IT-Колледж “Сириус”

ДОКЛАД

по дисциплине “Введение в специальность”
на тему “Клеточные автоматы”

Выполнил:
Студент группы
1.9.7.3
Пазыч Виктория Сергеевна

Принял:
Старший преподаватель
Тенигин Альберт Андреевич

____

IT-Колледж “Сириус”
2022

Содержание

Вступление

Уважаемые коллеги студенты, а также члены преподавательского состава IT-Колледжа “Сириус”, я, Пазыч Виктория Сергеевна, представляю к вашему вниманию свой доклад на тему “Клеточные автоматы и их применение и жизни”. В процессе работы мной было принято разделить доклад на два основных блока, а именно теоретическая и практическая части, что позволит в мере приближенной к полной рассказать как и обобщенно о столь большой теме, имеющей вокруг себя многочисленное количество обсуждений, докладов, статей, исследований и научных работ, но и попробовать углубиться в одно из направлений и провести свое небольшое исследование, практическую работу, создать что-то связанное с работами по обсуждаемой теме. В рамках первого блока будет проведено краткое знакомство с наиболее важными аспектами и понятиями, которые будут использоваться в дальнейшем, причем как в теоретической, так и в практической части. Практическая работа не имеет цели стать приближенной к масштабам тех работ, что представлены в теоретической части повествования, но она будет играть важную роль в докладе.

Теоретическая часть

Введение

Тема клеточных автоматов не так популярна в сравнении с другими темами, представленными в стенах нашего учебного заведения, так или иначе связанными с программированием. Мне бы хотелось описать устройство некоторых клеточных автоматов, и на примере одного из них убедиться в том, что они имеют свое место в различных отраслях науки, занимают важную и значимую роль в решении реальных задач, не только отдельно взятых направлений, но и глобальных проблем человечества.

При всем этом, в своей статье, я не буду касаться вопроса, связанного с теорией клеточных автоматов. Это тема отдельного разговора и не менее интересного. Однако, если говорить о клеточных автоматах, как об инструментах для решения задач различного уровня сложности, то в первую очередь следует упомянуть о возможности их применения в задачах, связанных с построением и анализом сложных систем, таких как: системы массового обслуживания, системы управления, сети связи и т.д.

Актуальность

В настоящее время, интерес к клеточным автоматам объясняется тем, что они позволяют решить ряд задач, которые являются сложными для других методов математического моделирования. В частности, клеточные автоматы позволяют решать задачи, связанные с анализом систем массового обслуживания. Также клеточные автоматы могут быть использованы для моделирования и анализа систем с большим числом элементов. Кроме того, клеточными автоматами можно моделировать процессы в сложных системах, которые не поддаются моделированию с помощью классических математических моделей. В частности, в клеточных автоматах можно описать динамику молекул, атомов, электронов, ионов, а также динамику сложных биологических и социальных систем

Цель

Цель доклада состоит в том, чтобы на примере клеточных автоматов показать, как простые системы могут эволюционировать, развиваться и усложняться.

Задачи

1. Рассмотреть устройство некоторых популярных клеточных автоматов.
2. Рассмотреть примеры использования автоматов в различных областях науки и техники.
3. Написать собственный клеточный автомат.

Предмет и объект исследования

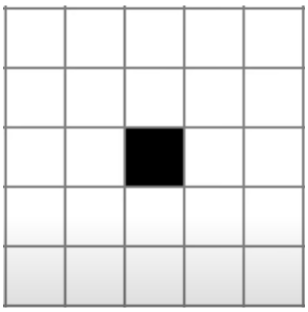
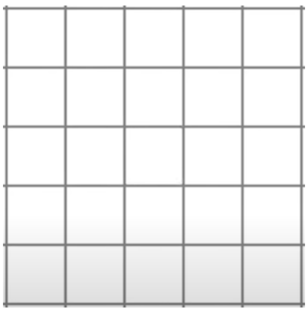
В 1970 году британский математик Джон Хортон Конвей, придумал такую игру, допустим у нас есть поле состоящее из клеточек эти клеточки мы можем либо закрашивать либо стирать при этом у каждой клетки есть восемь соседних клеток которые ее окружают и для каждой клетки мы подсчитываем количество закрашенных клеток которые ее окружают.

Дальше мы действуем по нескольким правилам, если клетка еще не закрашена и у нее есть ровно три закрашенных соседа, то ее мы тоже закрашиваем, а если клетка уже закрашена, то она остается закрашенной если у нее есть ровно два или три закрашенных соседа в остальных случаях мы ее стираем.

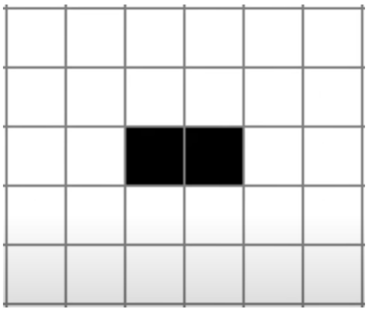
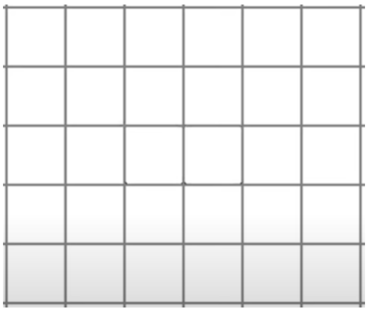
У этих правил даже есть специальное название “B3/S23”. Что означает, что клетка рождается если у неё ровно три соседа, а выживает, если два или три соседа. Про эти клетки говорят, что они рождаются выживают, умирают, потому что их часто сравнивают с биологическими клетками или микробами, которые рождаются если вокруг них есть ещё “микробы”. Если вокруг “микроба” становится слишком много других “микробов”, то он умирает от перенаселения, а если их слишком мало, то микроб умирает от одиночества.

Из-за некоторой схожестью с биологической жизнью, эта игра получила название “Игра Жизнь”. Хоть это и не совсем игра, ведь играть мы в нее, не не можем, всё, что мы можем это задать изначальное положение клеточек и посмотреть как они будут развиватся. Иногда её ещё называют игрой для нуля игроков.

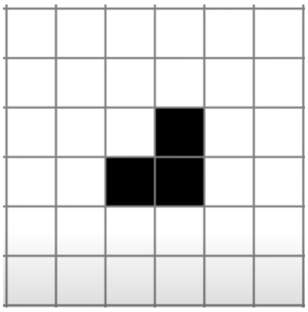
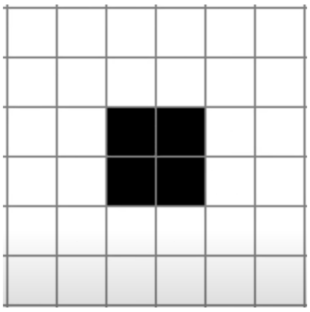
Если мы поставим всего лишь одну клетку (рис. 1), то у неё будет недостаточно соседей, чтобы перейти на следующий ход. И соответственно она сотрется (рис. 2).


(рис. 1)

(рис. 2)

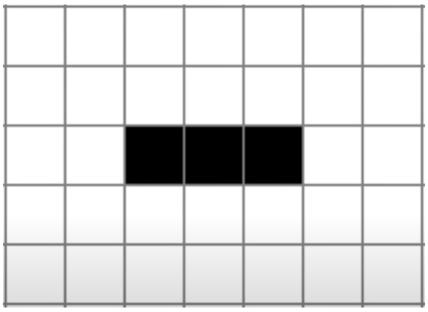
Если мы поставим две клетки (рис. 3), то у каждой из этих клеток будет всего лишь один сосед, и эти две клетки тоже не выживут (рис. 4).

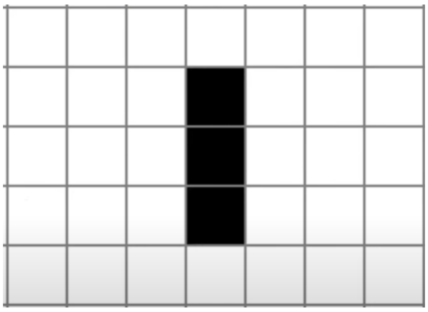
 (рис. 3)  (рис. 4)

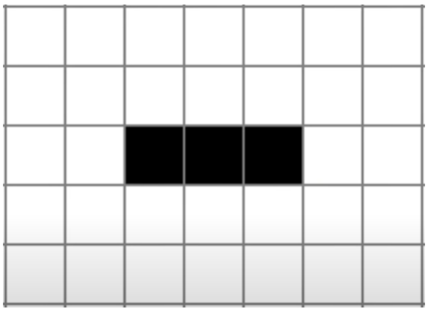
Если мы поставим три клетки, таким образом, что каждая из них имела по два соседа (рис. 5), то тогда они выживут. Значит по правилу “S23”, они переходят на следующий ход. При этом вокруг этой конструкции будет существовать еще одна клетка у которой будет ровно три соседа, а значит она по правилу “B3” закрасится, “родится” и перейдет на следующий ход. Следует на следующем шаге, у нас будет ровно четыре закрашенных клетки (рис 6). У каждой из этих клеток три соседа, и по правилу “B23”, каждая из них выживает и на следующем ходу тоже. Но при этом ни у одной клетки вокруг нет ровно трех соседей, следовательно новые клетки не появляются. Эти четыре клетки остаются такими на следующий ход и больше не меняются.

 (рис. 5)  (рис. 6)

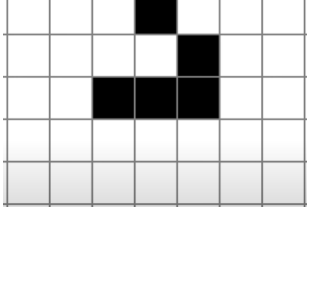
Ранее три клетки располагались уголком, а теперь попробуем расположить их в ряд, по одной из линий (рис 7). Таким образом, у крайних клеток будет всего один сосед и значит они не выживают. При этом у пустых клеток сверху и снизу по три соседа и там рождаются новые клетки. И значит эта линия на следующем шаге линия из горизонтальной превратится из горизонтальной в вертикальную или наоборот (рис. 8). На следующем шаге ровно по тем же правилам переходит в прежнее состояние (рис. 9). Таким образом клетка будет вечно переходить то в одно состояние, то в другое, то есть осциллировать между двумя различными состояниями. Поэтому такие фигуры называют осцилляторами.

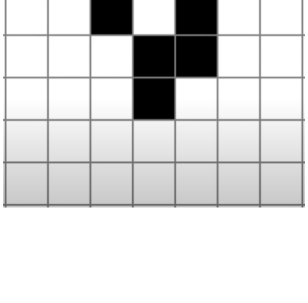

(рис. 7)

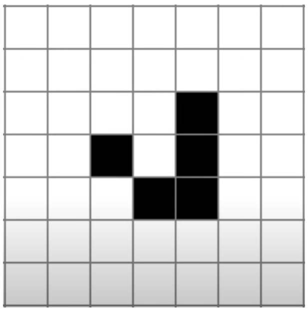
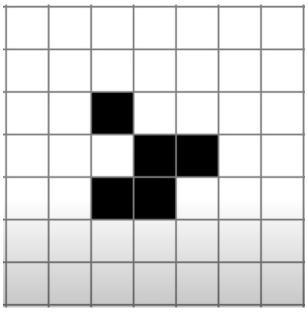

(рис. 8)

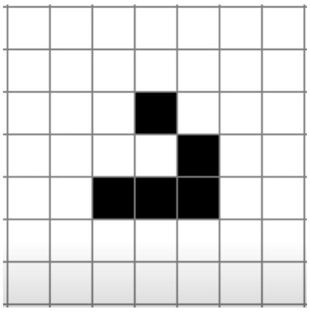

(рис. 9)

Но настоящий интерес к игре жизнь появился, когда обнаружили фигуру состоящую из пяти клеток (рис. 10), которая получила название глайдер. Применяю правила “B3/S23”, смотрим как меняется эта фигура (рис. 11; рис. 12; рис. 13). Можно заметить, что через четыре шага эта фигура пришла в своё изначальное состояние (рис. 14), как осциллятор, но это не совсем то же состояние, потому что она сместилась на одну клетку. Так каждые четыре шага, фигура проходит одну клетку. За достаточно большое количество шагов фигура улетает куда-то в даль.


(рис. 10)


(рис. 11)

 (рис. 12)  (рис. 13)

 (рис. 14)

Таким образом, в игре “Жизнь” есть комбинации из клеток, которые:

A. Не выживают или разваливаются на другие, более устойчивые фигуры;

B. Устойчивые конструкции (устойчивые фигуры);

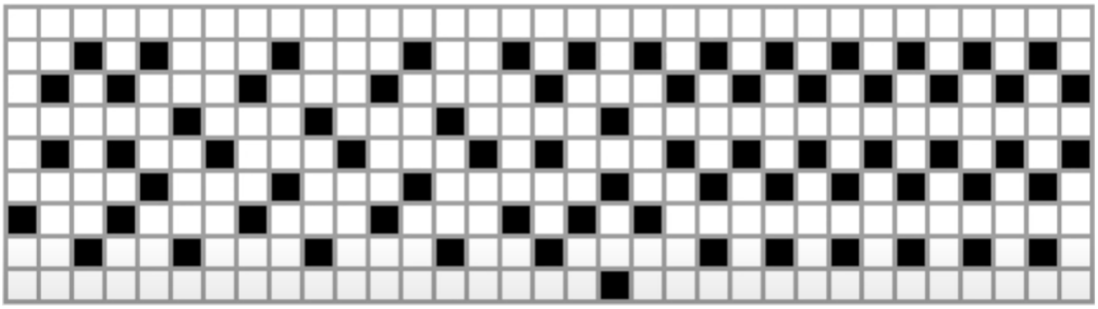
C. Осцилляторы;

D. “Космические корабли” - Глайдеры.

Игра “Жизнь” является клеточным автоматом. И определенно самым популярным, но далеко не единственным. Существует ещё огромное множество клеточных автоматов. Джон Хортон Конвей придумал игру “Жизнь”, вдохновляюсь работами Джона Фон Неймана и Станислава Марцин Улама.

“Жизнь” - необратимый клеточный автомат. Во всех этих автоматах мы всегда можем из текущего шага получить следующий шаг, просто следуя правилам. Но далеко не всегда можно получить предыдущий шаг. Нам неизвестно каким был предыдущий шаг, потому что у него есть несколько вариантов.

Допустим в игре “Жизнь” мы сталкиваем два глайдера и в зависимости от того как именно они столкнулись, они могут исчезнуть либо совсем, либо превратиться в другие фигуры. И из этих фигур, так как, они могли появиться разными способами, мы уже не узнаем, что это были два глайдера. Получается, что эти клеточные автоматы теряют информацию о своём прошлом, если оно вообще существовало. Существуют и комбинации у которых не может быть предыдущего шага - “Сады Эдема”. “Сады Эдема” для игры “Жизнь” (рис. 15).



(рис. 15)

У таки клеточных автоматов всегда есть только один вариант будущего, но он нуля до N вариантов прошлого, поэтому прошлое мы точно вычислить не можем.

Существует целый класс клеточных автоматов, для которых всегда существует одно будущее и ровно одно прошлое. Такие клеточные автоматы называют обратимыми. Обратимые клеточные автоматы мы можем воспроизводить как вперёд во времени так и назад. Ещё для них не существует “Садов Эдема”, так как любую комбинацию клеток можно перемотать в прошлое, значит у любой комбинации всегда есть предыдущий шаг.

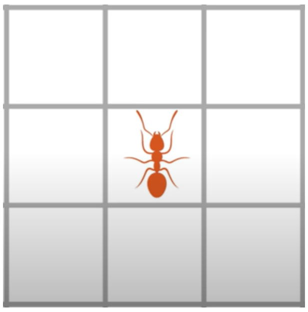
Такие клеточные автоматы интересны тем, что реальные закон физики тоже обратимые.

Практическая часть

Описание

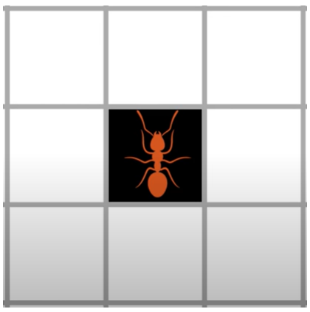
В этой части хотелось бы перейти к чему-то более простому, ещё проще чем игра “Жизнь”. Но как часто в клеточных автоматах из очень простых правил следует неожиданно сложное поведение.

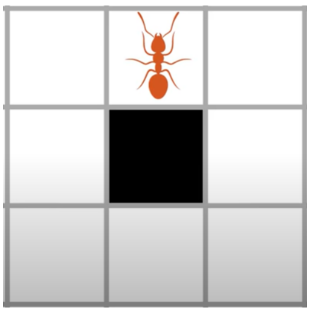
Всё также у нас есть поле состоящее из клеточек, по этим клеточках ходит “муравей” (рис. 16). Его задача раскрашивать эти клетки.

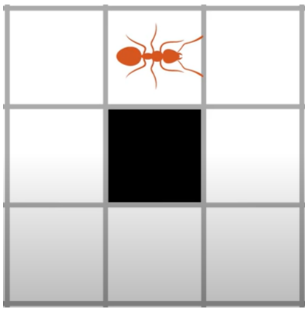
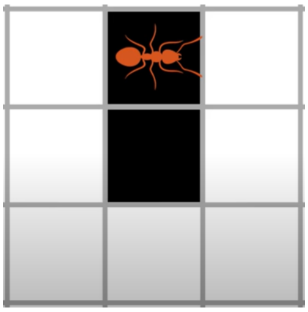

(рис. 16)

Муравей действует по следующим правилам:

1. На каждом шаге муравей закрашивает клетку под собой в противоположный цвет (рис. 17).
2. После он идет вперед на одну клетку (рис. 18).
3. Если муравей наступает на белую клетку, то он поворачивается на 90 градусов по часовой стрелке (рис 19), а если на чёрную, то на 90 градусов против часовой.
4. Ход заканчивается и муравей повторяет свои действия (рис. 20).


(рис. 17)


(рис. 18)

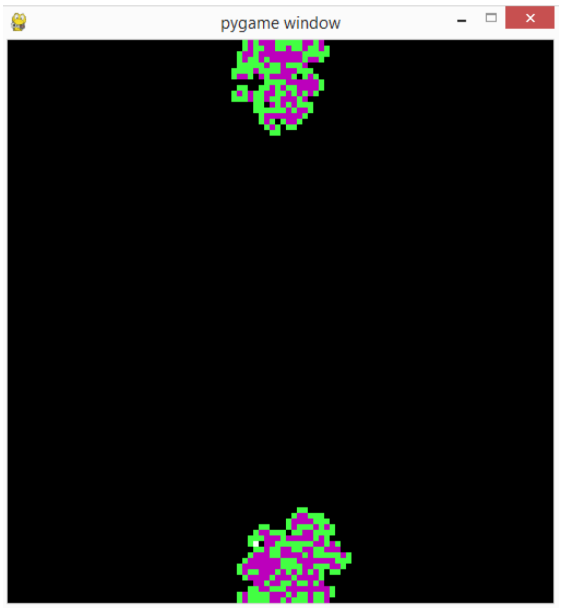
 (рис. 19)  (рис. 20)

Можно предположить, что муравей будет рисовать рисовать, что-то простое, симметричное или же непредсказуемое, возможно спираль, но вместо этого он начинает проявлять сложное хаотичное поведение. Муравей в большем масштабе (ссылка на GIF)[].

В данном проекте для создания Муравья Лэнгтона используется интерпретируемый язык программирования Python.

Функционал

В моей версии муравья имеется зацикленное поле. После создания магистрали муравей возвращается к своему муравейнику. И мы можем наблюдать дальнейшее развитие событий. (рис. 21; рис 22)

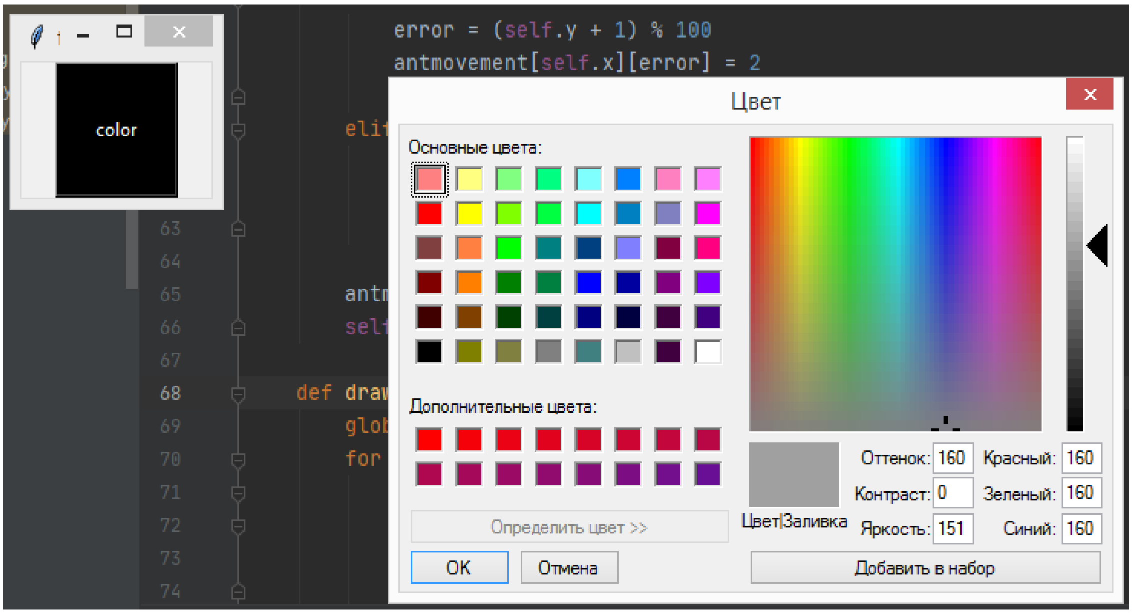


(рис. 21)

(рис. 22)

На муравья можно влиять прямо во время моделирования муравейника, самостоятельно перемещая его по полю.

Также на палитре цветов можно выбрать основной цвет для муравейника. (рис. 23)



(рис. 23)

После завершения моделирования, имеется возможность сохранить изображение муравейника в формате JPEG.

Вывод

Простые системы могут эволюционировать, развиваться и усложняться.

Список источников

1. “Муравей Лэнгтона” GIF: p_rtb2uiqvman80izhhh8v7j7eo.gif (400×400) (hsto.org)
2. Научная работа: Лев Наумов, Анатолий Шалыто, “Клеточные автоматы. Реализация и эксперимент”
3. Научная статья: Виноградов Д.В., “Реализация клеточного автомата "Жизнь" в пакете Mathcad”