НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет прикладної математики

Кафедра прикладної математики

Курсова робота

із дисципліни «Математичне моделювання»

на тему

«Моделювання світлофору»

|  |  |
| --- | --- |
| Виконав:  студент групи КМ-91  Ігнатенко М.О. | Керівник:  доцент  Норкін В.В. |

Київ – 2022

Постановка задачі

**Об’єктом дослідження** є метод моделювання світлофору та трафіку та їх математичне підгрунтя.

**Предметом дослідження** є метод моделювання світлофору та трафіку.

Для досягнення мети роботи потрібно вирішити такі завдання:

1) Провести огляд існуючих теоретичних інструментів та існуючих засобів моделювання;

2) Розробка моделі та ПЗ;

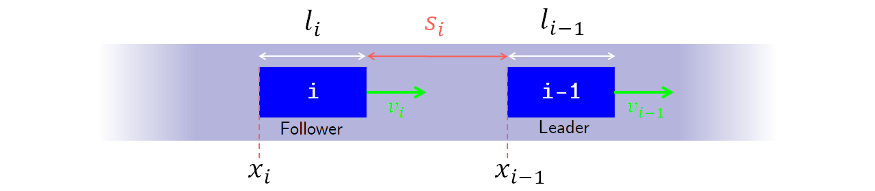
**Метою роботи** є моделювання світлофору та трафіку .

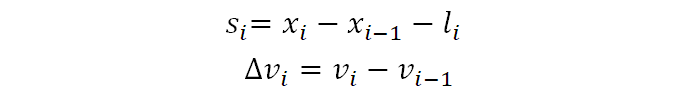
**Кінцевим результатом** роботи є модель та ПЗ, що реалізує потік трафіку та роботу світлофорів.

Теоретичні відомості

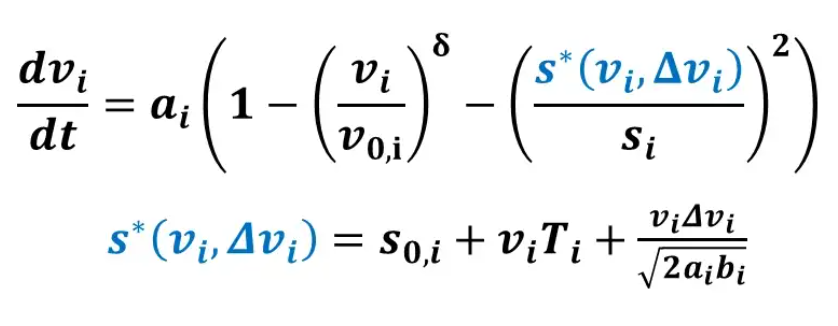
Мікроскопічна модель водія описує поведінку одного водія/транспортного засобу. Як наслідок, це має бути багатоагентна система, тобто кожен транспортний засіб працює сам по собі, використовуючи дані свого середовища.

У мікроскопічних моделях кожен транспортний засіб має номер i. За (i-1)-м транспортним засобом слідує i-й транспортний засіб. Для i-го автомобіля позначимо через xᵢ його положення на дорозі, vᵢ його швидкість і lᵢ його довжину. І це стосується кожного автомобіля.





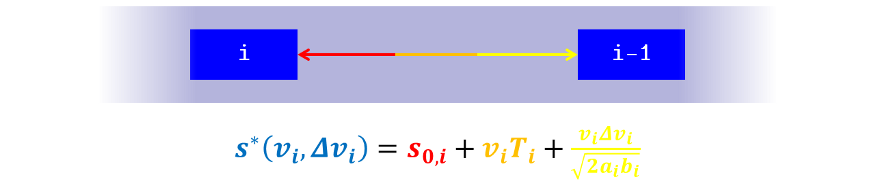
У 2000 році Treiber, Hennecke et Helbing розробили модель, відому як модель інтелектуального водія. Вона описує прискорення i-го транспортного засобу як функцію його змінних і змінних транспортного засобу попереду. Рівняння динаміки визначається як:



Параметри:

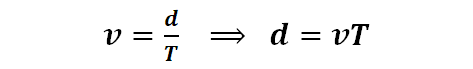
1. s₀ᵢ : мінімальна бажана відстань між транспортним засобом i та i-1
2. v₀ᵢ : максимальна бажана швидкість транспортного засобу i.
3. δ: це показник прискорення, який контролює «плавність» прискорення.
4. Tᵢ : час реакції водія i-го автомобіля.
5. aᵢ : максимальне прискорення транспортного засобу i.
6. bᵢ : комфортне уповільнення транспортного засобу i.
7. s\* : фактична бажана відстань між транспортним засобом i та i-1.

Спочатку ми розглянемо s\*, яке є відстанню і складається з трьох членів.



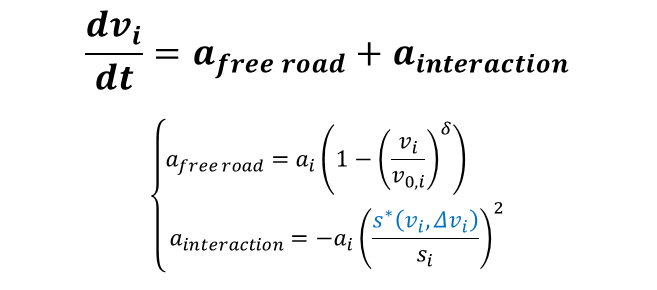
* s₀ᵢ : як було сказано раніше, це мінімальна бажана відстань.
* vᵢTᵢ : безпечна відстань часу реакції. Це відстань, яку транспортний засіб проїжджає до того, як водій зреагує (загальмує).

Оскільки швидкість — це відстань у часі, відстань — це швидкість, помножена на час.

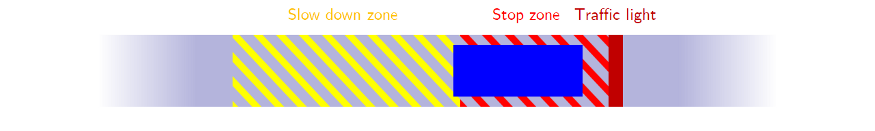


* (vᵢ Δvᵢ)/√(2aᵢ bᵢ) : це дещо складніший термін. Це безпечна відстань на основі різниці швидкостей. Він являє собою відстань, яку транспортний засіб має сповільнити (без удару про транспортний засіб попереду), без занадто сильного гальмування (уповільнення має бути менше bᵢ).

Передбачається, що транспортні засоби рухаються по прямій траєкторії та підкоряються такому рівнянню:

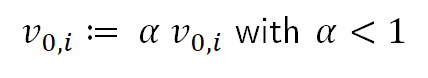


Світлофори

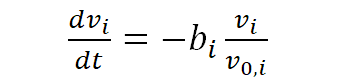


Світлофори розміщуються у вершинах і характеризуються двома зонами:

* Зона уповільнення: характеризується відстанню уповільнення та коефіцієнтом уповільнення, це зона, у якій транспортні засоби знижують максимальну швидкість, використовуючи коефіцієнт уповільнення.



* Зона зупинки: характеризується зупинковою дистанцією, це зона, в якій зупиняються транспортні засоби. Це досягається за допомогою амортизаційної сили через це рівняння динаміки:



Опис програми

Кожен транспортний засіб і дорога буде визначено як клас.

Ми будемо використовувати наступну функцію \_\_init\_\_ неодноразово в багатьох майбутніх класах. Він встановлює стандартну конфігурацію поточного класу за допомогою функції set\_default\_config. Очікує словник і встановлює кожну властивість у словнику як властивість для поточного екземпляра класу. Таким чином, нам не доведеться турбуватися про оновлення функцій \_\_init\_\_ різних класів або про зміни в майбутньому.

Ми створимо клас Road, і нам знадобляться довжина дороги, а також косинус і синус її кута під час малювання на екрані.

Клас Simulation в якому наявні кілька методів додавання доріг до симуляції. Ми повинні відображати нашу симуляцію на екрані в режимі реального часу. Для цього ми будемо використовувати pygame. Є створений клас Window, який очікує клас Simulation як параметр.

Я визначив кілька функцій малювання, які допомагають малювати основні фігури.

Метод loop створює вікно pygame і викликає метод draw і параметр loop кожного кадру. Це стане в нагоді, коли нашу симуляцію потрібно оновлювати кожен кадр.

Я об’єднав усі файли в папці під назвою trafficSimulator із файлом \_\_init\_\_.py, імпортуючи всі імена класів.

Константи сигналу світлофора є:

self.cycle — це масив кортежів, що містить стани (True для зеленого та False для червоного) для кожної дороги, заданої в self.roads.

У конфігурації за замовчуванням (False, True) означає, що перша частина дороги червона, а друга – зелена. (True, False) протилежне.

Цей підхід використовується тому, що він легко масштабується. Ми створюємо світлофори, які включають більше 2 доріг, світлофори з окремими сигналами для правого та лівого поворотів або навіть для синхронізованих сигналів світлофора на кількох перехрестях.

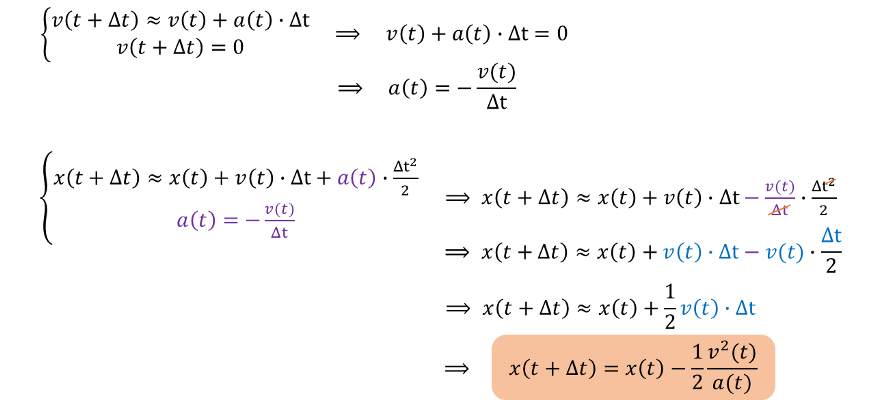
Передбачається, що функцію оновлення сигналу світлофора можна налаштувати. Його поведінка за замовчуванням — симетричний цикл із фіксованим часом.

Ми будемо використовувати ряди Тейлора для наближення розв’язку рівнянь динаміки.

IMG_256

Нестабільність виникає, коли швидкість є від’ємною, а положення та швидкість розходяться у від’ємну нескінченність.

Щоб подолати цю проблему, щоразу, коли ми прогнозуємо від’ємну швидкість, ми встановлюємо її дорівнює нулю та виходимо звідти:



VehicleGenerator має масив кортежів, що містять (odds, vehicle) .

Першим елементом кортежу є вага (а не ймовірність) створення транспортного засобу в тому самому кортежі. Я використовував ваги, тому що з ними легше працювати, оскільки ми можемо використовувати просто цілі числа.

Наприклад, якщо у нас є 3 транспортні засоби з вагою 1 , 3 , 2 . Це відповідає 1/6, 3/6, 2/6 з 6=1+3+2.

Для реалізації цього використовуємо наступний алгоритм:

Згенеруйте число r між 1 і сумою всіх ваг. Хоча r невід’ємне: треба переглянути всі можливі транспортні засоби та відняти їх вагу в кожній ітерації..

Якщо у нас є ваги: W₁, W₂, W₃ - цей алгоритм призначає номери від 1 до W₁ першому транспортному засобу, номери між W₁ і W₁+W₂ — другому транспортному засобу та номери між W1+W₂+W3 — третьому транспортному засобу.

Щодо того, коли додавати транспортний засіб, властивість last\_added\_time оновлюється до поточного часу кожного разу, коли генератор додає транспортний засіб. Коли проміжок часу між поточним часом і last\_added\_time перевищує період створення транспортного засобу, транспортний засіб додається.

Період додавання транспортних засобів дорівнює 60/vehicle\_rate , тому що vehicle\_rate вказано у транспортних засобах за хвилину, а 60 — це 1 хвилина або 60 секунд.

Ми також повинні перевірити, чи залишилося на дорозі місце для додавання майбутнього автомобіля. Ми робимо це, перевіряючи відстань між останнім транспортним засобом на дорозі та суму довжини та безпечної дистанції наступного автомобіля.

Нарешті, ми повинні оновити генератори транспортних засобів, викликавши метод оновлення з методу оновлення Simulation.

Висновки

У даній роботі було досліджено математичне підгрунтя для моделювання трафіку/світлофора.

Було виконано мету роботи, а також розроблено ПЗ для реалізації симуляції трафіку та світлофору.

ПЗ має деякі обмеження та не може моделювати трафік доріг разом з мостами, а, також, дуже насичених доріг світлофорами.

ПЗ може бути вдосконалено кращою графікою, більш точними розрахунками колізії та впровадженням більш витончених випадків симуляції трафіку.

Хоча ми можемо змінити клас Simulation для зберігання даних про нашу симуляцію, які ми можемо використовувати пізніше, було б краще, якби процес збору даних був більш оптимізованим.

Цій симуляції ще багато чого не вистачає. Реалізація кривих є поганою та неефективною та спричиняє проблеми із взаємодією між транспортними засобами та світлофорами.