

Оптимизация алгоритма работы клеточного автомата “Домино” и его реализация с помощью библиотеки клеточно-автоматных топологий

Подготовила Трубицына Юлия, ФИТ, группа 19202

Руководители: Киреев Сергей Евгеньевич
научный сотрудник ИВМиМГ СО РАН и
Медведев Юрий Геннадьевич старший научный
сотрудник ИВМиМГ СО РАН

Введение

- Ранее была проделана работа по реализации асинхронного клеточного автомата, покрывающего поле максимальным количеством домино.
- Был реализован синхронный режим работы данного клеточного автомата.
- Статья: Hoffmann, R., Désérable, D., Seredyński, F. A cellular automata rule placing a maximal number of dominoes in the square and diamond // *J Supercomput* **77**, 9069–9087 (2021).



Цель:

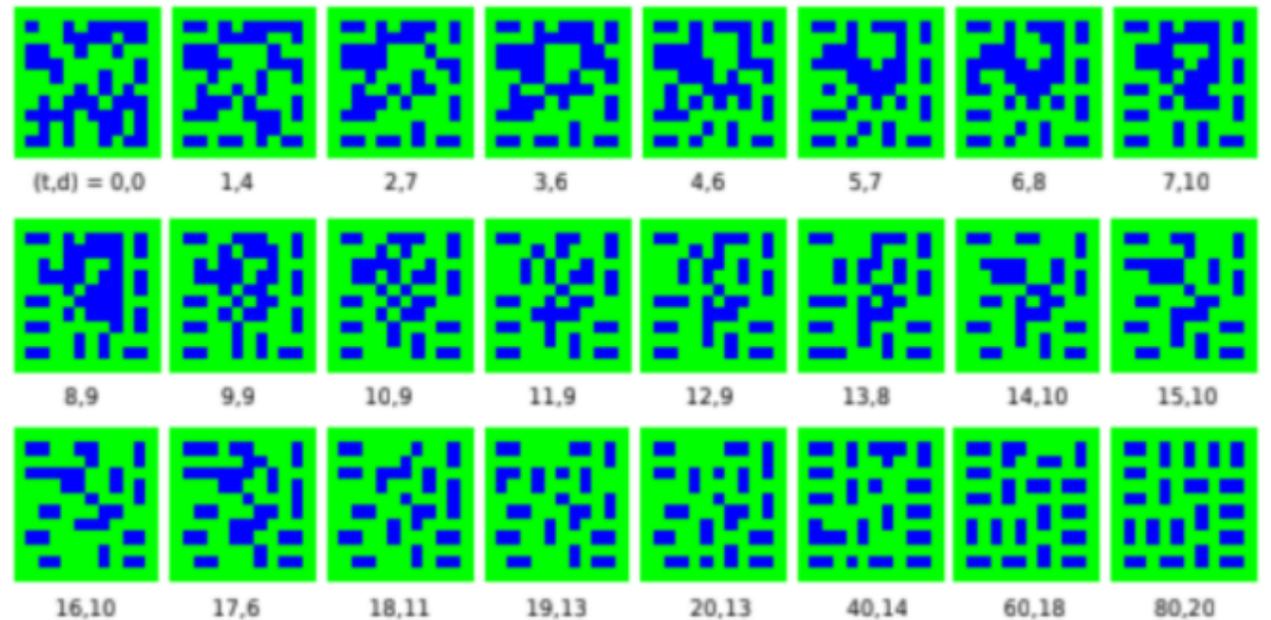
- Реализовать модель клеточного автомата “Домино” с помощью библиотеки клеточно-автоматных топологий и оптимизировать алгоритм его работы

Задачи:

- Реализовать необходимую топологию для модели “Домино” в библиотеке
- Реализовать синхронный режим работы клеточного автомата, покрывающего область максимальным количеством домино, с помощью библиотеки
- Оптимизировать функцию переходов автомата с использованием мультишаблона

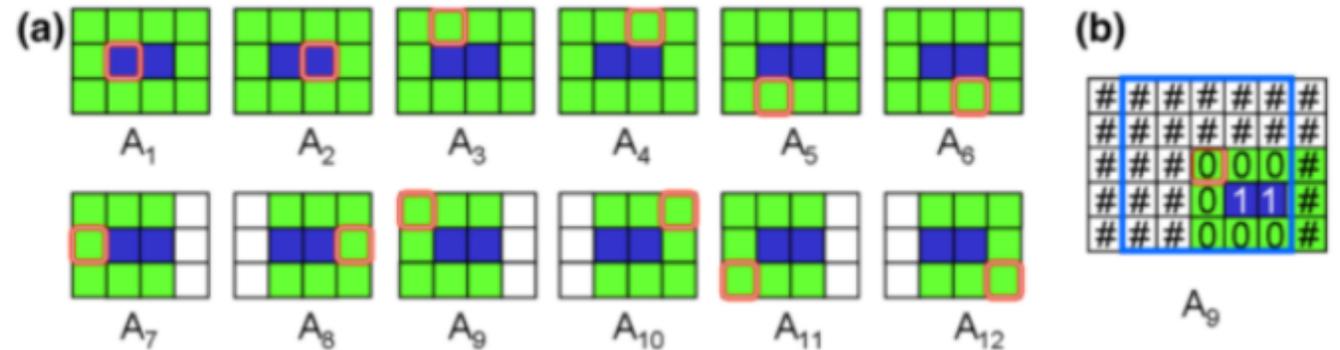
Описание модели

- Входные данные представлены квадратным полем со случайным состоянием клеток.
- Зеленым цветом отмечены клетки с состоянием 0, синим – с состоянием 1.



Описание модели

- Шаблоны - представление плиток домино с метками (красный квадрат).
- Окно формируется на основе поля, где центром является клетка, выбранная для применения правила
- Эволюция происходит путем подсчета попаданий выбранной клетки поля в шаблоны



На рисунке:

- а) Шаблоны - представление плиток домино с метками (красный квадрат).
- б) Процесс сравнения окна (синий квадрат) и одной из плиток домино

Пример правила:

$$s'(x, y) = \begin{cases} s(x, y) & \text{default} \\ 0 & \text{if } (h > 0) \text{ and } (h \neq 100) \\ 1 & \text{if } (h = 100) \\ \text{random} \in \{0, 1\} \text{ with probability } \pi_0 & \text{if } h = 0 \end{cases}$$

h – счетчик попаданий клетки в шаблоны

Реализация

- Реализованы три программных модуля, подразумеваемые библиотекой: препроцессор, симулятор и постпроцессор.
 - Препроцессор - производит инициализацию управляющих структур (в данном модуле задается размер поля, размер клетки, топология, тип модели)
 - Симулятор – применяет функцию переходов ко всем клеткам модели заданное количество итераций.
 - Постпроцессор – отображает выходные данные
- Реализована недостающая топология в библиотеке, необходимая для модели
 - Размерность пространства – 2D
 - Топология – квадрат размером 5x5 (24 соседа)

Оптимизация

- Идея состоит в том, чтобы сконструировать мультишаблон, в котором каждому шаблону сопоставлен соответствующий двоичный разряд в булевом векторе.
- После применения мультишаблона к окну 5x5 с помощью побитовых операций получить булев вектор, где битом со значением 1 будут отмечаться попадания в определенный шаблон.

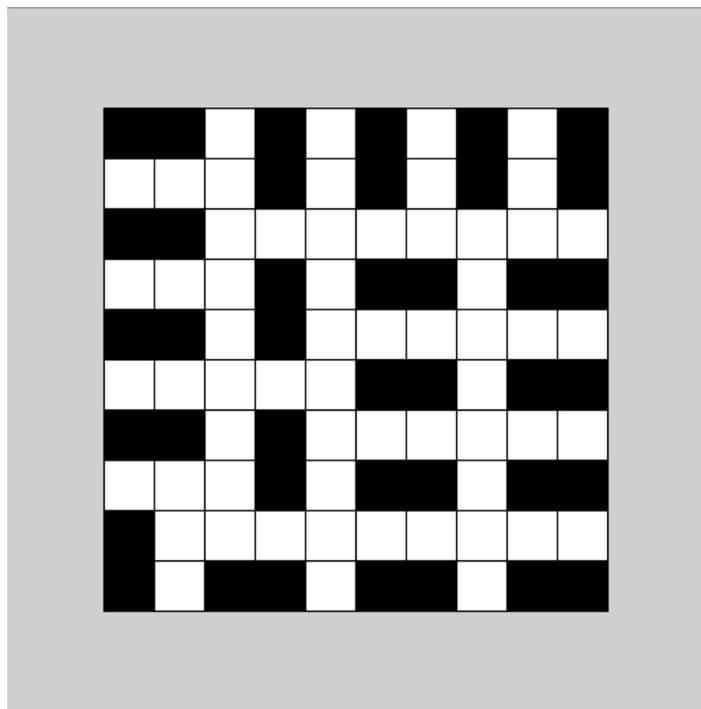
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Первый шаг кодирования

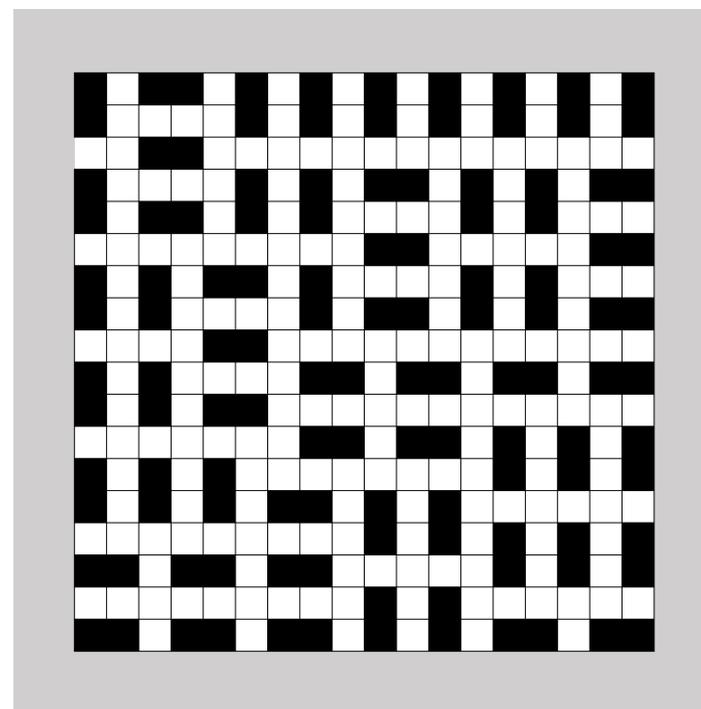
01	01	01	00	00		00	01	00	00	00
01	01	01	00	00		00	01	00	00	00
01	01	11	10	10		00	00	00	00	00
00	00	10	10	10		00	00	00	10	10
00	00	10	10	10		00	00	00	00	00

Второй шаг кодирования

Результаты: максимальное количество домино



Размер поля 10x10.
Количество домино - 20

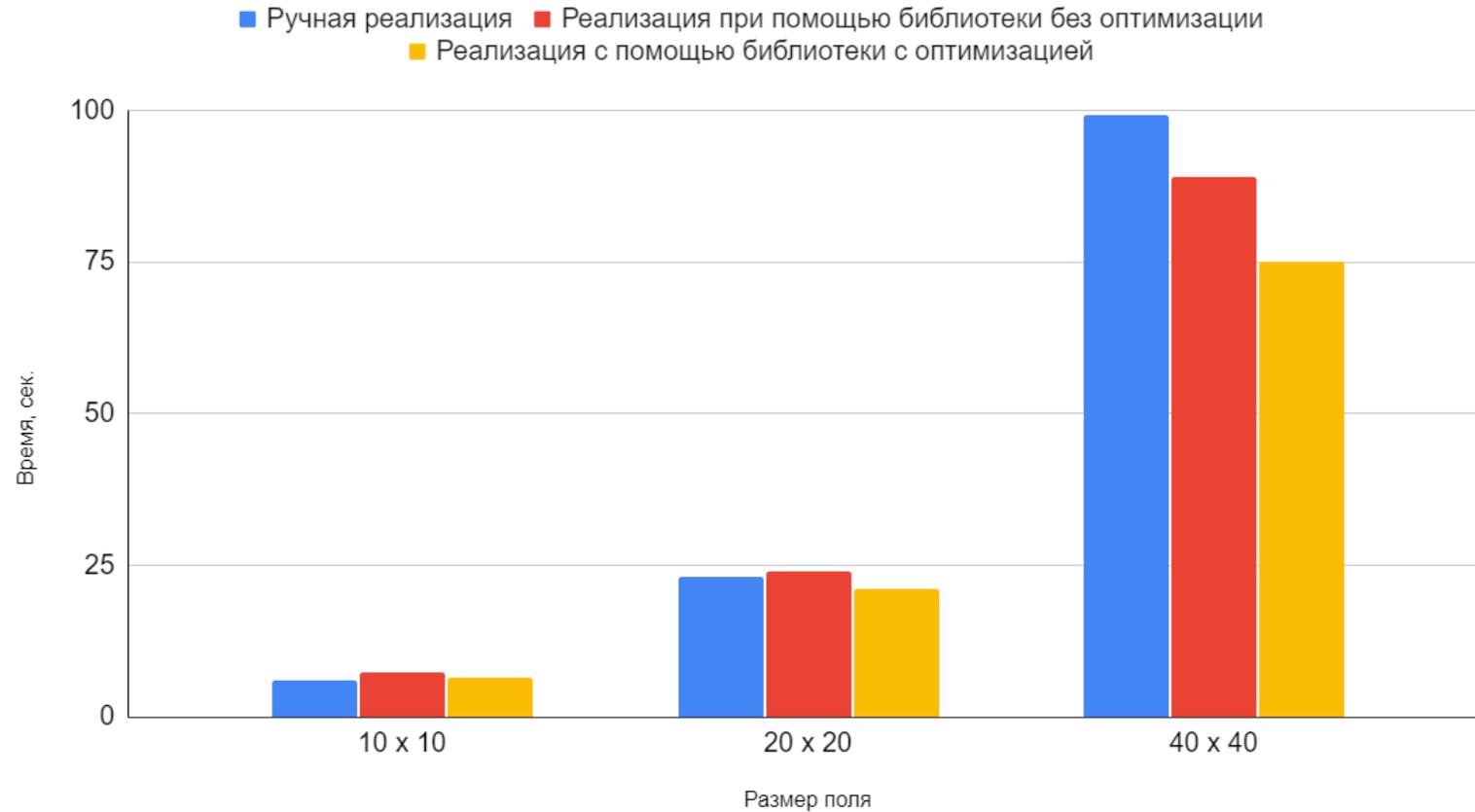


Размер поля 18x18.
Количество домино - 60

Тестирование

Количество итераций $T = 40\ 000$

Сравнение работы разных реализаций



Заключение

- Реализована топология 2D 5x5 в библиотеке и использована для модели “Домино”
 - Время работы программы сравнимо со временем работы ручной реализации
- Реализован синхронный режим работы клеточного автомата, покрывающего область максимальным количеством домино, с помощью библиотеки
 - Максимальное количество домино совпадает с асинхронной реализацией
- Произведена оптимизация функции переходов автомата с использованием мультишаблона
 - Оптимизированная реализация работает на 25 % быстрее ручной реализации

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!