Виктор Григорьевич Соловьёв

РЕШЕТО ХАОСА
Триединство математического алгоритма

solovik532@gmail.com

+7 903 742 72 50

Москва
Октябрь 2015

Аннотация

Рассматривается оригинальный алгоритм, позволяющий к любой хаотической системе подобрать определенный ключ, шифр или порядок, одновременно решающий задачу формы и содержания в триедином понимании. Алгоритм имеет простоту P-класса, который позволяет решать задачи NP-класса за приемлемое время. Описаны основные области применения от решения математических задач из теории графов до построения алгоритмов звездного неба и обоснования творческих интеллектуальных задач.

В.Г.Соловьёв

Решето хаоса
Триединство математического алгоритма

Хаос — это порядок, который нужно расшифровать.
Жозе Сарамаго[1]

Высшее назначение математики … состоит в том,
чтобы находить скрытый порядок в хаосе, который нас окружает.
Норберт Винер[2]

[1] **Жозе Сарамаго** - крупнейший писатель современной Португалии, лауреат Нобелевской премии по литературе (1998). Полное имя — Жозе де Суза Сарамаго (José de Sousa Saramago).

[2] **Но́рберт Ви́нер** (англ. *Norbert Wiener*; 26 ноября 1894, Колумбия, штат Миссури, США — 18 марта 1964, Стокгольм, Швеция) — американский учёный, выдающийся математик и философ, основоположник кибернетики и теории искусственного интеллекта.

Оглавление

1. Введение. Трансвычислительные задачи о хаосе и древние астрономы

Хаос как понятие имеет множество смыслов и определений. В общем же смысле точного научного определения Хаосу не существует.

Еще в древнегреческой мифологии хаос относился к категории космогонии и олицетворял собой первичное состояние Вселенной в качестве бесформенной совокупности материи и пространства [1,2]. Отсюда Хаос, собственно, и берет свое название: χάος по-гречески - "раскрываюсь", "разверзаюсь".

В обыденном смысле хаос понимают как беспорядок, неразбериху, причем это понятие зачастую носит субъективный характер. Например, разбросанные вещи по комнате или бумаги и документы на рабочем столе кому-то покажутся хаосом или полным беспорядком, а для кого-то наоборот - если их разбросанные вещи прибрать, то тут действительно для них наступает полный хаос, заключающийся в невозможности найти свои вещи,.

В математике хаосом называют неупорядоченное, случайное, непрогнозируемое поведение элементов какой-либо системы [3]. В математике выделяют два основных вида хаоса. Если не представляется возможным формализовать причинно-следственные связи между элементами системы, то такой вид хаоса называют недетерминированным. Характерный пример недетерминированного хаоса - броуновское движение частиц. Если же хаос порождается не случайным поведением большого количества элементов системы, а внутренней сущностью нелинейных процессов внутри системы, то тогда говорят о детерминированном хаосе. К этому виду хаоса можно отнести неустойчивости в электрических сетях, турбулентных движениях воздуха или воды и т.п.

Важно отметить, что в настоящее время изучение видов и систем хаоса невозможно без создания и применения мощного математического аппарата, требующего разработки алгоритмических процессов.

По логике вещей каждое событие или величина подчиняются какому-то скрытому порядку, кажущемуся на первый взгляд хаосом. Разгадка последовательности тех или иных событий и их взаимосвязи между собой и ведет к расшифровке хаоса, превращая его в полный или частичный порядок. Известный музыкант и математик Михаил Марутаев [4] нашел целое семейство чисел так называемой качественной симметрии, что говорит о том, что хаос — не абсолютная дисгармония, на одну пятую он содержит в себе гармонический порядок. При этом гармония порядка в теории Марутаева так или иначе соотносится с Золотым Сечением [5]. Многие исследователи, например, Савелий Кашницкий [6], применяли теорию Марутаева для поиска кажущегося хаоса в архитектуре и других видах искусства.

Очень тесно теория хаоса соприкасается с теорией графов, основоположником которой был великий ученый-математик Леонард Эйлер [7]. Граф состоит из последовательности вершин (точек, узлов) и их взаимосвязях между собой (характерных линий). Действительно, кажущееся на первый взгляд отсутствие логики в каком-то наборе точек, например, на плоскости или в пространстве, с помощью графа превращается в некий порядок. Иными словами, граф превращает хаотический набор точек, распределенных в пространстве или времени, в своеобразную форму, рисунок. Можно утверждать: **если к хаосу применена (найдена) форма, то хаос превращается в порядок.** Формой хаоса может быть математическое уравнение или система уравнений, картинка, граф (Эйлера) и т.п., который обязательно проявляет себя во времени и/или пространстве, независимо от видов хаоса.

Рассмотрим несколько примеров, когда хаотическому, на первый взгляд расположению точек, соответствует упорядоченный граф [9]. На рисунках 1.1 и 1.2 показаны точки, как станции метро и граф в виде соединяющих их линий соответственно.

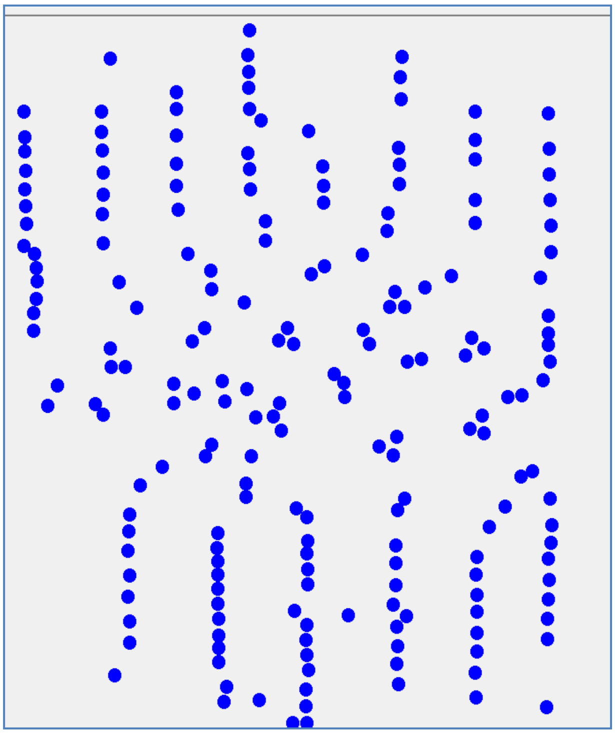

Рисунок 1.1

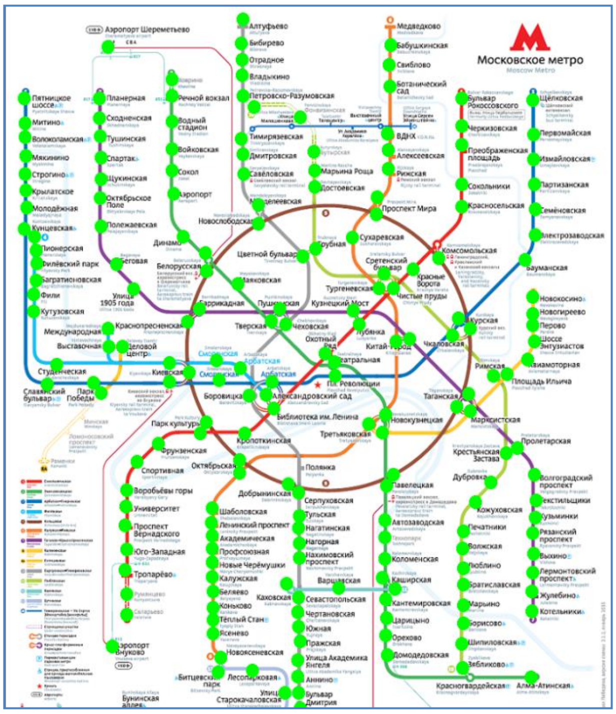

Рисунок 1.2

На рисунках 1.3 и 1.4 хаотический массив точек при наложении на северный участок звездного неба с созвездиями Большой и Малой Медведиц и др. превращается с граф-порядок посредством линий на рисунках их соединяющих.

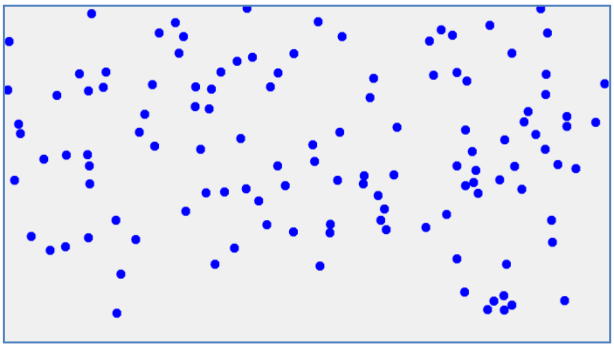

Рисунок 1.3

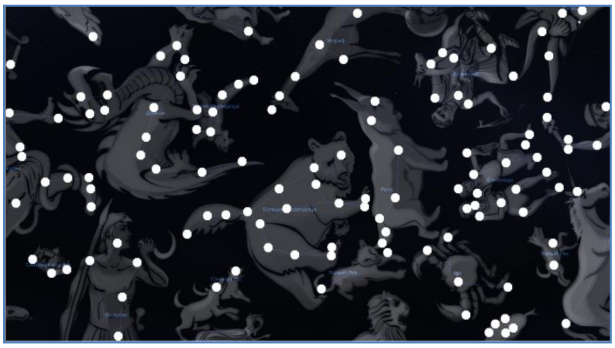

Рисунок 1.4

В каждом из рассмотренных выше примеров количество точек порядка 200. Если попробовать организовать поиск форм по заданному количеству точек на каждой картинке, перебрав все варианты геометрических связей между точками, то нетрудно убедиться, что подобные задачи не имеют решения, т.к. перебор вариантов займет время, превышающее время существование Вселенной. Такого рода задачи являются трансвычислительными[10], т.е. не имеющими решения за приемлемое время.

Каким образом древние астрономы без серьезных вычислительных средств из видимого хаоса звездных точек "увидели" порядок и составили карты звездного неба, остается только догадываться.

В работе представлен оригинальный алгоритм Решета Хаоса (РХ), с помощью которого многие трансвычислительные задачи могут быть решены посредством специального подхода к вычислениям.

Особую благодарность автор выражает своему другу и коллеге Александру Цизину, который некоторое время назад подвигнул автора к размышлениям на заданную тему.

2. Семь горошин Большого Ковша. Постановка основных вопросов и формулировка главной задачи

Возьмем несколько горошин (или маленьких шариков), к примеру – семь (7), и бросим их на пол. Они расположатся в каком-то случайном или хаотическом порядке, в частности, как на рисунке 2.1.

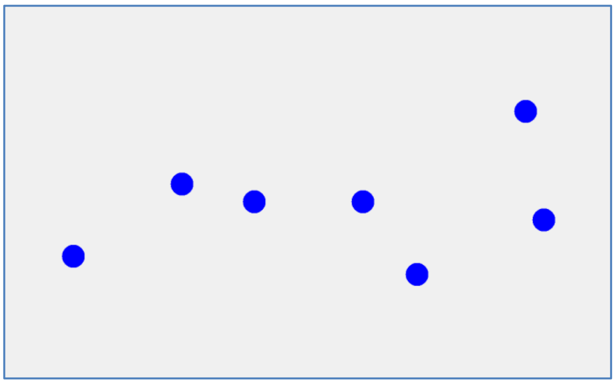

Рисунок 2.1

Главная задача состоит в том, чтобы, начиная с любой точки, соединить между собою последовательно все точки, сформировав образ некоторой плоской (в данном случае) фигуры. Как было уже отмечено выше, решение задачи сводится к приданию рисунку определенной формы, которая хаотическую разбросанность точек превращает в определенный порядок. Можно практически не сомневаться в том, что любой, кто возьмется за решение этой простой, на первый взгляд, задачи, нарисует картинку, отображенную на рисунке 2.2, который специально вынесен на следующую страницу, дабы не навязывать решения.

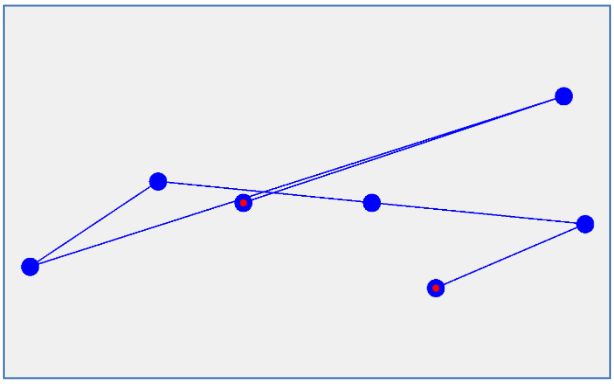

Рисунок 2.3

Многие удивятся, узнав о том, что число вариантов (**n**) решения этой задачи оценивается математической формулой

$$\mathbf{n = 7! = 5040}$$

Однако мало кому придет в голову (если, конечно, кто-то не захочет показаться излишне оригинальным) соединить семь точек одним из пяти с лишним тысяч способов, например, таким, как показано на рисунке 2.3.

Можно с большой степенью достоверности утверждать, что картинка на рисунке 2.2 есть объективное представление исходной картинки на рисунке 2.1. Видимо, система “человеческий глаз - мозг” работает не перебором всех возможных вариантов (иначе она просто бы не успела перебрать все варианты за столь короткое время), но оценкой конечной формы, под которую почти мгновенно подбирается необходимая конфигурация.

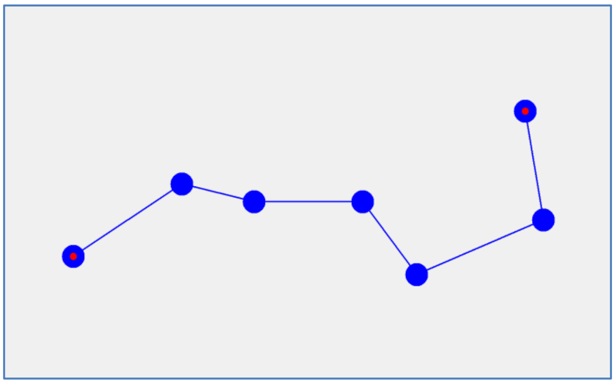

Рисунок 2.2

Здесь можно провести аналогию с Золотым Сечением [11], которое с помощью компьютеров и математических преобразований разобрали буквально на атомы, написав груды научных томов, подсчитав практически бесконечное число знаков золотого числа Фи, но так и не ответив на один простой вопрос: почему же эта Золотая Пропорция самая красивая для человека? Вот уж компьютеры оказались здесь бесполезной игрушкой.

3. Решето Хаоса - альфа и омега алгоритма

Для решения рассматриваемой задачи необходимо и достаточно через хаотически расположенные в пространстве точки-узлы построить некий граф, исходя из условий взаимодействия, которые будут отображаться линиями графа. Для любой хаотической системы можно построить так называемую матрицу последовательных взаимодействий (ПВ-матрицу), которая **всегда будет плоской 2-х координатной, представленной в табличной форме независимо от того, в какой пространственной системе расположены объекты.**

В качестве примера выберем картину из предыдущей главы (рисунок 3.1). Исключительно для удобства обозначим цифрами точки по порядку следования в привычном виде слева направо (хотя это можно сделать и в любом другом порядке). Пусть для представленной системы Большого Ковша нами определены геометрические взаимодействия: Тогда ПВ-матрица будет иметь следующий вид (рисунок 3.2):

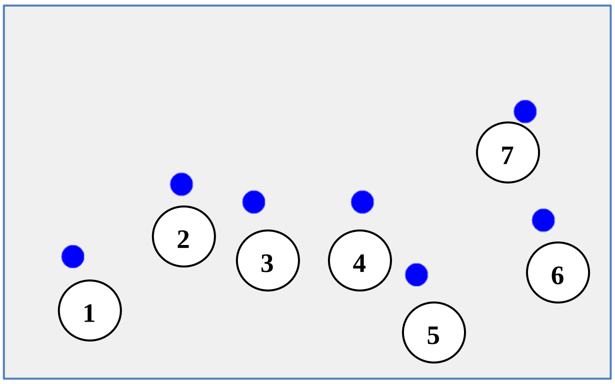

Рисунок 3.1

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
2	3	2	5	4	7	6
3	4	4	3	6	5	5
4	1	5	2	3	4	4
5	5	1	6	7	3	3
6	6	6	7	2	2	2
7	7	7	1	1	1	1

Рисунок 3.2

Расшифровывается она так: цифровые обозначения исходных точек расположены в первой (верхней) строке, далее в каждом столбце сверху вниз записываются обозначения точек, возрастающих относительно исходной по дальности.

После определения ПВ-матрицы вступает в силу собственно алгоритм Решета Хаоса (РХ-метод). С названием здесь уместно провести аналогию с так называемым Решетом Эратосфена [19] для поиска простых чисел.

Суть РХ-метода состоит в следующем (расписано подробно для понимания алгоритмической последовательности для алгоритмической простоты программирования):

- выбираем любую точку в качестве начальной, например, точку 4;

- зачеркиваем ПВ-матрице все значения с номером 4;

- в столбце под номером 4 спускаемся по порядку сверху вниз до первого не зачеркнутого номера (в данном примере это номер 5 на второй строчке таблицы) и записываем внизу указанной таблицы последовательность 4-5;

- далее зачеркиваем по всей ПВ-матрице все значения с номером;

- в столбце под номером 5 спускаемся по порядку сверху вниз до первого не зачеркнутого номера (в данном примере это номер 6 на третьей строчке таблицы) и записываем внизу указанной таблицы последовательность 4-5-6;

- зачеркиваем по всей ПВ-матрице все значения с номером 6;

- в столбце под номером 6 спускаемся по порядку сверху вниз до первого не зачеркнутого номера (в данном примере это номер 7 на первой строчке таблицы) и записываем внизу указанной таблицы последовательность 4-5-6-7;

- далее зачеркиваем по всей ПВ-матрице все значения с номером;

- в столбце под номером 7 спускаемся по порядку сверху вниз до первого не зачеркнутого номера (в данном примере это номер 3 на пятой строчке таблицы) и записываем внизу указанной таблицы последовательность 4-5-6-7-3;

- далее зачеркиваем по всей ПВ-матрице все значения с номером;

- в столбце под номером 3 спускаемся по порядку сверху вниз до первого не зачеркнутого номера (в данном примере это номер 2 на первой строчке 5-й таблицы слева и записываем внизу указанной таблицы последовательность 4-5-6-7-3-2;

- далее зачеркиваем по всей ПВ-матрице все значения с номером 2;

- остался непросеянным только номер 1, поэтому заканчиваем просеивание и записываем последовательность 4-5-6-7-3-2-1, которая означает последовательный переход от точки к точке, начиная с номера 4 и заканчивая номером 1.

Рассмотренный порядок действий назовем 1-ым Прогоном (Р), на котором задача не заканчивается. После 1-го прогона начинаем 2-й Прогон, приняв в качестве начальной точки точку номер 1 (последнюю точку 1-го прогона). 2-ой Прогон полностью аналогичен 1-му и отображен в виде просеивания на рисунке 3.4, в результате которого обнаруживается последовательность 1-2-3-4-5-6-7. После 2-го Прогона запускаем 3-й Прогон, приняв в качестве начальной точки точку номер 7 (последнюю точку 2-го прогона). 3-й Прогон полностью аналогичен 1-му и 2-му, в результате которого обнаруживается последовательность 7-6-5-4-3-2-1. Становится понятным, что 4-го Прогона не последует, потому что задача зацикливается на 2-м - 3м Прогонах.

В результате мы получаем картинку, полностью соответствующую рисунку 2.2!

Мы рассмотрели первый вариант решения задачи, приняв в качестве начальной точки точку с номером 4 и использовав 3 Прогона. Нетрудно убедиться в том, что какую бы точку мы не приняли за начальную (любую из 7), мы всегда придем к одной и той же картине (рисунка 2.2), всегда за число Прогонов равное 3, за исключением точек 1 и 7, для каждой из которых достаточно только 2-х Прогонов.

Таким образом, мы получили картинку для 7-ми хаотичных точек, нарисовав единственно возможную форму перехода от одной точки к другой с двумя главными точками (в данном случае - крайними) под номерами 1 и 7.

Алгоритм сработал объективно, так мы не задавали ни начальных точек, ни, тем более главных, и никаким образом не описывали форму пути, лишь обозначив матрицу взаимодействия между точками.

4. Золотая формула хаоса. Хаос в хаосе.

Под золотой формулой хаоса подразумевается то обстоятельство, при котором независимо от количества точек-объектов, число прогонов всегда стремится к числу золотого сечения и составляет в среднем для большинства хаотических систем 2.62 (реально 2-3 Прогона). Причем, ПВ-матрица может быть выбрана даже со случайным распределением связей между объектами, тогда можно говорить о хаосе в хаосе.

5. Компьютер-художник. Творческая математика и игры

Были проведены эксперименты, реализующие алгоритм Хаоса для творческих задач, с помощью специально разработанной программы. Вот ее некоторые интересные результаты, представленные ниже в следующей форме: сначала даются изображения массивов точек на плоскости или в пространстве и предлагается читателю самостоятельно попробовать соединить точки по визуальным ощущениям. Количество точек изначально выбрано небольшим - в пределах 8, т.к. человек с таким количеством объектов справляется достаточно легко, держа их одновременно в поле зрения и памяти. Для облегчения задачи рисункам даны определенные названия. Получившиеся изображения можно сравнить с компьютерными, вычисленными в своем большинстве при условии жадного взаимодействия и специально представленными на следующей странице, чтобы опять никому не навязывать какого бы то ни было решения. Практически предлагается творческое соревнование с компьютером в виде математической игры "угадай картинку", чтобы на время отвлечься от последующих решений более "серьезных" задач.

Итак, 12 задач:

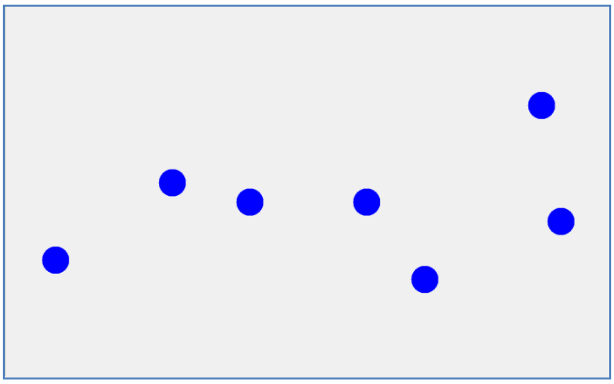

Рисунок 5.1. Большой Ковш из созвездия Большой Медведицы

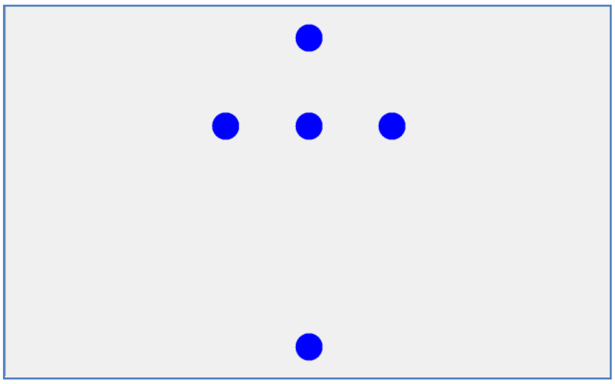

Рисунок 5.2. Крест

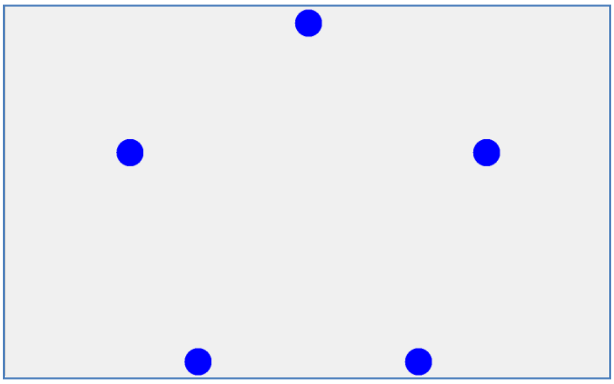

Рисунок 5.3. Правильный пятиугольник или пятиконечная звезда

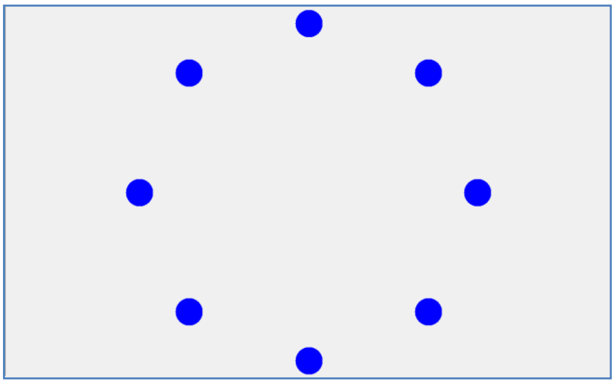

Рисунок 5.4. Правильный восьмиугольник или восьмиконечная звезда

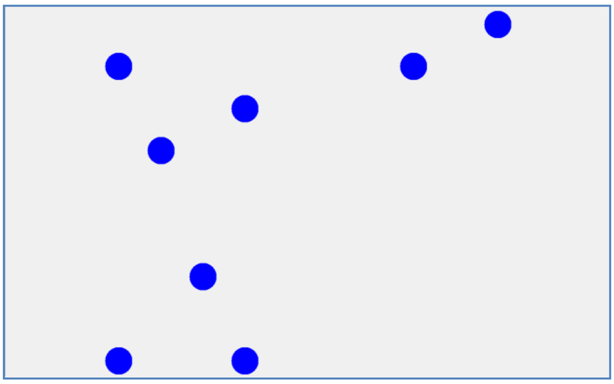

Рисунок 5.5. Подъемный кран

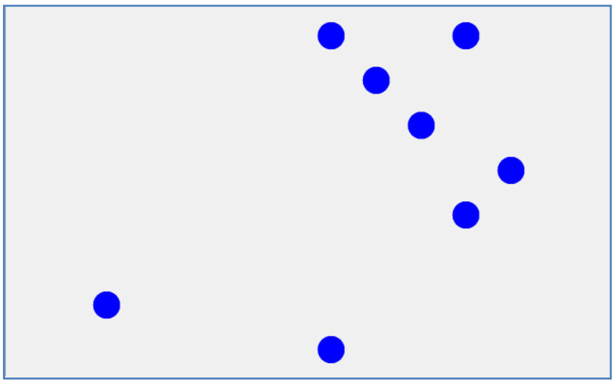

Рисунок 5.6. Воздушный змей

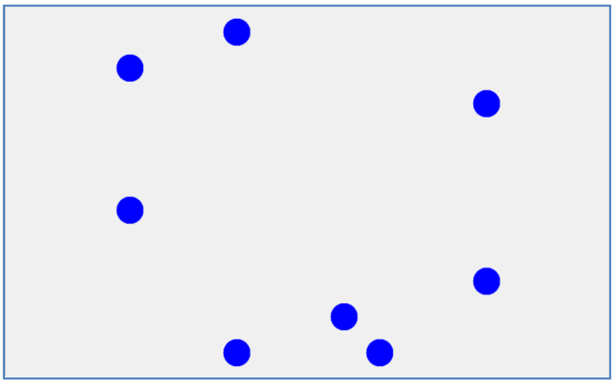

Рисунок 5.7. Замкнутый путь коммивояжера

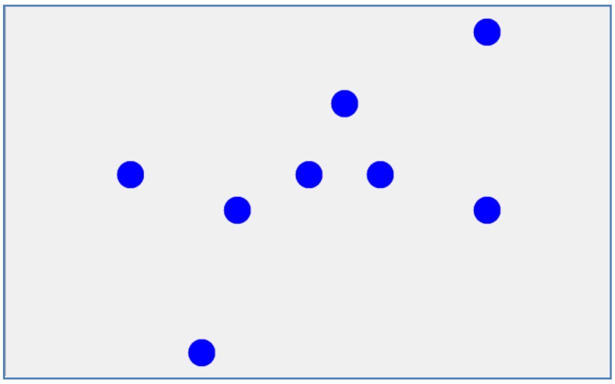

Рисунок 5.8. Многоугольники

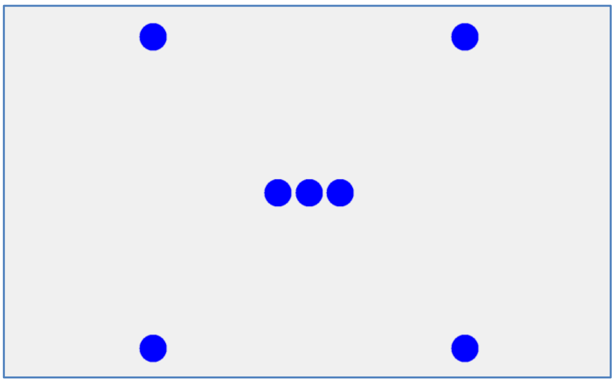

Рисунок 5.9. Циркуль

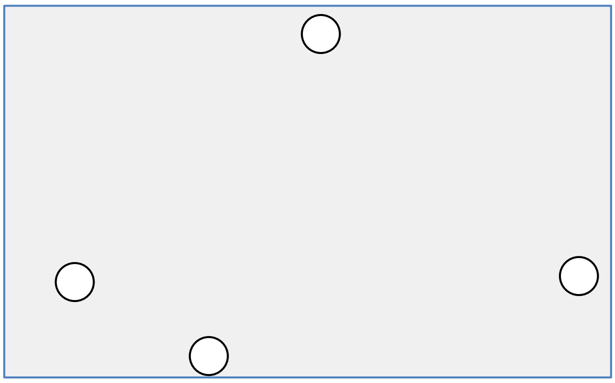

Рисунок 5.10. Четыре равноудаленные друг от друга точки

Ответы на задачи, или как их "видит" компьютер (искусственный разум):

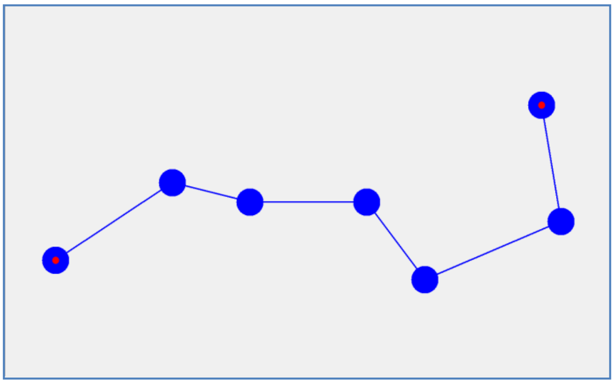

Рисунок 5.1a. Большой Ковш из созвездия Большой Медведицы, две главные точки - на концах

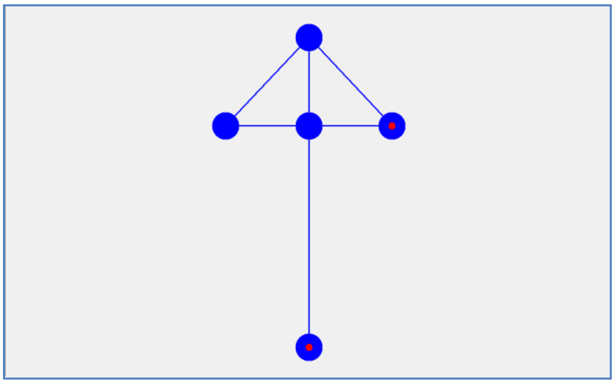

Рисунок 5.2a Крест, две главные точки

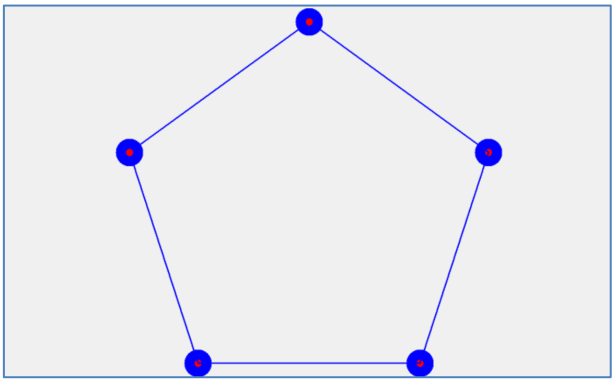

Рисунок 5.3а. Правильный пятиугольник, рассчитан жадным взаимодействием. Все точки главные

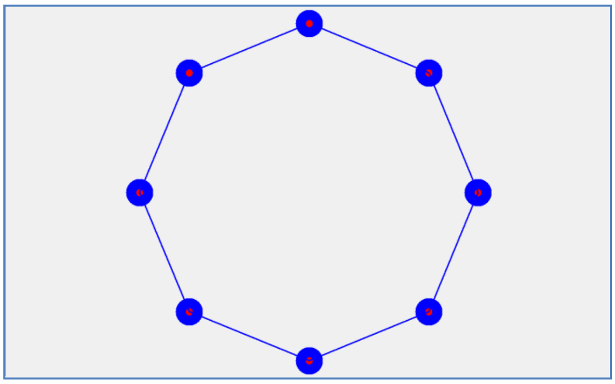

Рисунок 5.4а.Правильный восьмиугольник, рассчитан жадным взаимодействие. Все точки главные

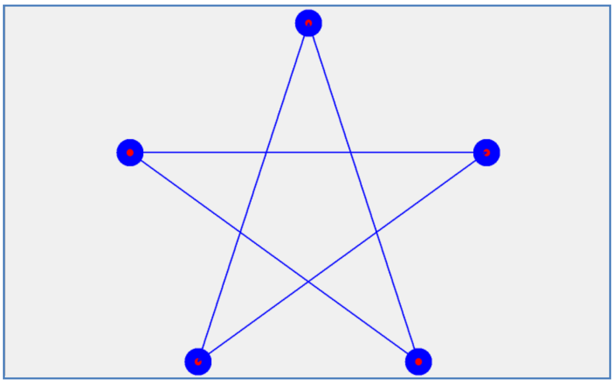

Рисунок 5.3б. Пятиконечная звезда, рассчитана антижадным взаимодействием. Все точки главные

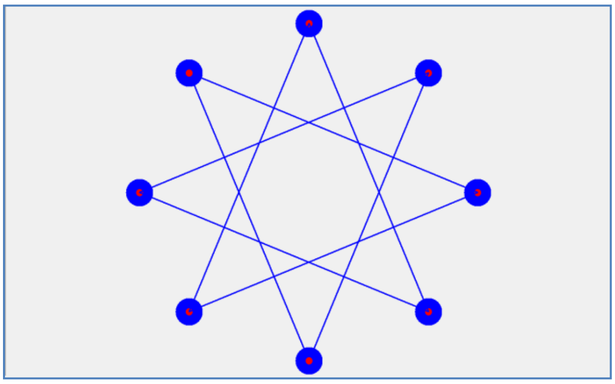

Рисунок 5.4б. Восьмиконечная звезда, рассчитана антижадным взаимодействием. Все точки главные

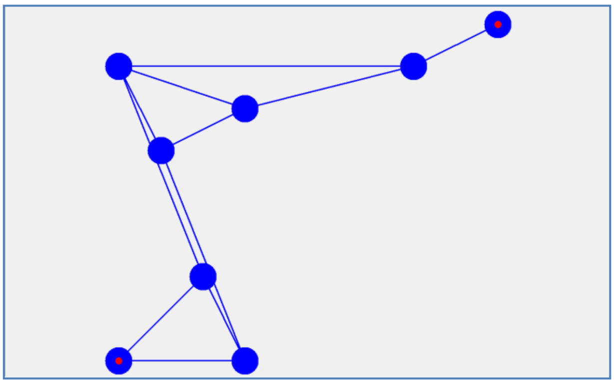

Рисунок 5.5а. Подъемный кран. Две главные точки

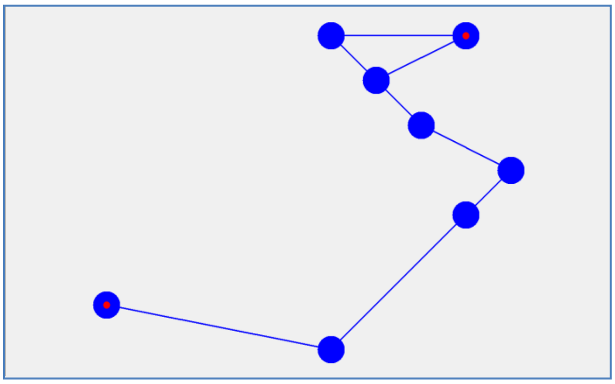

Рисунок 5.6. Воздушный змей. Две главные точки.

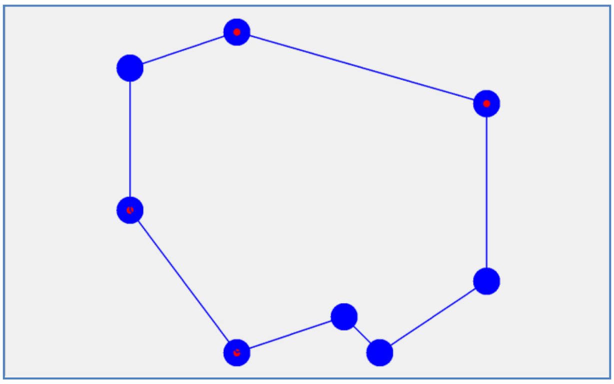

Рисунок 5.7а. Замкнутый путь коммивояжера. Четыре главные точки.

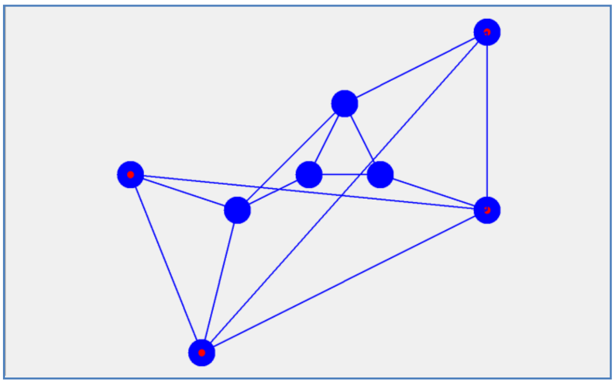

Рисунок 5.8а. Многоугольники. Четыре главные точки.

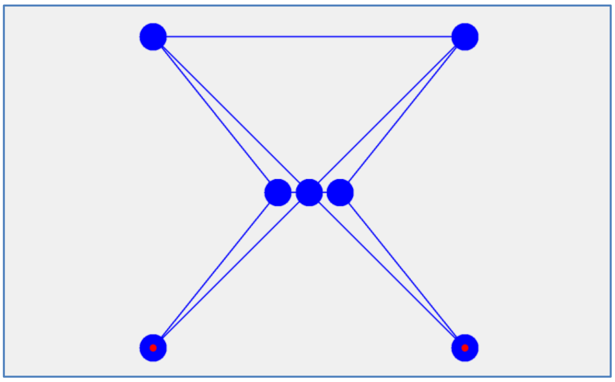

Рисунок 5.9а. Циркуль с двумя главными точками, а также семь самых ярких звезд из созвездия Ориона.

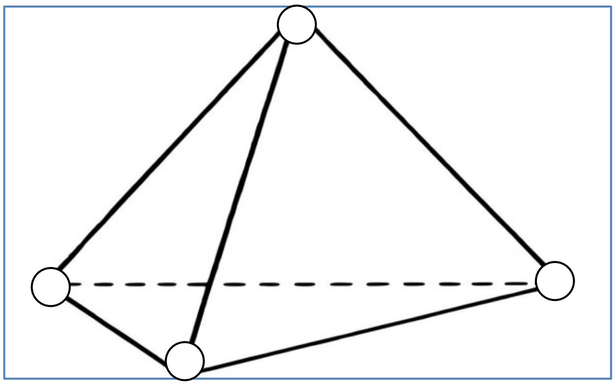

Рисунок 5.10а. Тетраэдр – пространственная фигура со всеми 4-мя главными точками.

Скорее всего, любознательному читателю удалось повторить подавляющее большинство рисунков-задач, в том числе и последнюю, в которой нужно отойти от плоского решения и перейти в пространство, при этом ПВ-матрица все равно имеет вид плоской двухкоординатной таблицы. Это говорит только в пользу того, что оригинальный алгоритм РХ наиболее близок к работе человеческого мозга.

В последующих разделах будут представлены сложные задачи с большим количеством точек, не решаемые методами перебора и достаточно сложные для зрительного восприятия. Тем удивительнее окажется простота ответов.

6. Странствующий торговец и пчелы. Гамильтон и знаменитая задача о коммивояжере.

Решето Хаоса позволяет решить задачу циклов Гамильтона [12], относящуюся к так называемым пчелиным алгоритмам, т.к. напоминает вовсе не хаотические перемещения пчел. Для этого достаточно ПВ-матрицу представить в виде связей соседних точек по ребрам на поверхности додекаэдра и получить решение на плоскости.

7.Кенигсбергские мосты. Новое решение знаменитой задачи Эйлера.

Решето Хаоса позволяет также успешно решить задачу коммивояжера [13], представив ПВ-матрицу в виде связей последовательности городов. В результате получим решение в виде графа, в котором города – точки, а линии – пути, их связывающие.

8.Алгоритмы звездного неба.

Звездное небо можно представить как хаотический, на первый взгляд, набор точек-звезд, построить для них ПВ-матрицу в виде последовательных связей до ближайших точек и произвести расчеты по алгоритму Решета Хаоса. В результате получим очертания известных созвездий, о которых упоминалось выше. Впрочем, исследования в этой области только начинаются.

9. Числа и их графы на скатерти

Одна из интересных прикладных областей применения теории и практики РХ является наука об изучении графического представления чисел. Впервые числа в графическом виде представил в виде спирали натурального ряда [рис. 9.1] Станислав Улам[3], в честь которого подобное представление было названо **скатертью Улама**. Для этого на листке бумаги с вертикальными и горизонтальными линиями достаточно пронумеровать клетки, в центре поставив единицу, а затем, двигаясь по спирали, - двойку, тройку, четверку, пятерку, шестерку, семерку и т. д. Оказалось, что спиральные числа очень удобны для изучения, например, простых чисел [19]. Известны различные вариации скатерти Улама, разработанные для разных целей и задач.

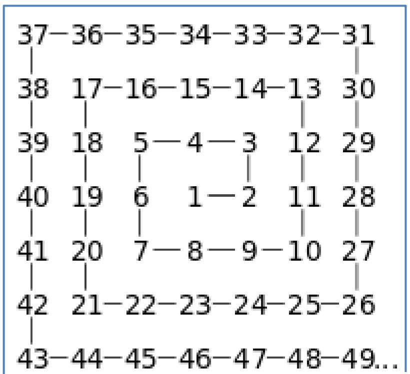

Рисунок 9.1

Для изучения чисел методом РХ представим числа в виде спирали следующим оригинальным способом: на координатной плоскости (листе бумаги в клеточку) будем записывать числа подобно скатерти Улама, но не на соседних клетках, а в клетках, между которыми расстояния между ними каждый раз равны значению самого числа или каждой последующей цифры числа. Для примера, натуральный ряд чисел 1, 2,3…15 будет иметь следующий вид (рис. 9.2):

---
[3] https://ru.wikipedia.org/wiki/Скатерть_Улама#.D0.A1.D1.81.D1.8B.D0.BB.D0.BA.D0.B8

		12													13
				8									9		
						4					5				
								0	1						
						3			2						
				7							6				
		11											10		
15															14

Рисунок 9.2

Для заданного спирального представления чисел координаты X и Y на плоскости для любого числа можно вычислить по формулам:

$$X_N = \sum_{i=1}^{k} (-1)^{2i} \cdot \ C_{2i-1}$$

$$Y_N = \sum_{i=0}^{k} (-1)^{i} \cdot \ C_{2i}$$

где N - последовательный номер цифры в ряду, C_i - значение цифры в i-ой позиции, причем

k = N/2, если цифра расположена в четной позиции числового ряда, и k = [N/2]+1, если цифра расположена в нечетной позиции числового ряда (выражение в квадратных скобках означает выделение целой части числа-цифры при делении на 2).

Наибольший интерес представляет графическое изображение длинных чисел, состоящих из большого количества цифр 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. Таким образом, расстояние между соседними клетками не может превышать 9, например, для числа с 15-ю значащими цифрами

$$\sqrt{10} = 3.16227766016838$$

получится следующая спиральная матрица, начиная с символа ‘x’ (рис.9.3):

						6								8	

						8								3	
						2		2							
	6					1	6		x			3			
						6						1			
	7							7							

Рисунок 9.3

Рассмотрим спиральные представления наиболее известных в науке чисел и построим для иллюстрации для каждого из них граф, используя метод РХ по ВП-матрице ближайшего свободного. Для каждого из чисел выберем для расчетов различное количество значащих цифр. Как правило, для решения обычных задач число значащих цифр редко превышает 6-7, например, ошибка в 7-ом знаке числа пи приведет всего лишь к ошибке вычисления длины окружности (~40 тыс. км) Земного шара равной порядка 1 метра.

5.1. Натуральный числовой ряд: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21...

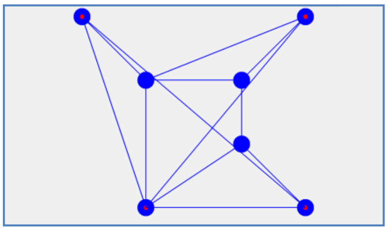

Рисунок 9.1а. Первые 7 цифр

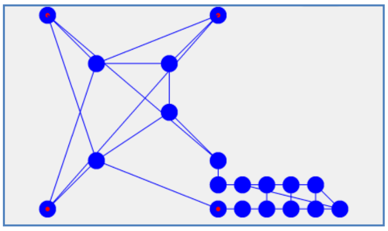

Рисунок 9.1б. Первые 15 чисел, 21 цифра

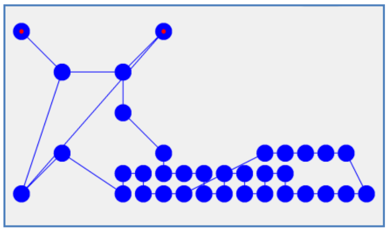

Рисунок 9.1в. Первые 25 чисел, 41 цифра

5.2. Самое знаменитое число: π = 3.141592 6535897 93238462643383 27950288419716...

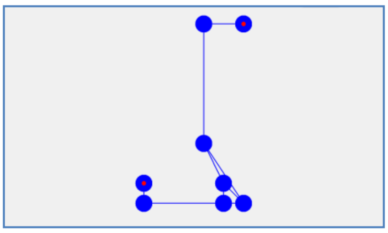

Рисунок 9.2а. Первые 7 цифр

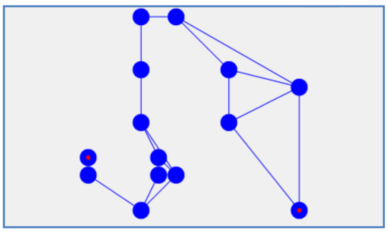

Рисунок 9.2б. Первые 14 цифр

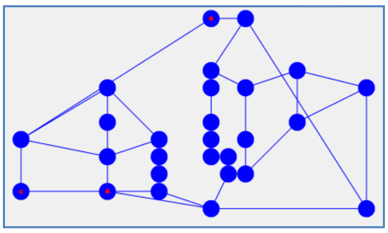

Рисунок 9.2в. Первые 28 цифр

5.3. Число Эйлера: e = 2.718281 8284590 4523536 02874713526624977572470936999 59...

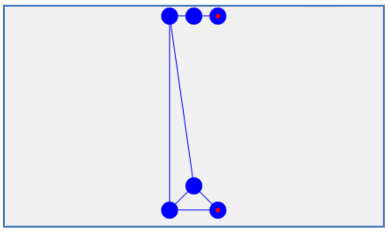

Рисунок 9.3а. Первые 7 цифр

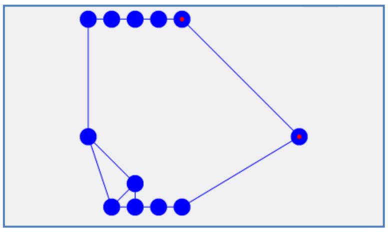

Рисунок 9.3б. Первые 14 цифр

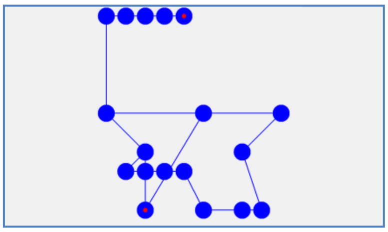

Рисунок 9.3в. Первая 21 цифра

5.4. Число Золотого Сечения: Φ = 0.6180339 8874989 4848204 5868343656381177203...

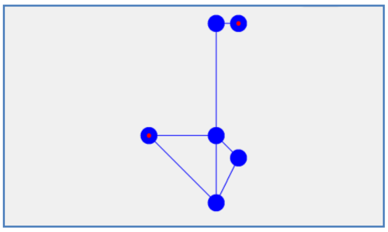

Рисунок 9.4а. Первые 7 цифр

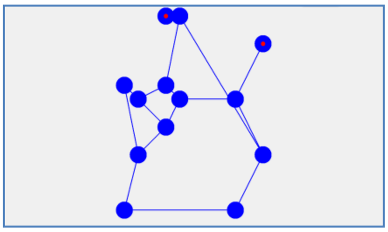

Рисунок 9.4б. Первые 14 цифр

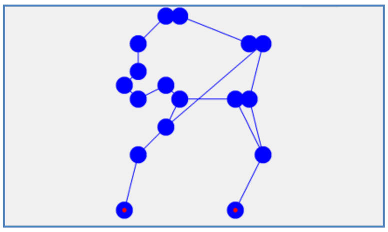

Рисунок 9.4в. Первая 21 цифра

5.5. Ряд Фибоначчи: Φ = 0 1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 233 377 610 987 1597 2584 ...

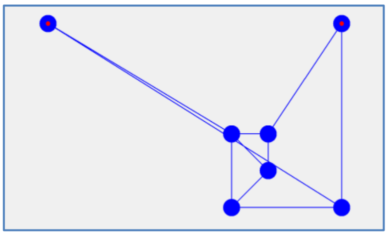

Рисунок 9.5а. Первые 7 цифр, составляющих 7 чисел ряда

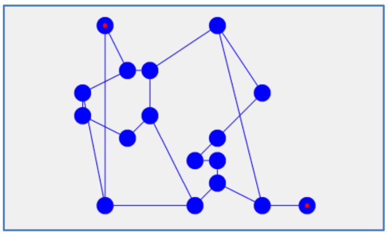

Рисунок 9.5б. Первые 17 цифр, составляющих 12 чисел ряда

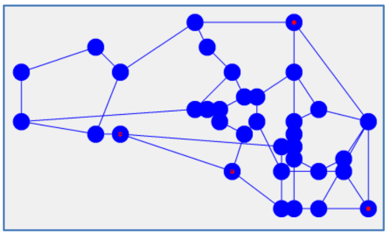

Рисунок 9.5в. Первые 40 цифр, составляющих 19 чисел ряда

5.6. Трансцендентное число: √2 = 1.414213 5623730 9504880 1688724209698078569...

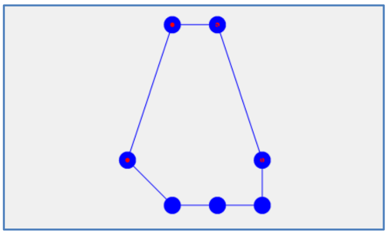

Рисунок 9.6а. Первые 7

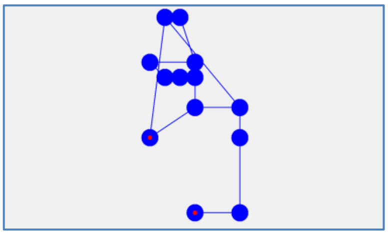

Рисунок 9.6б. Первые 14

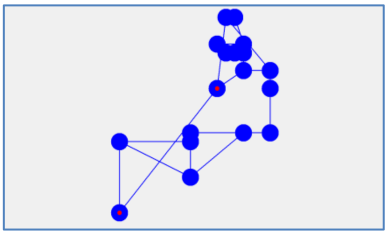

Рисунок 9.6в. Первая 21

цифр

цифр

цифра

5.7. Знаменитая периодическая дробь: 1/7 = 0.142857 142587 142857 142857 142857…

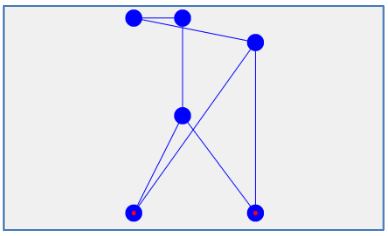

Рисунок 9.7а. Первые 6 цифр

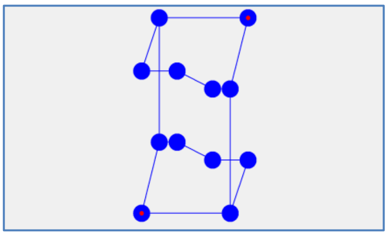

Рисунок 9.7б. Первые 12 цифр

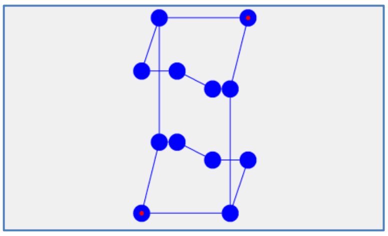

Рисунок 9.7в. Первые 13 и более цифр – картина не изменится (!)

5.8. Ряд простых чисел: 7 11 13 17 19 23 29 31 37 41 43 47 53 59 61 67 71 73 79 83 89 97 ...

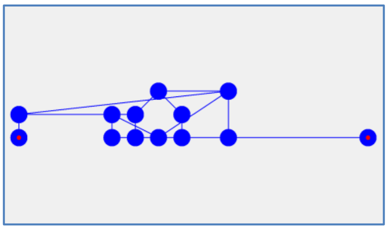

Рисунок 9.8а. Первые 13 цифр, составляющих 7 чисел

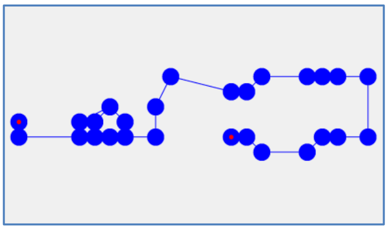

Рисунок 9.8б. Первые 23 цифры, составляющие 12 чисел

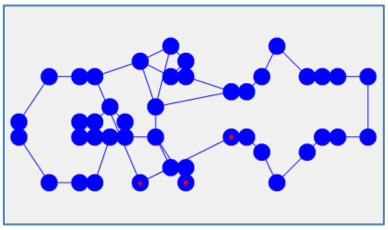

Рисунок 9.7в. Первая 43 цифры, составляющие 22 числа

Конечно, анализ подобных разложений чисел еще впереди. А пока можно полюбоваться гармонией и красотой спиральных графических представлений чисел.

Из представленных выше формул для расчета координат точек несложно доказать, что периодические дроби имеют конечное число точек на графике. Например, для 6 периодических цифр любой дроби, одна из которых представлена на рис.9.7, точки начинают повторяться уже с 3-го спирального витка, для 5 периодических цифр дроби – с 5-го спирального витка и т.д.

10. Заключение. Следствия и последствия Решета Хаоса

В данной работе сделан первый шаг к решению указанной проблемы в области хаотических систем. Следствия и последствия от простого решения (методом Решета Хаоса) сложных проблем, которые в общем случае (не) решаются методом перебора, трудно переоценить. Это позволит в будущем решать сложнейшие интеллектуальные задачи, приблизив машинный интеллект к человеческому, что сделает доступным инженерное моделирование, исследования нейронных связей мозга, в конце концов - творческих задач (например, компьютер у нас уже что-то умеет самостоятельно рисовать!) и многих-многих других.

Мы только в начале пути. Исследования в заданном направлении продолжаются…

11. Список литературы

1. Мирча Элиаде, статья "Chaos" в Religion in Geschichte und Gegenwart, третье издание, том 1, Tübingen, 1957, 1640f.

2. Мифы народов мира. В 2-х т. Т. 2.— М., 1991-92. — С. 579-581, Любкер Ф. Реальный словарь классических древностей. В 3-х т. Т. 1. — М., 2001. — С. 320

3. Мучник Г.Ф. Порядок и хаос «Наука и жизнь», №3, 1988.

4. "О гармонии как закономерности" в книге "Принцип симметрии" изд. "Наука". Москва, 1978 г., с.363-395)

5.Марутаев М.А. и др. Золотое сечение. М., 1990

6.Кашницкий С. Загадки больших пирамид. М., Олма-пресс Звездный мир. 2006

7. Большая советская энциклопедия: Эйлер (Euler) Леонард.

8. Bremermann, H.J. (1962) Optimization through evolution and recombination In: Self-Organizing systems 1962, edited M.C. Yovitts et al., Spartan Books, Washington, D.C. pp. 93-106.

9.Клауди Альсина. Карты метро и нейронные сети. Теория графов. Мир математики, DeAgistini, 2014

10.Луис Ареан. Существуют ли неразрешимые проблемы. Математика, сложность и вычисление. Мир математики. DeAgistini, 2014.

11.Фернандо Корбалан. Золотое сечение. Математический язык красоты. Мир математики. DeAgistini, 2013.

12. М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. — Ижевск: ННЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. — С. 41.

13. В.И. Мудров. Задача о коммивояжере. — М.: «Знание», 1969. — С. 62.