

Artificial City – stworzenie symulacji wirtualnego miasta (samochody oraz piesi) dla danego fragmentu miasta.

Monika Pyrek, Weronika Witek, Nikodem Korohoda

18 czerwca 2022

Spis treści

1 Temat projektu	2
2 Etapy pracy nad projektem	2
2.1 Stworzenie harmonogramu	2
2.2 Wybór odpowiedniego obszaru	2
2.3 Konwersja obszaru	3
2.4 Zebranie i przetworzenie danych	4
2.5 Wybranie odpowiedniego modelu	5
2.6 Implementacja	5
2.7 Weryfikacja i validacja	5
3 Mechanizm działania symulacji	5
3.1 Informacje ogólne	5
3.2 Generowanie samochodów i pieszych	5
3.3 Samochody	6
3.3.1 Wyznaczanie ścieżek ruchu	6
3.3.2 Obliczanie prędkości	6
3.3.3 Wykonanie ruchu	6
3.4 Piesi	6
3.4.1 Wyznaczanie ścieżek ruchu	6
3.4.2 Prędkość pieszych	6
3.4.3 Wykonywanie ruchu, a sygnalizacja	6
4 Bibliografia	7

1 Temat projektu

Celem projektu było stworzenie symulacji pewnego fragmentu miasta. Zawiera ona zawierać ruch samochodów oraz pieszych oraz możliwe blisko odpowiadać rzeczywistości.

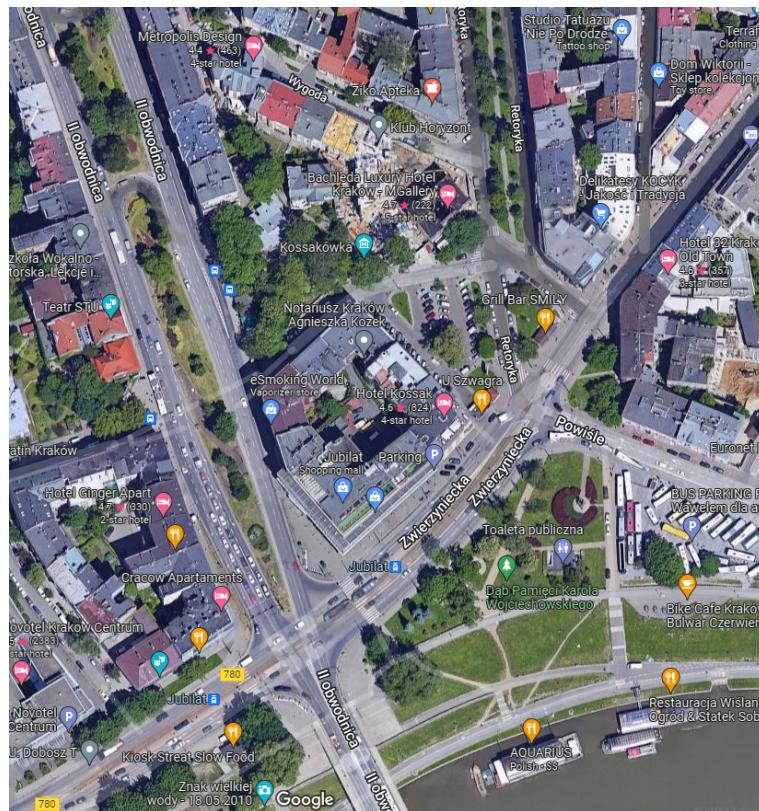
2 Etapy pracy nad projektem

2.1 Stworzenie harmonogramu

W pierwszej kolejności, po analizie ilości czasu na wykonanie projektu, spisano jak powinny wyglądać postępy w naszej pracy.

2.2 Wybór odpowiedniego obszaru

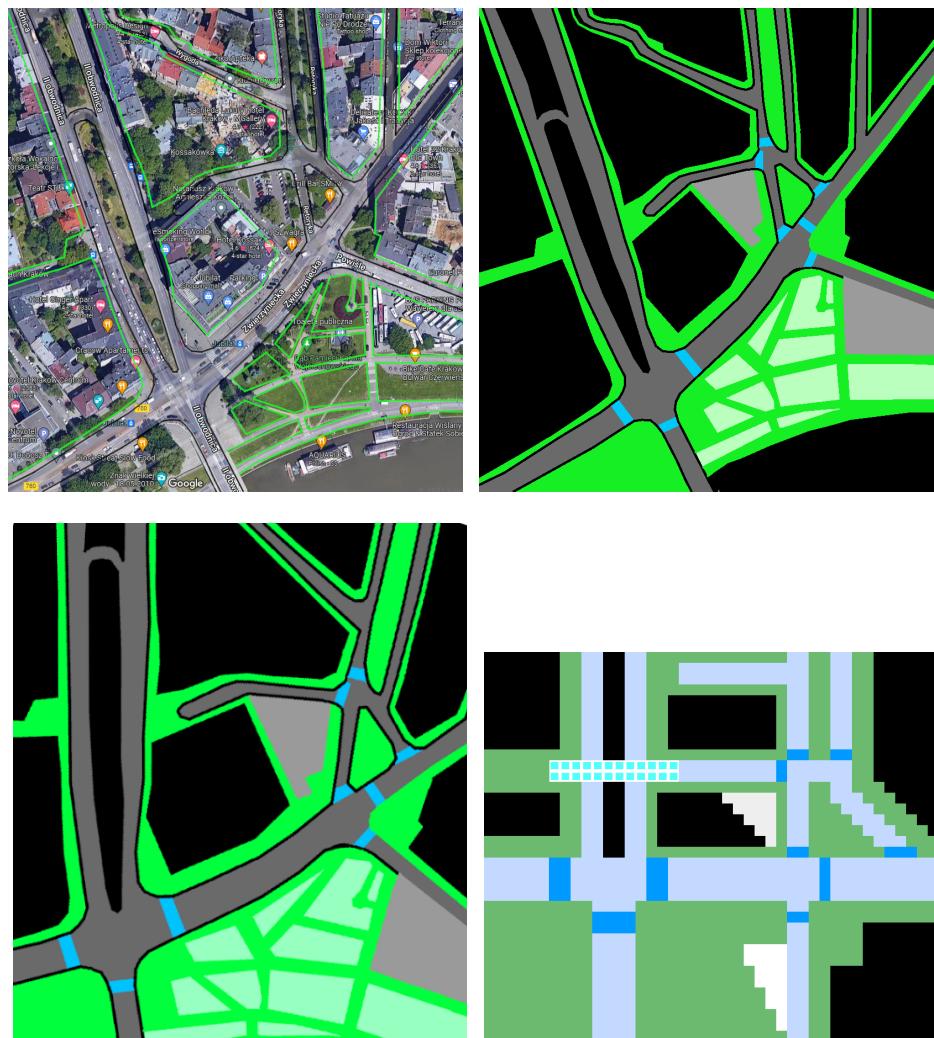
Wybrany został poniższy obszar Krakowa, jako że z jednej strony nie jest zbyt wielki, zaś z drugiej zawiera różnorodne ulice oraz większe skrzyżowanie.



Rysunek 1: Zrzut ekranu z Map Google

2.3 Konwersja obszaru

Przerobiono nieznacznie obszar oraz zapisano go w rozłożeniu na siatce kwadratowej. Miało to na celu łatwiejsze zastosowanie automatu komórkowego w kolejnych krokach. Wyróżniliśmy również poszczególne typy obszarów (np. ulica, przejście dla pieszych, chodnik)



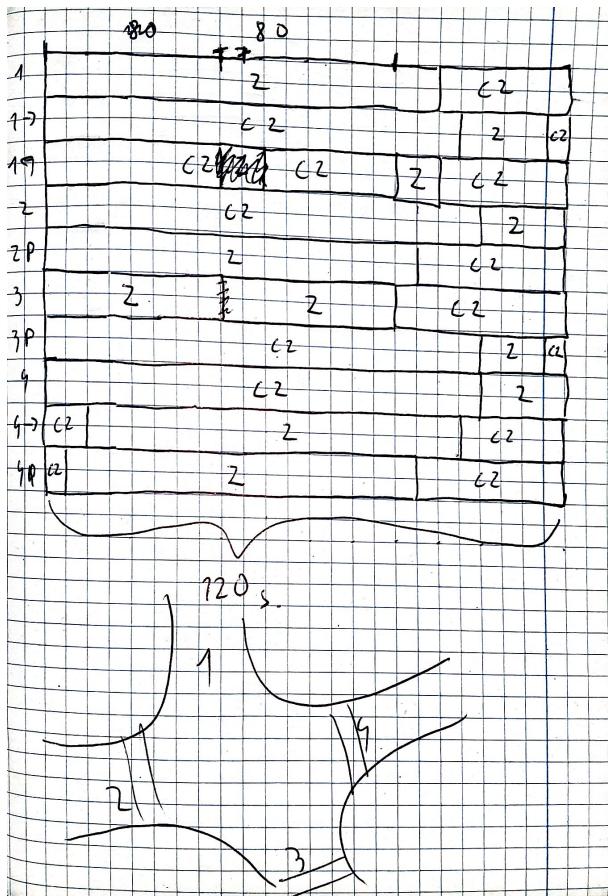
Rysunek 2: Etapy konwersji

2.4 Zebranie i przetworzenie danych

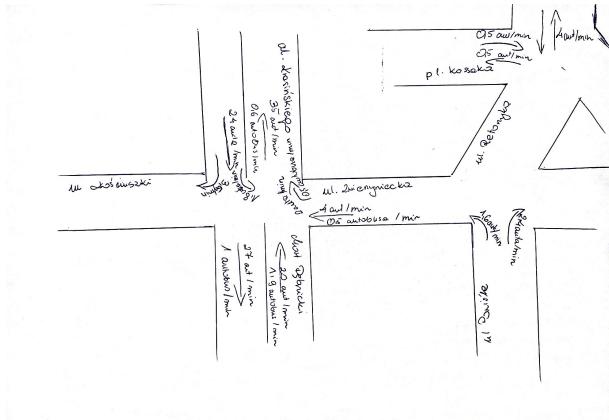
Zebralismy kilkanaście próbek z różnych fragmentów wybranego obszaru, po czym przenalizowano je w celu uzyskania informacji takich jak długość cykli świecił, gęstość ruchu samochodowego oraz częstotliwość skręcania aut.



Rysunek 3: Punkty zbierania próbek



Rysunek 4: Cykl światel



Rysunek 5: Przepływ samochodów

2.5 Wybranie odpowiedniego modelu

Zdecydowano się na skorzystanie z ruchu samochodów i pieszych opartego na siatce statycznej. W naszym modelu pomijana zostaje możliwość wyprzedzania dla samochodów ze względu na brak dłuższych odcinków prostych na których byłoby to możliwe w wybranym obszarze.

Ruch oparty jest w znacznej mierze na modelu Nagela-Schreckenberga, a przy wyznaczaniu ścieżek korzystamy z siedzistwa Moore'a.

Szczegółowy opis modelu znajduje się niżej.

2.6 Implementacja

Model zaimplementowano w języku Java z użyciem biblioteki wizualnej Swing

2.7 Weryfikacja i walidacja

Kolejnym krokiem było zweryfikowanie czy stworzony model odpowiada rzeczywistości w wystarczającym stopniu. W tym celu skorzystano z pobranych na początku pracy nagrań oraz ich analizy w celu zweryfikowania czy samochody poruszają się zgodnie z ruchem drogowym.

3 Mechanizm działania symulacji

3.1 Informacje ogólne

W naszym modelu piesi i samochody są modelowani za pomocą automatów komórkowych na siatce statycznej. Oznacza to, że każdy z nich podejmuje decyzje niezależnie, na podstawie mapy.

Każdy z nich też ma na początku przypisywany cel znajdujący się na brzegu mapy i odpowiadającą mu siatkę statyczną.

Symulację można podzielić na kilka etapów:

- Generowanie nowych samochodów i pieszych.
- Ruch pieszych.
- Ruch samochodów.
- Sprawdzenie czy piesi i samochodu osiągneli swój cel.

3.2 Generowanie samochodów i pieszych

Zarówno nowi piesi jak i samochody są generowani na brzegach mapy na której przeprowadzana jest symulacja. W przypadku samochodów, każdy z punktów brzegowych ma prawdopodobieństwo pojawiennia się nowego w iteracji, wyznaczone na podstawie danych, listę możliwych punktów docelowych i listę prawdopodobieństw wybrania danego punktu. W przypadku pieszych każdy z punktów brzegowych ma jednakowe prawdopodobieństwo pojawiennia się pieszego, a także każdy punkt docelowy ma jednakowe prawdopodobieństwo wybrania.

3.3 Samochody

3.3.1 Wyznaczanie ścieżek ruchu

W każdej iteracji symulacji dla każdego samochodu wyznaczana jest najdłuższa możliwa ścieżka na podstawie pola statycznego. Dla punktu w którym się on aktualnie zajmuje wyznacza się sąsiadów z najwyższą wartością pola i spośród nich losuje kolejne punkt. W punkcie tym powtarza się proces i w ten sposób konstruuje ścieżkę, kończąc ją jeśli następne pole jest niedostępne dla samochodu lub długość ścieżki jest równa prędkości maksymalnej.

3.3.2 Obliczanie prędkości

Podczas obliczania prędkości samochodu skorzystano z dwóch wzorów[1]. Pierwszy nakłada ograniczenie na prędkość wynikającą z przeszkód znajdujących się przed samochodem, takich jak piesi, inne pojazdy i światła.

$$V_p(s) = \begin{cases} 0, & \text{dla } s = 0 \\ \max(1, \min(s, \sqrt{2 * s * 3})) & \end{cases}$$

gdzie:

$V_p(s)$ - maksymalna prędkość w następnej iteracji

s - długość wyznaczonej cieżki

Drugi ze wzorów pozwala wyznaczyć prędkość samochodu w kolejnej iteracji na podstawie obliczonego wcześniej ograniczenia i aktualnej prędkości.

$$V(i, t + 1) = \min(V_p(s), V(i, t) + a)$$

gdzie:

$V(i, t + 1)$ - prędkość w kolejnej iteracji dla auta i

$V(i, t)$ - obecna prędkość dla auta i

a - stała wartość przyspieszenia

3.3.3 Wykonanie ruchu

Wykonanie ruchu następuje po tym jak wszystkie samochody w symulacji wyznaczyły ścieżkę. Polega on na przesunięciu samochodu na punkt będący v-tym elementem ścieżki, gdzie v, to aktualna prędkość samochodu.

3.4 Piesi

3.4.1 Wyznaczanie ścieżek ruchu

Ruch danego pieszego jest definiowany na podstawie punktu startowego oraz punktu końcowego. Obie pozycje wybrane z wszystkich możliwych punktów wyjścia i wejścia pieszych. Na podstawie pola statycznego punktu docelowego wyznaczyliśmy drogę pieszego, którego mechanizm został przedstawiony w podpunkcie 3.3.1..

3.4.2 Prędkość pieszych

Pieszemu na początku symulacji przypisano prędkość 1 lub 2 w zależności od wylosowanej liczby. Jest ona stała przez cały czas jego drogi.

3.4.3 Wykonywanie ruchu, a sygnalizacja

Pieszy przesuwa się o odpowiednią ilość kratek zgodnie ze swoją prędkością. Jeżeli najmniejsze pole statyczne w sąsiedztwie aktualnie zajmowanego punktu jest polem z sygnalizacją świetlną, pieszy sprawdza jakiego koloru jest zaświecone światło. Jeżeli jest ono czerwone lub migająco zielone, czeka on na światło zielone. W przypadku wejścia na pasy na świetle zielonym, pieszy opuszcza jezdnie nie zważając na kolor sygnalizacji.

4 Bibliografia

- [1] A. Bielecki, M. Bielecka, J. Wąs, Z. Markiewicz "System modelowania i analizy ruchu miejskiego z wykorzystaniem do inteligentnego sterowania ruchem"