

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 519.87:004

Сравнение различных миграций при решении неоднородной минимаксной задачи островной моделью

В.Г. Кобак, В.А. Белодедов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Исследуется неоднородная минимаксная задача. Для ее исследования использовался островной алгоритм, где в качестве островов была взята модифицированная модель Голдберга. Чтобы решить эти задачи указанным способом, разработано программное средство, с помощью которого были получены результаты, а на их основе сделан вывод, что вид миграции каждый с каждым с заменой самой слабой особи на самую сильную оказывается наиболее эффективным. Результатом работы авторов является обоснование выбора наиболее перспективного вида мутации, который позволяет решать практические задачи с большей точностью.

Ключевые слова: минимаксная задача, генетический алгоритм, островная модель, миграция, замена особи

Для цитирования. Кобак В.Г., Белодедов В.А. Сравнение различных миграций при решении неоднородной минимаксной задачи островной моделью. Молодой исследователь Дона. 2024;9(2):22–27.

Comparison of Different Migrations when Solving an Inhomogeneous Minimax Problem by an Island Model

Valerii G. Kobak, Viktor A. Belodedov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

An inhomogeneous minimax problem is investigated. To study it, an island algorithm was used, where a modified Goldberg model was taken as islands. To solve these problems in this way, a software tool was developed with which the results were obtained. Based on them, it was concluded that the type of migration each with each with the replacement of the weakest individual with the strongest turns out to be the most effective. The result of the authors' work is the justification for choosing the most promising type of mutation, which allows solving practical problems with greater accuracy.

Keywords: minimax problem, genetic algorithm, island model, migration, each with each, replacement of an individual

For citation. Kobak VG, Belodedov VA. Comparison of Different Migrations when Solving an Inhomogeneous Minimax Problem by an Island Model. *Young Researcher of Don*. 2024;9(2):22–27.

Введение. В последние десятилетия генетические алгоритмы (ГА) получили широкое распространение как эффективный инструмент для решения различных задач оптимизации в различных областях науки и инженерии. Они вдохновлены процессами естественного отбора и эволюции, успешно применяются для поиска глобальных оптимумов функций с многими переменными [1].

Одной из важных модификаций классических генетических алгоритмов является островная модель. Эта модель представляет собой распределение популяции на отдельные подгруппы или «острова», каждый из которых функционирует как независимый микрокосм оптимизации. Периодическая миграция индивидов между островами способствует обмену информацией и разнообразию, что помогает избежать застревания в локальных оптимумах и повышает шансы на обнаружение глобального оптимума [2]. Цель данной статьи — сравнение различных видов миграций в одинаковых условиях.

Постановка задачи. Имеется вычислительная система, состоящая из N несвязанных устройств:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\},$$

где p_1, \dots, p_n — отдельные устройства.

На обработку поступает множество независимых параллельных заданий (работ):

$$T = \begin{matrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nm} \end{matrix}$$

Известно время решения $\tau(t_{ij})$ каждого задания t_i на устройстве p_j , причем на разных устройствах время выполнения одного и того же задания разное. При этом каждое задание может выполняться на любом из устройств (процессоров). В каждый момент времени отдельный процессор обслуживает не более одного задания и выполнение задания не прерывается для передачи на другой процессор. Требуется найти такое распределение заданий по процессорам, при котором суммарное время выполнения заданий на каждом из процессоров было бы минимальным. Минимаксный критерий определяется в следующем виде:

$$f_r = \max_{1 \leq j \leq n} f_j \rightarrow \min,$$

где $f_j = \sum_{t_i \in T_j} \tau(t_i)$ — время завершения работы процессора p_j .

Для решения поставленной задачи была использована островная модель генетического алгоритма [3].

Методы решения. Для решения поставленной задачи используется множество точных и приближенных алгоритмов. В работе использована островная модель генетических алгоритмов, где в качестве островов использована модифицированная модель Голдберга.

В модифицированной модели генетического алгоритма Голдберга, в отличие от стандартной канонической модели, применяется турнирный отбор. В случае турнирного отбора после выполнения операции кроссовера, может произойти мутация, а затем худший из потомков удаляется. Оставшийся потомок сравнивается с родительской особью: если он лучше, чем родительская особь, то занимает ее место, в противном случае — он также удаляется.

В островной модели, в отличие от канонической, применяются миграции. Раз в заданное количество итераций каждый остров отправляет одну или несколько особей на другой остров и получает особи с других островов [4] (рис. 1).

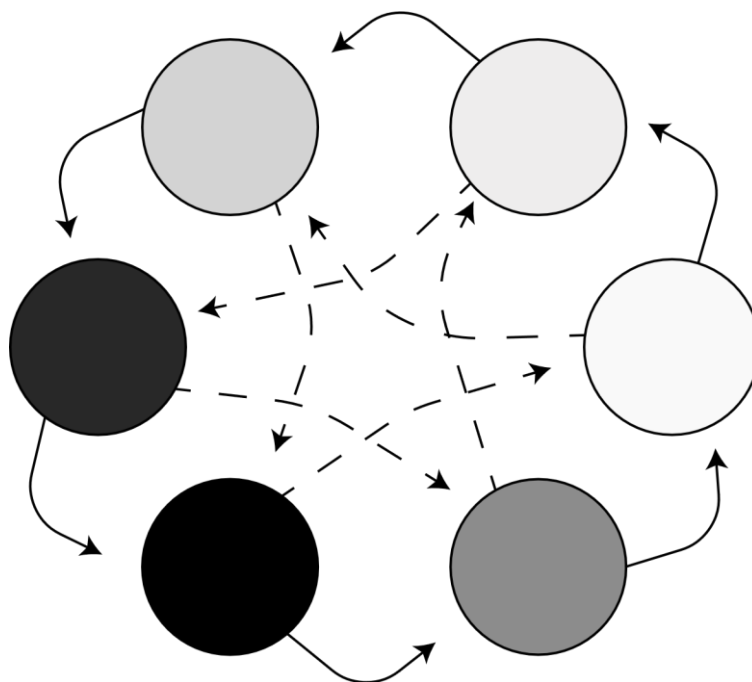


Рис. 1. Схема островной модели генетического алгоритма

Существует большое количество способов выбора особи и острова для миграции. В данной статье рассмотрены 3 способа: «Каждый с каждым», двунаправленный обмен по кольцу и «Случайный выбор».

В способе «Каждый с каждым» каждый остров будет отправлять на каждый другой остров одну из своих особей [5] (рис. 2).

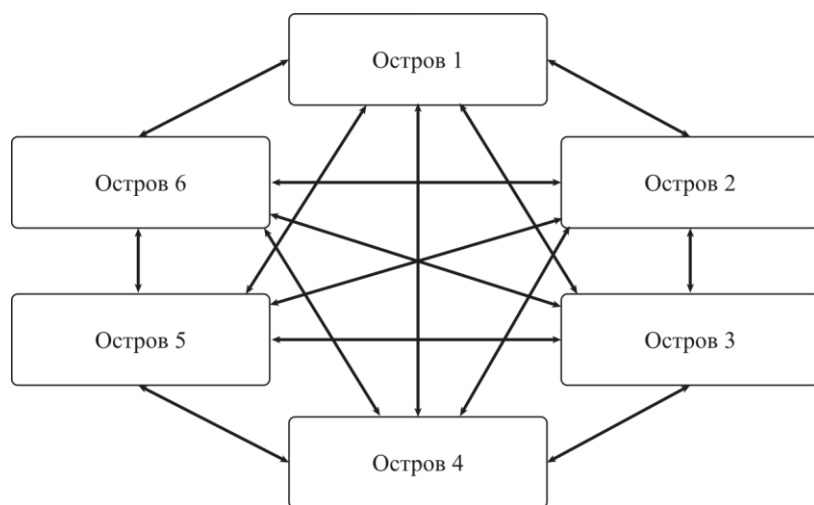


Рис. 2. Миграция «Каждый с каждым»

В случае двунаправленного обмена по кольцу, каждый остров обменивается особями со следующим по списку островом. Последний же остров, завершая миграции, обменивается с первым (рис. 3).

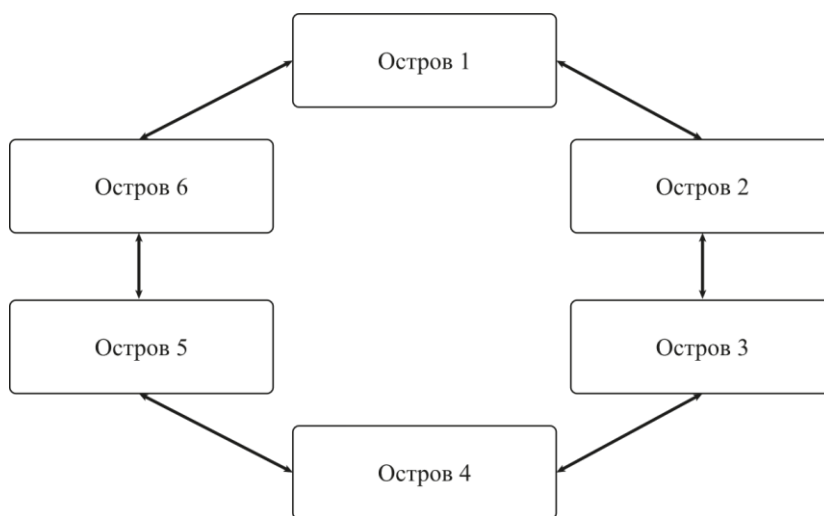


Рис. 3. Двунаправленный обмен по кольцу

При случайном выборе каждый остров обменивается особями с одним другим островом, выбранным случайно (рис. 4).

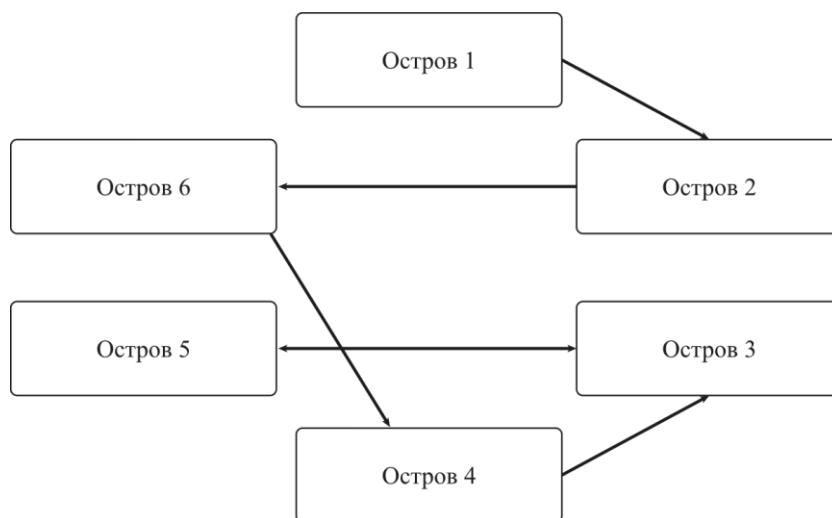


Рис. 4. Случайный выбор острова для миграции

Для выбора особи для миграции рассмотрим два способа: лучшая особь заменяет случайную и лучшая особь заменяет худшую. В первом способе на каждом острове выбирается лучшая особь и её копия заменяет случайную

особь на другом острове (рис. 5).

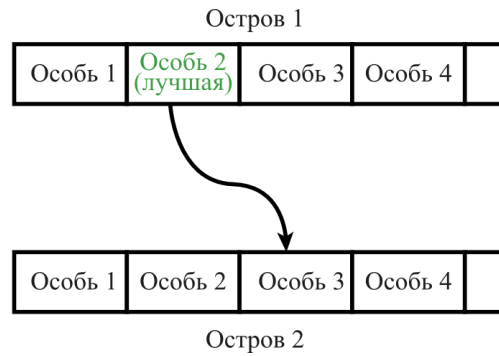


Рис. 5. Лучшая особь заменяет случайную

Второй способ практически идентичен первому, за исключением того, что на острове назначения замена происходит не на случайную, а на самую слабую особь (рис. 6).

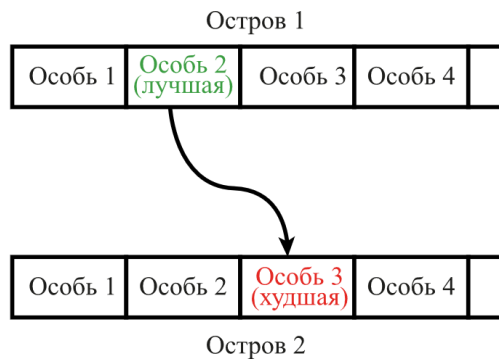


Рис. 6. Лучшая особь заменяет худшую

В островной модели использование миграций необязательно. В таком случае острова будут развиваться параллельно и независимо друг от друга.

Вычислительный эксперимент. Аналитически невозможно определить, какой из предложенных видов миграции даёт более точное решение минимаксной задачи. Были проведены масштабные вычислительные эксперименты, результаты которых позволили определить различие в результатах работы алгоритма без миграций, а также с их применением. Кроме этого, масштабные вычислительные эксперименты позволили оценить эффективность использования модифицированной модели Голдберга при использовании различных видов миграций.

Входные данные: mt — способ миграции, n — количество процессоров, m — количество задач, t_1 — минимальная длительность процесса в матрице, t_2 — максимальная длительность процесса в матрице, k — количество задач, ic — количество островов, oc — количество особей на одном острове, ec — количество повторения лучшей особи для завершения работы программы. Для решения минимаксной задачи в виде программы была реализована островная модель с тремя видами миграций: изолированное развитие (без миграций), обмен сильнейшей особи на случайную для каждого острова с каждым и обмен сильнейшей особи на слабую для каждого острова с каждым. Для полноты использования алгоритма была выбрана среда разработки PyCharm Community 2023 с популярным языком программирования Python. Вычислительные эксперименты проводились на компьютере с использованием операционной системы Microsoft Windows 10, процессора AMD Ryzen 5 2600 Six-Core Processor 3,4 GHz с оперативной памятью 16 Гб. Для полноты экспериментов были сгенерированы случайным образом и использованы пятьдесят различных матриц. Алгоритм имеет следующие входные параметры: n — 3–4; m — 77; t_1 — 10; t_2 — 10; k — 50; ic — 3; oc — 500; ec — 500; mt — без миграций; каждый с каждым, где лучшая особь заменяет случайную; каждый с каждым, где лучшая особь заменяет худшую; обмен по кольцу, где лучшая особь заменяет случайную, обмен по кольцу, где лучшая особь заменяет худшую; случайный обмен, где лучшая особь заменяет случайную; случайный обмен, где лучшая особь заменяет худшую.

В таблице 1 представлены конечные результаты машинных экспериментов.

Таблица 1

Результаты вычислительных экспериментов для пятидесяти случайных матриц

Без миграций	Каждый с каждым лучший со случайным	Каждый с каждым лучший с худшим	По кольцу лучший со случайным	По кольцу лучший с худшим	Случайные лучший со случайным	Случайные лучший с худшим
503	502	502	502	501	502	502
527	528	525	524	526	524	526
538	542	541	537	541	542	537
527	526	527	526	526	527	527
521	518	520	519	517	519	517
518	517	516	517	520	519	517
511	510	507	509	506	506	509
523	527	524	525	525	523	523
523	524	530	522	525	525	524
515	517	518	513	514	514	512
529	524	528	524	528	523	525
507	504	505	504	505	503	505
505	501	501	503	501	502	501
525	522	525	523	523	522	523
520	520	518	519	519	519	519
514	513	511	511	519	510	511
513	514	513	511	513	511	513
500	499	497	497	499	501	496
494	489	490	489	490	489	488
530	529	529	529	527	529	528
509	508	514	508	506	509	509
505	501	505	506	503	502	503
514	513	512	511	513	512	511
508	507	507	506	507	505	507
516	519	516	515	514	519	514
493	494	497	496	496	493	493
510	511	511	510	511	510	509
523	525	526	524	527	523	523
509	509	508	508	509	509	510
522	522	520	518	519	521	520
510	507	508	506	507	510	505
499	498	500	499	500	499	499
523	523	520	522	524	521	521
499	498	498	500	497	499	499
525	525	524	520	522	519	522
515	515	512	514	513	513	513
522	521	524	522	523	523	521
520	521	522	519	520	518	517
521	519	521	518	522	521	526
527	531	525	523	524	526	526
529	527	529	532	530	530	527
520	515	516	515	517	515	515
518	521	518	517	518	517	518
532	528	530	528	530	528	528
527	526	525	522	524	526	526
516	516	512	516	518	517	515
498	499	500	497	497	499	498
509	506	508	504	509	506	505
522	522	523	525	523	523	519
524	523	520	521	527	525	523

Заключение. Анализ результатов, полученных в процессе проведенных экспериментов, продемонстрировал практическую полезность применения миграций при использовании островной модели для решения минимаксной задачи. Установлено, что точность результатов замены лучшей особи на случайную или на худшую зависит от способа выбора островов миграции.

Список литературы

1. *Генетические алгоритмы или как учебник по биологии может помочь в функциональной оптимизации.* URL: <http://lazysmart.ru/iskusstvenny-j-intellekst/geneticheskie-algoritmy-ili-kak-uchebn/> (дата обращения: 28.02.2024).
2. *Островная модель генетических алгоритмов.* URL: <https://studfile.net/preview/5554011/page:8/> (дата обращения: 28.02.2024).
3. Царегородцева Н.В., Кобак В.Г. Исследование неоднородной минимаксной задачи с помощью островной модели. *Молодой исследователь Дона.* 2016;(3):100-105.
4. Презентация Направления развития искусственного интеллекта. URL: <https://mypresentation.ru/presentation/napravleniya-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 28.02.2024).
5. Параллельные генетические алгоритмы на основе «модели островов». URL: https://intuit.ru/studies/professional_skill_improvements/14221/courses/1284/lecture/24174?page=3/ (дата обращения: 28.02.2024).

Об авторах:

Валерий Григорьевич Кобак, доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), valera33305@mail.ru

Виктор Александрович Белодедов, студент факультета информатики и вычислительной техники Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), viktor.belodedoff@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Valerii G. Kobak, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Computer Engineering and Automated Systems Software Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), valera33305@mail.ru

Viktor A. Belodedov, Student of Informatics and Computer Science Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), viktor.belodedoff@yandex.ru

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.