

# Sztuczne Życie

## projekt1: Systemy wieloagentowe

Katarzyna Jóźwiak 127237, Piotr Pawlaczyk 127245 - ITI

Listopad 2019

### 1 Opis modelowanego zjawiska

Zjawiskiem, które postanowiliśmy zamodelować w ramach niniejszego projektu jest ruch drogowy w mieście. W większości miast na skrzyżowaniach ruchem sterują sygnalizacje świetlne. Często jednak mimo tego skrzyżowania korkują się. Tematem projektu będzie to jak przeciwdziałać powstawaniu tych korków.

### 2 Opis koncepcyjny modelu

Cykliczny świat będzie się składał z siatki patchy (ulic), po których będą mogły poruszać się samochody. Ilość skrzyżowań będzie zależała od wielkości świata i od nadanej odległości między drogami. Samochód będzie mógł przejechać przez skrzyżowanie tylko jeśli patch symbolizujący sygnalizację świetlną będzie zielony. Na czerwonym świetle, zgodnie z modelem rzeczywistego świata, będzie musiał czekać. Druga wersja świata, która będzie można zamodelować w ramach programu jest wspomniany wcześniej świat, w którym zamiast sygnalizacji świetlnej obowiązywać będzie zasada prawej reki (samochody zawsze będą musiały przepuścić pojazd nadjeżdżający z prawej strony).

### 3 Założenia upraszczające

Głównym założeniem upraszczającym naszego modelu będzie to, że wszystkie drogi będą jednokierunkowe i będą składały się tylko z jednego pasa ruchu. Samochody zawsze będą przejeżdżać prosto przez skrzyżowanie. Ponadto w modelu naszego miasta nie będą występować przejścia dla pieszych.

Oprócz tego kolejnym założeniem upraszczającym jest to, że w przypadku kiedy wszystkie samochody będą miały wystartować zaraz po zapaleniu zielonego nie będzie żadnych opóźnień wynikających z zagapienia się kierowcy. Każdy z samochodów będzie miał pewne przyspieszenie zależne od aktualnie modelowanej sytuacji.

Kolejnym uproszczeniem jest to, że każdy pojazd porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym, do osiągnięcia maksymalnej dopuszczalnej prędkości.

Ostatnim zastosowanym uproszczeniem jest to, że samochody zatrzymują się natychmiast (nie mają drogi hamowania - zależnej od wielu czynników jak rodzaj nawierzchni, rodzaju i zużycia opon czy panujących warunków atmosferycznych).

## 4 Lista typów użytych agentów, wraz z ich opisem

- turtle - samochody - ich ilość w mieście można regulować za pomocą parametru programu
- patch - droga - wyznaczone miejsce, po którym będą mogły poruszać się samochody
- patch - sygnalizacja świetlna - będzie przyjmować kolor czerwony lub zielony

## 5 Parametry modelu, wraz z ich opisem

Podawane parametry:

- minimalne i maksymalne współrzędne x i y świata
- liczba samochodów w świecie
- długość drogi pomiędzy skrzyżowaniami
- maksymalna dopuszczalna prędkość pojazdu
- maksymalne dopuszczalne przyspieszenie samochodu
- czas trwania zmiany świateł
- zmienna boolowska wskazująca na to, czy świat będzie modelowany z sygnalizacją świetlną czy bez
- procent wszystkich samochodów, które będą miały niższe przyspieszenie od innych (w przypadku ostatniego z eksperymentów)

Mierzone parametry:

- suma czasu postoju wszystkich pojazdów w ramach iteracji programu
- średnia prędkość pojazdów
- łączna liczba wszystkich pojazdów, które przejechały przez skrzyżowanie

## 6 Hipotezy badawcze

- Czas trwania zmiany świateł wpływa na przepustowość miasta
- Lepsze są skrzyżowania z sygnalizacją świetlną niż te z zasadą prawej ręki
- Pojazdy z mniejszą mocą silnika pogorszą przepustowość miasta

## 7 Opis implementacji modelu

Świat inicjalizowany jest w klasie `UserObserver`. Dla każdego patcha sprawdzane jest czy jego koordynaty dzieli się bez reszty przez odległość między skrzyżowaniami - jeśli tak to znaczy, że są drogą - nadawany im jest kolor biały (to po kolorze patcha rozróżniamy czy jest droga). Ponieważ patche przeglądane są w losowej kolejności, dopóki nie zostanie przekroczona zadana liczba samochodów w mieście, na patchach stawiane są auta. W przypadku chęci zamodelowania świata, w którym ruchem kieruje sygnalizacja świetlna, też jest ona inicjalizowana w metodzie `setup UserObserver'a`. W tej klasie ustawiane są też podstawowe parametry samochodów oraz to czy będą się poruszać w linii pionowej czy poziomej.

W każdym kroku funkcji `go()` odpalanej przy każdym ticku programu wybierana jest funkcja kroku, jaką ma wykonać każdy pojazd: czy ma się stosować do sygnalizacji świetlnej czy do zasady prawej ręki. Odpalana jest także funkcja patcha, która przy odpowiednim ticku programu zmienia czerwone światło na zielone i odwrotnie.

## 8 Wyniki eksperymentów

### 8.1 Badanie wpływu długości trwania zmiany świateł na ruch w mieście

Pierwszą z przebadanych przez nas hipotez było to, czy dłuższa zmiana świateł poprawia przepustowość miasta. Do przeprowadzania badania użyliśmy dwóch modeli świata:

- odległość między skrzyżowaniami wynosi 10 jednostek, świat ma rozmiar 39x39, tak więc w świecie występuje 16 skrzyżowań
- odległość między skrzyżowaniami wynosi 20 jednostek, świat ma rozmiar 79x79, tak więc w świecie również występuje 16 skrzyżowań

Takie modele świata mają na celu zbadanie rzeczywistego modelu świata (wiadoma rzecz jest, że w przypadku zwiększenia liczby skrzyżowań w mieście średnia prędkość samochodów poruszających się w mieście zmaleje).

Pierwszym parametrem, który zbadaliśmy była średnia prędkość samochodów. Jej wykres w zależności od długości zmiany świateł wygląda następująco:

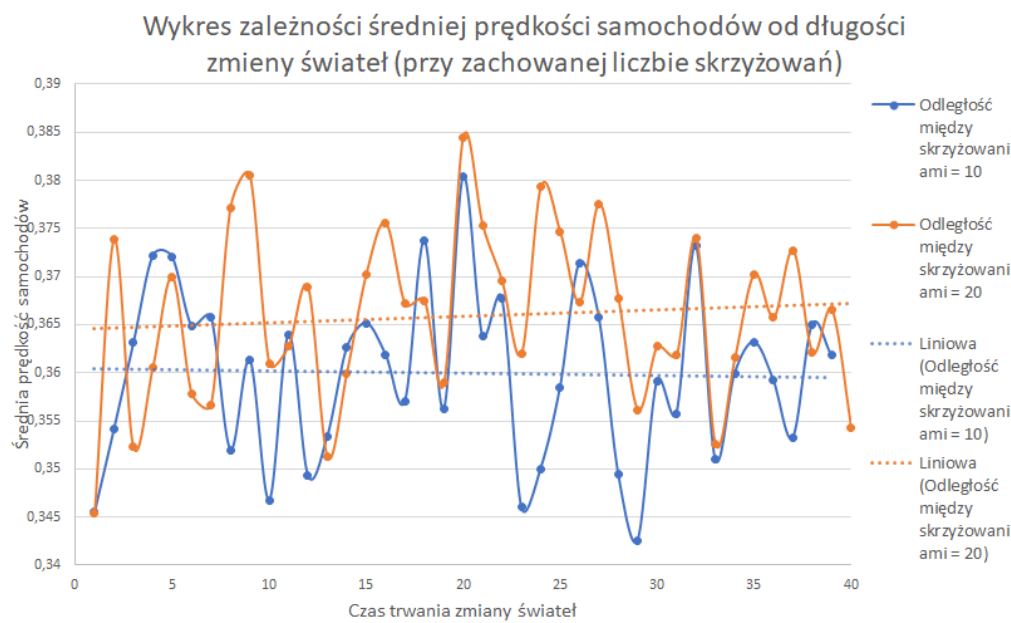


Figure 1: Wykres zależności średniej predkości samochodów od długości zmiany świateł

Na wykresie przedstawiono dwie serie danych różniące się odległościami między skrzyżowaniami. Wybrano taką wizualizację z uwagi na przypuszczenie, że w zależności od tej odległości okresy wykresu będą się wahać (przypuszczano, że prędkość samochodów będzie największa dla czasu zmiany świateł znajdującego się w granicach liczby mówiącej o odległości od siebie skrzyżowań (np. jeśli odległość od siebie skrzyżowań wynosi 10, to między skrzyżowaniami mieści się 10 aut, przypuszczano, że w takim przypadku czas zmiany świateł równy 10 pozwoli wszystkim stojącym autom na pokonanie skrzyżowania).

Z powyższego wykresu wynika, że niezależnie od odległości między skrzyżowaniami czas zmiany świateł nie ma wyraźnego wpływu na średnią prędkość samochodów. W zależności od zmiany czasu trwania prędkość średnia pojazdów waha się, nie można jednak zauważyć wyraźnego trendu.

Kolejnym badanym parametrem była suma czasu postoju wszystkich pojazdów w ramach trwania całego cyklu programu:

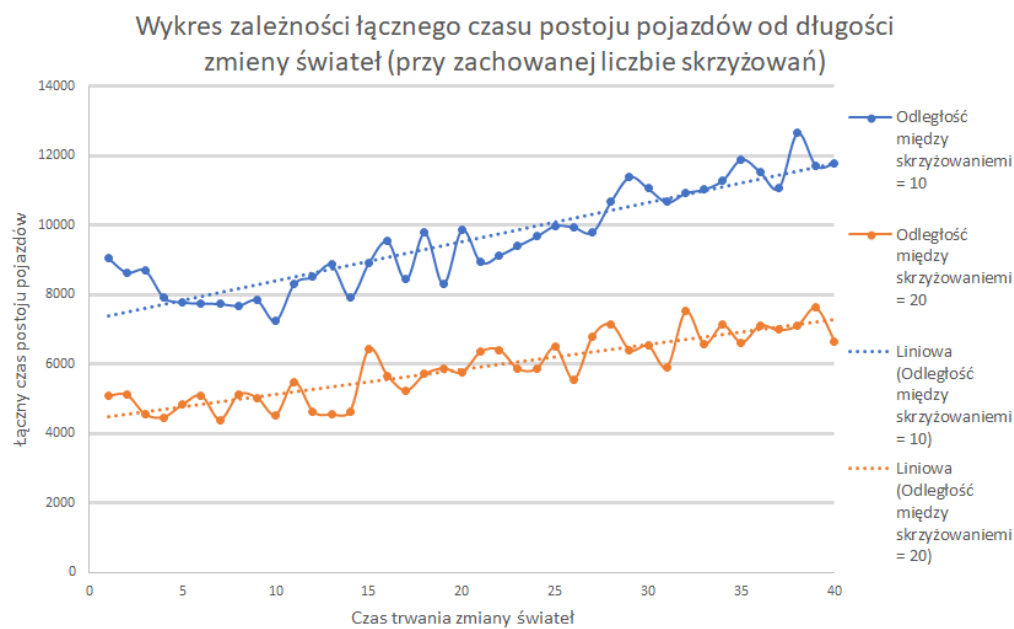


Figure 2: Wykres zależności sumy czasu postoju pojazdów od długości zmiany świateł

Możemy wyraźnie zaobserwować, że w przypadku gdy czas zmiany świateł się zwiększał, wzrastała też suma czasów postojów wszystkich samochodów.

Ostatnim z badanych w ramach niniejszego eksperymentu parametrów była łączna liczba wszystkich pojazdów, które przejechały przez skrzyżowanie.

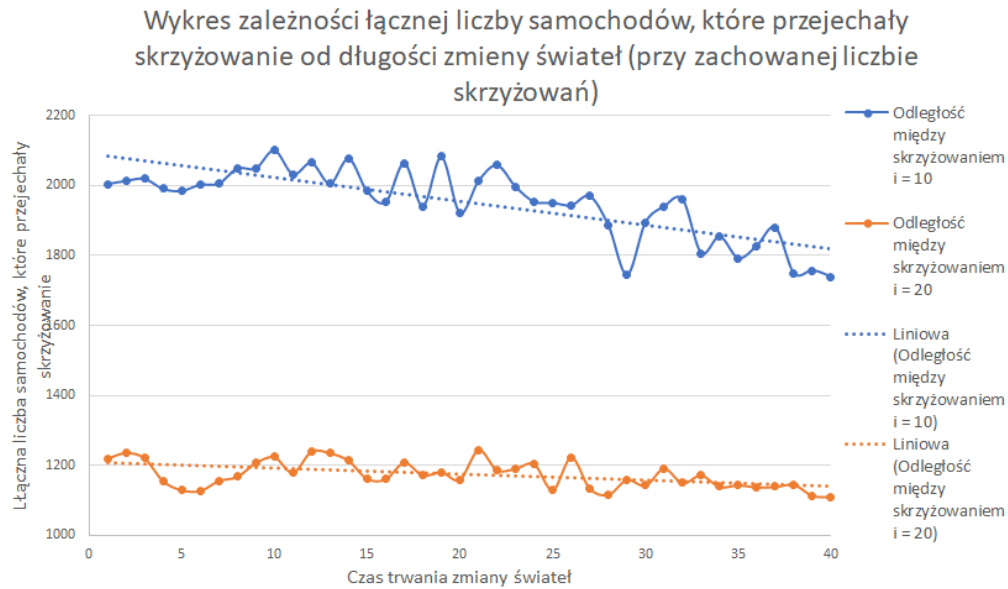


Figure 3: Wykres zależności łącznej liczby samochodów, które pokonały skrzyżowanie od długości zmiany świateł

Można zauważyć nieznaczny spadek wraz ze wzrostem czasu trwania zmiany świateł.

## 8.2 Badanie wpływu obecności sygnalizacji świetlnej na ruch w mieście

Kolejnym z przeprowadzonych eksperymentów było badanie wpływu występowania sygnalizacji świetlnej na ruch w mieście. Eksperyment przeprowadzono dla świata w rozmiarze 39x39 jednostek i odległości między skrzyżowaniami równej 9. Czas zmiany świateł podczas trwania eksperymentu wynosił 10.

Wyniki eksperymentu przedstawiliśmy w zbiorczej tabeli, w której zaprezentowano średnia pomiarów z 6-ciu eksperymentów:

rodzaj modelu/atribut	łączny czas postoju wszystkich pojazdów	średnia predkość wszystkich pojazdów	liczba tych pojazdów, które przejechały przez skrzyżowanie
z sygnalizacją świetlną	8440	0.364	2020
bez sygnalizacji świetlnej	7684	0.360	2009

Z powyższej tabeli wynika, że w przypadku skrzyżowań z panującą zasadą prawej reki zarówno łączny czas postoju wszystkich pojazdów był mniejszy.

Niemal taka sama była jednak średnia predkość wszystkich pojazdów i liczba pojazdów, które przejechały przez skrzyżowanie.

Takie dane mogą wskazywać na to, że przepustowość miasta w przypadku obu z tych rozwiązań jest taka sama. Dla skrzyżowań z zasadą prawej ręki odczucie jakości ruchu może być względnie lepsze z uwagi na to, że wprawdzie czas stania w korku jest mniejszy, ale jednak w takim układzie maksymalne predkości, jakie rozwija samochody również są mniejsze (średnia predkość w przypadku obu rozwiązań jest taka sama, jednak przy skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej samochody poruszają się dłużej ze stałą predkością a nie jak w przypadku sygnalizacji świetlnej, częściej się zatrzymuje ale w trakcie jazdy jego predkość jest wyższa).

### 8.3 Badanie wpływu występowania wolniejszych pojazdów na ruch w mieście

Ostatnim z eksperymentów było zbadanie czy pojawianie się pewnej liczby pojazdów z gorszym silnikiem (czyli mających gorsze przyspieszenie) wpływa na jakość ruchu w mieście. Badanie przeprowadzono zarówno dla skrzyżowań z sygnalizacją świetlną jak i bez niej.

Pierwszym z zanalizowanych parametrów była średnia predkość wszystkich pojazdów w mieście:

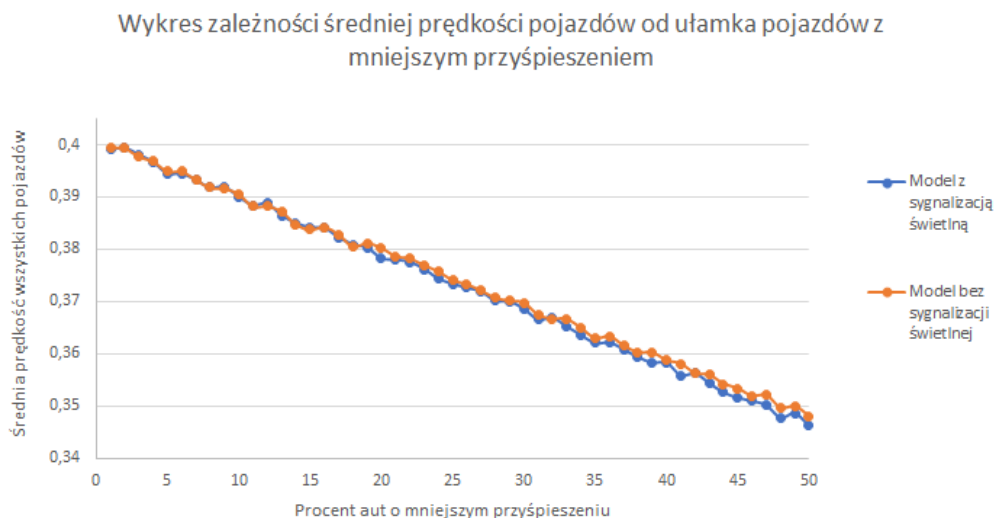


Figure 4: Wykres zależności średniej predkości samochodów od długości zmiany świateł

Jak widać, zgodnie z przypuszczeniem, zarówno w mieście, w którym ruch kierowany jest przez sygnalizację świetlną jak i ze skrzyżowaniami z panującą zasadą prawej ręki, średnia predkość samochodów maleje wprost proporcjonalnie

do procenta samochodów z niższym przyspieszeniem. Można z tego wyraźnie wywnioskować, że dodawanie większej ilości aut o mniejszym przyspieszeniu spowalnia ruch w mieście. Takie dane mogą być też jednak spowodowane tym że chociażby dla tych aut średnia predkość spada, ponieważ między skrzyżowaniami nie mogą nie zdążyć osiągnąć maksymalnej predkości (która jest dla nich taka sama jak maksymalna predkość innych pojazdów).

Kolejnym badanym parametrem jest badanie liczby zatrzymanych pojazdów.

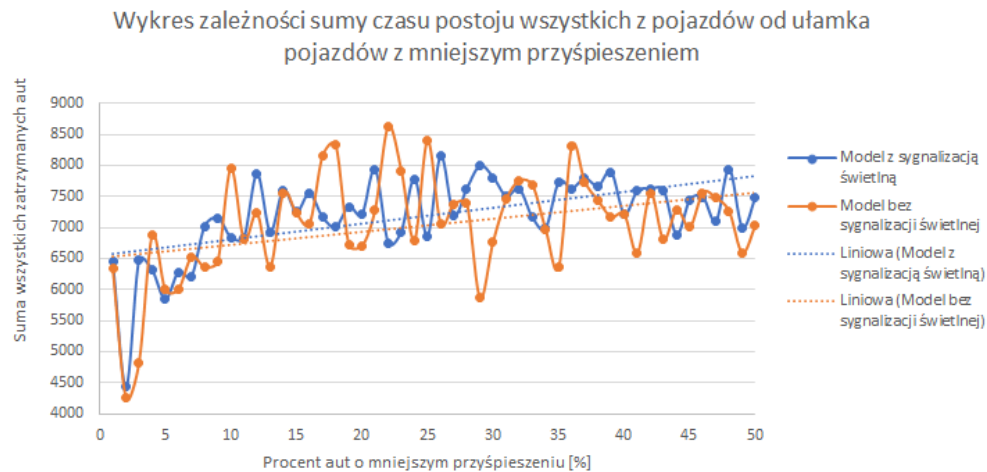


Figure 5: Wykres zależności średniej predkości samochodów od długości zmiany świateł

Z wykresu można wywnioskować, że (szczególnie dla modelu świata z sygnalizacją świetlną) widać delikatną tendencję, że im większy odsetek aut z mniejszym przyspieszeniem, tym większa suma postoju aut (czyli innymi słowy tworzą się większe korki).

Kolejnym badanym parametrem jest ilość aut, które pokonały skrzyżowanie, mogąc świadczyć o szybkości przemieszczania się z miejsca na miejsce w mieście.





Figure 6: Wykres zależności średniej predkości samochodów od długości zmiany świateł

Tutaj również widać, że im więcej pojazdów z mniejszym przyspieszeniem, tym ilość pojazdów, które przejechały przez skrzyżowanie ma tendencję do spadku.

## 9 Weryfikacja hipotez badawczych

Podsumowując wcześniejsze badania można zauważyć, że jeśli chodzi o wpływ czasu trwania zmiany świateł to nie ma wyraźnego trendu wskazującego na to jego wydłużenie wpływa na ruch w mieście.

W porównaniu modelu miasta ze skrzyżowaniami i z zasada prawej reki jakość ruchu w mieście była niezmienna niezależnie od badanego modelu.

Jeśli chodzi o hipotezę czy dodanie samochodów z mniejszym przyspieszeniem do miasta wpływa na jakość ruchu to została ona potwierdzona - tym większy ułamek takich samochodów w mieście, tym miasto bardziej się korkuje.

## 10 Weryfikacja trafności modelu

Model starał się jak najlepiej odwzorować zachowanie aut w rzeczywistym świecie. Nie jest jednak możliwe w 100% zamodelować ruchu na drogach miejskich. W rzeczywistości nie ma bowiem miast o drogach układających się w idealną siatkę i wszystkich ulicach jednokierunkowych. Takie zamodelowanie świata pozwoliło jednak na jak najlepsze zbadanie parametrów. Aby jak najlepiej zamodelować świat, w przypadku pierwszych dwóch eksperymentów każdy samochód miał losowe przyspieszenie, co również mogło zakłamywać badanie parametrów.