УДК 004.45
doi 10.18101/978–5–9793–0803–6–275–278

ФРЕЙМВОРК ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ПАРАЛЕЛЛЕПИПЕДНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

© ***Хандаров Федор Владимирович***, кандидат технических наук,
заведующий кафедрой информационных технологий
Института математики и информатики Бурятского государственного университета
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: fh@bsu.ru

© ***Хабитуев Баир Викторович***, старший преподаватель
кафедры информационных технологий Института математики и информатики
Бурятского государственного университета, Россия, Улан-Удэ
E-mail: bairinc0@gmail.com

© ***Сороковиков Павел Сергеевич***, студент Института математики и информатики
Бурятского государственного университета, Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: pavel2301s@gmail.com

© ***Кононова Ольга Валерьевна***, студентка магистратуры
Института математики и информатики Бурятского государственного университета
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: lelik-yankevich@yandex.ru

Глобальная оптимизация с параллелепипедными ограничениями является одной из наиболее общих и востребованных областей математики в свете решения актуальных прикладных задач анализа данных и машинного обучения. В силу актуальности тематики и увеличения производительности вычислительной техники растет интерес исследователей-практиков — разрабатывается достаточно много новых подходов, методов, алгоритмов. И одной из актуальных проблем являются вопросы эффективной реализации и сравнительного анализа разрабатываемого алгоритмического обеспечения. Для эмпирического сравнения, как правило, приходится реализовывать не только свой алгоритм, но и целый ряд сторонних алгоритмов, а также проводить большое количество испытаний на наборе одинаковых тестовых задач. В работе рассматриваются подходы к созданию программного фреймворка глобальной оптимизации, призванного упростить процессы тестирования разработанного алгоритмического обеспечения.
Ключевые слова: глобальная оптимизация, параллелепипедные ограничения, анализ данных, программное обеспечение.

GLOBALBOX-CONSTRAINED OPTIMIZATION FRAMEWORK

Fedor V. Khandarov, Candidate of Engineering Sciences,
Head of the Department of Information Technologies
of the Institute of Mathematics and Informatics, Buryat State University
Russia, Ulan-Ude

Bair V. Khabituev, Senior Teacher
at the Department of Information Technology of the Institute of Mathematics and Informatics,

Buryat State University
Russia, Ulan-Ude

Pavel S. Sorokovikov, Undergraduate Student
at the Institute of Mathematics and Informatics, Buryat State University
Russia, Ulan-Ude

Olga V. Kononova, Master's Degree Student
at the Institute of Mathematics and Informatics, Buryat State University
Russia, Ulan-Ude

The global optimization with parallelepiped limitations is one of the most common and popular areas of mathematics in the light of current applications for data analysis and machine learning.
Due to the subject relevance and the increased computer production one can observe a growing interest of researchers and practitioners — quite a lot of new approaches, methods and algorithms are being developed. Among the most urgent problems there are the issues of effective implementation and comparative analysis of algorithmic software. For the empirical comparison, as a rule one has to implement not only the algorithm, but also a number of third-party algorithms, and to spend a large number of testing hours on the same set of test problems. The paper discusses the approaches on creating of a software framework of the global optimization designed to simplify the process of testing of the developed algorithmic support
Keywords: global optimization, box constrained optimization, data analysis.

1. Постановка задачи глобальной оптимизации с параллелепипедными ограничениями. Рассматривается наиболее общая задача безусловной оптимизации с параллелепипедными ограничениями:

$$\arg\min_{x \in X} f(x)$$

$$X = \left\{ (x_i)_{i=\overline{1,n}}, |x_i| \le b \right\}$$

$f(x)$ –минимизируемая целевая функция, $n \in N$ – размерность задачи. Стоит отметить, что с увеличением размерности повышается сложность нахождения минимума функции.

2. Архитектура программного фреймворка. Разработанный фреймворк устроен следующим образом: для работы используются конфигурационные файлы, наборы стартовых точек, библиотека методов и библиотека тестовых функций. Все это суммарно поступает на обработку, в результате чего мы получаем отчет с необходимыми нам данными и первичной обработкой (рис. 1).

В конфигурационных файлах прописаны значения параметров. Конфигурационные файлы состоят из общего файла (start.txt) и индивидуальных для каждого метода. В start.txt прописаны значения следующих параметров: mcode — порядковый номер метода, fcode — порядковый номер функции бенчмарка, n — размерность задачи, launches — число запусков для усреднения, psize — количество точек, max_call_f — максимальное число вызовов целевой функции.

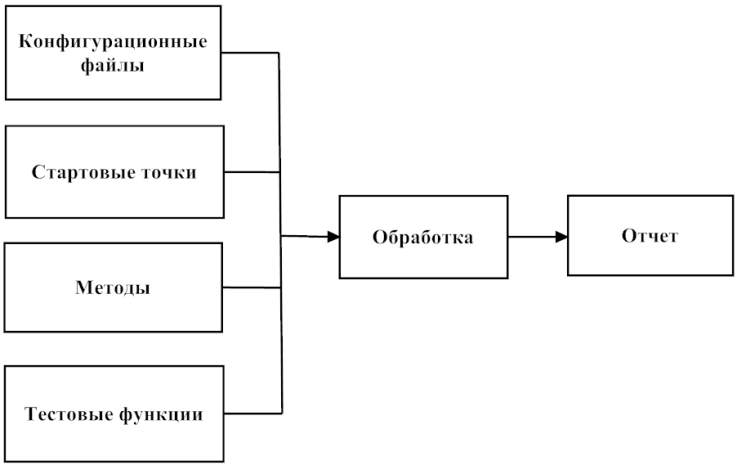

Рис. 1. Архитектура фреймворка

Текущая реализация. На текущий момент в стандартную поставку фреймворка входят следующие представители семейств методов глобальной оптимизации: метод имитации отжига [2, 7], генетический алгоритм [3, 5, 8, 10], метод дифференциальной эволюции [6], метод роя частиц [4]. Все реализованные методы являются безградиентными, однако ограничений на реализацию методов, в которых высчитывается аппроксимация градиента, нет.

Также в стандартную поставку входит небольшой набор тестовых функций (табл. 1), представляющих различные классы: простые, многоэкстремальные, с большим плато и др., что позволяет осуществлять быстрый сравнительный анализ эффективности новых добавляемых методов с уже включенными в стандартную поставку алгоритмами. Тестовые функции подобраны таким образом, чтобы можно было проводить тестирование на различных размерностях.

Таблица 1

Базовый набор тестовых функций

№	Название	Функция	Ограничения	Характеристики
1	Sphere	$f(x)=\sum_{i=1}^{n} x_i^2$	(-5,12; 5,12)	одноэкстремальная, простая
2	Rosenbrock	$f(x)=\sum_{i=1}^{n-1}(100\cdot(x_{i+1}-x_i^2)^2+(x_i-1)^2)$	(-2,048; 2,048)	одноэкстремальная, обширное медленно убывающее «плато»
3	Rastrigin	$f(x)=10\cdot n+\sum_{i=1}^{n}(x_i^2-10\cdot\cos(2\pi x_i))$	(-5,12; 5,12)	многоэкстремальная, сложная

4	Schwefel	$f(x) = 418,9829 \cdot n + \sum_{i=1}^{n}\left(-x_i \cdot \sin(\sqrt{\lvert x_i \rvert})\right)$	(-500; 500)	многоэкстремальная, сложная
5	Griewank	$f(x) = 1 + \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i^2}{4000}\right) - \prod_{i=1}^{n}\cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right)$	(-600; 600)	многоэкстремальная, простая, небольшие локальные минимумы
6	Ackley	$f(x) = 20 + e - 20 \cdot e^{-0,2 \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i^2}} - e^{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n}\cos(2\pi x_i)}$	(-30; 30)	многоэкстремальная, сложная

Заключение. Разработанный программный фреймворк позволяет быстро реализовать методы глобальной оптимизации и сравнительный анализ с рядом базовых методов. Фреймворк добавлен в открытый доступ [11] и внедрен в учебный процесс ИМИ БГУ в рамках учебной практики.

Литература

1. Differentialevolution (DE) forcontinuousfunctionoptimization (analgorithmbyKennethPrice and RainerStorn) [Electronic resourse]. URL: http://www1.icsi.berkeley.edu/~storn/code.html, свободный. Загл. с экрана.

2. Equation of state calculations by fast computing machines / N. Metropolis, A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller, E. Teller // The journal of chemical physics. 1953. Vol. 21 (6). P. 1087-1092.

3. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading: Addison Wesley, 1989.

4. Kennedy J., Eberhart R. C. Particle swarm optimization // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. 1995. P 1942–1948.

5. Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge: MIT Press, 1999. 158 p.

6. Storn R., Price K. V. Differential evolution — a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces: technical report TR-95-012. Berkeley, ICSI, 1995. 15 p.

7. Szu H. H., Hartley R. L. Fast Simulated Annealing //Physical Letters. 1987. № 122. P. 157–162.

8. Еремеев А. В. Генетические алгоритмы и оптимизация: учеб. пособие. Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2008. 48 с.

9. Лопатин А. С. Метод отжига // Стохастическая оптимизация в информатике. 2005. №1. С. 133–149.

10. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы: учеб.-метод. пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. Астрахань: Астраханский университет, 2007. 87 с.

11. URL: https://github.com/Pavel2301/global_optimization