Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы "Школа № 1532"

**Сравнение эффективности алгоритмов оптимизации на базе искусственного интеллекта на тестовых задачах вещественной оптимизации**

10 класс, ГБОУ Школа №1532,

Исупов Матвей Викторович

Руководитель: учитель информатики, ГБОУ Школа №1532,

Сергиенко Антон Борисович

Москва 2023

Содержание

[Введение 3](#_Toc125491645)

[Цель и задачи работы 3](#_Toc125491646)

[Методика выполнения работы 4](#_Toc125491647)

[**Генетический алгоритм** 4](#_Toc125491648)

[**Роевой метод частиц** 5](#_Toc125491649)

# Введение

В последние годы интерес к такому направлению как Natural Computing сильно возрос. Ученые выделяют три класса:

1. Черпание вдохновения из природных процессов
2. Использование программ для симуляции, синтеза природных явлений
3. Использование природных молекул для вычисления

Основными областями исследований, которые составляют эти три класса, являются: искусственные нейронные сети, эволюционные алгоритмы, роевой интеллект (роевой метод частиц), искусственные иммунные системы, фрактальная геометрия, искусственная жизнь, вычисления ДНК и квантовые вычисления.

Все вышеперечисленные методы являются способами решения задач глобальной оптимизации, в свою очередь, мой проект является исследованием в области сравнения подобных алгоритмов глобальной оптимизации на тестовых задачах.

# Цель и задачи работы

Найти наиболее эффективный алгоритм оптимизации для решения тестовой задачи. Исследовать работу генетического алгоритма и PSO оптимизации с целью внедрения авторских модификаций и выявление наиболее оптимальных параметров для обоих методов.

В ходе разработки дорожной карты проекта были поставлены следующие задачи:

1. Реализация стандартного генетического алгоритма на языке Python
2. Адаптирование ген. алгоритма под решение проблемы вычисления локальных экстремумов функции.
3. Получение решения и значений
4. Реализация метода роя частит на языке Python
5. Сравнение работы двух алгоритмов глобальной оптимизации
6. Исследование различных модификаций обоих алгоритмов с целью повышения эффективности решения данной задачи.

# Методика выполнения работы

## **Генетический алгоритм**

Генетический алгоритм  — это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Является разновидностью эволюционных вычислений, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, таких как наследование, мутации, отбор и кроссинговер. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

Для решения задачи нахождения локальных экстремумов функции используется алгоритм, основанный на классическом генетическом алгоритме Джона Холланда. Работу алгоритма можно разбить на несколько этапов:

1. случайная генерация первого поколения
2. отбор родителей
3. скрещивание
4. мутации
5. создание нового поколения

Пункты с 2 - 5 выполняются до тех пор, пока не пройдёт заданное количество поколений.

В задаче НГЭФ в качестве индивида берётся бинарная строчка с задаваемой длиной. Характеристикой сравнения, в свою очередь, является количество единиц в заданном индивиде. Популяцией является массив с N-задаваемым количеством элементов.

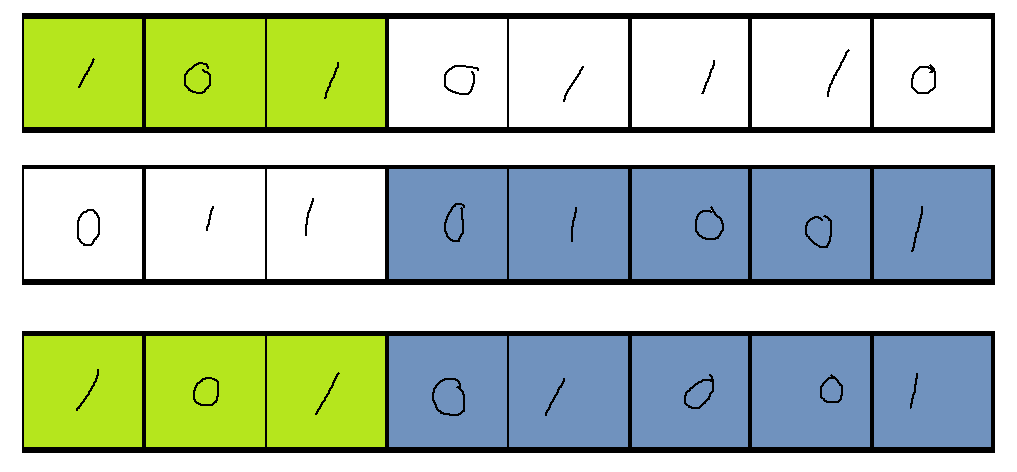
 Рождение индивидов следующего поколения происходит следующим образом: берутся несколько случайных индивидов в популяции, происходит сравнение строк, отбираются наилучшие (считаются те, у кого единиц в бинарной строчке больше) представители в качестве родителей для скрещивания. Затем используется метод деления обоих родителей на части (одна часть от первого родителя, вторая – остаток от второго родителя, рис. 1)

Рисунок 1

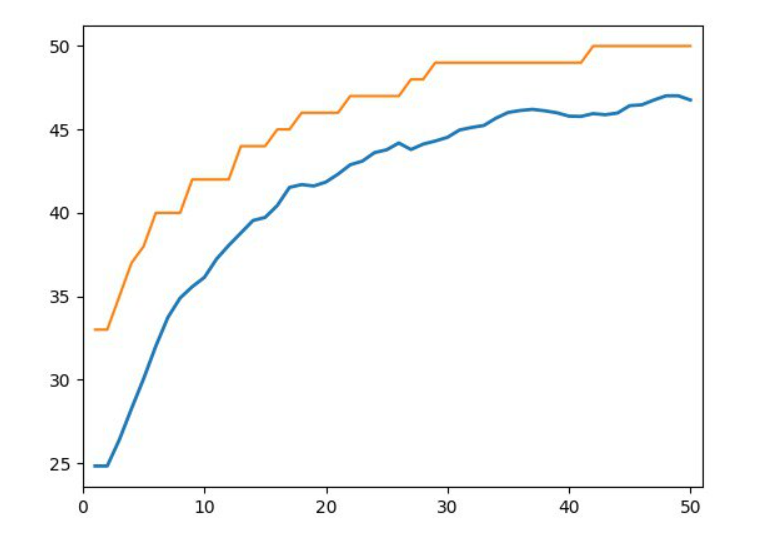
Таким образом собирается новое поколение, такого же размера как предыдущее и заменяет его. В большинстве случаев самые качественные индивиды передают свои гены из поколения в поколения, за счёт чего каждый раз качество индивидов из поколения в поколение улучшается (рис. 2, где:  
 x – качество индивидов,   
 y – N-поколение,  
 оранжевая линяя – качество лучшего индивида в поколении,  
 голубая линия – среднее значение всех индивидов в поколении).

Рисунок 2

Количество индивидов в одном поколении, количество поколений, шанс мутации и ограничения функции – настраиваемые параметры генетического алгоритма.

## **Роевой метод частиц**

Метод роя частиц (МРЧ) — метод численной оптимизации, для использования которого не требуется знать точного градиента оптимизируемой функции.

Идея алгоритма была частично заимствована из исследований поведения скоплений животных. Модель была немного упрощена и добавлены элементы поведения толпы людей, поэтому, индивиды (ГА) или элементы были названы частицами. Он решает проблему, имея популяцию возможных решений – частиц, перемещая которые в пространстве поиска в соответствии с простой математической формулой относительно положения и скорости частицы.

Работу алгоритма можно разбить на следующие этапы:

1. Создание роя
2. Нахождение лучшего решения для каждой частицы
3. Нахождения лучшего среди всех частиц
4. Коррекция скорости каждой частицы
5. Перемещение частицы
6. Вывод результата

Пункты с 2 - 5 выполняются до тех пор, пока не пройдёт заданное количество итераций или условие прекращения алгоритма не будет выполнено.

Одна из главных особенностей PSO (particle swarm optimization) является уравнение векторной скорости. Что задаётся формулой на рис. 3

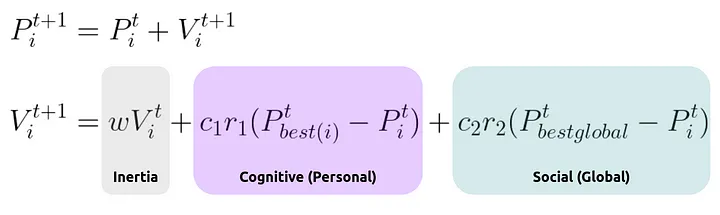


Рисунок 3

Где

* – коэффициент личного вектора скорости
* – коэффициент общественного вектора скорости
* , – случайные коэффициенты в промежутке [0, 1]
* – коэффициент инерции
* – предыдущее значение скорости
* – лучшее значение индивида
* – лучшее значение роя
* - значение (t) точки в (I) итерации