

Тема: Моделювання транспортних потоків на основі клітинних автоматів

Науковий керівник: Калітовський Богдан Віталійович
Виконала студентка КН: Блавт Катерина-Марія Володимирівна

Постановка задачі. Предмет та об'єкт дослідження.

Мета - дослідити, проаналізувати та описати існуючі моделі транспортних потоків побудованих на клітинних автоматах, реалізувати запропоновану нами розширену модель, яка передбачає наявність світлофорів та зробити відповідні висновки.

Об'єкт дослідження - клітинні автомати.

Предмет дослідження - транспортні моделі на основі клітинних автоматів.

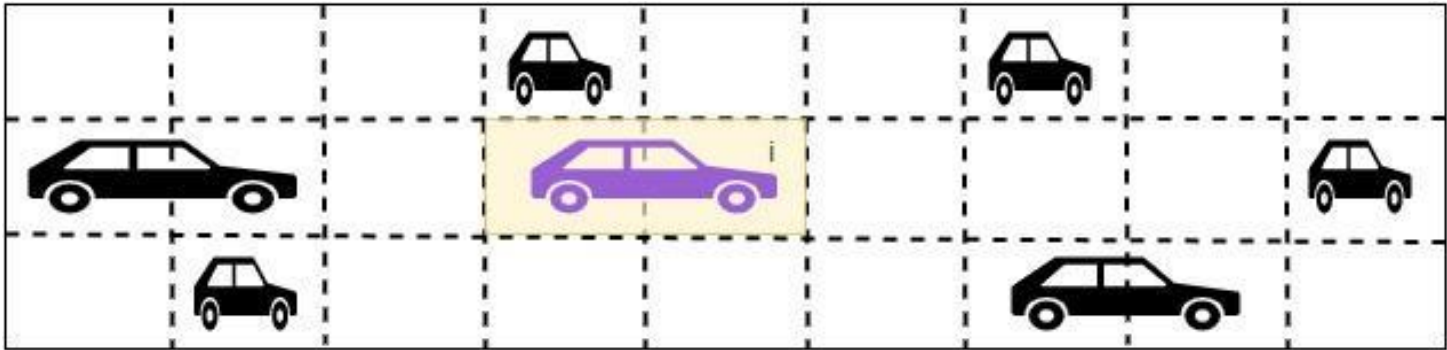
Клітинні автомати, що моделюють транспортні ПОТОКИ

Клітинний автомат (КА) - це математична модель, що складається з простору, який поділено на сітку клітин, та правил, які визначають зміну стану кожної клітини з часом. Кожна клітина може приймати дискретні значення стану (наприклад, 0 або 1), і зміна стану клітини залежить від стану сусідніх клітин та внутрішніх правил. При моделюванні транспортних потоків підбираються відповідні характеристики кожної зі складових автомату:

- **Простір** - це сітка клітин, де кожна клітина відповідає деякій ділянці дороги.
- **Стан клітини** - це стан конкретної ділянки дороги в певний момент часу (вільна або зайнята транспортним засобом).
- **Сусіди** - стан сусідніх клітин.
- **Правила переходу** - визначають, як зміниться стан конкретної клітини в залежності від її теперішнього стану та стану її сусідів.

Моделі можуть бути:

- одноклітинні чи багатоклітинні (в конкретний момент часу транспортний засіб може займати одну або декілька клітинок)
- односмугові чи багатосмугові
- детерміновані, стохастичні чи заповільнені на початку



Опис та аналіз одноклітинних односмугових моделей

Детерміновані:

- Wolfram's rule 184 (CA-184)
- Deterministic Fukui-Ishibashi TCA (DFI-TCA)

Стохастичні:

- Nagel-Schreckenberg TCA (STCA)
- STCA with cruise control (STCA-CC)
- Stochastic Fukui-Ishibashi TCA (SFI-TCA)

Назва	Тип	v_{max}	Кількість правил	Опис
CA-184	детермінована	1	2	Рухається на 1 клітинку, якщо попереду вільно.
DFI-TCA	детермінована	5	2	Може різко починати рух або різко зупинитись від максимальної швидкості одразу до нульової.
STCA	стохастична	5	3	Додається рандомізація для всіх ТЗ, які можуть сповільнитись на 1 клітинку/часокрок.
STCA-CC	стохастична	5	4	Рандомізація для всіх, хто не має максимальну швидкість.
SFI-TCA	стохастична	5	4	Може різко починати рух або різко зупинитись від максимальної швидкості одразу до нульової, а рандомізація лише для ТЗ із максимальною швидкістю.

Пропозиція розширення моделі

За основу для розширення взято останню модель SFI-TCA, яка передбачає нову умову - **наявність двоколірних світлофорів** на шляху.

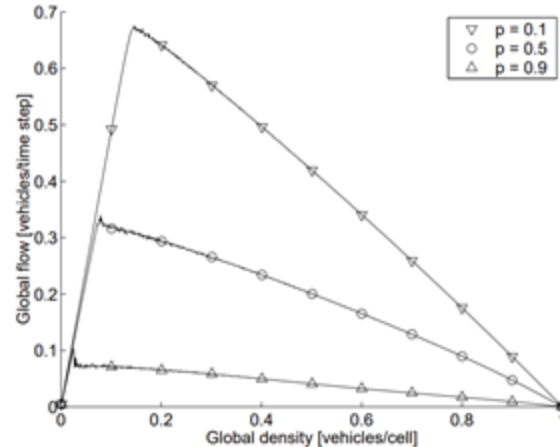
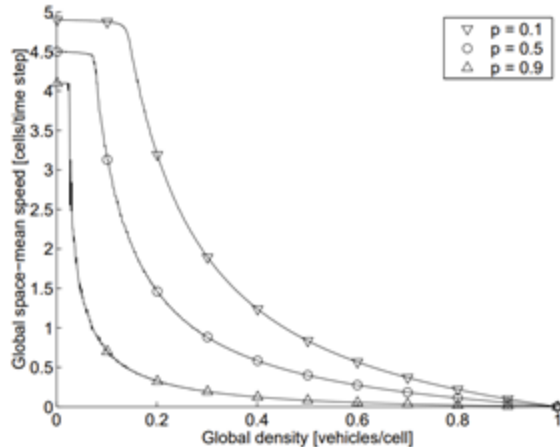
Додаткові характеристики світлофорів:

1. **Розташування** - рівномірне або хаотичне.
2. **Частота перемикавання сигналів** - в більшому або меншому відношенні.
3. **Схема перемикавання світлофорів виходячи з початкових умов** - всі одночасно зелені, випадкове розміщення зелених та по групах в певній кількості.

Методи оцінювання результатів

Кількісна оцінка моделі здійснюється за двома основними характеристиками, що залежать від щільності розподілу транспортних засобів:

1. середня швидкість (клітинки/часонок)
2. пропускна здатність потоку (ТЗ/клітинку)



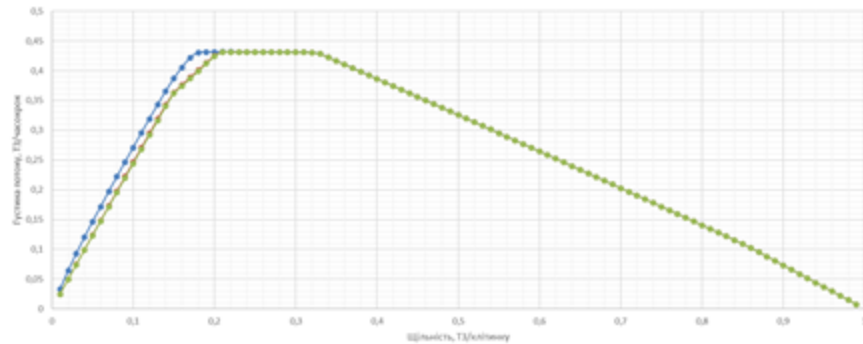
Потрібні визначення

Критична щільність (КЩ) - значення глобальної щільності, після якого значення середньої швидкості або пропускної здатності потоку різко зменшуються.

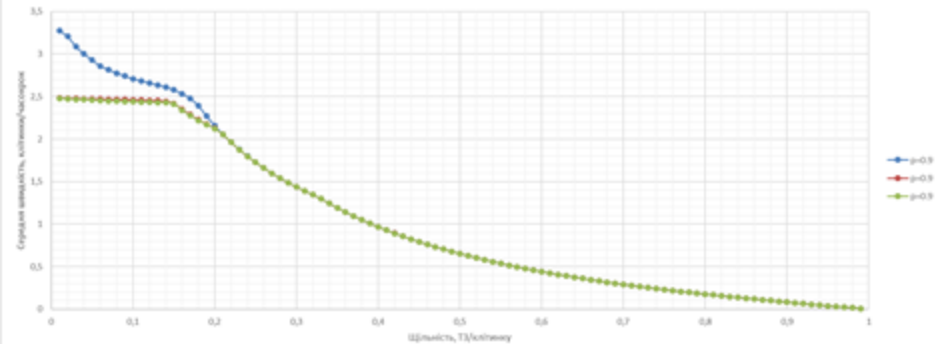
Максимальна пропускна здатність потоку (МПЗП) - максимальне значення пропускної здатності потоку моделі за заданих умов, що досягається при критичній щільності.

Максимальна швидкість (МШ) - максимальна середня швидкість, що досягається в моделі за заданих умов.

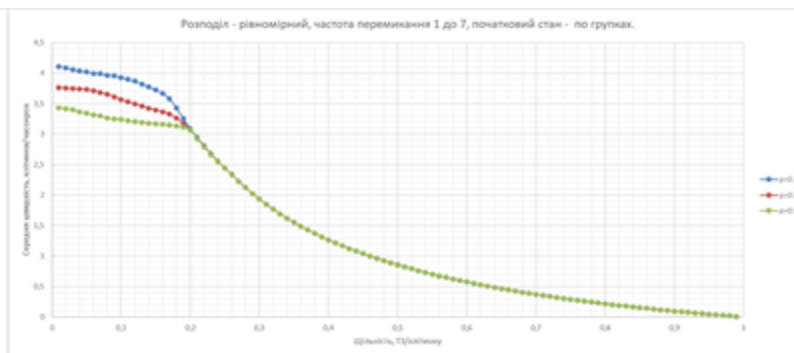
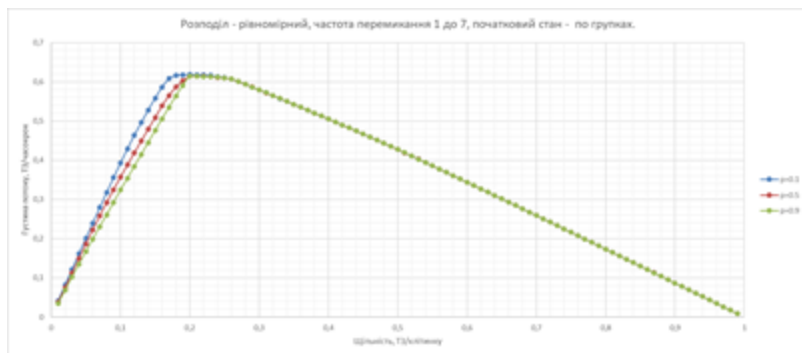
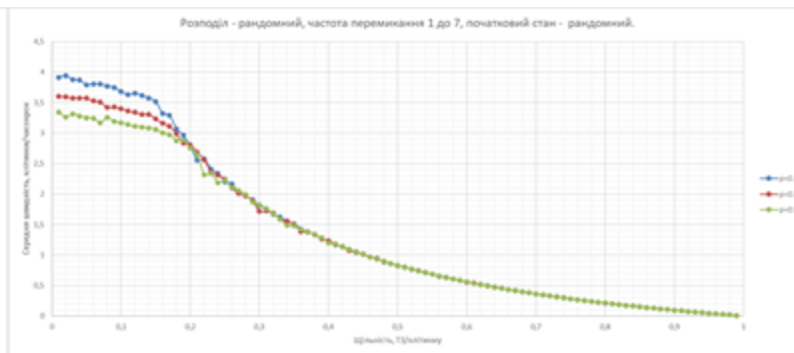
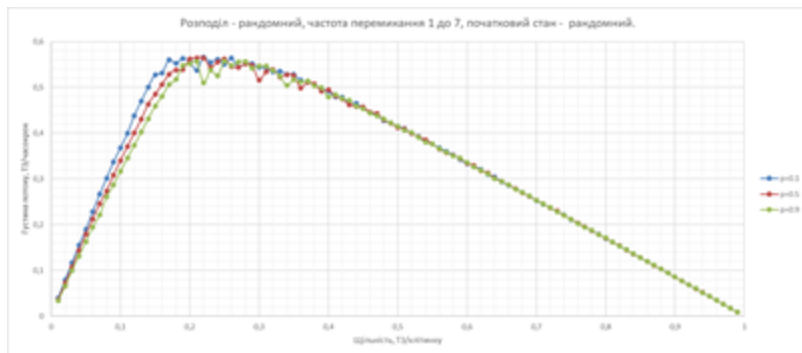
Розподіл - рівномірний, частота перемикання 1 до 3, початковий стан - всі зелені.



Розподіл - рівномірний, частота перемикання 1 до 3, початковий стан - всі зелені.



Результати дослідження



Результати дослідження

РозподілСвЧастотаПоч.стан	КЩП	МП	КЩШ	МШ
рівномірний3всі зелені	0.325	0.44	0.16	$p=0.1$ на початку 3.3, для $p=0.5$ s 0.9 2.5
рівномірний7всі зелені	0.2	0.62	0.2	$p=0.1$ на початку трішки від 4 до 3.7, для $p=0.5$ 3.2 і 0.9 - 3.3
рандомний3всі зелені		0.25		2.4
рандомний7всі зелені	0.35	0.54	0.2	$p=0.1$ на початку трішки 3.7, для $p=0.5$ 3.5 і 0.9 - 3.2
рівномірний3рандомний	0.38	0.43	0.18	$p=0.1$ на початку трішки 3.4, для $p=0.5$ 2.8 і 0.9 - 2.5
рівномірний7рандомний	0.24	0.6	0.2	$p=0.1$ на початку трішки від 4 до 3.7, для $p=0.5$ 3.5 і 0.9 - 3.3
рандомний3рандомний		0.27		2.5
рандомний7рандомний	0.27	0.55	0.2	$p=0.1$ на початку трішки від 4 до 3.7, для $p=0.5$ 3.5 і 0.9 - 3.2
рівномірний3погрупкаx23	0.37	0.44	0.16	$p=0.1$ на початку трішки 3.4, для $p=0.5$ 3 і 0.9 - 3
рівномірний7погрупкаx23	0.26	0.62	0.2	$p=0.1$ на початку трішки від 4 до 3.7, для $p=0.5$ 3.7 і 0.9 - 3.3
рандомний3пог рупкаx23		0.27		2.5
рандомний7погрупкаx23	0.3	0.55	0.18	$p=0.1$ на початку трішки 3.7, для $p=0.5$ 3.5 і 0.9 - 3.2
рівномірний3погрупкаx41	0.38	0.44	0.2	$p=0.1$ на початку трішки 3.4, для $p=0.5$ 3 і 0.9 - 3
рівномірний7погрупкаx41	0.2	0.62	0.2	$p=0.1$ на початку трішки від 4.1 до 3.7, для $p=0.5$ 3.7 і 0.9 - 3.3
рандомний3пог рупкаx41		0.27		2.5
рандомний7погрупкаx41	0.4	0.55	0.2	$p=0.1$ на початку трішки 3.7, для $p=0.5$ 3.5 і 0.9 - 3.2

Висновки

КА - ефективний та гнучкий інструмент для моделювання транспортних потоків, що підтверджують існуючі моделі.

За результатами експериментів:

- середня швидкість та пропускна здатність впали, проте практично для всіх моделей значення критичної щільності, при якій відбувається спад приблизно однаковий і варіюється в межах між 0.16-0.25 ТЗ/клітинку;
- максимальна середня швидкість ніколи не досягає максимальної можливої швидкості;
- графіки залежності густини потоку від щільності як для рівномірного, так і для хаотичного розподілу світлофорів при частіших перемиканням човоного і менших тривалостях зеленого мають "плато", при якому тримається максимально можлива пропускна здатність, що витягує значення критичної щільності аж до 0.25 ТЗ/клітинку в деяких випадках. Також варто зазначити, що спосіб початкових увімкнень світлофорів, суттєво не впливає.
- при частішій зміні сигналів світлофорів, швидкість спадає стрімкіше, ніж при більших проміжках горіння зеленого сигналу світлофору;
- значення пропускної здатності потоків для експериментів з більшим часом тривалості горіння зеленого сигналу вищі в середньому на 0.2 ТЗ/клітинку.

Пропозиції подальшого дослідження

- Застосування моделі зі світлофорами до інших ТСА.
- Додавання характеристик до світлофора (жовте світло).
- Застосування нових схем перемикання світлофорів.
- Дослідження багатосмугових доріг, де на кожній може бути інший світлофор.

Дякую за увагу!