

## АДАПТИВНАЯ СХЕМА ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧАХ ГРАФОВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Лопатенко Г.В. (Университет ИТМО),

Ямщикова Л.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Федоров Д.А. (Университет ИТМО)

**Введение.** На сегодняшний день графы являются популярным и хорошо интерпретируемым типом данных, применяемым в решениях множества задач в различных областях: моделирование, анализ и оптимизация сложных взаимосвязей и структурных отношений в логистике, социальных сетях [1], биоинформатике [2] и других областях. Одновременно с широким распространением графов создаются и развиваются проекты, реализующие различные библиотеки и фреймворки для работы с графами. Некоторые фреймворки специализируются только на задачах моделирования графов (NetworkX [3]), а некоторые (например, GOLEM) на решениях различного рода комплексных задач, связанных с графами.

GOLEM – библиотека с открытым исходным кодом, предоставляющая решение задач графовой оптимизации, осуществляемое с использованием генетического алгоритма. На текущий момент данный фреймворк применяется в различных opensource библиотеках, предназначенных для решения широкого спектра задач: FEDOT [4] (фреймворк автоматического машинного обучения, решающий задачи создания пайплайнов для различных задач моделирования), GEFEST [5] (инструмент для генеративного проектирования двумерных физических объектов), BMT [6] (структурное обучение Байесовских сетей для поиска закономерностей между признаками и задач генерации синтетических данных ) и ряде других.

Широкое применение GOLEM показало высокую гибкость и адаптируемость алгоритмов, однако решение некоторых прикладных задач с использованием указанных библиотек приоритезирует следующие пути дальнейшего развития фреймворка:

1. Многопоточная реализация всех этапов алгоритма оптимизации.
2. Возможность использования специфичных для предметных областей адаптивных операций.
3. Гибкая настройка алгоритма оптимизации.

**Основная часть.** Решение указанных задач возможно при рефакторинге генетического алгоритма с реализацией следующего подхода:

1. Реализация абстрактных атомарных операций для работы как с популяциями и индивидами, так и с параметрами генетического алгоритма, позволяя реализовать адаптивный характер операций.
2. Реализация схем, описывающих порядок выполнения операций, способных адаптивно изменяться в процессе оптимизации.
3. Реализация возможности многопоточного выполнения эволюционных схем.

Работу по модификации существующего решения предлагается разделить на несколько этапов:

1. Реализация основного алгоритма подбора поколения с использованием новых абстракций.
2. Рефакторинг адаптивных операций, реализованных в GOLEM, с использованием новых абстракций.
3. Реализация полностью нового оптимизатора с использованием многопоточности на всех этапах работы.
4. Покрытие решения тестами, оптимизация кода и рефакторинг.

Выполнение этих этапов плана разработки позволит реализовать выбор режима исполнения каждого этапа в генетическом алгоритме – однопоточный или многопоточный. Также это

привнесет в реализацию возможность гибкой настройки этапов генетического алгоритма и тем самым позволит изменять параметры оптимизатора динамически. При наличии хорошо изученных объектов оптимизации, можно будет редактировать параметры алгоритма для большего контроля в решении задачи.

**Выводы.** В работе представлены запланированные этапы разработки и рефакторинга библиотеки, хотя в действительности формулировка требований может меняться по мере реализации. В результате выполнения данного исследования планируется получить рабочее и покрытое тестами кодовое решение проблем недостаточности гибкости оптимизатора. Успешный результат этой работы заметно упростит адаптацию библиотеки с открытым исходным кодом GOLEM к новым предметным областям и повысит эффективность и совместимость с уже существующими фреймворками.

#### **Список использованных источников:**

1. Сулейманов, А. А. Подход к построению и анализу социального графа сотрудников некоторой компании / А. А. Сулейманов, М. В. Абрамов // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Промышленные применения : материалы Первой всероссийской научно-практической конференции, Ульяновск, 14–15 ноября 2017 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2017. – С. 394-398. – EDN YLKNLU.
2. Подлевских, М. Н. Методы и модели дискретной математики в биологии / М. Н. Подлевских, З. В. Шилова // *Advanced Science*. – 2017. – № 3(7). – С. 130-142. – EDN ZQITXN.
3. Aric A. Hagberg, Daniel A. Schult and Pieter J. Swart Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX / Aric A. Hagberg, Daniel A. Schult and Pieter J. Swart [Текст] // *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy2008)*. — Pasadena, CA USA:Gael Varoquaux, Travis Vaught, and Jarrod Millman (Eds), 2008. — С. 11-15.
4. Nikitin N.O., Vychuzhanin P., Sarafanov M., Polonskaia I.S., Revin I., Barabanova I.V., Maximov G., Kalyuzhnaya A.V., Boukhanovsky A. (2022). Automated evolutionary approach for the design of composite machine learning pipelines. *Future Generation Computer Systems*. Volume 127. Pages 109-125. ISSN 0167-739X. DOI: 10.1016/j.future.2021.08.022.
5. Starodubcev N.O., Nikitin N.O., Andronova E.A., Gavaza K.G., Sidorenko D.O., Kalyuzhnaya A.V. (2023). Generative design of physical objects using modular framework. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Volume 119. 105715. ISSN 0952-1976. DOI: 10.1016/j.engappai.2022.105715.
6. Deeva I., Bubnova A., Kalyuzhnaya A. (2023). Advanced Approach for Distributions Parameters Learning in Bayesian Networks with Gaussian Mixture Models and Discriminative Models. *Mathematics*. Volume 11. Page 343. DOI: 10.3390/math11020343.

Лопатенко Г.В. (автор)

Подпись

Ямщикова Л.А. (автор)

Подпись

Федоров Д.А. (научный руководитель)

Подпись