

Клеточные автоматы (КА)

Михайлов Руслан. Июнь 3-7

Определения

Неформальное определение

Клеточный автомат (КА) - упорядоченный набор простых конечных автоматов - **клеток**, которые меняют свое состояние исходя из своего состояния и состояний своих соседей

Формальное определение

КА может быть задан пятеркой:

$$\langle C, N, Q, q^0, f \rangle$$

Где:

- C - множество **клеток**
- N - определенная локальная **окрестность** (соседство) клетки (прим. - окрестность **Мура** или **Неймана**)
- Q - конечное множество **состояний** клетки
- q^0 - **начальное** состояние автомата
- f - свод **правил**, по которым клетки меняют свое состояние, исходя из **своего** состояния и состояний своих **соседей**

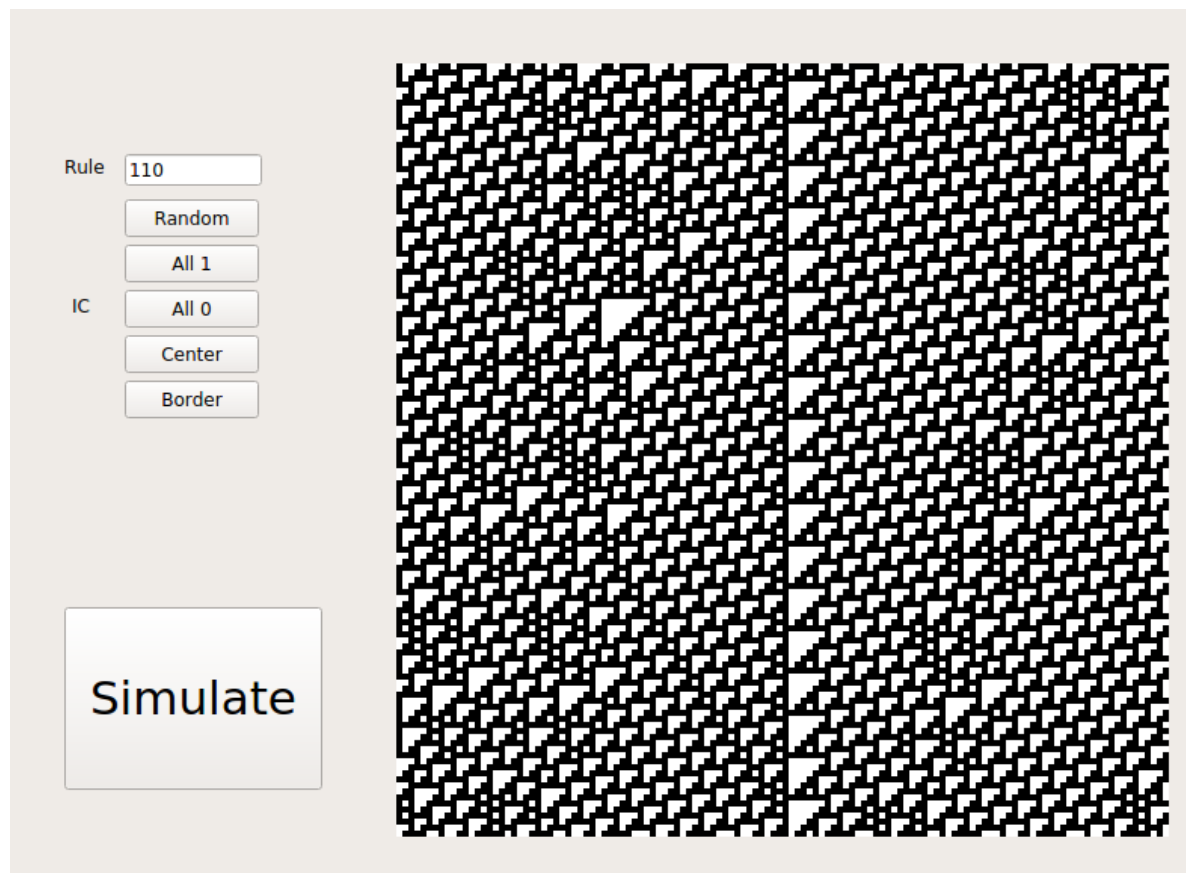
Спецификации КА

- **Размерность** - КА могут быть *одно-, дву-, трехмерные*, и т.д.
- **Вариативность** состояний - КА называется *бинарным*, если у него 2 состояния, *троичным*, если 3, и т.д.
- **Граничность** - определение состояний граничных клеток КА, она может быть как *фиксированной*, когда состояние границ статично, так и *циклической*, когда оно определено состоянием клеток на противоположной стороне поля
- Локальная **окрестность** клетки - в КА размерностью выше 2 имеет место определение, по какому принципу будет высчитываться *соседство* клеток. Как пример: в окрестности *фон Неймана* переход выполняется через общую сторону клеток, а в окрестности *Мура* - через общую сторону *или* общую вершину
- Тип **поведения**: условно все КА можно разделить на 4 категории по их возможному поведению:
 - **1** тип - все клетки быстро принимают **одинаковое** состояние и **стабилизируются**
 - **2** тип - все клетки быстро **стабилизируются** либо возникают **колебания**
 - **3** тип - клетки **нестабильны**, небольшие изменения в начальных условиях ведут к **хаотичному** поведению
 - **4** тип - клетки образуются устойчивые **структуры**, взаимодействующие друг с другом
- **Синхронность** - обновление состояния клеток КА в *синхронных* автоматах выполняется **одновременно**, в *асинхронных* же все происходит в **случайном** порядке

- **Детерминированность** - в *детерминированных* КА клетка имеет строго **одно** возможное воспроизводимое состояние, в то время как в *недетерминированных* КА клетка с некоторой *вероятностью* может перейти в **другое** состояние
- **Обратимость** - КА называется *обратимым*, если для каждой его конфигурации имеется конфигурация, предшествующая первой
- Формат **сетки** - сетка может состоять как квадратных клеток (обычный двумерный автомат), так и, например, из правильных шестиугольников и *других фигур*
- **Тоталистичность** - КА называется *тоталистичным*, если состояние его клеток зависит от **суммы** состояний их соседей

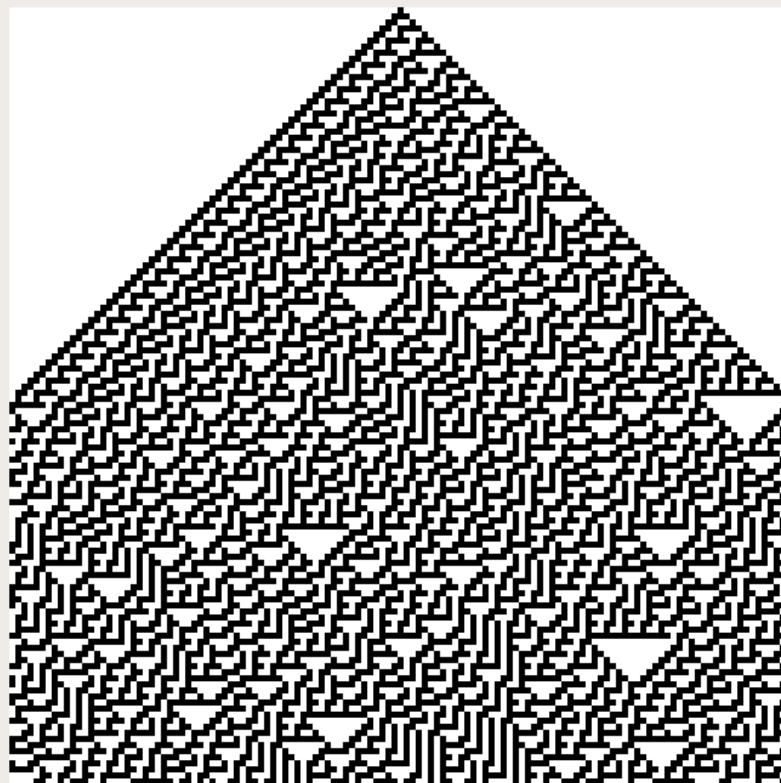
Моделирование

Элементарные КА



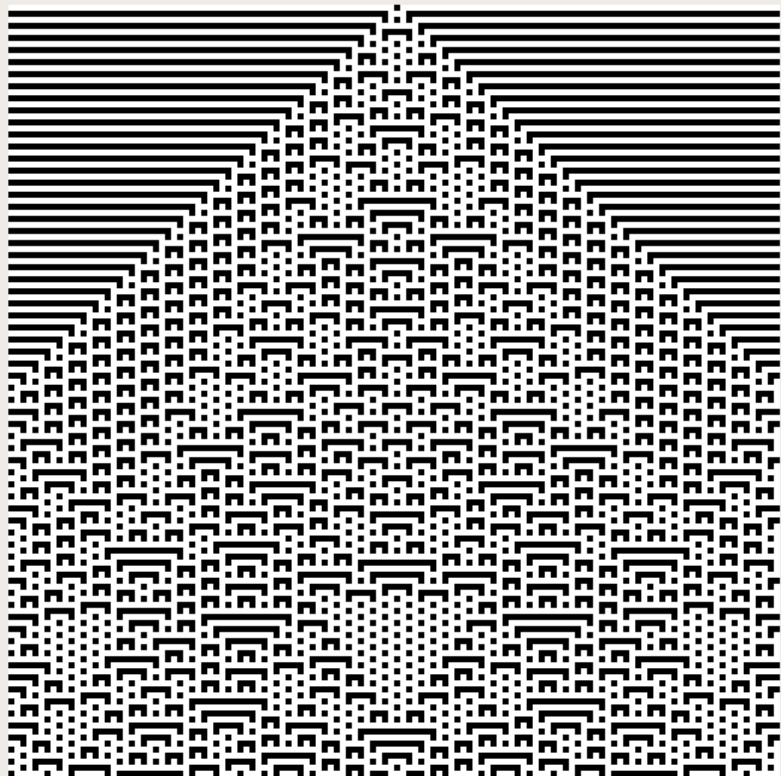
Rule

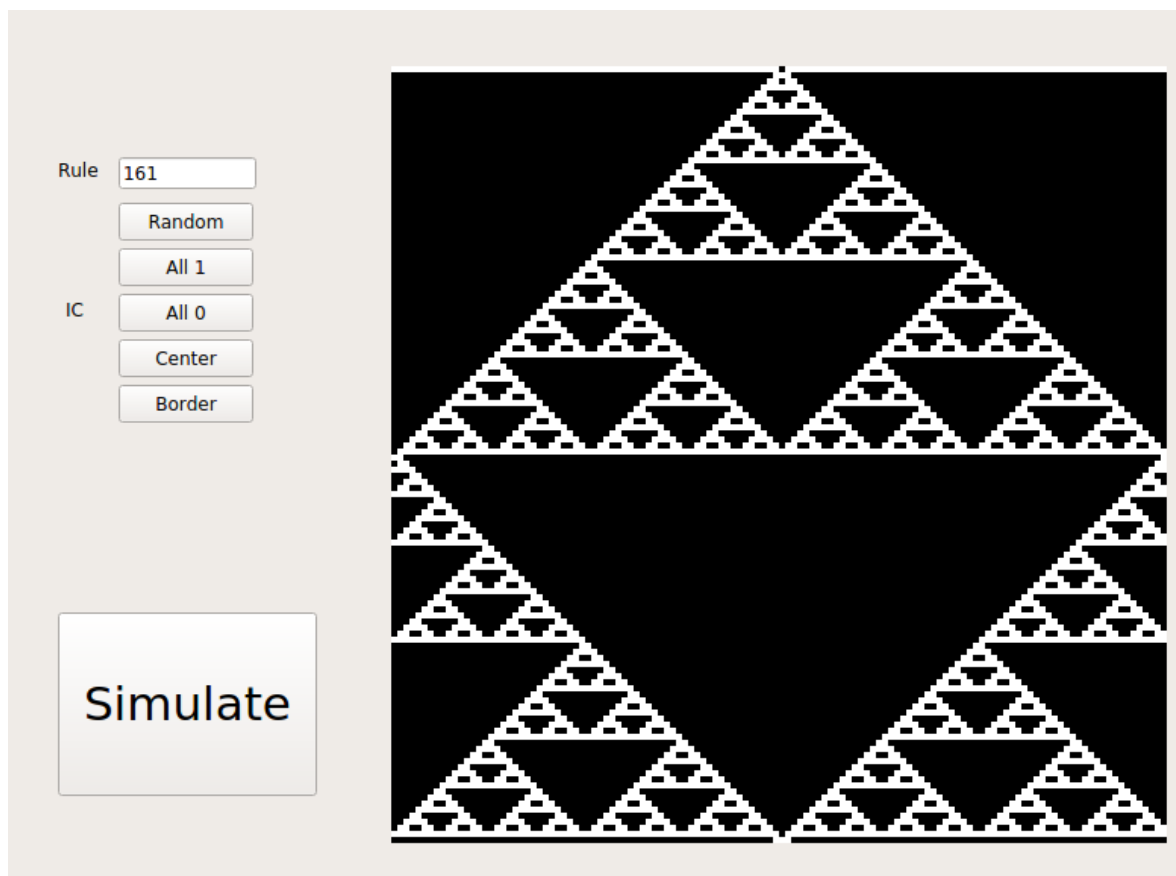
IC



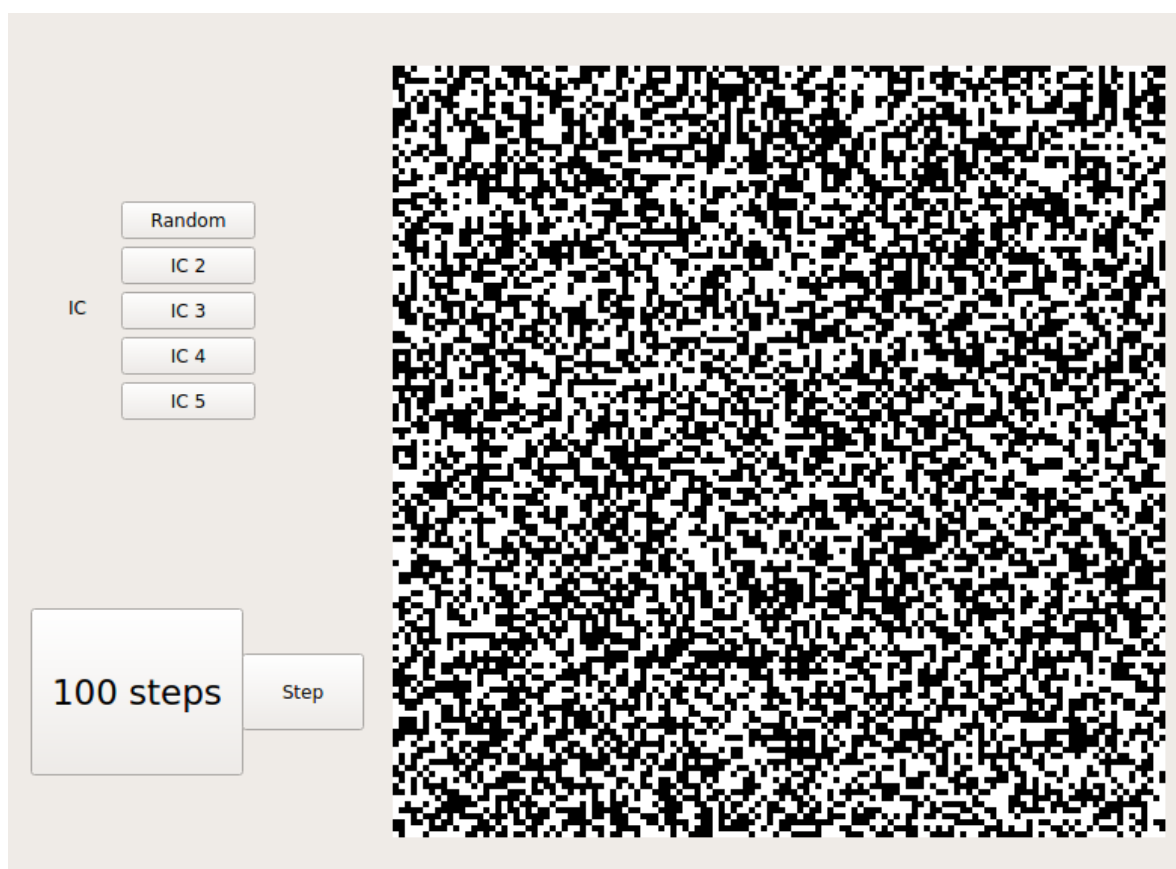
Rule

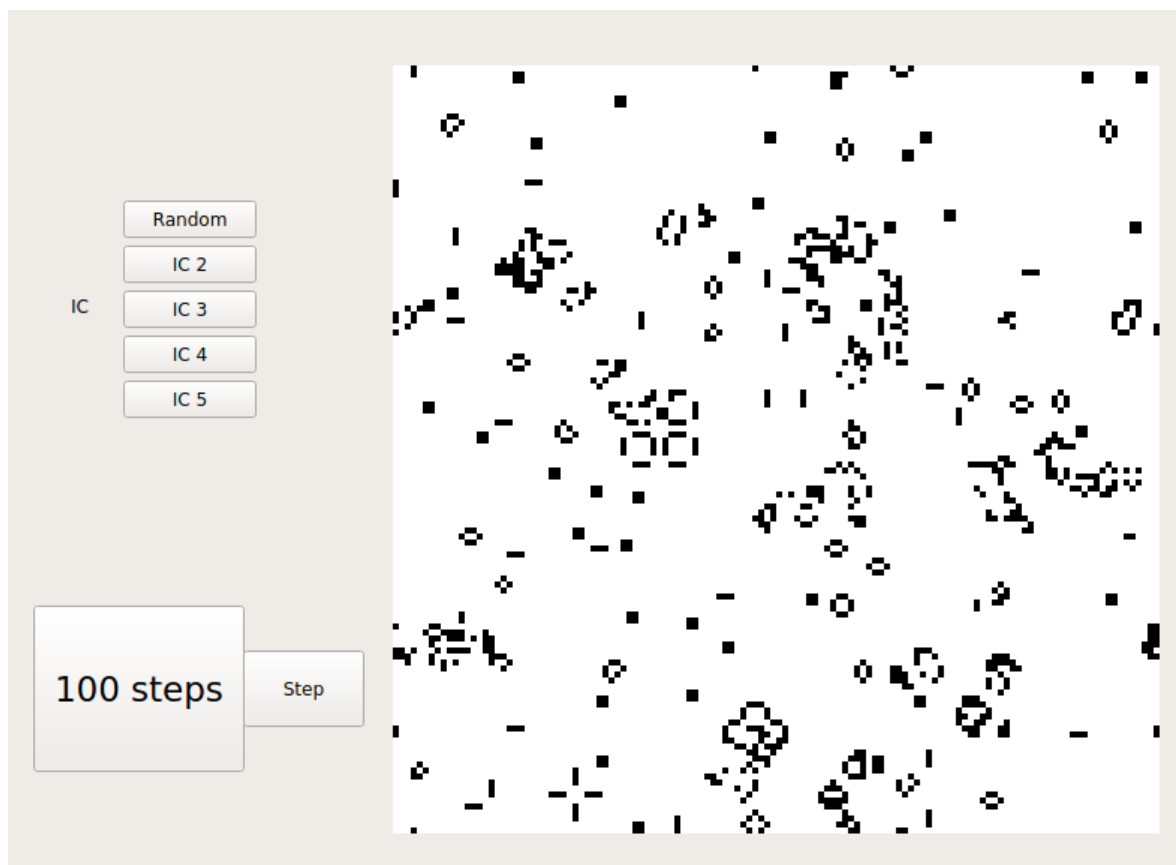
IC





Двумерные КА (Жизнь)





GIF-файлы с процессом эволюции:

<https://giphy.com/gifs/hWibt86YjYG2BuPfPN>

<https://giphy.com/gifs/QBL9hF8ltEyFJ3uWmG>