

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»**

**Меметические алгоритмы для обучения нейронных сетей:
подход, основанный на алгоритме гравитационного поиска**

Выполнил:

Студент гр. 3540901/02001

Бараев Д.Р.

Руководитель:

Доцент К.Т.Н.

Бендерская Е.Н.

Санкт-Петербург 2021

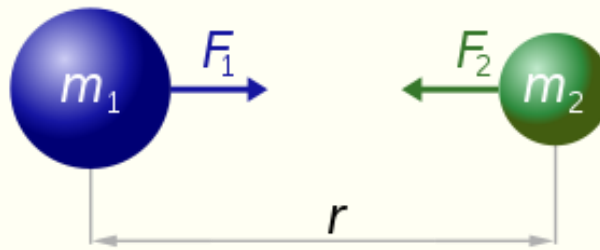
Постановка задачи

В данной работе рассматривается задача глобальной оптимизации многоэкстремальных функций с помощью алгоритма гравитационного поиска. Классический алгоритм является стохастическим и основан на гравитационном взаимодействии совокупностей масс и законах движения. На основе сил определяются векторы скорости и ускорения каждого зонда для дальнейшего его перемещения. Данный алгоритм схож с методом роя частиц, так как базируется на развитии многоагентной системы. Также изучается применение меметических подходов (MGSA и MCGSA) к сложной задаче машинного обучения, в частности к обучению FNN (нейронной сети с прямой связью)

Стратегия

GS оперирует двумя законами:

- тяготения: каждая частица притягивает другие и сила притяжения между двумя частицами прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна расстоянию между ними
- движения: текущая скорость любой частицы равна сумме части скорости в предыдущий момент времени и изменению скорости, которое равно силе, с которой воздействует система на частицу, деленной на инерциальную массу частицы.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Последовательность шагов выполнения алгоритма

- 1. Генерация системы случайным образом**
- 2. Определение приспособленности каждой частицы**
- 3. Обновление значений гравитационной постоянной, лучшей и худшей частиц, а так же масс**
- 4. Подсчет результирующей силы в различных направлениях**
- 5. Подсчет ускорений и скоростей**
- 6. Обновление позиций частиц**
- 7. Повторений шагов 2 — 6 до выполнения критерия окончания (либо превышение максимального количества итераций, либо слишком малой изменение позиций).**

Меметический алгоритм на основе GSA

Этап разведки

$$F_{ij}^d = G(t) \frac{M_i(t)M_j(t)}{R_{ij} + \epsilon} (X_j^d(t) - X_i^d(t))$$

$$G(t) = G_0 e^{-\alpha \frac{t}{t_{max}}}$$

$$F_i^d(t) = \sum_{j=1, j \neq i}^N rand_j F_{ij}^d(t)$$

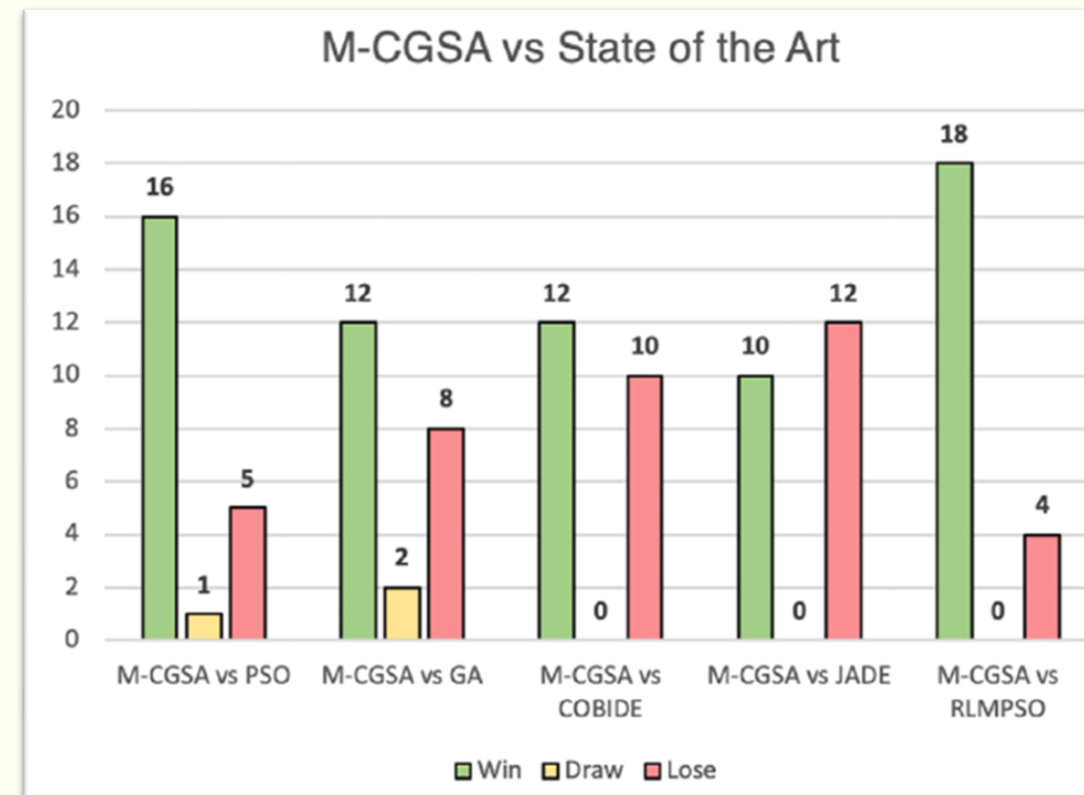
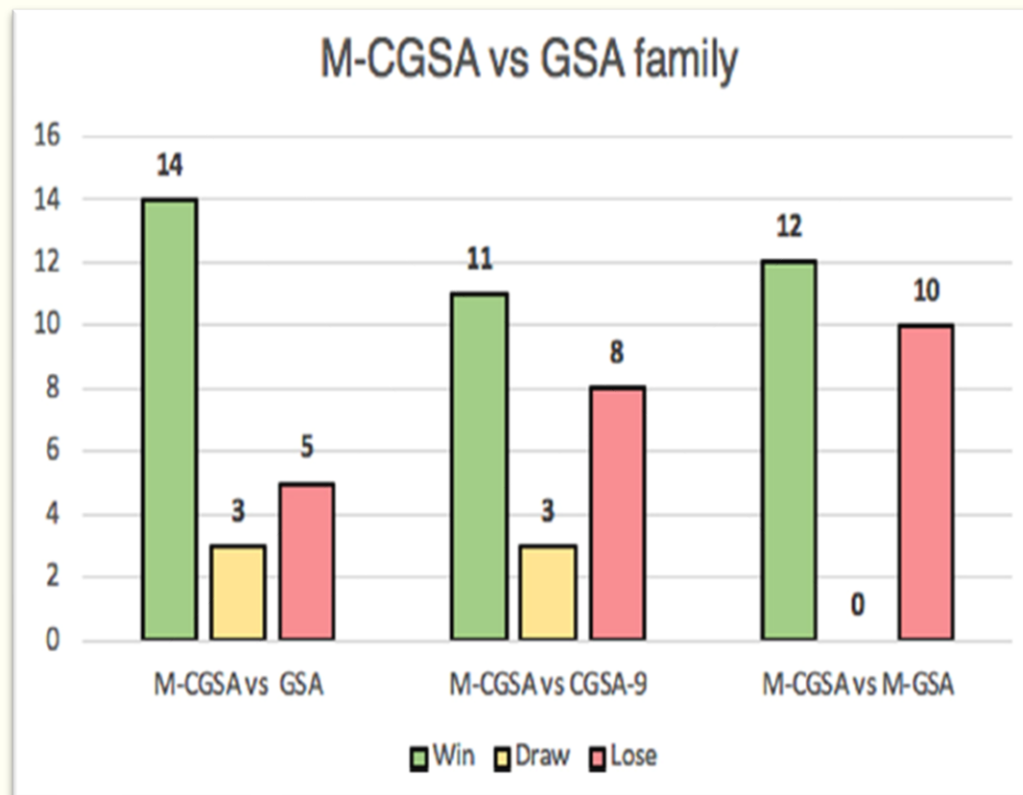
$$a_i^d(t) = F_i^d(t) / M_i(t)$$

Этап эксплуатации

Квази-ньютоновский метод (BFGS)

В отличие от ньютоновских методов в квазиньютоновских не вычисляется напрямую гессиан функции, т.е. нет необходимости находить частные производные второго порядка. Вместо этого гессиан вычисляется приближенно, исходя из сделанных до этого шагов.

Результаты тестирования алгоритма



Основные выводы вычислительных экспериментов

В ходе данной лабораторной работы провели сравнение между двумя алгоритмами: алгоритм гравитационного поиска и гибридный алгоритм гравитационного поиска с использованием квазиньютоновского метода оптимизации. Гибридный алгоритм оказался быстрее и более точный в задачах оптимизации. Так же привел в сравнения и другие эвристические алгоритмы, но так как реализовать их я не смог то все результаты были взяты из статьи. При подборе хаотических карт для каждой функции выяснилось, что лучшей нет, для каждой задачи их нужно подбирать.

Выводы по алгоритму:

- Прост в реализации
- Метод достаточно точный
- Большая скорость сходимости
- Результаты лучше, чем у алгоритма гравитационного поиска
- В среднем результаты лучше, чем у схожих эвристических алгоритмов оптимизации