

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики
Кафедра высшей и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____/ С.Г. Мысливец

«____» _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕТОДОМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Руководитель	доцент, кандидат физико- математических наук	Д.П. Федченко
Выпускник		А.О. Порошин
Нормоконтролер		Т.Н. Шипина

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа (дипломная работа) по теме «Моделирование транспортного движения методом клеточных автоматов» содержит 27 страниц текста 12 использованных источников.

КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ, ТРАНСПОРТНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ТОПОЛОГИЯ.

Цель работы – исследование модели клеточного автомата фотонного топологического изолятора в задаче моделирования транспортного движения и выявление свойств модели.

Основные результаты ВКР представлены ниже.

1. Определена модель транспортного движения на основе КАФТИ;
2. На основе модели было обнаружено, что все наблюдаемые объекты двигаются по определённому пути и раз за определённое количество тактов оставляют след в виде тепловой карты его пути на тепловую карту начального состояния;
3. Разработан алгоритм классификации наблюдаемых объектов по их путям;
4. Разработан комплекс проблемно-ориентированных программ, реализующий алгоритмы;
5. Поставлена задача по нахождению оптимального начального состояния по заданной тепловой карте.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Класс элементарных клеточных автоматов	5
1.1 Коды Вольфрама	5
1.2 Игра «Жизнь»	8
1.3 Многоцветные клеточные автоматы	10
1.3.1 Циклические клеточные автоматы	10
1.3.2 Автомат фон Неймана	12
1.4 Клеточный автомат фотонного топологического изолятора	12
2 Моделирование транспортного движения клеточными автоматами	15
2.1 Модель Нагеля—Шрекенберга	15
2.2 Применение клеточного автомата фотонного топологического изолятора в задаче моделирования транспортного движения	18
3 Моделирование транспортного движения по сети дорог на поверхности двумерного тора	22
3.1 Постановка задачи	22
3.2 Реализация целевой функции	24
Заключение	27
Список использованных источников	28

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы исследования. Клеточные автоматы являются математическими динамическими моделями с дискретным временем (числом тактов) и пространством (регулярной решёткой, состоящей из одинаковых клеток). Ключевым понятием в данной теории является окрестность клетки. Впервые клеточные автоматы были рассмотрены Джоном Конвеем в игра «Жизнь» [1]. Данная математическая модель изменяет состояние клетки в зависимости от состояния всех соседей, находящихся в окрестности Мура (множество клеток, смежных с данной по ребру или вершине). Дальнейшие продвижения в данной области связаны с работой Стивена Вольфрама [2], в которой была предложена классификация правил для элементарных клеточных автоматов на одномерной бесконечной ленте.

В дальнейшем клеточные автоматы стали широко применяться для моделирования различных процессов в физике [3], химии [4], градостроительстве [5].

Цели и задачи исследования. Целью исследования является рассмотрение модели клеточного автомата фотонного топологического изолятора (КАФТИ) в задаче моделирования транспортного движения и выявления свойств модели.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи.

1. Определить модель транспортного движения с использованием КАФТИ;
2. Исследовать модель;
3. Разработать алгоритм классификации наблюдаемых объектов по их путям;
4. Поставить задачу нахождения оптимального начального состояния по заданной тепловой карте;
5. Создать комплекс проблемно-ориентированных программ, реализующих алгоритмы и решение поставленной задачи.

Методы исследования.

1. Сопоставление с существующими моделями;

2. Наблюдение за поведением модели;

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Автор лично участвовал в получении всех результатов, изложенных в работе, а именно в разработке и исследовании модели, выводе всех формул, разработке алгоритмов и представленного комплекса проблемно-ориентированных программ.

Публикации. 2 статьи в изданиях, индексируемых РИНЦ и Scopus:

1. Материалы V всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и работников образования и промышленности «Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование», принято к публикации.
2. Журнал «Программирование», принято в печать, планируется к публикации в 2024 году.

Апробация работы. Основные положения работы и отдельные ее вопросы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. V Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция студентов, аспирантов и работников образования и промышленности «Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование». Омск. Победитель.
2. Заседаниях №14/2021, №8/2022, №13/2022, №22/2022, №29/2022, №12/2023, №14/2023 научного семинара кафедры высшей и прикладной математики Института математики и фундаментальной информатики Сибирского федерального университета.

Структура и объем бакалаврской работы Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, списка таблиц, списка иллюстраций. Общий объем диссертации составляет 28 страниц, иллюстративный материал представлен 17 рисунками и 3 таблицами; список литературы содержит 12 наименований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе представлена модель транспортного движения на основе клеточного автомата фотонного топологического изолятора и алгоритмы: нахождения тепловой карты начального состояния модели и нахождения всех путей наблюдаемых объектов транспортной сети. А также представлен комплекс проблемно-ориентированных программ, реализующие алгоритмы.

Основные результаты бакалаврской работы представлены ниже.

1. Определена модель транспортного движения на основе КАФТИ;
2. На основе модели было обнаружено, что все наблюдаемые объекты движутся по определённому пути и раз за определённое количество тактов оставляют след в виде тепловой карты его пути на тепловую карту начального состояния;
3. Разработан алгоритм классификации наблюдаемых объектов по их путям;
4. Разработан комплекс проблемно-ориентированных программ, реализующий алгоритмы;
5. Поставлена задача по нахождению оптимального начального состояния по заданной тепловой карте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Conway J. et al. The game of life // Scientific American. – 1970 – V. 223 – № 4 – P. 4.
2. Wolfram S., Gad-el-Hak M. A new kind of science // Appl. Mech. Rev. – 2003 – V. 56 – № 2 – P. B18–B19.
3. Vichniac G. Y. Simulating physics with cellular automata // Physica D: Nonlinear Phenomena. – 1984 – V. 10 – № 1–2 – P. 96–116.
4. Menshutina N. V., Kolnoochenko A. V., Lebedev E. A. Cellular automata in chemistry and chemical engineering // Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering – 2020 – V. 11 – P. 87–108.
5. White R., Engelen G. Cellular automata and fractal urban form: a cellular modelling approach to the evolution of urban land-use patterns // Environment and planning A – 1993 – V. 25 – № 8 – P. 1175–1199.
6. Imai K. et al. A universal semi-totalistic cellular automaton on kite and dart penrose tilings // arXiv preprint arXiv:1208.2771. – 2012.
7. Лобанов А. И. Модели клеточных автоматов // Компьютерные исследования и моделирование – 2010 – Т. 2 – № 3 – С. 273–293.
8. Фон Нейман Дж. и др. Теория самовоспроизводящихся автоматов, М.: Мир, 1971 – 326 с.
9. Федченко Д. П., Новиков В. В., Тимофеев И. В. Фотонные топологические изоляторы типа руднера на языке трехцветных клеточных автоматов // Ученые записки физического факультета Московского университета – 2021 – №. 5. – С. 215–302.
10. Nagel K., Schreckenberg M. A cellular automaton model for freeway traffic // Journal de physique I. – 1992 – V. 2 – № 12 – P. 2221–2229.
11. Rickert M. et al. Two lane traffic simulations using cellular automata // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications – 1996 – V. 231 – № 4 – P. 534–550.
12. Simon P. M., Nagel K. Simplified cellular automaton model for city traffic // Physical review E – 1998 – V. 58 – № 2 – P. 1286.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики
Кафедра высшей и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 / С.Г. Мысливец

« 22 » июня 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕТОДОМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Руководитель


22.06.2023

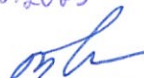
доцент, кандидат физико- Д.П. Федченко
математических наук

Выпускник


22.06.2023

А.О. Порошин

Нормоконтролер


22.06.2023

Т.Н. Шипина

Красноярск 2023