

ВАВИЛИНА Е.А., ВАРЛАМОВА С.А., ЧЕСНОВ В.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА СКОРОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О
РЮКЗАКЕ

УДК 004.021, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.05.13

Исследование влияния изменения параметров генетического алгоритма на скорость решения задачи о рюкзаке

Study of the influence of genetic algorithm parameters changing on the solution rate of knapsack problem

Е.А. Вавилина, С.А. Варламова, В. В. Чеснов

E.A. Vavilina, S.A. Varlamova, V. V. Chesnov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал

Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch

В статье представлено описание задачи о рюкзаке и генетического алгоритма. Описано влияние таких параметров генетического алгоритма как количество вызовов целевой функции, типов селекции, скрещивания, мутаций и формирования поколений генетического алгоритма на эффективность поиска решения задачи о рюкзаке. Показателем эффективности является количество итераций, затраченных для поиска наилучшего решения.

The article is about a knapsack problem and a genetic algorithm. The influence of such parameters of the genetic algorithm as the number of calls to the objective function, types of selection, crossing, mutations and generation of generations of the genetic algorithm on the efficiency of finding a solution to the knapsack problem is described. The measure of efficiency is the number of iterations is taken to find the best solution

Ключевые слова: задача о рюкзаке, генетический алгоритм, методы оптимизации

Keywords: knapsack problem, genetic algorithm, optimization

Введение

Задача о рюкзаке – это задача о том, как уложить как можно больше предметов с какой-то ценности с условием ограниченности рюкзака по весу. Решение данной задачи может занимать долгое время и поэтому для ускорения нахождения решения используются методы оптимизации, например генетический алгоритм.

Генетический алгоритм – алгоритм в основе которого лежат природные эволюционные процессы. Поиск решения алгоритмом находится с помощью комбинирования элементов. Оно происходит в три этапа: скрещивание, селекция(отбор) и формирование нового поколения. Выполнение продолжается пока не будет достигнут удовлетворительный результат или каким-то другим ограничением, например количеством циклов.

В рамках генетического алгоритма используются следующие термины:

- 1) ген – один из элементов хромосомы (обычно представляет из себя бинарное значение);
- 2) хромосома (особь) – вектор генов, одно из возможных решений задачи поиска;
- 3) популяция – набор особей;
- 4) поколение – новые произведенные самыми приспособленными родителями особи-потомки;

Влияние на работу генетического алгоритма зависит от его параметров, основными параметрами являются: количество поколений, размер популяции, тип селекции, тип скрещивания, вероятность мутаций, тип формирования поколения (разрыв поколений).

Селекция – выбор хромосом, для участия в создании очередного поколения. Селекция определяет ген, который с наибольшей вероятностью перейдет потомкам. Она подразделяется на пропорциональную (рулеточную), турнирную и ранговую. При пропорциональном отборе особи располагаются таким образом, что их размер пропорционален значению целевой функции для данного типа особей. Ранговую селекцию можно описать как сортировку особей по приспособленности. Турнирная же представляет из себя разбиение особей на подгруппы и выявлении лучшей особи в каждой подгруппе.

Скрещивание – процесс, при котором формируется особь на основе генов родителей. Гены родителей разбиваются на несколько частей и из них формируются новые особи путем перекрещивания. При одноточечном у пары особей хромосома делится на 2 части в одной точки, затем происходит обмен генов. При двухточечном происходит обмен генов, которые находятся между двумя случайными точками. При равномерном используется некий эталон бинарных значений, если значение гена равно нулю, то используется ген из первого родителя, иначе из второго.

Мутация – это процесс, при котором случайным образом изменяется произвольное число генов у особи. Цель мутации вывести функцию из локальных экстремумов. В данной работе использовались следующие мутации и их вероятности: слабая - 0.042, средняя - 0.125, сильная - 0.375.

Эти параметры влияют на различные аспекты поиска, но их можно обобщить в две группы:

- 1) исследование пространства поиска - параметры, влияющие на скорость поиска и характеризующие способность алгоритма избегать локальных экстремумов;
- 2) использование найденных подходящих решений – параметры, влияющие на улучшение результатов между поколениями.

Если не брать во внимание параметры алгоритма, то это может привести к ухудшению результатов, застреванию в локальных экстремумах, а также приводит к “одинаковости” особей, т.е. алгоритм в этот момент “зависает”, пока не изменится приспособленности, для решения этой проблемы применяется “встряска”, по аналогии с глобальным катаклизмом, большая часть особей уничтожается и алгоритм “перезагружается”, продолжая поиск. Неправильная настройка может привести к тому, что генетический алгоритм будет аналогичен случайному поиску.

5) тип формирования нового поколения - только потомки.

Сравнение результатов исследования проводилось на основе сравнения номеров итераций, на которых получался наибольший результат (для данной задачи - максимальная стоимость). Чем меньше номер итерации, тем лучше.

Применение алгоритма к задаче при начальных настройках показало достижение наибольшего результата на 81 итерации.

Изменение параметра число вычислений целевой функции

Изменение параметра уменьшением до 100 и увеличением до 10000 привело к результатам представленным на рисунке 2.

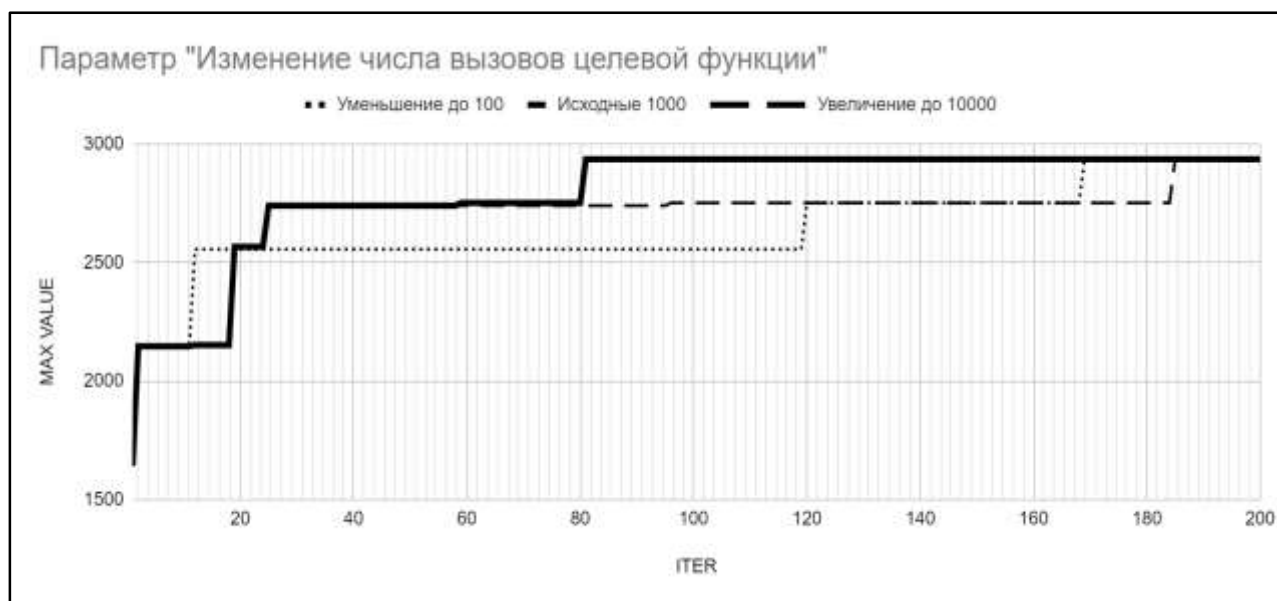


Рисунок 2. Результат изменения числа вычислений целевой функции

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности до 169 итераций при уменьшении параметра, также при его увеличении наблюдалось снижение эффективности до 185.

На основе данных графиков можно сделать вывод, что четкой зависимости нет и возможно существует какое-то оптимальное значение параметра, находящееся в диапазоне от 100 до 10000 при котором будет достигнута максимальная эффективность для данной задачи.

Для дальнейших опытов использовалось начальное значение параметра - 1000.

Изменение параметра тип селекции

Результаты изменения параметра тип селекции представлены на рисунке 3.

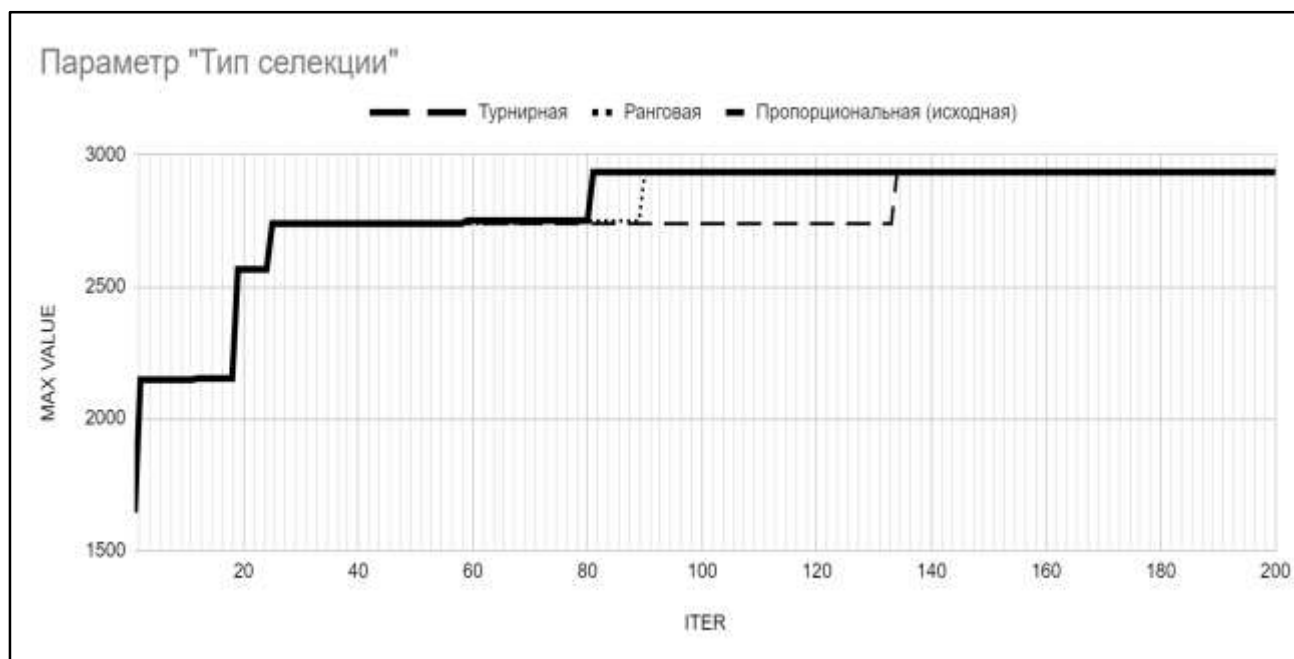


Рисунок 3. Результат для типов селекции

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности до 90 у ранговой селекции, также у турнирной селекции можно увидеть снижение эффективности до 134.

На основании этих результатов, для данной задачи ранговая и турнирная селекция являются менее эффективными чем пропорциональная селекция, используемая изначально.

Изменение параметра тип скрещивания

Результат одноточечного, двухточечного и равномерного скрещивания представлен на рис. 4.

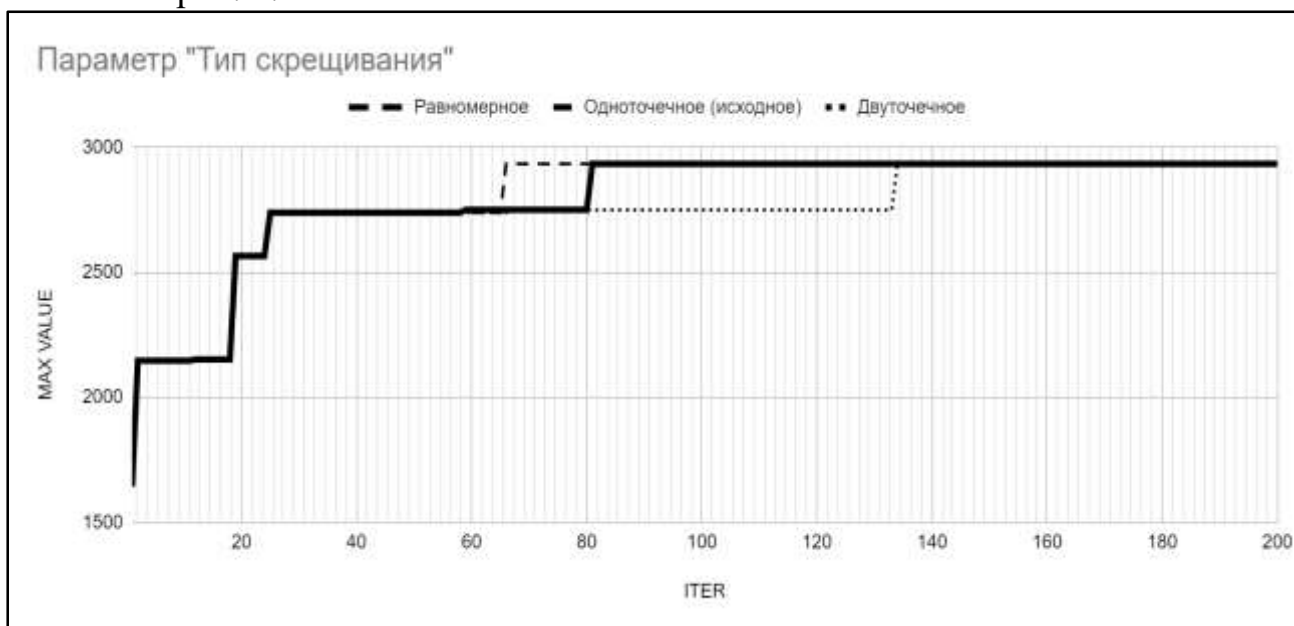


Рисунок 4. Результат для типов скрещивания

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности у двухточечного скрещивания до 134. У равномерного скрещивания наблюдалось увеличение эффективности до 66. Из этого можно сделать вывод, что для данной задачи равномерное скрещивание подходит больше, чем одноточечное.

Изменение параметра тип мутации

В данной работе использовались следующие мутации и их вероятности: слабая - 0.042, средняя - 0.125, сильная - 0.375. Результат изменения параметра тип мутаций представлен на рисунке 5.

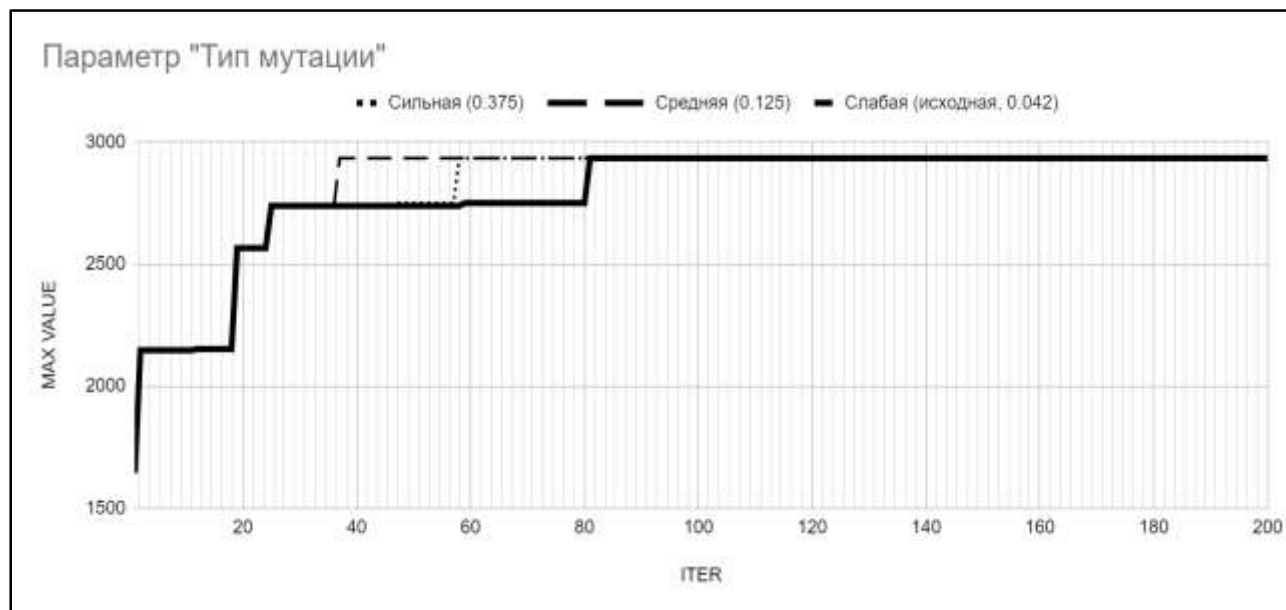


Рисунок 5. Результат для типов мутации

Исходя из графика наблюдалось увеличение эффективности средней мутации до 37. Для проверки возможности улучшения эффективности была проверена комбинация средней мутации и равномерного скрещивания, эффективность снизилась с 37 до 47. Также наблюдалось увеличение эффективности до 58 у сильной мутации. Для проверки возможности улучшения эффективности была проверена комбинация сильной мутации и равномерного скрещивания, эффективность снизилась с 58 до 675.

Изменение параметра тип формирования нового поколения

Для возможного улучшения в новом поколении можно генерировать не только потомство, но добавлять копию лучшего индивида.

При добавлении к потомкам копии лучшего индивида, полученный результат не отличался от результата с исходными параметрами, сохраняя значение 81 итераций.

Для проверки возможности улучшения были проверены комбинации с параметрами скрещивания и мутации, результаты не изменились. Из этого можно сделать вывод, что данный параметр не оказывает особого влияния на эффективность алгоритма для данной задачи.

В результате исследования была достигнута цель работы – определить параметры генетического алгоритма, которые наилучшим образом влияют на скорость получения результата. Для данной задачи наибольшее влияние оказало изменение мутации на среднюю (0.125), количество итераций снизилось с исходных 81 до 37.

Также хорошие результаты показали сильная мутация и равномерное скрещивание, количество итераций снизилось до 58 и 66 соответственно. Комбинация параметров средней мутации и равномерного скрещивания также показало хороший результат, количество итераций составило 47.

Изменение параметра числа вызовов функции не показало четкой зависимости от уменьшения или увеличения количества вызовов, в обоих случаях наблюдалось снижение эффективности (169 и 185). Предположительно, существует оптимальный вариант для данной задачи, и он находится в диапазоне от 100 до 10000 вызовов.

Изменение параметров тип селекции и двухточечного скрещивания показали снижение эффективности, количество итераций составило 90 и 134 для селекций и 134 для двухточечного скрещивания.

Изменение параметра тип формирования нового поколения и комбинирование с другими параметрами не принесло улучшений.

Список использованных источников и литературы

1. Христакева М., Шреста Д. Решение задачи о рюкзаке с помощью генетических алгоритмов // Международная конференция по передовым коммуникационным, управляющим и вычислительным технологиям, 2014. – С.1120-1131.
2. Амджад М. К., Батт С. И., Кусар Р. и др. Последние тенденции исследований в задачах гибкого планирования работы цехов на основе генетических алгоритмов // Математические проблемы в инженерии, 2018. № 8. – С. 1-32.
3. Генетический Алгоритм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy_chapterGA.pdf (дата обращения: 09.02.2021).
4. Генетический алгоритм, наглядная реализация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/254759/> (дата обращения: 09.02.2021).
5. Варламова С.А., Затонский А.В. Информационно-управляющая система филиала вуза как неотъемлемый элемент системы качества образования // Фундаментальные исследования. – 2007. № 12-3. – С. 447-451.
6. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы / М: Физматлит, 2006. – 320 с.
7. Левитин А. В. Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. – 576 с.
8. Затонский А.В., Малышева А.В. Модернизация алгоритмов бликового распознавания параметров пенного слоя при флотации калийных руд // Обогащение руд. – 2018. № 2 (374). – С. 35-41.
9. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.
10. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.

11. Саймон Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации. М: ДМК Пресс, 2020. – 940 с.

List of references

1. Hristakeva M., Shrestha D. Solving the 0-1 Knapsack Problem with Genetic Algorithms // International Conference on Advanced Communication, Control and Computing Technologies (ICACCCT), 2014. – PP.1120-1131.
2. Amjad M. K., Butt S. I., Kousar R. et al. Recent Research Trends in Genetic Algorithm Based Flexible Job Shop Scheduling Problems // Mathematical Problems in Engineering, 2018. № 8. – PP.1-32.
3. Genetic Algorithm, http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy_chapterGA.pdf, accessed by February, 09, 2021
4. Genetic algorithm, visual implementation, <https://habr.com/ru/post/254759/>, accessed by February, 09, 2021
5. Varlamova S.A., Zatonsky A.V. Information and control system of the university branch as an integral element of the education quality system // Fundamental research. – 2007. No. 12-3. – S. 447-451.
6. Gladkov L. A., Kureichik V. V., Kureichik V. M. Genetic algorithms / М: Fizmatlit, 2006. – 320 p.
7. Levitin A. V. Algorithms. Introduction to development and analysis. М.: Vil'yams, 2006. – 576 p.
8. Zatonsky A.V., Malysheva A.V. Modernization of algorithms for glare recognition of the parameters of the foam layer during flotation of potash ores // Processing of ores. – 2018. No. 2 (374). – S. 35-41.
9. Panchenko, TV Genetic algorithms / ed. Yu. Yu. Tarasevich. - Astrakhan: Astrakhan University Publishing House, 2007. – 87 p.
10. Rutkovskaya D., Pilinsky M., Rutkovsky L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems: Per. from Polish I. D. Rudinsky. - М.: Hotline - Telecom, 2006. – 452 p.
11. Simon D. Algorithms of evolutionary optimization. М: DMK Press, 2020. – 940 p.