

Adrian PAJKA
Grzegorz GERA¹

ROZWÓJ SYMULACJI JAKO NARZĘDZIA W LOGISTYCE MIEJSKIEJ ZA POMOCĄ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI NA PRZYKŁADZIE GRY CITIES: SKYLINES

Słowa kluczowe: *logistyka miejska, kongestia, symulacja, rozwiązywanie problemów, bariery miejskie, cities skylines, sztuczna inteligencja, gry komputerowe.*

Artykuł prezentuje możliwość zastosowania sztucznej inteligencji w symulacjach jako nowego rozwiązania w celu poprawienia przepływu dóbr i osób w mieście. Pokazuje też zależność i kooperacyjność rozwoju sztucznej inteligencji z grami komputerowymi jako możliwy fundament rozwoju jej algorytmów. Omówiono także elementy gry Cities: Skylines odzwierciedlające rzeczywistość, które mogłyby pomóc w rozwoju sztucznej inteligencji. Dodatkowo omówiono temat użycia gry jako narzędzia badawczego podnoszącego świadomość problemów logistyki miejskiej wśród zwykłych uczestników ruchu codziennego w miastach zarówno tych poruszających się pieszo jak i środkami transportu publicznego bądź prywatnego.

1. WSTĘP

Miasto wraz z ciągłym rozwojem napotyka kolejne bariery. Największym problemem niewątpliwie są bariery mobilnościowe jak np. często występująca kongestia miejska. Rozwój technologiczny i globalizacja sprawiły, iż mamy zdecydowanie większą ilość samochodów osobowych na drogach niż chociażby dekadę temu. Z drugiej strony technologia pozwoliła nam zautomatyzować pracę, a coraz to lepsze systemy informatyczne ułatwiają życie codzienne człowieka. Biorąc pod uwagę strukturę funkcjonowania systemów logistyki miejskiej, zarządzanie infrastrukturą transportową staje się kluczową kwestią. Dostosowanie odpowiedniego potencjału przewozowego by zaspokoić dany poziom popytu jest bardzo trudnym zadaniem chociażby z powodu niedoskonałości prawa, ograniczonych zasobów finansowych czy braku konkurencji [1]. Dlatego też modele symulacyjne powoli zaczynają stawać się ważnym narzędziem które wspiera wszelkie zintegrowane strumienie informatyczno-decyzyjne jak i te fizyczne, a także planowanie czy wszelkie analizy w całej logistyce miasta.

¹ Studenckie Koło Naukowe Transportu, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.

2. GRY JAKO ELEMENT ROZWOJU SYMULACJI

2.1. SYMULACJE JAKO NARZĘDZIA LOGISTYKI MIEJSKIEJ

Stare obszary miejskie projektowane wiele lat temu nie zostały przystosowane do natężenia ruchu samochodowego jaki panuje w obecnych czasach, często powodując liczne zatory oraz wąskie gardła przepustowości. Ten problem dotyka również miasta które w bardzo szybkim tempie się rozwijają, czasem budowa nowych rozwiązań infrastrukturalnych przynosi rozwiązanie kongestii tylko na krótki okres czasu, gdyż natężenie ruchu stale się powiększa.

Stosowane dotychczas modele tworzone w logistyce opierają się o sztuczne sieci neuronowe (SNN) inaczej modelowanie neuronowe. Istotą modelowania neuronowego jest wykorzystanie bądź stworzenie modelu matematycznego zawierającego funkcję agregacji danych wejściowych oraz funkcję aktywacji danych wyjściowych [2]. Oznacza to, że im większa ilość danych tym dokładniejszy wynik czy prognoza. Aby uniknąć niechcianych pomyłek, nawet najprostsza symulacja wymaga odpowiedniego zaprojektowania systemów oraz procesów, jak również budowy właściwego zaplecza informacyjnego.

Stały rozwój modeli symulacyjnych oddziałuje na ich uniwersalność. Nie tylko odpowiednie odwzorowanie sieci dróg i ulic, lecz również czas jest istotny. Jego nieodpowiednie rozporządzenie, może stać się niekorzystne dla rozwoju infrastruktury. Zarządcy dróg miejskich muszą dopasować swoje działania do sytuacji oraz warunków by osiągnąć zamierzony cel. Oprogramowania symulacyjne kształtujące potoki ruchu są stale rozwijane. Przykładowym programem jest Vissim. Program daje możliwość analizy warunków ruchu indywidualnego oraz komunikacji zbiorowej wraz z uwzględnieniem czynników takich jak konfiguracja pasów ruchu, struktura rodzajowa ruchu, wpływ sygnalizacji świetlnej, przystanki komunikacji zbiorowej [3].

Niestety nawet najlepsi specjaliści posiadający odpowiednie narzędzia mogą sobie nie poradzić z powodu dużej ilości danych, które przez swój ogrom są po prostu nieczytelne. Rozwiązaniem może okazać się stale rozwijana sztuczna inteligencja. Narzędzia i techniki analityczne jakimi może dysponować eliminują problem nieprzejrzyistości danych [4].

Pod uwagę należy wziąć również fakt, iż nawet jeśli uda się zaprojektować najlepszą sieć połączeń, przy ogromnych potokach ruchu kongestia jest nieunikniona, można najwyżej zmniejszyć jej skalę. Dlatego ważne jest również kształtowanie świadomości zrównoważonego rozwoju transportu. I tu rozwiązaniem na oba zagadnienia mogą okazać się gry komputerowe, które nie tylko mogą trafić do szerokiego grona odbiorców, ale też mogą wspomóc rozwinać bardziej zaawansowane symulacje.

2.2. WPŁYW GIER NA ROZWÓJ SZCZYTUCZNEJ INTELIGENCJI

Sztuczna inteligencja (AI z ang. Artificial Intelligence) jest obecnie popularnym tematem i jest mało prawdopodobne, aby stała się mniej ważna w przyszłości. Więcej naukowców niż kiedykolwiek pracuje nad sztuczną inteligencją w różnych formach i jest zainteresowanych tą dziedziną [5]. Również gry są popularnym obszarem zastosowań w badaniach nad sztuczną inteligencją. Wraz z rozwojem gier rozwija się sztuczna inteligencja, którą można zastosować dla dalszych systemów symulacji logistycznych infrastruktury. Deweloperzy gier nie bez powodu coraz bardziej koncentrują się na tym, by gry oddawały jak najbardziej realistyczne działanie. Coraz częściej też wykorzystują możliwości metod analizy sztucznej inteligencji, aby analizować duże ilości danych i optymalizować projekty gier.

Sztuczna inteligencja oraz inteligencja obliczeniowa zawsze były doskonałe w rozwiązywaniu problemów skalowalności poprzez automatyzację zadań i dynamiczne dostosowywanie. Wraz z ich rozwojem gry stają się coraz lepsze, a dzieje się to nie tylko dzięki rozwojowi technologicznemu, lecz także przez masową ilość danych generowanych i zbieranych przez przemysł deweloperski [6].

Algorytmy sztucznej inteligencji stają się mądrzejsze i uczą się wykonywać zadania poprzez podawanie ogromnych ilości danych. Im większa baza danych tym większy rozwój, jednakże oprócz wielkich firm generujących dane, większość firm nie gromadzi ilości danych wymaganych do prawidłowego szkolenia algorytmów sztucznej inteligencji. Ponadto, ludzie po prostu nie mają czasu i cierpliwości, aby nauczyć algorytmy sztucznej inteligencji wszystkiego, co powinny wiedzieć. Dlatego rozwiązaniem są gry komputerowe które mają cierpliwość jak i czas.

Adrien Gaidon, informatyk z Xerox Research Center Europe, wpadł na pomysł oszukania sztucznej inteligencji, dzięki jak najbardziej realistycznemu odwzorowaniu świata w grze. Pomyślał, że skoro dał się zwieść myśleniu, że gry wideo są prawdziwe, być może algorytmy sztucznej inteligencji też mogą być [7].

Gaidon i jego zespół wykorzystali Unity, szeroko wykorzystywany silnik do tworzenia gier trójwymiarowych (3D z ang. three-dimensional space), do tworzenia scen, które pomagają w szkoleniu algorytmów dogłębnego uczenia się. Nie tylko stworzyli środowiska syntetyczne, ale zaimportowali prawdziwą scenę do wirtualnego świata. To pozwala im porównywać efektywność algorytmów szkoleniowych ze środowiskami wirtualnymi w porównaniu z przeszkolonymi przez prawdziwe obrazy. Te badania jak i inne nadal trwają.

Jeśli odwzorujemy jak najbardziej realistycznie grę związaną z przepływem osób czy towarów, gdzie sami tworzymy infrastrukturę oraz jej całą otoczkę logistyczną, sztuczna inteligencja będzie mogła rozwijać się na tyle by umieć rozwiązywać najbardziej skomplikowane problemy logistyki miejskiej. Cały ten algorytm można by było przenieść później na systemy symulacji infrastruktury uzupełniając potrzebne dane tworząc tym samym skuteczne narzędzie dla miast. Grą która posiada elementy logistyczne oraz skupia się na infrastrukturze jest Cities: Skylines.

3. SYSTEM GRY CITIES:SKYLINES I JEJ ELEMENTY

Cities: Skylines to nowoczesne spojrzenie na klasyczną symulację miasta. Jest to gra w której zadaniem użytkownika jest zaprojektowanie jak najbardziej efektywnego miasta (wliczając w to głównie ekonomię oraz transport) bądź przeprojektowania oraz stworzenia nowych rozwiązań by upłynnić ruch w mieście. Przyglądając się temu zagadnieniu, można początkowo stwierdzić, że jest to po prostu gra gdzie poziomy trudności oraz jej parametry są dobierane poprzez poziom czy losowość występującą w grze, co mogłoby sprawić, iż symulacja uchodziłaby za nierzetelną. Tu należy więc spojrzeć na rozwój technologii oraz prace nad sztuczną inteligencją na przestrzeni ostatniej dekady które nabrały niezwykłego tempa wzrostu. Przekłada się to także na gry i ich system sterowania.

W Cities Skylines występuje ruch pasażerski oraz towarowy. Obywatele danego miasta są spersonifikowani posiadają imię, wiek, miejsce pracy czy zamieszkania, są także studenci oraz osoby młode niezdolne jeszcze do pracy. Podział grup społecznych oddaje więc realia próbek statystycznych. Obywatele podróżują do pracy, do miejsc w których mogą zrobić zakupy, czy po prostu w celach rozrywki. Tak jak w prawdziwym życiu nie każdy posiada samochód osobowy czy prawo jazdy, dlatego ruch odbywa się za pomocą wycieczek pieszych czy innych środków transportu. W przypadku dostępności transportu publicznego, znaczna część mieszkańców bez samochodów zdecyduje się na dłuższe przejazdy. Również osoby posiadające samochód wybiorą transport publiczny, gdy tylko dostrzegą, że jako kierowcy poruszają się znacznie wolniej.

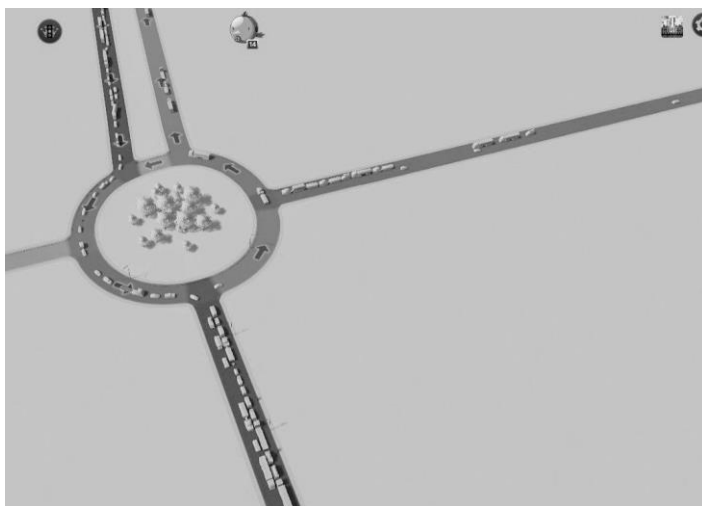
W przypadku towarów, są one produkowane na obszarach przemysłowych, gdzie następnie transportowane są do dzielnic handlowo-usługowych w celu ich sprzedaży mieszkańcom bądź turystom (osoby z poza miasta). Powoduje to więc, iż gdziekolwiek występują głównie dzielnice handlowe, tam i z powrotem będą jeździły ciężarówki. Do produkcji dóbr tak jak w prawdziwym świecie wykorzystuje się surowce, które jeśli nie ma ich na miejscu trzeba sprowadzić. Wszelkiego rodzaju materiały są dostarczane za pomocą każdej gałęzi transportu. Jednakże w przypadku braku występowania dostępnych pociągów lub statków transportowych, materiały są transportowane za pomocą ciężarówek, czego skutkiem jest wywarcie nacisku na sieć drogową.

W celu uniknięcia kongestii, pojazdy wybierają najmniej ruchliwą trasę oraz unikają miejsc w których ruch może najbardziej się akumulować. System sterowania gry używa również opcji wcześniejszego planowania trasy, by zapobiec blokowaniu dwóch pasów ruchu poprzez przełączanie się między nimi. Gdy ruch przestaje być płynny, wyświetlane są informacje oraz gra wskazuje nam te miejsca. Należy stworzyć taką infrastrukturę by pojazdy dotarły prosto do miejsca ich przeznaczenia.

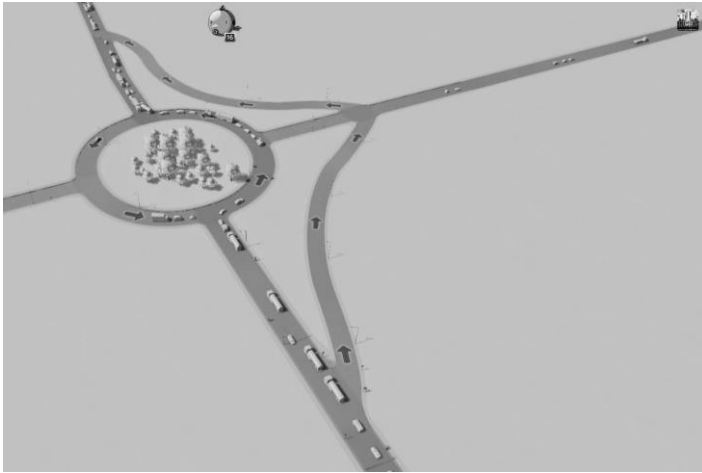
W Cities: Skylines wszystko ma ciąg przyczynowo-skutkowy. Przykładem jest działanie straży pożarnej, pojazdy mające za zadanie zgaszenie pożaru pojawią się na miejscu zdarzenia tylko wtedy, gdy drogi nie będą zatłoczone.

4. ŚWIADOMOŚĆ SPOŁECZNA JAKO CZYNNIK ZMNIEJSZAJĄCY RUCH

Jak wcześniej wspomniano nawet najlepsza symulacja, najlepiej zaprojektowana infrastruktura mogą nie sprostać współczesnym problemom. O ile pewne czynniki losowe takie jak wypadki sztuczna inteligencja byłaby w stanie uwzględnić w swoich algorytmach, to ciągły wzrost ilości pojazdów w miastach skutkowałby chęcią powiększania terenu miasta. Poniżej przedstawiony jest prosty model skrzyżowania oraz jego zaproponowana przebudowa stworzone w Cities: Skylines.



Rys. 1. Model prostego skrzyżowania przedstawiającego kongestię
Fig. 1. A model of a simple junction representing heavy traffic



Rys. 2. Poprawiony model prostego skrzyżowania eliminujący kongestję
 Fig. 2. Enhanced model of a simple junction eliminating heavy traffic

Lepsze rozwiązanie konstrukcyjne skrzyżowania upłynniło ruch, co dowodzi temu, iż im lepsze rozplanowanie w mieście tym ruch miejski zostaje odciążony. Oczywiście jest to najprostszy model z możliwych, by wskazać tę prawidłową zależność. Jednakże, gdy zwiększymy ilość pojazdów w naszej symulacji, mimo naszego dobrze rozplanowanego skrzyżowania pojawia się zator drogowy.



Rys. 3. Zator drogowy występujący w poprawionym modelu
 Fig. 3. Heavy traffic in enhanced model

Ważna jest zatem odpowiednia polityka transportowa oraz kształtowanie świadomości społeczeństwa na temat zrównoważonego rozwoju transportu. Zapoznanie ludzi z koncepcjami carpoolingu, car-sharingu czy centrami przesiadkowymi. Zachęcanie ich do korzystania z transportu publicznego. Oswojenie z myślą, iż głów-

nym powodem tłoku na drogach czy braku miejsc na parkingach jest ciągle rosnąca liczba aut.

Zastosowanie gier można także wykorzystać w nauce i kształtowaniu wiedzy na temat tego co nas otacza. Na stu graczach Cities: Skylines została przeprowadzona krótka ankieta, której wyniki znajdują się w tabeli 1.

Tab. 1. Wyniki ankiety graczy Cities: Skylines
Tab. 1. Survey's results of Cities:Skylines players

Wiek badanych	Ilość graczy	Osoby zainteresowane logistyką z poszczególnej grupy wiekowej	Osoby z poszczególnej grupy wiekowej widzące rozwiązania w swoim mieście dzięki grze
Poniżej 18lat	22%	31,82%	22,73%
18-25	64%	82,81%	92,19%
Powyżej 25 lat	14%	57,14%	78,57%

Z tabeli wynika, iż największy udział graczy to osoby w wieku 18-25 lat. To wśród tej grupy również zainteresowanie logistyką jest największe, aż 82,81%. Najmniejsze zainteresowanie występuje wśród grupy wiekowej osób poniżej 18 roku życia tylko 31,82% (warto zaznaczyć tutaj, że jest to rezultat z całości grupy czyli 22%) co daje bardzo mały wynik. Wynika to z tego, że młodzież w tym dzieci uczące się oraz nastolatki widzą w grze po prostu rozrywkę z racji ich wieku, reszta tej grupy która odpowiedziała, iż mają jakąkolwiek styczność z logistyką to osoby już trochę starsze uczęszczające np. do techników logistycznych.

Uczestnicy ankiety z grupy osób powyżej 25 lat jako najmniejsza grupa wiekowa graczy okazała się zaskoczeniem, gdyż zainteresowanie logistyką pośród tej grupy przekroczyło połowę a dokładniej 57,14%. Największa ilość osób które zauważają rozwiązania w infrastrukturze miejskiej to znów przedział 18-25 lat z wynikiem 92,19%. Również osoby powyżej 25 roku życia zauważają dużo rozwiązań dzięki grze ok.79%. Najmłodsza grupa wiekowa osiągnęła najniższy wynik 22,73%. Powód jest taki sam jak przy zainteresowaniu logistyką. Znaczna część ankietowanych w tej grupie była zbyt młoda by jakkolwiek umieć zastosować rozwiązania upłynnienia ruchu w swoim mieście. Ogólny wniosek można sformułować jako, że gra w pewien sposób wpływa i rozwija świadomość społeczną zagadnień logistyki miejskiej przy założeniu, że osoba jest na tyle dojrzała by móc zdawać sobie sprawę z pewnych problemów. Jest to również przyjemny sposób promocji, który może okazać się bardziej skuteczny w przyszłości.

5. PODSUMOWANIE

Ilość samochodów na drogach jest znacznie większa niż dekadę temu. Ciągły ruch stawia nowe wyzwania planistyczne. Zaprojektowanie odpowiedniej infrastruktury staje się coraz trudniejsze, gdyż obecne modele symulacyjne mogą okazać się niewystarczające. Rozwiązaniem może okazać się sztuczna inteligencja, która potrafiłaby agregować ogromne ilości danych. Jej rozwój jest jednak czasochłonny dlatego jednym ze sposobów jest wykorzystanie jak najbardziej odwzorowanych realistycznie gier komputerowych, gdzie następnie można by było przenieść algorytmy w celu ulepszenia programów symulacyjnych. Gry mogą być również narzędziem podnoszenia społecznej świadomości o zrównoważonym rozwoju transportu, które może być kluczowe dla problemów logistyki miejskiej.

LITERATURA

- [1] BARCIK R., BYLINKO L., „Komputerowa symulacja układów drogowych w logistyce miast”, *Logistyka* 2/2012, s. 365-374, Instytut Logistyki i Magazynowania 2012.
- [2] JÓŹWIAK A., ŚWIDERSKI A., „Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce”, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport* 2017 z.117, s. 97-108.
- [3] http://www.bit-poznan.com.pl/?page_id=639 (dostęp: 26.10.2018).
- [4] WAPPA P., „Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w logistyce”, *Ekonomia i Zarządzanie* 4/2011, s. 109-121.
- [5] YANNAKAKIS G. N., TOGELIUS J., „*Artificial Intelligence and Games*”, Springer 2018.
- [6] RIEDL, M. O., ZOOK A., „*AI for game production*” 2013 IEEE Conference on Computational Intelligence in Games CIG 2013: 1-8.
- [7] <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/06/13/artificial-intelligence-the-clever-ways-video-games-are-used-to-train-ais/#3fdb6b139474> (dostęp: 28.10.2018).

THE DEVELOPMENT OF SIMULATION AS A TOOL IN URBAN LOGISTICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE EXAMPLE OF THE CITIES:SKYLINES GAME

Key words: *urban logistics, heavy traffic, simulation, problem solving, urban barriers, city skylines, artificial intelligence, computer games*

The article presents the possibility of using artificial intelligence in simulations as a new solution to improve the flow of goods and people in the city. It also shows the dependence and interaction of the development of artificial intelligence with computer games in order to develop its algorithms. The parts of the Cities: Skylines game reflecting reality these could help in the development of artificial intelligence was presented. Additionally, the topic of using game as a research instrument which improves awareness of urban logistics' problem for common people using public or private transport was also presented.