było powodem stworzenia największej floty taxi w Polsce [9]. Taksówki „iTaxi” jeżdżą w każdym większym mieście w Polsce przez co aplikacja jest bardzo popularna. Po zalogowaniu możemy zamówić kierowcę na dowolny adres. Po przyjęciu zlecenia przez kierowcę, w aplikacji pasażera pojawiają się dane taksówkarza (marka samochodu, wiek, imię i ilość gwiazdek od innych klientów). Dodatkowo możemy śledzić drogę kierowcy przez co dokładnie wiemy za ile taksówka po nas przyjedzie. Po przejeździe nie trzeba mieć nawet gotówki, w aplikacji można podpiąć wcześniej kartę, konto PayPal lub Android Pay, a aplikacja sama zajmie się płatnością, ale jeśli klient woli tradycyjne metody – może zapłacić gotówką lub kartą. Oczywiście taksówkami jeżdżą wykwalifikowani kierowcy z licencjami.



Rys. 3. Zdjęcie z aplikacji mobilnej iTaxi [10]

Fig. 3. Photo from iTaxi application [10]

Aplikacja taka jak „iTaxi” poprawia szybkość przemieszczenia się w mieście i jednocześnie zmniejsza cenę przejazdu, ponieważ ceny są znacznie mniejsze

w porównaniu ze standardowymi taksówkami. Łącząc te dwa warunki stosunek jakości do ceny jest bardzo dobry.

Kolejnym zastosowaniem sztucznej inteligencji są samochody autonomiczne. Pierwszym krokiem w tym kierunku jest stworzenie systemów automatycznych, które mają ułatwić poruszanie się pojazdem jego użytkownikowi. Do takich usług możemy zaliczyć:

- System stabilizacji toru jazdy,
- Kontrola trakcji,
- System zapobiegający blokowaniu kół (ABS),
- Układy rozpoznawania znaków drogowych,
- Układ ostrzegania o niezamierzonej zmianie pasa ruchu,
- Układ wczesnego reagowania w czasie ryzyka zdarzenia,
- System automatycznego parkowania.

Wyżej wymienione systemy powszechnie stosowane to elementy większej układanki prowadzącej do stworzenia w pełni autonomicznego i bezpiecznego pojazdu. Korzyści wynikające z zastosowania takich aut są znaczące, jednak stworzenie tak idealnego systemu wymaga wielkich nakładów finansowych i wielu testów. Wyścig firm próbujących stworzyć taki pojazd jest imponujący. W rywalizacji bierze udział między innymi Waymo, Tesla, Uber, Audi, Volvo, Mercedes, BMW. Waymo czyli samochód działający w ramach holdingu Alphabet Inc. Wywodzący się od firmy Google znajduje się na zawansowanym poziomie testów pojazdów autonomicznych. Firma Alphabet jest w fazie jazd testowych samochodu, które odbywają się w Mountain View, Austin, Kirkland, Metro Phoenix. Flota przejechała ponad 3 miliony mil, głównie na ulicach miast. Zdobycie pierwszego miliona mil zajęło około 6 lat, natomiast zdobycie trzeciego miliona zaledwie 7 miesięcy [11]. Najważniejsze korzyści płynące z wprowadzenia do użytku pojazdów autonomicznych to:

- większa mobilność – umożliwianie poruszania się samochodem osobom do tego nie przygotowanym, a także osobom niepełnosprawnym;
- zmniejszenie ruchu ulicznego – samochody są zaprogramowane do utrzymywania jak najmniejszych odległości między sobą;
- zwiększenie bezpieczeństwa – zmniejszając czynnik ludzki, można uniknąć kierowców pod wpływem alkoholu lub innych środków odurzających;
- brak problemu z parkingiem – samochód może odwieźć nas do pracy, a następnie wrócić do domu.

Znając korzyści działania pojazdów autonomicznych warto przenieść je na dział optymalizacji transportu w logistyce. Firma Waymo w 2017 roku zapowiedziała prace nad autonomicznym samochodem ciężarowym, co może być rewolucją w świadczeniu usług transportowych. Toyota i Volvo również борą czynny udział w tworzeniu w pełni autonomicznego samochodu ciężarowego. Wszyscy wymieni producenci inwestują w prace badawcze, produkcję prototypów oraz przeprowadzanie jazd testowych. Prace te nie są bezpodstawne, są one

uwarunkowane brakiem osób przygotowanych do prowadzenie samochodów ciężarowych jak i wzrostem wynagrodzenia dla kierowców. Rozwój sztucznej inteligencji zastosowany w budowaniu pojazdów w pełni autonomicznych jest jej integralną częścią.

## 5. PODSUMOWANIE

Z uwagi na powyższe jesteśmy w stanie dostrzec ogromny krok w przyszłość w dziedzinie logistyki na przestrzeni ostatnich lat. Nie byłby on możliwy, gdyby nie sztuczna inteligencja. Różne programy i aplikacje pomagają zaoszczędzić czas, paliwo, zwiększyć jakość świadczonych usług i komfort klienta. Przy użyciu kilku kliknięć na komputerze czy smartphonie, możemy znaleźć najszybszą trasę przewozu produktów szybko psujących się bądź zamówić taksówkę, aby wrócić bezpiecznie do domu. Jak widać optymalizacja procesu transportowego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji jest przydatna dla każdego, zarówno dla logistyka w firmie spedycyjnej jak i każdego człowieka żyjącego w mieście. Udoskonalanie sztucznej inteligencji i wykorzystywanie jej w logistyce może znacznie odciążyć człowieka w pracy jak i w życiu codziennym. Zmniejszy to błędy ludzkie powodowane przez niedopatrzenia, jak i jakość świadczonych usług, dzięki którym każdy człowiek będzie mógł zarówno oszczędzić swój czas jak i spożytkować go w jeszcze lepszych warunkach.

Z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, w ciągu następnych kilku lat pojawiają się autonomiczne samochody na ulicach miast. Liczne pozytywne korzyści płynące z prowadzenia mogą zmienić logistykę i nadać jej kolejne argumenty do wniesienia jej na wyższy poziom.

## LITERATURA

- [1] JÓŹWIAK, A. ŚWIDERSKI, *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Politechnika Warszawska, 2017
- [2] <https://www.pkn.pl> [dostęp 29.10.18]
- [3] J. NEIDER, *Transport międzynarodowy*, Wydawnictwo: PWE, Warszawa 2014
- [4] T. SZCZEPANIAK (red.), *Transport i spedycja w handlu zagranicznym*, Wydawnictwo: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002
- [5] Peter Flach *Machine Learning: The Art and Science of Algorithm*, Cambridge, 2012
- [6] <http://kognitywistyka.uwb.edu.pl/component/k2/item/406-sieci-neuronowe> [dostęp 29.10.18]
- [7] <https://www.google.com/maps/dir/Wojkowska+Akademia+Techniczna+im.+Jaros%C5%82awa+D%C4%85browskiego,+gen.+Sylwestra+Kaliskiego,+Warszawa/Politechnika+Wroc%C5%82awsk a,+wybrze%C5%BCe+Stanis%C5%82awa+Wyspia%C5%84skiego+27,+50-370+Wroc%C5%82aw/@51.6748146,17.8593563,8z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x471ecaf7284060f1:0xe38d5d41e0486505!2m2!1d20.8996406!2d52.2531574!1m5!1m1!1s0x470fe82a7836289b:0xb8f93f04c5c8d70f!2m2!1d17.0619712!2d51.1073907!3e0> [dostęp 29.10.18]
- [8] <https://www.komputerswiat.pl/artykuly/redakcyjne/nie-wiesz-jak-dojechac-ta-aplikacja-ci-podpowie/xjcxr5q> [dostęp 29.10.18]

[9] <https://itaxi.pl> [dostęp 29.10.18]

[10] <http://biznesmysli.pl/sztuczna-inteligencja-w-itaxi/?fbclid=IwAR37WjAgW7CK3IRZdXfXaBvvBelo2EVdykzF8JLzuEpVAyEz76ebROj3C8>  
[dostęp 29.10.18]

[11] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Waymo\\_](https://pl.wikipedia.org/wiki/Waymo_)[dostęp 29.10.18]

## **OPPORTUNITIES TO OPTIMIZE THE TRANSPORT PROCESS WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Key words:** *transport, logistics, artificial intelligence*

The article presents the application of artificial intelligence in optimization of transport process. The essence of the transport process and its stages were described. Currently used practical application of artificial intelligence and prototypes of new devices were presented. The article is focused on presenting benefits from implementing intelligent systems and chances of logistics development.