К.А. Баркалов, Е.А. Козинов, И.Г. Лебедев, А.В. Сысоев, М.А. Усова

Globalizer: система помощи в принятии решений[[1]](#footnote-1)\*

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Н.Новногов,  
konstantin.barkalov@itmm.unn.ru

Введение

К числу вычислительно-трудоемких задач, для решения которых могут потребоваться суперкомпьютерные системы, относятся проблемы глобальной и многоэкстремальной оптимизации в самых разнообразных областях приложениях. Данные задачи относятся к числу наиболее сложных проблем теории и практики оптимального выбора. В задачах такого вида допускается, что критерии могут иметь несколько локальных оптимумов в области поиска, которые имеют различные значения. Наличие нескольких локальных оптимумов существенно усложняет поиск глобального оптимума, так как требует исследования всей допустимой области поиска. В случае нескольких критериев сложность решаемой задачи многократно возрастает так как за частую необходимо найти целое множество компромиссных вариантов.

Постановки задач глобальной оптимизации используются, как правило, в наиболее трудных ситуациях оптимального выбора, когда проводится автоматизированное проектирование сложных технических объектов, изделий и систем. В таких задачах показатели эффективности в большинстве случаев являются нелинейными, области поиска могут быть несвязными, а вычислительная сложность функционалов, лежащих в основе оптимизируемых критериев и ограничений, может быть очень значительной.

Многокритериальные постановки задач используются в более сложных случаях, когда объект оптимизации невозможно описать одним критерием эффективности. Решение подобных задач, как правило, требует определение значимость каждого критерия и решение задачи глобального поиска. Задачи осложняются тем, что в процессе оптимизации для исследователя значимость критериев может измениться, что приводит к необходимости решения новых задач глобального поиска.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что решение задач глобальной и многокритериальной оптимизации может потребовать высокого вычислительного потенциала экзафлопсных суперкомпьютерных систем с использованием высокоэффективных параллельных алгоритмов глобальной оптимизации.

Общее состояние исследований в области глобальной оптимизации достаточно полно представлено в ряде ключевых работах [1-5] и др. Основные методы решения многокритериальных задач оптимизации можно найти в работах [6-8].

Коллективом авторов разработана система помощи принятия оптимальных решений Globalizer, сочетающая эффективные решения задач как глобальной, так и многокритериальной оптимизации [9-14]. В данной работе показаны основные этапы принятия решений в системе Globalizer, а также обсуждаются основные возможности системы.

Постановка задачи

В рамках системы Globalizer задача многокритериального глобального поиска (МКП) состоит в решении семейства задач:

(1)

(2)

где, , критерии эффективности, вектор варьируемых параметров, а размерность решаемой задачи. Предполагается, что критерии , *,* являются многоэкстремальными, заданы в виде «черного ящика» и удовлетворяют условию Липщица

(3)

где , априори неизвестные константы Липщица.

В качестве частного решения задачи МКП может рассматриваться любой эффективный вариант, в котором нельзя уменьшить значения сразу всех критериев , , путем подбора значений параметров .

Метод решения задач

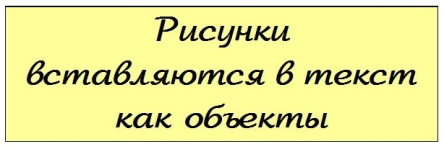
Основная часть содержит формальную постановку решаемой научной задачи, методы и подходы к ее решению, основные результаты, их новизна.

* маркер точка
* маркер тире

1. маркер цифра
2. маркер цифра со скобкой

Таблица 1

**Название таблицы**



**Рис. 1.** Подрисуночная подпись (печать рисунков монохромная).

 (1)

Заключение

В заключении приводятся выводы, научная и практическая значимость полученных результатов.

1. **Floudas C.A.** Recent advances in global optimization / C.A. Floudas, M.P. Pardalos*.* – Princeton University Press, 2016. – 644 p.
2. **Locatelli M.** Global optimization: theory, algorithms and applications / M. Locatelli, F. Schoen.– SIAM, 2013. – 432 p.
3. **Pintér J.D.** Global optimization in Action (Continuous and Lipschitz optimization: algorithms, implementations and applications) / J.D. Pintér.– Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1996. – 480 p.
4. **Strongin R.G.** Global optimization with non-convex constraints. Sequential and parallel algorithms / R.G. Strongin, Y.D. Sergeyev*.* – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000, 2nd ed. 2013, 3rd ed. 2014. – 704 p.
5. **Pardalos M.P.** Advances in stochastic and deterministic global optimization / M.P. Pardalos, A.A. Zhigljavsky, J. Žilinskas*.* – Springer, 2016. – 296 p.
6. **Miettinen K.** Nonlinear Multiobjective Optimization / K. Miettinen*.* – Springer, 1999. – 298 p.
7. **Ehrgott M.** Multicriteria Optimization / M. Ehrgott*.* – Springer, 2005. – 323 p.
8. **Pardalos P.M.** Non-Convex Multi-Objective Optimization / P.M. Pardalos, A. Žilinskas, J. Žilinskas*.* – Springer, 2017. – 192 p.
9. **Gergel V.** Adaptive nested optimization scheme for multidimensional global search / V. Gergel, V. Grishagin, A. Gergel // Journal of Global Optimization. – 2016. – №66(1). – P. 35–51.
10. **Sysoyev A.** Globalizer – A parallel software system for solving global optimization problems / A. Sysoyev, K. Barkalov, V. Sovrasov, I. Lebedev, V. Gergel // Lecture Notes in Computer Science. – 2017. – №10421. – P. 492-499.
11. **Barkalov K.A.** Acceleration of global optimization algorithm by detecting local extrema based on machine learning / K.A. Barkalov, I.G. Lebedev, E.A. Kozinov // Entropy. – 2021. – № 23. – P. 1272.
12. **Gergel V.P.** Efficient multicriterial optimization based on intensive re-use of search information / V.P. Gergel, E.A. Kozinov// In: J. Glob. Optim. – 2018. – №71(1). – P. 73-90.
13. **Gergely V.P.** Parallel solving of multiple information-coordinated global optimization problems / V.P. Gergely, E.A. Kozinov // Journal of Parallel and Distributed Computing. – 2021. – № 154. – P. 153-162.
14. **Barkalov K.A.** An Approach for Simultaneous Finding of Multiple Efficient Decisions in Multi-objective Optimization Problems / K.A. Barkalov, V.P. Gergel, V.A. Grishagin, E.A. Kozinov // Lecture Notes in Computer Science. – 2021. – № 12755. – P. 127-143.

Коды ГРНТИ:

1. \* Исследование выполнено за счет/при поддержке… [↑](#footnote-ref-1)