

Моделирование развития виртуальных колоний и связь его с развитием живых колоний и другими естественными явлениями

Работу выполнил Денис Кочкаров

Научный руководитель: Мехтиев М. А.

Цели и задачи

Цель: наблюдение за развитием виртуальных колоний и сравнение его с развитием живых колоний и другими естественными явлениями.

Задачи:

1. Построить виртуальные модели колоний
2. Проанализировать корреляцию развития виртуальных колоний и естественных колоний, а также других естественных явлений
3. Создать более реалистичную модель эволюции цифровых колоний

Актуальность

- Цифровые организмы позволяют моделировать процессы эволюции и поведение живых организмов без необходимости использования реальных живых существ. Это может быть полезно, если опыты над реальными живыми организмами дороги или негуманны.
1. Это одно из первых исследований цифровых организмов в России. По крайней мере, в Интернете и в литературе данных о предыдущих российских исследованиях нет.

Терминология

- Цифровой организм - симуляция живого организма, выполняемая на цифровом устройстве.
- Клеточный автомат - математическая модель, состоящая из решётки клеток, принимающих любое из конечного числа состояний, и правил, определяющих изменение этих клеток через заданные промежутки времени.
- Поколение в клеточных автоматах - единица измерения времени. За 1 поколение происходит 1 изменение в автомате. Понятие не связано с искусственной жизнью.
- Петли (Петли Лэнгтона) - цифровой организм, клеточный автомат, придуманный Кристофером Лэнгтоном в 1984 году. Состоит из тела (квадратного, реже других форм) и хвоста, который формирует другую петлю, которая затем отделяется. Петли развиваются колониями.
- Вид в традиционной биологии - группа особей с общими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодовитое потомство, закономерно распространённая в пределах определённого ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды.
- Вид петель Лэнгтона - некоторое количество петель, одинаковых по структуре и по поведению. Даже одна уникальная петля считается видом.
- Геном в традиционной биологии - совокупность наследственного материала, заключённого в клетке организма.
- Геном петли - инструкция петли по самовоспроизведению.
- Ген в традиционной биологии - структурная и функциональная единица наследственности живых организмов.
- Ген петли - одна единица генетического кода петли.
- Мир петель - двумерное пространство развития петель.

Исследуемые варианты и виды петель

- Оригинальные петли - созданы в 1984 году Кристофером Лэнгтоном. Не способны на эволюцию. Колония, как и у большинства вариантов, квадратной формы, петли в центре умирают, но остаются останки.
- Петли Беккера - вариант петель, созданный Грантом Беккером в 2010 году, способный срастаться в причудливые структуры. Их поведение отличается от поведения обычных петель тем, что их колонии неправильной формы, и они часто образуют субколонии, позже прирастающие к основной. Основаны в большей степени на клеточном автомате Wireworld, чем на оригинальных петлях Лэнгтона. Через некоторое время после старта эволюции образуют форму неровного квадрата.
- EvoLoop - вариант петель, созданный Хироки Саямой в 1999 году. В отличие от оригинала, EvoLoop могут модифицировать гены друг друга, сталкиваясь, при этом происходит отбор видов и эволюция. Так же они способны убивать друг друга, тоже столкновением. Существует один вид, идеально приспособленный к выживанию - минимального размера, выводящийся в результате отбора.
- SexuLoop - вариант петель, созданный Николасом Оросом и Кристофером Неханивом в 2007. Это модификация EvoLoop, способная передавать части генома (EvoLoop его изменяет, но не может передавать).
- Петли Гучера - вариант петель, созданный Адамом Гучером в 2009 году. Не эволюционируют, бывают четырёх видов, с разными формами колоний и поведением. Могут убивать друг друга, развиваются и умирают соединёнными между собой группами. Колонии одного из видов необычной формы - крестообразной.
- C.Loop - вид EvoLoop, построенный мной в середине 2017, каждое новое поколение которого превосходит в размерах предыдущее. В результате отбора видов выводится тот же идеальный вид, что и у EvoLoop.

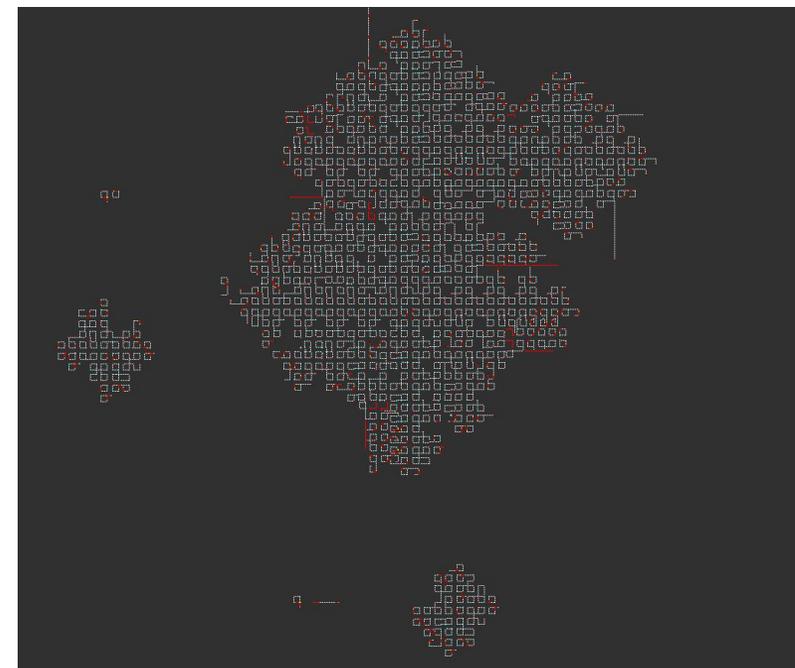
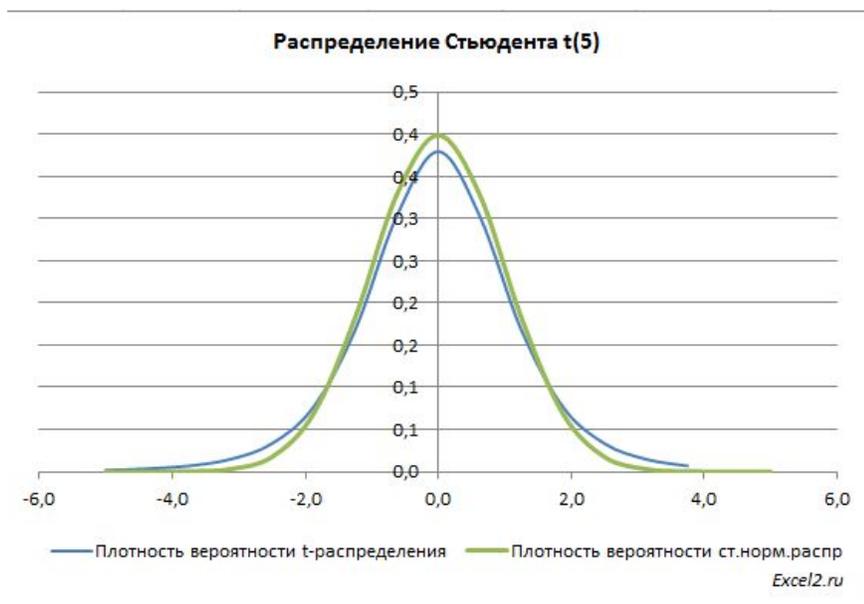
Среда запуска петель - программа Golly.

История исследований цифровых организмов

- Первые цифровые организмы появились в компьютерной игре для программистов "Darwin" в 1961 году. В 1984 году была создана игра "Core Wars", использовавшая аналогичные механизмы. Однако эти программы были очень нестабильными. Первый стабильный симулятор эволюции был выпущен Томасом Рэем в 1991 году и назывался "Tierra".
- Петли Лэнгтона развивались параллельно вышеперечисленным программам. Первый вариант петель был основан на работах Джона фон Неймана и Станислава Улама. Кристофер Лэнгтон, помимо петель, известен также как создатель клеточного автомата "Муравей Лэнгтона", с искусственной жизнью не связанного.

Развитие соляного кристалла

Развитие кристалла соли, совпадающее с развитием петель Беккера и совпадающее с классическим (статистическим) распределением Стьюдента.



Сравнение роста петель и кристалла



16.10.2017



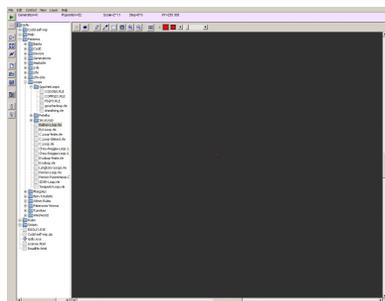
02.11.2017



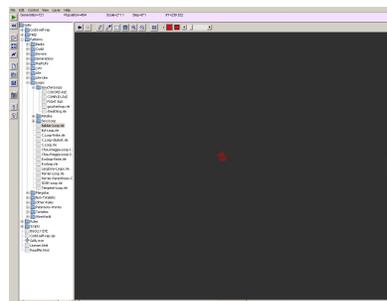
09.11.2017



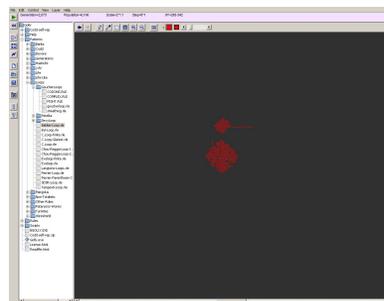
30.11.2017



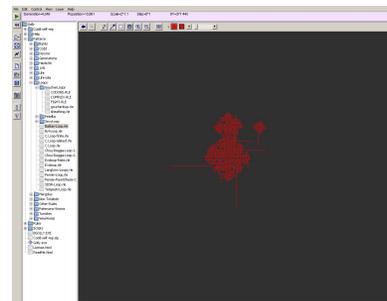
Старт генерации



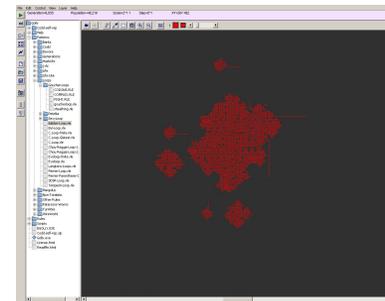
721 поколение



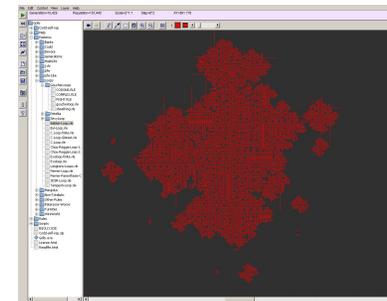
2873 поколение



4049 поколение



6833 поколение



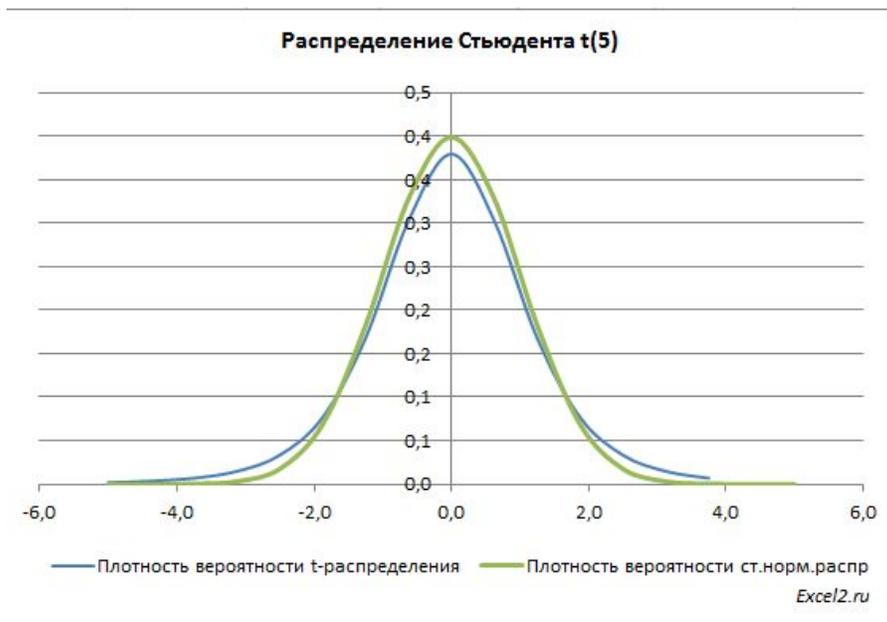
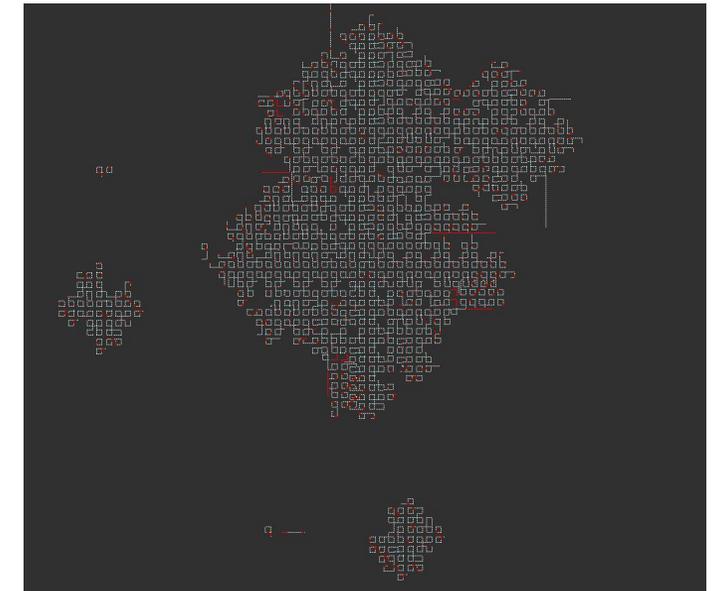
10425 поколение

Размножение кишечных палочек

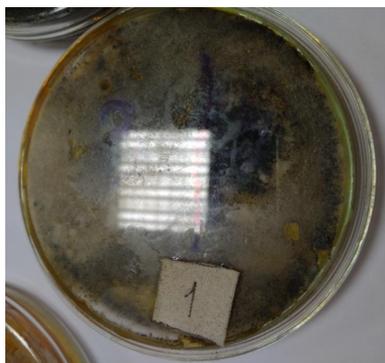


Развитие Mucor.sp

Развитие грибов Mucor.sp, совпадающее с развитием петель Беккера и с классическим (статистическим) распределением Стьюдента.



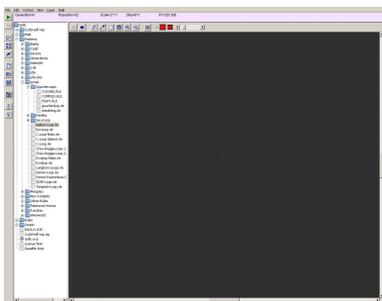
Сравнение роста петель и *Mucor.sp*



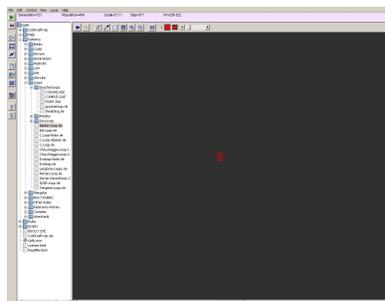
02.11.2017



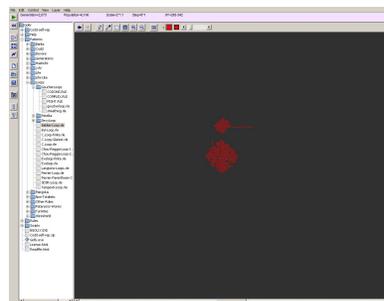
30.11.2017



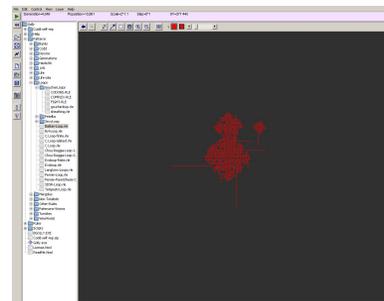
Старт генерации



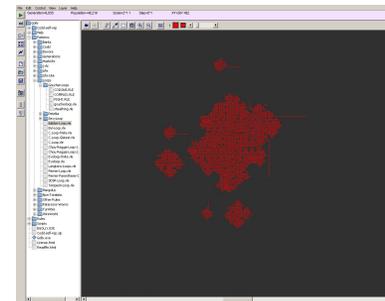
721 поколение



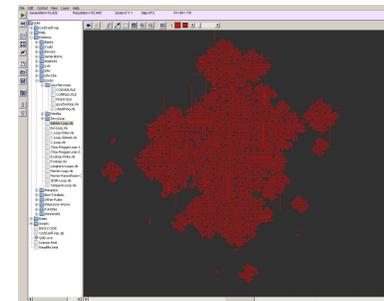
2873 поколение



4049 поколение



6833 поколение



10425 поколение

Развитие коралловых полипов

Развитие коралловых полипов, совпадающее с развитием петель Лэнгтона и совпадающее с параболической функцией. Это связано с тем, что субстрат в центре съеден, и организмам нужно двигаться наружу, чтобы развитие продолжалось.

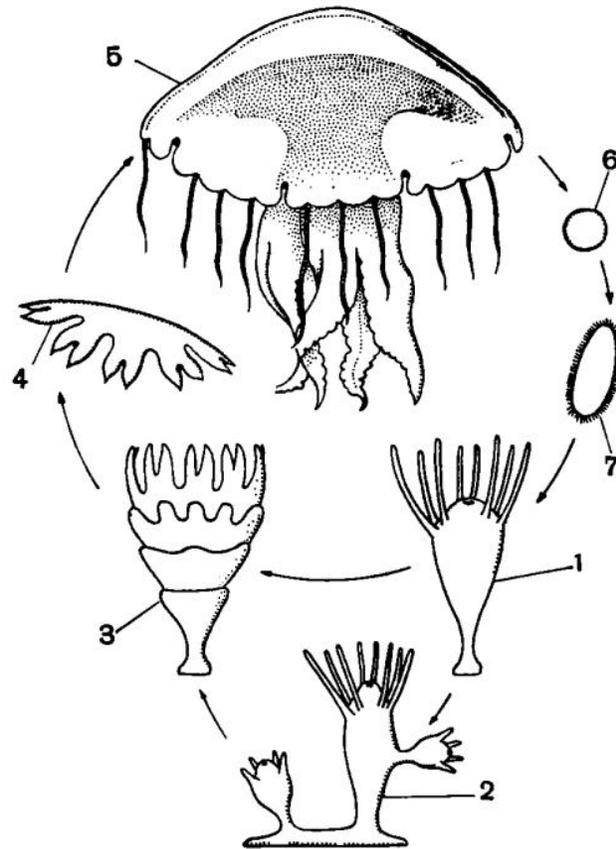
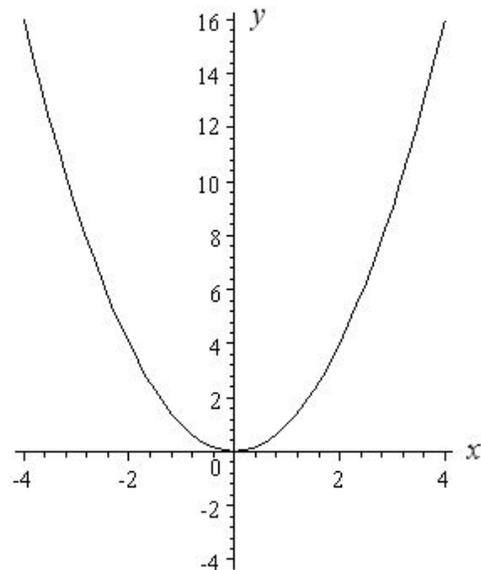
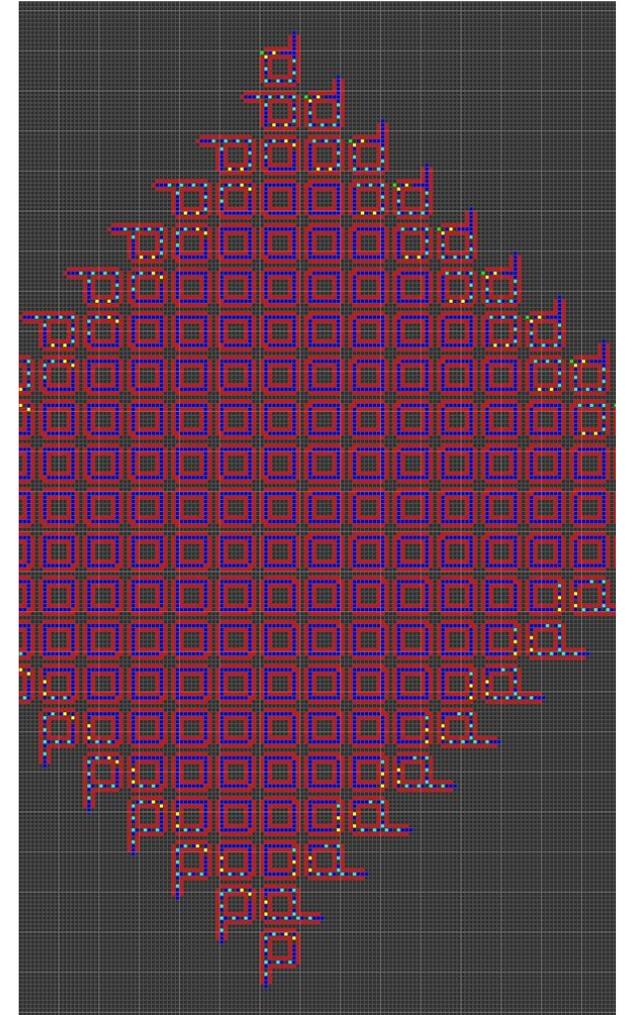
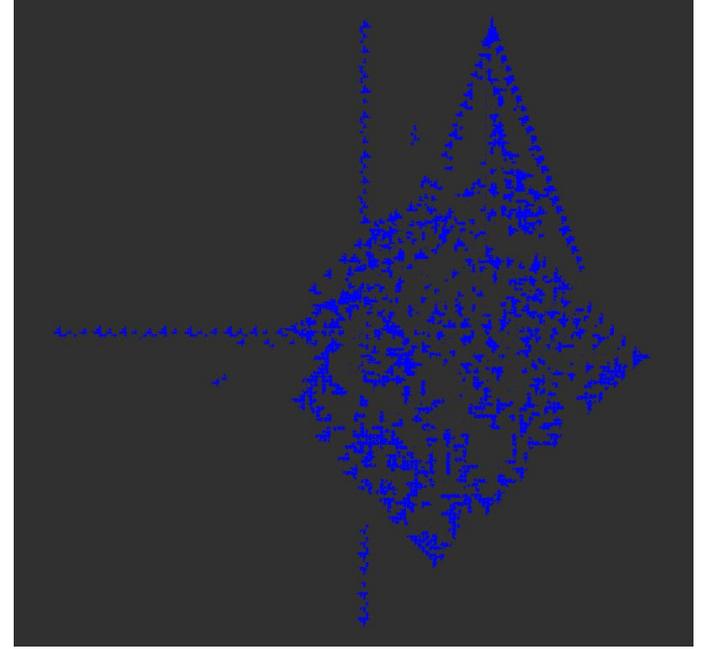
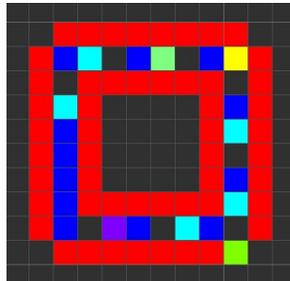
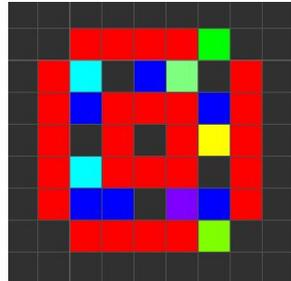
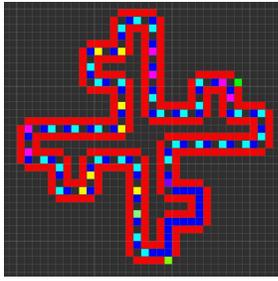
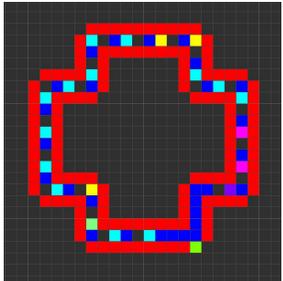


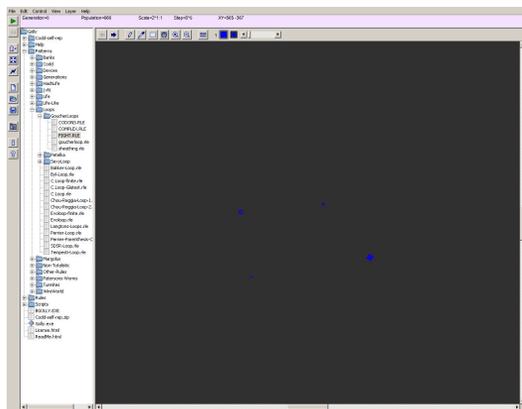
Рис. 150. Схема жизненного цикла сцифоидных (Chrysaora):
1 — сцифистома; 2 — сцифистома, выпечковывающая молодых сцифистом; 3 — сцифистома в стадии стробилы; 4 — эфيرا; 5 — медуза; 6 — яйцо; 7 — планула.



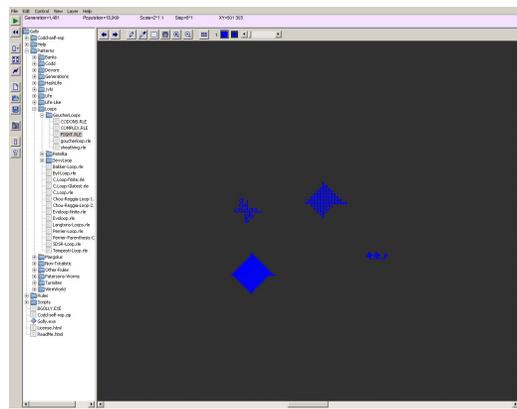
Столкновение видов петель Гучера

При развитии четырёх видов петель Гучера (изначальное положение на верхнем рисунке) два сразу уничтожаются, а два оставшихся образуют конструкцию, изображённую на нижнем рисунке.

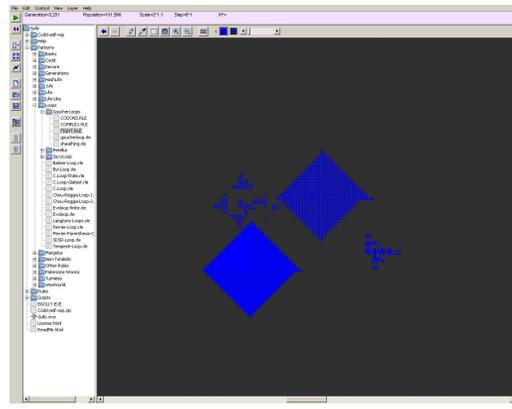




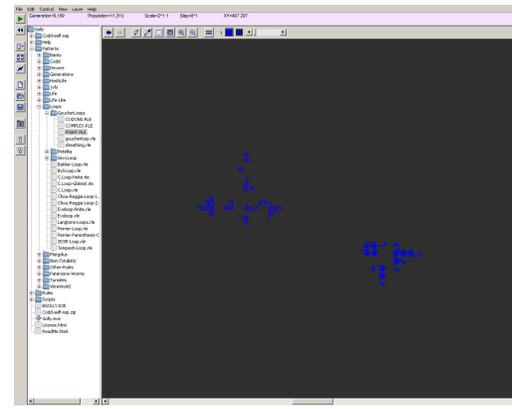
Старт генерации



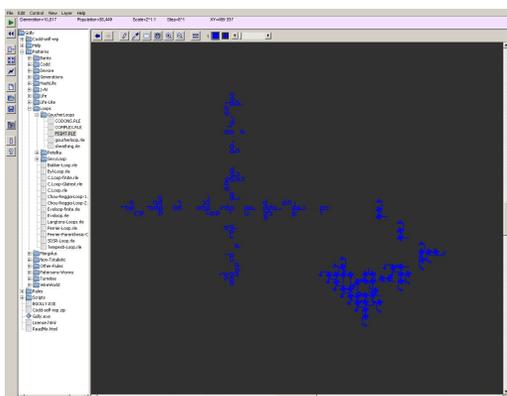
1481 поколение



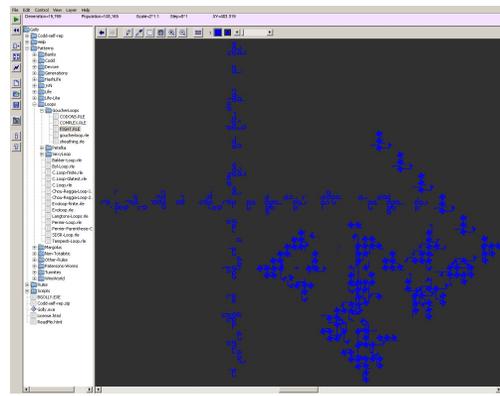
3281 поколение



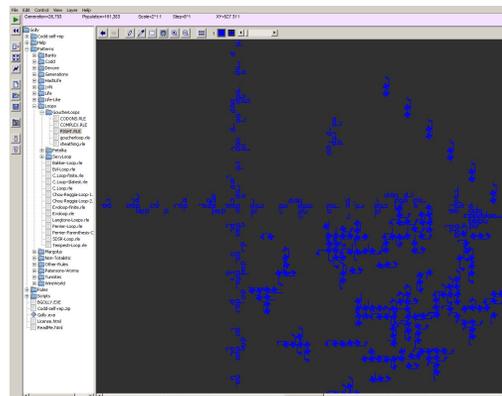
5169 поколение



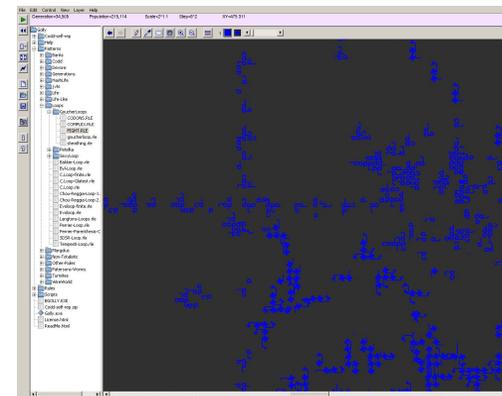
10817 поколение



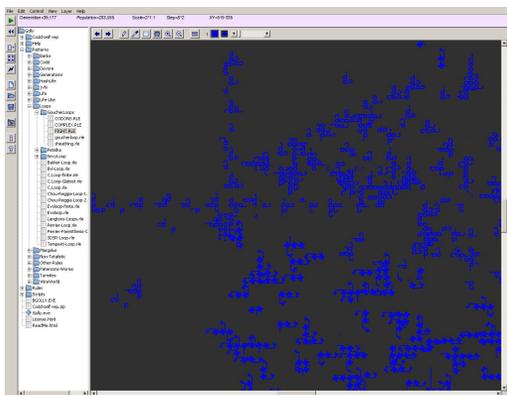
19769 поколение



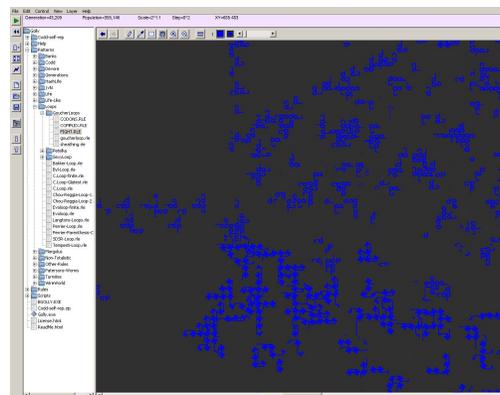
26753 поколение



34505 поколение



39177 поколение



43209 поколение

Эволюция изоляции на примере многоклеточного ЖИВОТНОГО

В 2003 году членами лаборатории экологии животных и биомониторинга ЭФА Михальчук Ксенией, Родионовой Машей и Бутюговой Соней было проведено исследование. В процессе исследования была ограничена кормовая база рыб хариусов (*Thymallus arcticus arcticus*), в результате чего их средний размер заметно уменьшился. Это адаптация в борьбе за корм, особям меньшего размера проще выжить в условиях голода. Похожий эффект наблюдается у петель *Evo1oop* и *Sexu1oop*, потому что у них возможно изменение генома и отбор видов. В случае петель в качестве еды выступает свободное пространство - чем меньше особь, тем плотнее такие, как она, смогут разместиться.



Будущее работы

Возможно, в будущих исследованиях будет использоваться другое ПО, дающее возможности:

- Взаимодействия "хищник-жертва"
- Развития многоклеточных организмов
- Симбиотизма
- Хемо- и фототаксиса между видами
- Трёхмерного развития колоний

Спасибо за внимание!