Symulacja ruchu drogowego na przykładzie ronda Grunwaldzkiego w Krakowie

Projekt zespołu 05 na przedmiot

Symulacja Systemów Dyskretnych

Łukasz Łabuz
Dawid Małecki
Mateusz Mazur

13 grudnia 2023

Postępy prac

Prace wykonane na rzecz projektu w okresie od ostatniego spotkania

1. Finalizacja prac nad modelem formalnym
2. Stworzenie dokumentu z opisem modelu formalnego
3. Rozpoczęcie implementacji modelu formalnego
4. Implementacja GUI symulatora

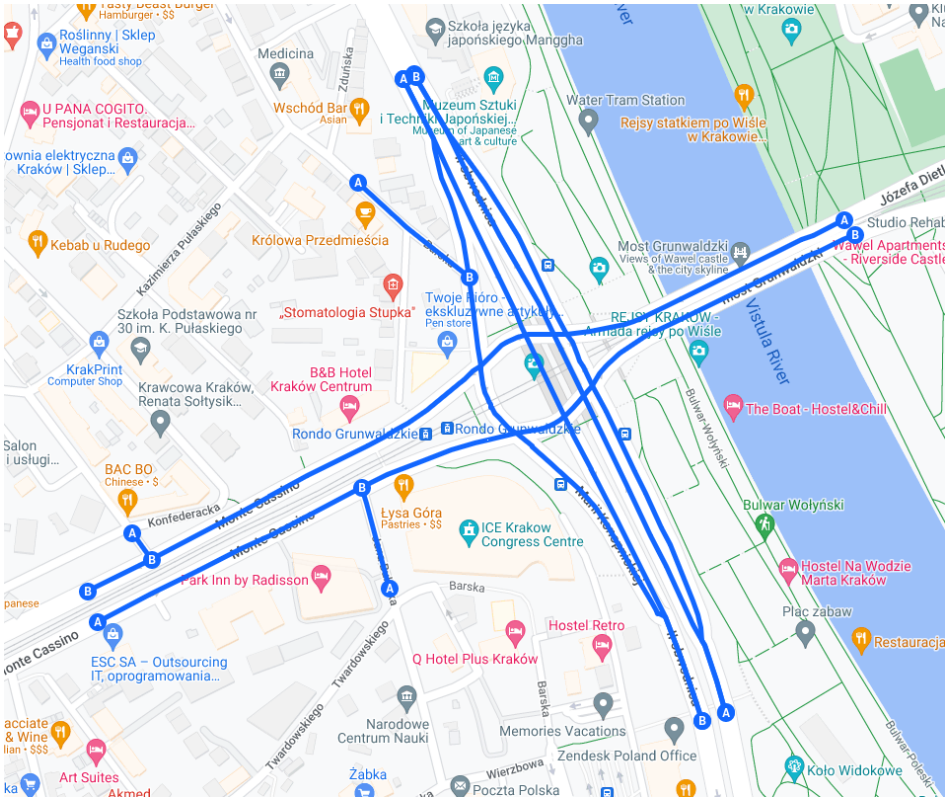
Zestawienie osób i wykonanych przez nie zadań

Zadanie	Łukasz Łabuz	Dawid Małecki	Mateusz Mazur
Finalizacja prac nad modelem formalnym	✓	✓	✓
Stworzenie dokumentu z opisem modelu formalnego			✓
Rozpoczęcie implementacji modelu formalnego	✓	✓	✓
Implementacja GUI symulatora			✓

Model formalny

Przypomnienie celu projektu

Celem projektu jest stworzenie modelu symulacyjnego ruchu drogowego na rondzie Grunwaldzkim w krakowie.



Rysunek 1: Obszar symulacji. Źródło: Google My Maps

Materiały źródłowe

Kwerenda literaturowa naszego projektu została podzielona na dwie sekcje - główną oraz pomocniczą.

Materiały z sekcji głównej stanowią podstawę naszego modelu formalnego, natomiast materiały z sekcji pomocniczej są dodatkowymi źródłami informacji, które mogą okazać się przydatne w trakcie jego implementacji.

Główne materiały źródłowe

- Gora P. *Adaptacyjne planowanie ruchu drogowego* [1]
- Rasouli A. *Pedestrian Simulation: A Review* [2]

Skale oraz technika symulacji

W materiale [2] przedstawione zostały definicje różnych skal oraz technik symulacji.

W naszym projekcie wykorzystujemy następujące:

Techniki symulacji

Model komórkowy - model polegający na dyskretyzacji obszarów, na których poruszają się symulowane jednostki. Według założenia, każda z nich może zajmować jedną komórkę na siatce w danym momencie. W każdym kroku symulacji, jednostki mogą zmienić swoją pozycję na sąsiednią komórkę.

Skale symulacji

Agent-Based - skala, w której każda jednostka jest rozróżnialna, ma własne, zdefiniowane statystyki oraz zbiór możliwych do podjęcia decyzji. Na jej zachowanie ma wpływ otoczenie, infrastruktura czy też inne jednostki.

Entity-Based - skala, w której jednostki są z założenia nierozróżnialne. Nie wyróżniają się niczym. Zachowują się według ściśle ustalonych reguł. Nie mają wpływu na otoczenie.

Elementy modelu formalnego

Automat komórkowy

W naszym modelu formalnym wykorzystujemy definicję automatu komórkowego przedstawioną w [1] - rysunek 2.

Definicja 1.3.1. ***Automat komórkowy*** *to krotka:*

$$CA =< T, C, N, S, S_0, F >, \tag{1.1}$$

gdzie:

- T *- Przedział czasu, w którym odbywa się ewolucja automatu* ($T = \{0, 1, 2, \ldots, T_{MAX}\}$, *gdzie* $T_{MAX} \in \mathbb{N} \cup \{\infty\}$)
- C *- Zbiór komórek*
- $N : C- > \mathcal{P}(C)$ *- Funkcja, która każdej komórce ze zbioru C przyporządkowuje jej otoczenie*
- S *- Zbiór możliwych stanów komórek*
- $S_0 : C- > S$ *- Początkowa konfiguracja komórek (stan komórek w chwili* $t = 0$)
- $F : T \times C- > S$ *- Reguła przejścia, taka że* $\forall_{c \in C} \forall_{t \in T}\ c_{t+1} = F(t, c)$, *gdzie* c_t *- stan komórki c w chwili* $t \in T$.

Rysunek 2: Definicja Automatu komórkowego przedstawiona w [1]

Jednostki

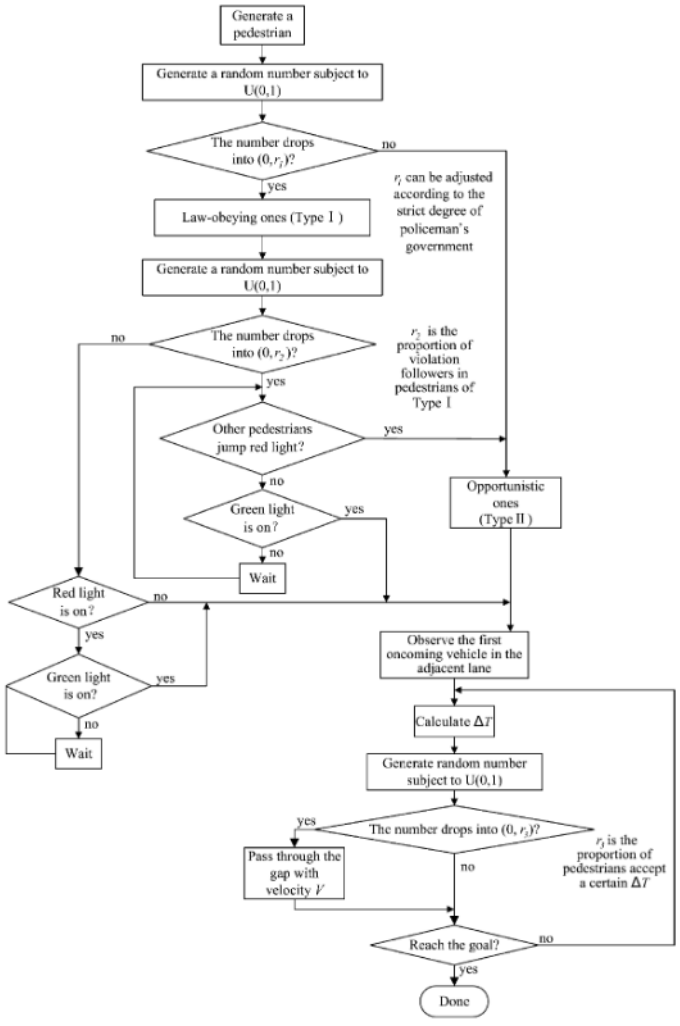
Algorytmy zachowania jednostek, które wchodzą w skład naszego modelu, przedstawiają następujące rysunki:

- pojazdy - rysunek 3
- piesi - rysunek 4
- sygnalizacja świetlna - rysunek 5.

Algorithm 2 Algorytm ruchu pojazdu *car* w kroku *t*

```
Require: G = (V, E), t ∈ T, car ∈ CARS(t), turnPenalty, crossroadPenalty, prob
  increaseVelocity(car, t);
  if stopOnSignal(car, t) then
    reduceVelocityOnSignal(car, t)
  else
    if turnOnCrossroad(car, t) then
      reduceVelocity(car, t, turnParameter);
    else
      if crossroad(car, t) then
        reduceVelocity(car, t, crossroadParameter);
      end if
    end if
  end if
  if shouldChangeLane(car, t) then
    changeLane(car, t);
  end if
  safeReduceVelocity(car, t)
  with probability prob: reduceVelocity(car, t);
  makeMove(car, t);
```

Rysunek 3: Algorytm ruchu pojazdów przedstawiony w [1]



Rysunek 4: Algorytm ruchu pieszych przedstawiony w [2]

Algorithm 1 Algorytm przejścia dla sygnalizacji świetlnej s w kroku t

Require: $s \in SIGNALS(G), t \in T$
Ensure: $state(s, t+1) \in \{GREEN, RED\}$
  if $t_{change}(s) > 0$ **then**
    $t_{change}(s) := t_{change}(s) - 1$
    $state(s, t+1) := state(s, t)$
    return $state(s, t+1)$
  else
    if $state(s, t) = RED$ **then**
      $t_{change}(s) := t_{green}(s)$
      $state(s, t+1) := GREEN$
    else
      $t_{change}(s) := t_{red}(s)$
      $state(s, t+1) := RED$
    end if
    return $state(s, t+1)$
  end if

Rysunek 5: Algorytm działania sygnalizacji świetlnej przedstawiony w [1]

Podsumowanie

Praca [1], oprócz wyżej wymienionych definicji i algorytmów (Rysunki 2, 3, 5), zawiera również szerokie opisy poszczególnych elementów modelu oraz ich zachowań.

Praca [2] zawiera krótki, ale konkretny opis algorytmu ruchu pieszych oraz ich zachowania.

Na bazie tych materiałów, stworzyliśmy model formalny, który posłuży nam jako podstawa implementacji symulatora.

Model formalny

Nasz model jest połączeniem elementów z obu prac.

Dzięki obszernym opisom z pracy [1] łatwo było nam zrozumieć, jak poszczególne elementy modelu powinny ze sobą współpracować oraz jak, do modelu przedstawionego przez jego autora, dodać symulację pieszych z pracy [2].

Stworzenie aplikacji symulacyjnej na podstawie tak przygotowanego modelu nie powinno zatem stanowić problemu. Potwierdzają to dotychczasowe postępy prac.

Implementacja symulatora

Minione zadanie - Próba implementacji prostego modelu NaSch

Jakiś czas temu postanowiliśmy spróbować zaimplementować prosty model NaSch, aby lepiej zapoznać się z biblioteką *CellPyLib* oraz problematyką projektu.

Wyniki zadania pokazały, że implementacja modelu NaSch nie jest trudna, ale biblioteka *CellPyLib* nie nadaje się idealnie do implementacji tego typu modelu.

Po dalszej analizie zdecydowaliśmy się zrezygnować z biblioteki *CellPyLib* i zaimplementować model samodzielnie.

Aktualny stan prac

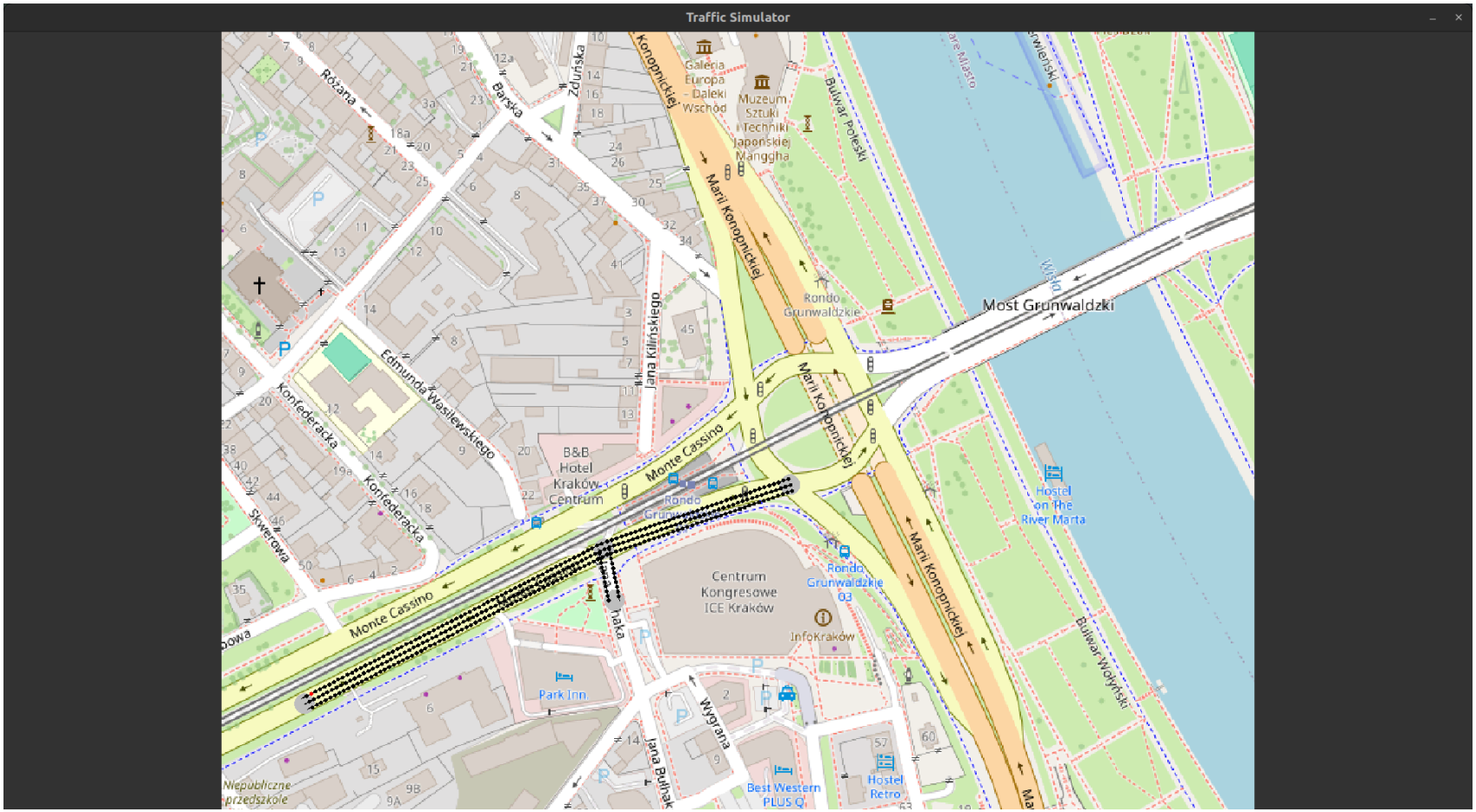
W trakcie ostatnich dwóch tygodni udało nam się zaimplementować podstawowe elementy składowe modelu formalnego.

Naszą uwagę skupiliśmy głównie na implementacji GIU symulatora, aby móc w łatwy sposób testować działanie naszego modelu.

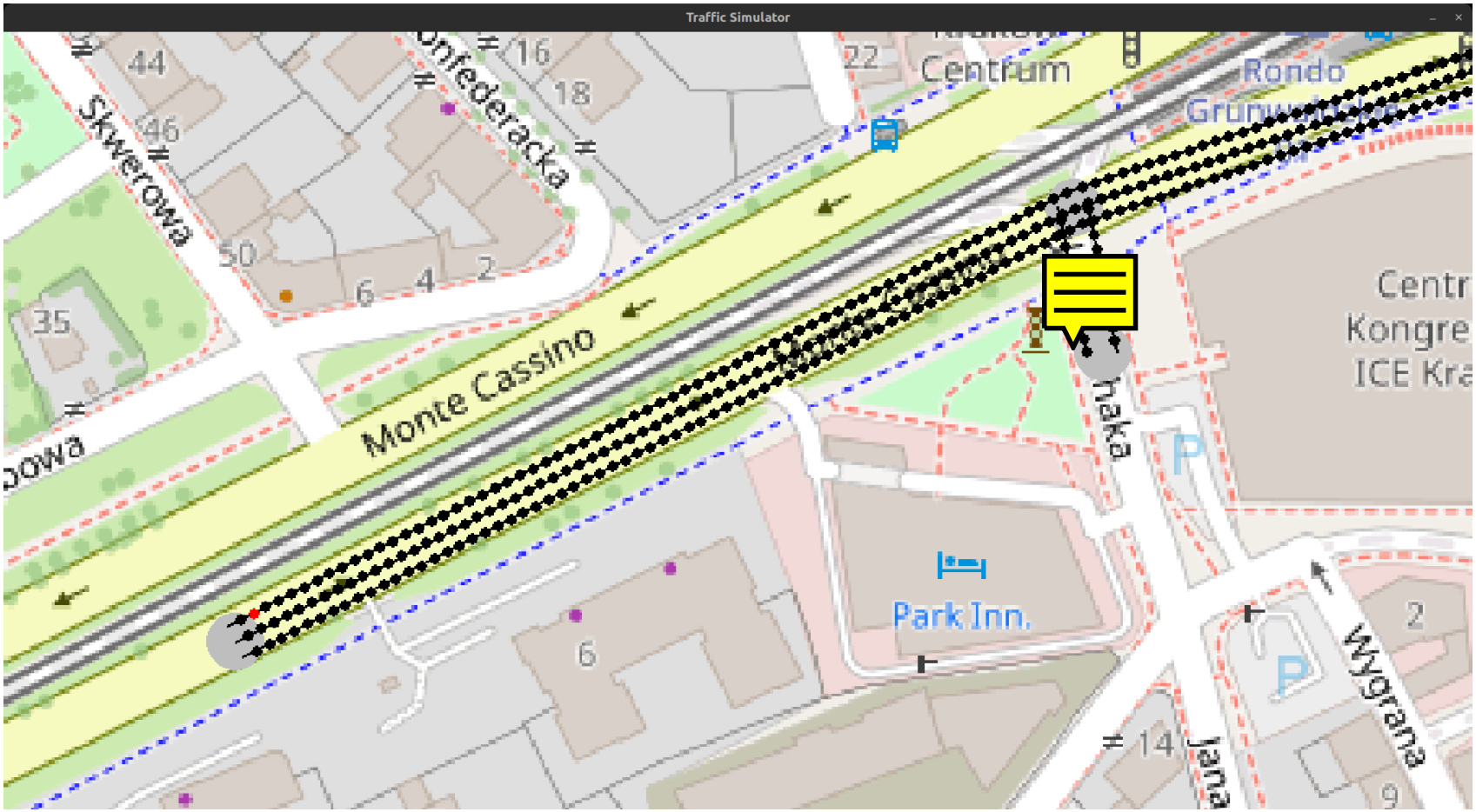
GUI symulatora

Nowe GUI symulatora zostało wykorzystuje o bibliotekę *Pygame*.

Umożliwia ono wyświetlanie stanu symulatora w czasie rzeczywistym. Możliwe jest przybliżanie (klawisze *z*,*c*) i przesuwanie widoku widoku (*strzałki*). Obecny wygląd GUI symulatora przedstawiają rysunki 6 oraz 7.



Rysunek 6: GUI symulatora - widok ogólny. Dla zwiększenie czytelności graf dróg jest nanoszony na obraz z map (źródło: OpenStreetMap). Wierzchołki grafu (skrzyżowania) przedstawione są jako szare punkty. Krawędzie składają się z co najmniej jednej, kropkowanej linii. Linie obrazują pasy ruchu, a kropki komórki automatu.



Rysunek 7: GUI symulatora - widok przybliżony. Dla zwiększenie czytelności graf dróg jest nanoszony na obraz z map (źródło: OpenStreetMap). Wierzchołki grafu (skrzyżowania) przedstawione są jako szare punkty. Krawędzie składają się z co najmniej jednej, kropkowanej linii. Linie obrazują pasy ruchu, a kropki komórki automatu.

Pytania

Dziękujemy za uwagę

Bibliografia

Bibliografia

[1] Gora, P. 2010. *Adaptacyjne planowanie ruchu drogowego*. Uniwersytet Warszawski, Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki.

[2] Rasouli, A. 2021. Pedestrian simulation: A review. *arXiv preprint arXiv:2102.03289*. (2021).