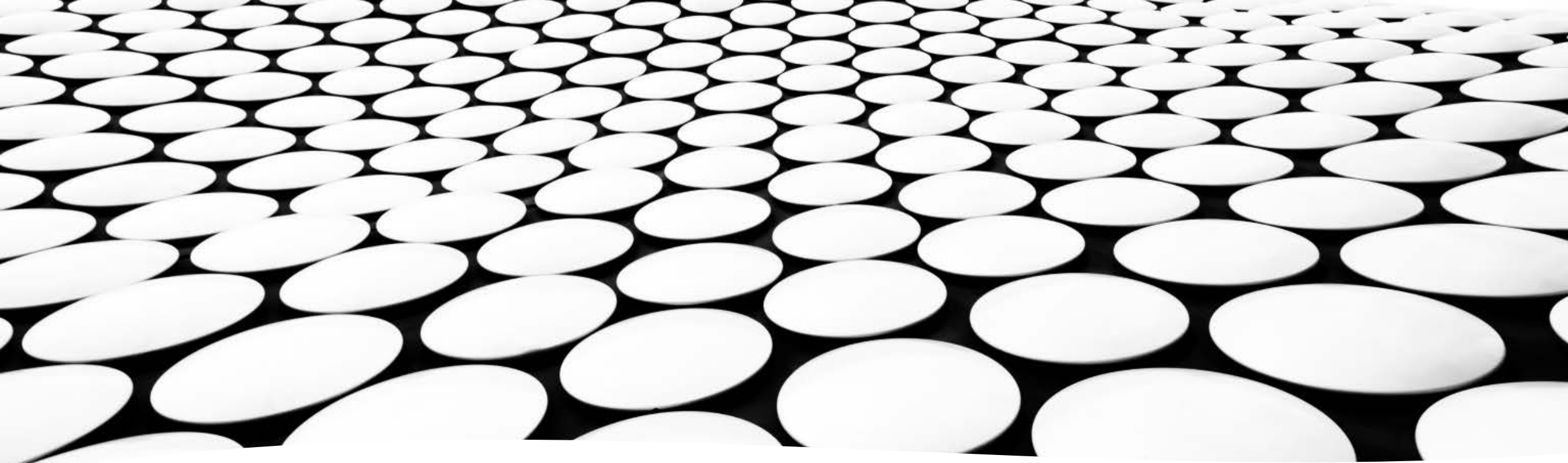




Аналіз транспортних мереж за допомогою клітинних автоматів

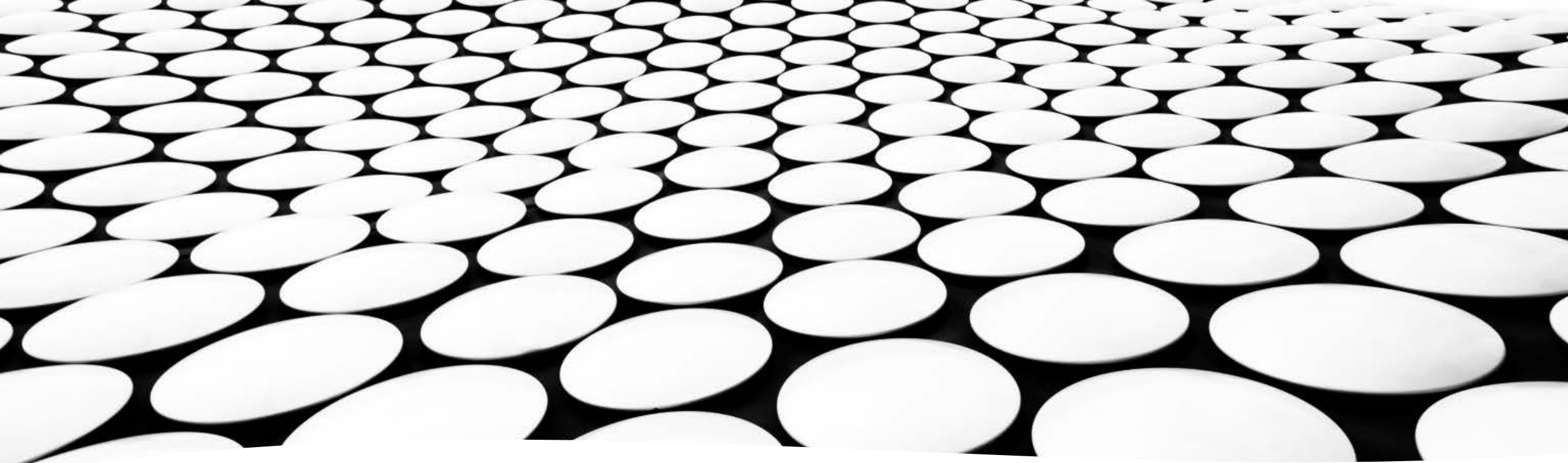
Підготував студент ІПЗ-4 Калінбет В.В.

Керівник ас. Калітовський Б.В.



Мета роботи

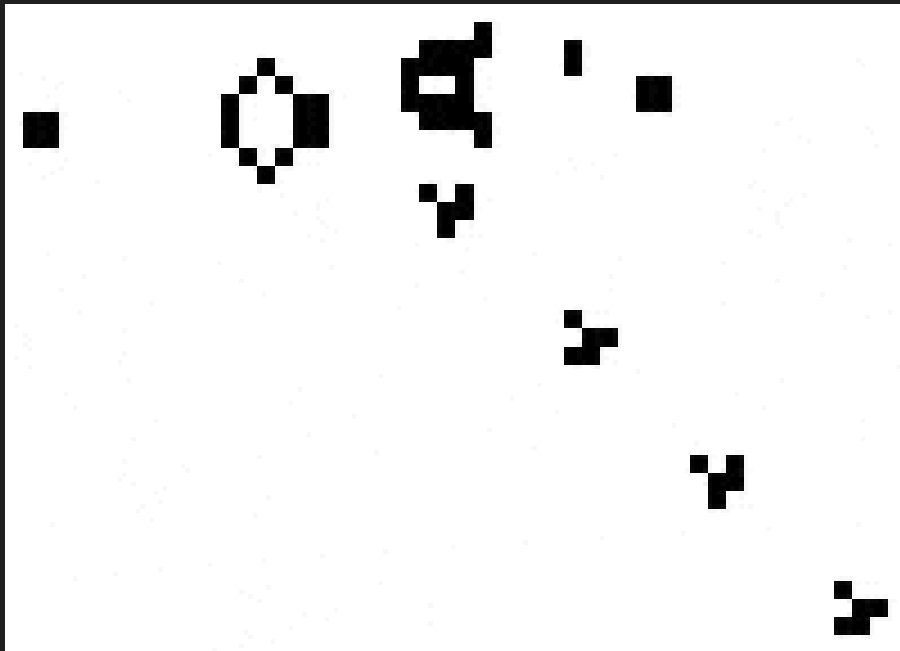
- Метою роботи є дослідити використання КА для аналізу транспортних мереж, розробити відповідне програмне рішення для побудови моделей на основі КА для їх подальшого аналізу, реалізувати моделі неперервних транспортних потоків у програмному рішенні.



Об'єкт та предмет дослідження

- Об'єктом дослідження є клітинні автомати.
- Предметом дослідження є моделі неперервних транспортних потоків на основі КА.

Клітинні автомати



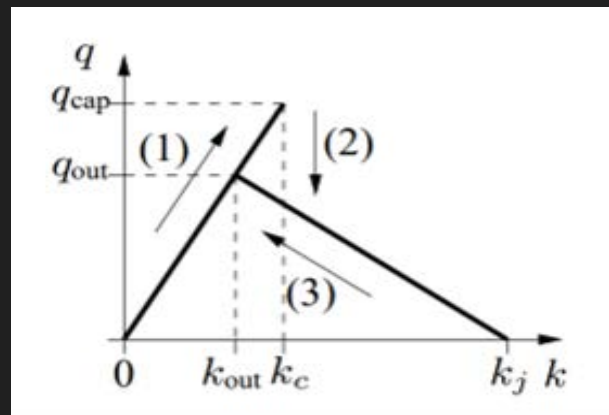
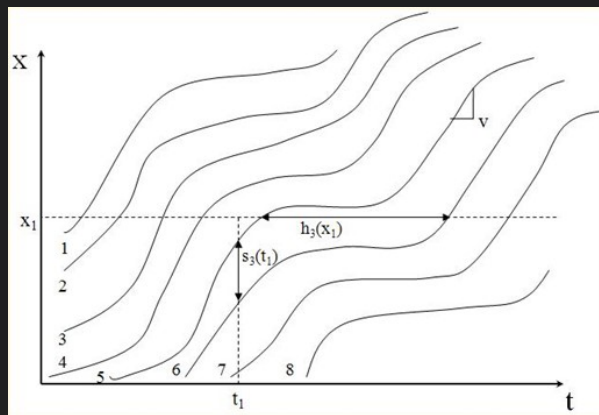
-
- Клітинний автомат – це модель обчислення, що базується на дискретному розділі простору та часу.
 - Простір КА, його поділ.
 - Стани клітин.
 - Окіл клітини.
 - Правила переходу станів.
 - Прості до визначення.
 - Ефективні, гарно паралелізуються.
 - Мають складну емерджентну поведінку.

Транспортні мережі

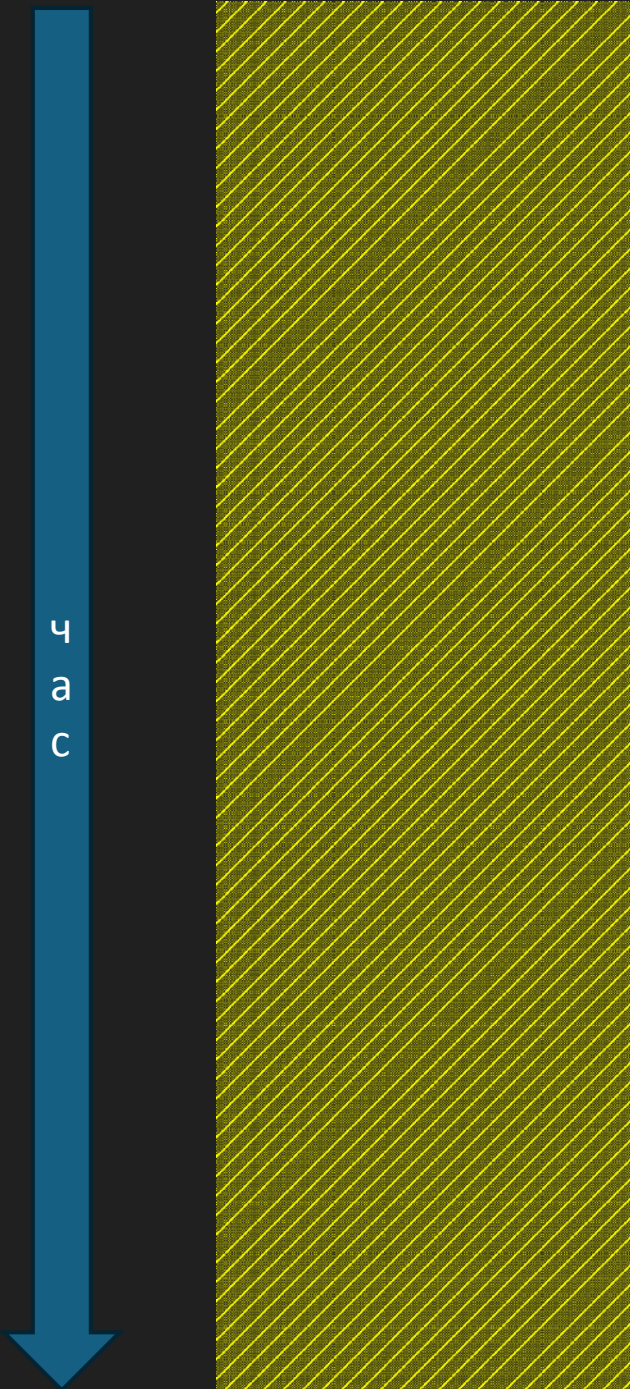
- Транспортні мережі – один із об'єктів дослідження науки про мережі.
- Транспортними мережами відбувається переміщення вантажів, пасажирів, товарів та транспортних засобів.



Транспортні ПОТОКИ



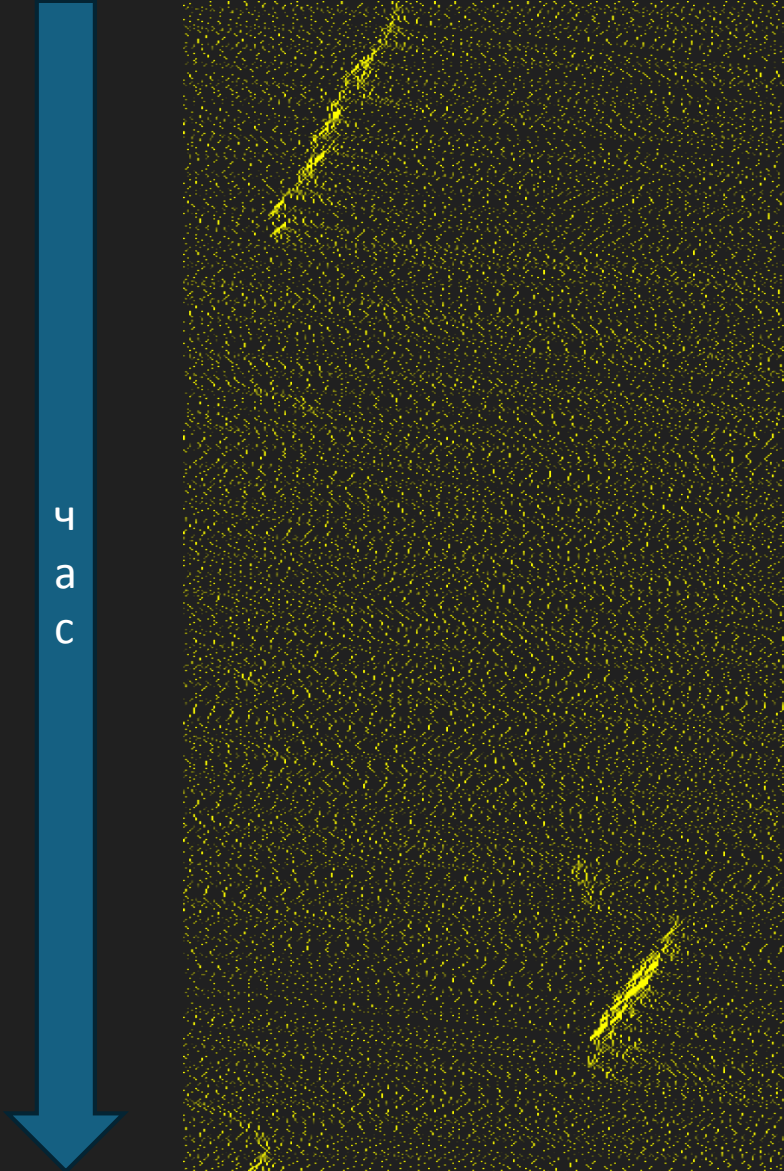
- Транспортні потоки – це рух транспортних засобів відповідною інфраструктурою.
- Мікроскопічний та макроскопічний підхід до аналізу.
- Фундаментальна діаграма потоку.
- Просторово-часовий графік потоку.
- Режимми потоку:
 - Фаза вільного трафіка.
 - Фаза перевантаженого трафіка.
 - Фаза синхронізованого трафіка.



Правило 184

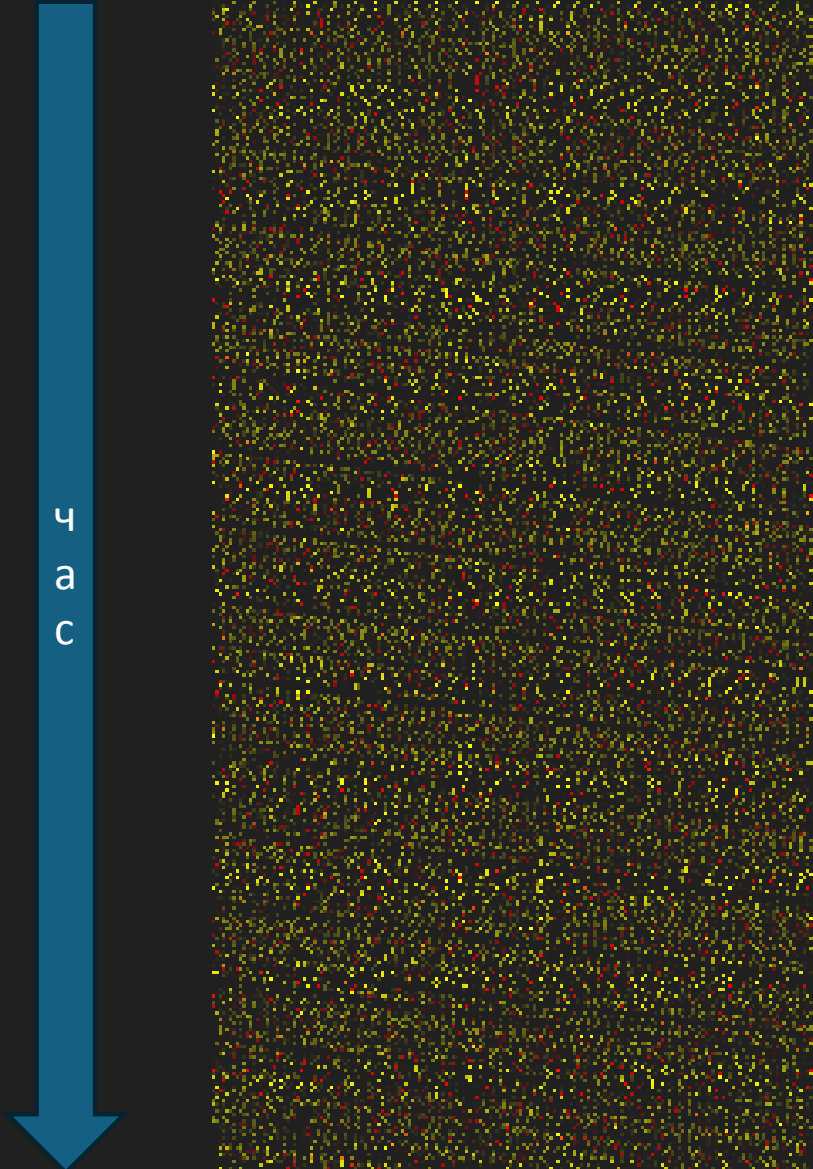
- Елементарний клітинний автомат, що показує подібну до транспортних потоків глобальну поведінку.

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 000 | 100 | 110 | 111 | 011 | 001 | 101 | 010 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |



Модель Нагеля та Шрекенберга

- Основоположна модель у сфері застосування КА до аналізу трафіка.
1. Прискорення. У разі, якщо $v_i(t - 1) < v_{max}$ і $g_i(t) < v_i(t - 1)$ то $v_i(t) \leftarrow v_i(t - 1) + 1$.
 2. Сповільнення. У разі, якщо $g_i(t - 1) > v_i(t)$ то $v_i(t) \leftarrow g_i(t - 1)$
 3. Рандомізація. Із імовірністю p $v_i(t) \leftarrow \max(v_i(t - 1) - 1, 0)$.
 4. Пересування. $x_i(t) \leftarrow x_i(t - 1) + v_i(t)$.



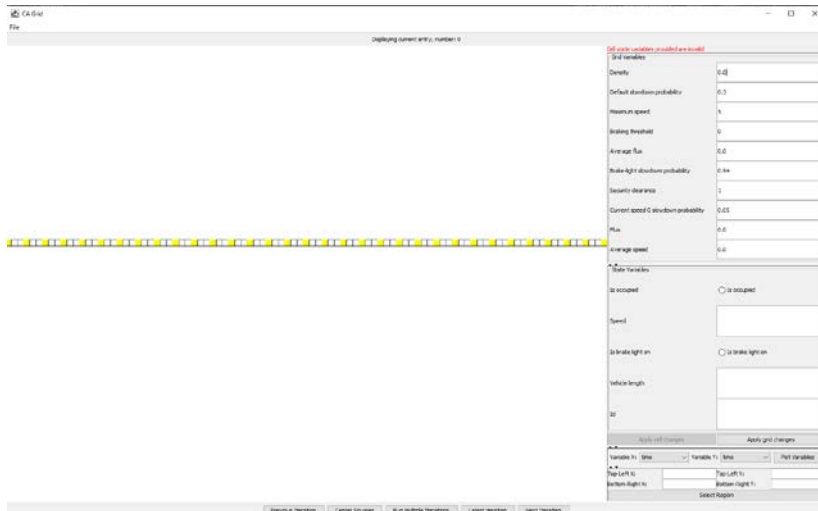
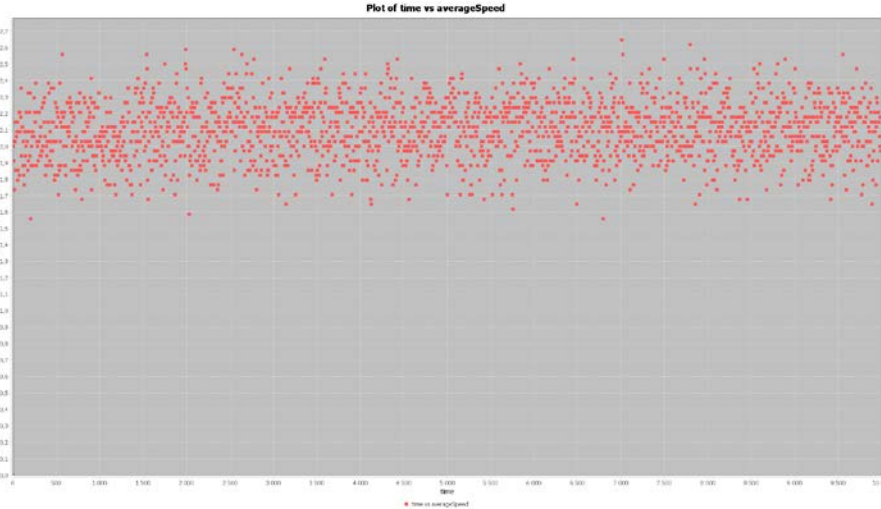
Модель зі СТОП- сигналами

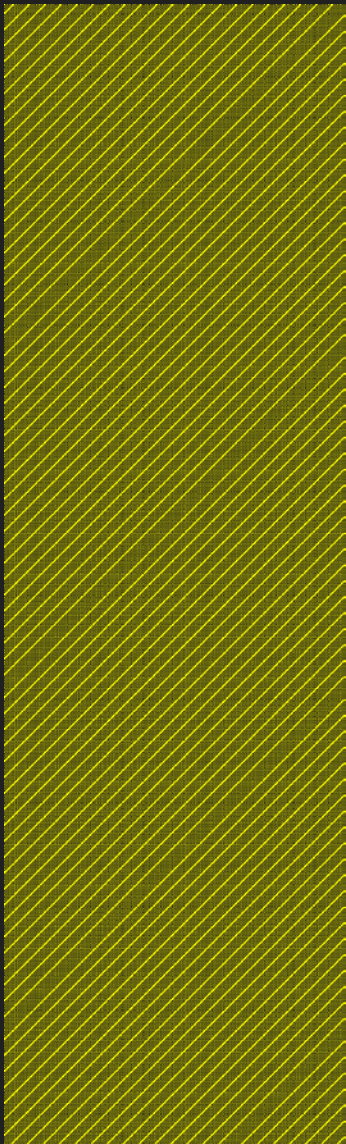
- Просунута модель, здатна зображувати фазу синхронізованого трафіка.

1. $p \leftarrow p(v_i(t-1), b_{i+1}(t-1))$
2. Прискорення: $((b_{i+1} = 0) \wedge (b_i = 0)) \vee (t_{h_i} \geq t_{s_i})$ то $v_i(t) \leftarrow \min(v_i(t-1) + 1, v_{max})$.
3. $g_i^{eff} \leftarrow g_i(t-1) + \max(\min(v_{i+1}(t-1), g_{i+1}(t-1) - g_{sec}), 0)$.
4. $v_i(t) \leftarrow \min(v_i(t), g_i^{eff})$
5. Із імовірністю p $v_i(t) \leftarrow \max(v_i(t) - 1, 0)$.
6. Якщо $v_i(t) < v_i(t-1)$, то $b_i(t) \leftarrow 1$, інакше $b_i \leftarrow 0$.
7. $x_i(t) \leftarrow x_i(t-1) + v_i(t)$.

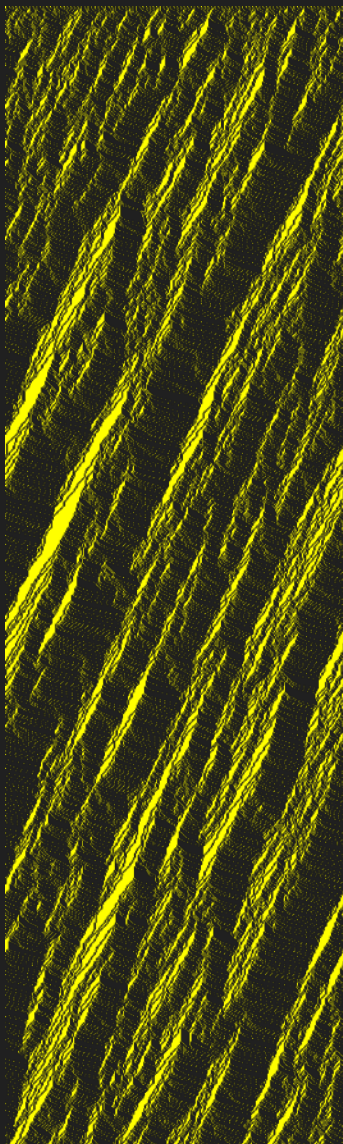
Фреймворк-рушій для моделювання за допомогою КА

- Спрощений підхід до визначення правил для моделей транспортних мереж.
- Генерація графічного інтерфейсу в залежності від моделі.
- Створення просторово-часових діаграм.
- Створення графіків для числових даних.
- Редагування решітки.
- Імпорт/експорт конфігурації решітки.
- Експорт отриманих даних із симуляції.

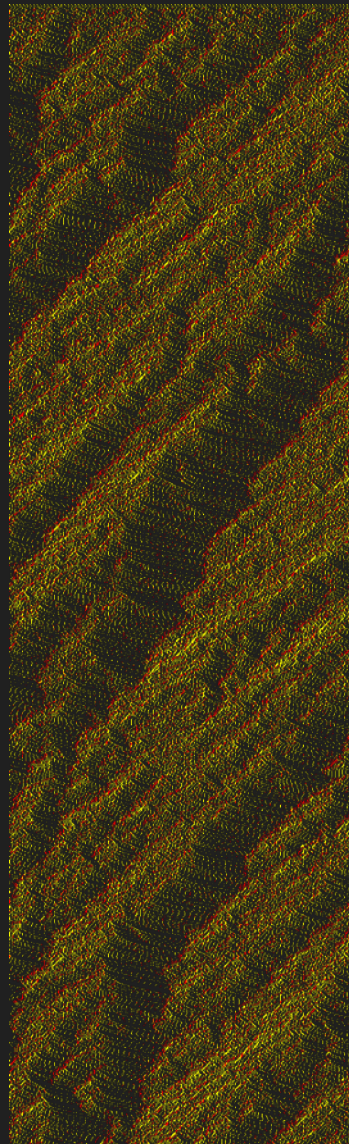




Правило 184



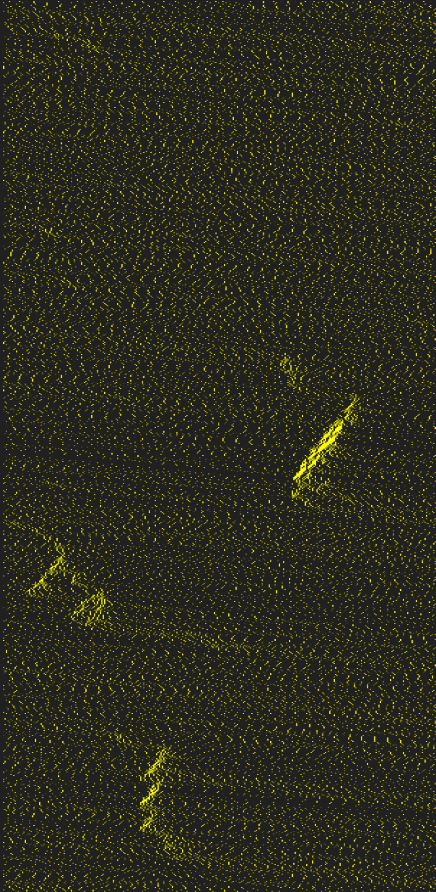
Модель Нагеля
та Шрекенберга



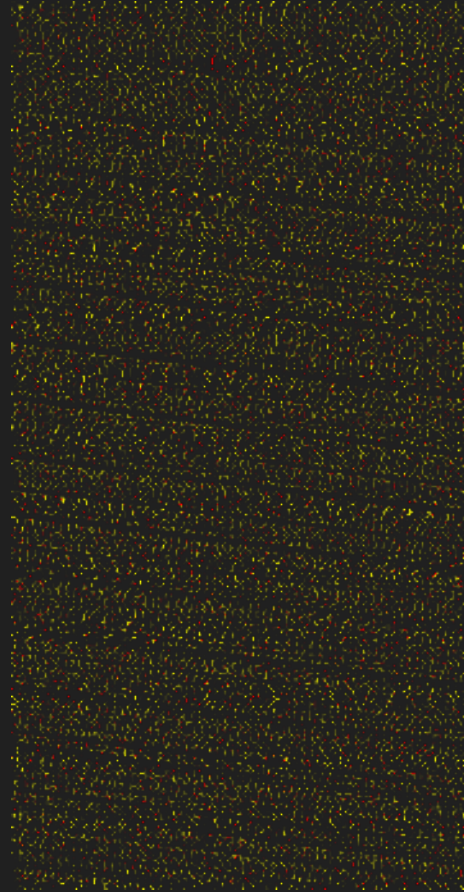
Модель зі
стоп-сигналами

Імплементация моделей транспортних потоків

Просторово-часові діаграми



Модель Нагеля
та Шрекенберга
із щільністю
 $0,1$ ТЗ/клітинку



Модель зі
стоп-сигналами
із щільністю
 $0,1$ ТЗ/клітинку

Імплементация моделей транспортних ПОТОКІВ

- Модель зі стоп-сигналами реалістичніша.
- Складніша в імплементации.
- Складніша для розширення.
- Модель Нагеля та Шрекенберга дає достатньо реалістичну апроксимацію динаміки потоків.
- Простіша в імплементации.
- Простіша до модифікації.

Застосування

- Розроблене програмне рішення опубліковане і доступне для застосування будь-ким охочим.

Maven :

```
<repositories>
  <repository>
    <id>Ca-application-repository</id>
    <url>https://d1wohzsvsnjov2.cloudfront.net/release</url>
  </repository>
</repositories>

<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>io.github.vsevladhort</groupId>
    <artifactId>ca_application</artifactId>
    <version>1.0.0</version>
  </dependency>
</dependencies>
```

Gradle :

```
repositories {
  maven {
    url "https://d1wohzsvsnjov2.cloudfront.net/release"
  }
}

dependencies {
  implementation 'io.github.vsevladhort:ca_application:1.0.0'
}
```

Висновки

- Досліджено клітинні автомати.
- Проведено дослідження загальних засад аналізу транспортних мереж із фокусом на аналізі неперервних автомобільних потоків.
- Розроблено фреймворк-рушій із графічним інтерфейсом для побудови довільних моделей у парадигмі клітинних автоматів на двовимірній прямокутній решітці.
- Реалізовано три моделі транспортних потоків, а саме: Правило 184, Модель Нагеля та Шрекенберга та Модель зі стоп-сигналами.
- Модель Нагеля та Шрекенберга, хоч і менш реалістична за Модель зі стоп-сигналами, є достатньою для моделювання більшості феноменів трафіка, тож її популярність для побудови ширших моделей транспортних мереж виправдана її простішою реалізацією, що робить її легшою до модифікації.