

*Журовський Я. О., здобувач вищої освіти,
Римар П. В., старший викладач кафедри інформаційних технологій,
Донецький національний університет імені Василя Стуса*

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ У MATLAB ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ

Анотація. У роботі досліджено застосування клітинних автоматів для моделювання транспортних систем у MATLAB. Реалізовано модель руху автомобілів на основі клітинних автоматів, яка дає змогу аналізувати транспортні потоки та виявляти затори.

Ключові слова: клітинні автомати, MATLAB, транспортні системи, моделювання, візуалізація, транспортні потоки, дорожній рух.

Вступ. Клітинні автомати є потужним інструментом для моделювання складних систем, що складаються з багатьох взаємодіючих елементів. Однією з основних характеристик клітинних автоматів є те, що система складається з простих клітинок, стан кожної з яких залежить від стану сусідів. Такий підхід дає змогу моделювати різні види процесів, зокрема транспортні системи.

У MATLAB клітинні автомати легко реалізуються завдяки доступності візуалізаційних засобів та можливостям паралельної обробки великих обсягів даних. Це робить його ідеальним середовищем для дослідження різних транспортних сценаріїв, як-от моделювання руху автомобілів у містах, пішохідні потоки або навіть управління рухом на залізничних коліях.

Метою цієї роботи є дослідження застосування клітинних автоматів для моделювання транспортних систем у MATLAB та візуалізація результатів, що допоможе прогнозувати та оптимізувати транспортні потоки у складних урбаністичних сценаріях [1].

Клітинний автомат – це дискретна модель, яка складається з ґратки клітинок, кожна з яких перебуває в одному з можливих станів. На кожному кроці часу всі клітинки одночасно оновлюють свої стани відповідно до фіксованих правил, що визначаються станами їх сусідів [2].

Для транспортних систем найчастіше використовуються одновимірні або двовимірні клітинні автомати, де кожна клітинка представляє одиницю простору, наприклад, дорогу або перехрестя. Стан клітинок може вказувати на наявність або відсутність транспортного засобу. Оновлення станів клітинок зазвичай залежить від правил, які імітують рух транспортних засобів з урахуванням швидкості, прискорення, гальмування та реакції на стан сусідніх клітинок.

Однією з найбільш поширених моделей для моделювання руху на дорогах є модель Нагель-Шрекенберга, в якій рух транспортних засобів описується як одновимірний клітинний автомат. Кожна клітинка може бути або порожньою, або зайнятою автомобілем. Автомобіль може змінювати свою позицію залежно від відстані до автомобіля попереду та обмежень швидкості.

Для *реалізації клітинного автомата у MATLAB* будемо використовувати двовимірну матрицю для представлення ґратки клітинок, де кожна клітинка мо-

же перебувати в одному з кількох можливих станів: порожня клітинка або зайнята клітинка (наприклад, автомобіль).

Основні етапи реалізації:

1. Ініціалізація: створюється двовимірний матриця заданого розміру, де початкові стани клітинок встановлюються випадково або на основі заданих початкових умов.

2. Правила переходу станів: визначаються правила, за якими кожна клітинка змінює свій стан. Наприклад, якщо клітинка зайнята автомобілем, і перед нею є вільний простір, автомобіль рухається вперед.

3. Оновлення системи: на кожному кроці часу всі клітинки оновлюють свої стани одночасно відповідно до правил. Це дає змогу моделювати динаміку системи у часі.

4. Візуалізація: MATLAB надає потужні засоби для візуалізації клітинних автоматів за допомогою функцій `imagesc` або `surf`. Ці функції дають змогу створювати анімовані візуалізації, що показують еволюцію системи в реальному часі.

В якості прикладу реалізовано базову модель клітинного автомата для моделювання руху автомобілів по прямій дорозі. Клітинки оновлюються одночасно, і стан системи відображається на екрані з використанням функції `imagesc`, що дає змогу бачити динаміку руху.

Візуалізація результатів. Однією з основних переваг використання MATLAB для моделювання клітинних автоматів є можливість легкої візуалізації. У транспортних задачах це дає змогу створювати анімовані моделі руху автомобілів, які можна використовувати для аналізу ефективності транспортних систем, виявлення можливих заторів або оптимізації маршрутів.

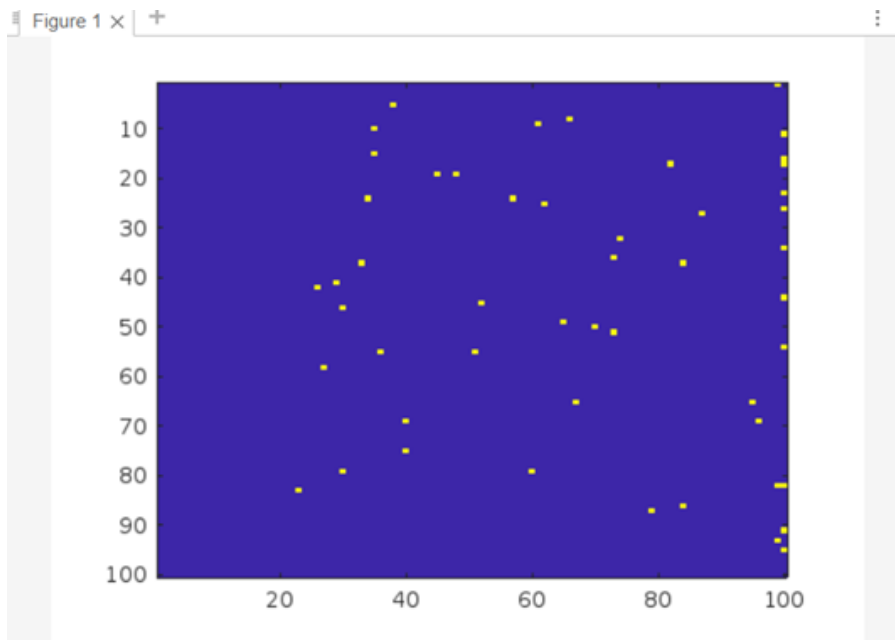


Рисунок 1 – Результат роботи даної задачі

До того є візуалізації можуть бути корисними для демонстрації результатів моделювання в реальному часі, що може бути використано для прийняття рішень у галузі транспортного планування.

Висновки. Клітинні автомати є ефективним інструментом для моделювання складних транспортних систем. Завдяки простоті реалізації та потужним візуалізаційним можливостям MATLAB клітинні автомати можна використовувати для вивчення різноманітних сценаріїв транспортних потоків і дослідження динаміки транспортної системи в реальному часі.

Список використаних джерел

1. MATLAB Documentation. URL <https://www.mathworks.com> (дата звернення: 15.10.2024).
2. Білан С. М. Еволюція двовимірних клітинних автоматів. Нові форми подання. *Український журнал інформаційних технологій*. 2021. Т. 3, № 1. С. 85–90.