

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/344166749>

Genetic algorithm for solving the assignment problem

Preprint · April 2019

DOI: 10.13140/RG.2.2.28752.74245/2

CITATIONS

0

READS

244

3 authors, including:



Elisey Nigodin

Kuban State University

6 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Aleksey Polyakov

Kuban State University

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

УДК 336

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Нигодин Е.А., студент

Полупанова Е.Е., доцент кафедры вычислительных технологий

Поляков А.С., студент

Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Ключевые слова: генетический алгоритм, задача о назначениях, биоинспирированные алгоритмы, эвристический метод поиска.

Аннотация

В статье рассматривается одна из фундаментальных задач комбинаторной оптимизации — задача о назначениях. Кратко излагаются основные принципы построения генетических алгоритмов решения оптимизационных задач. Предлагается генетический алгоритм, адаптированный для решения задачи о назначениях, приводятся данные о сравнении разработанного генетического алгоритма с венгерским алгоритмом.

Генетические алгоритмы является весьма перспективным и актуальным направлением в области оптимизации и моделирования. С помощью генетических алгоритмов решаются множество задач на графах, задачи компоновки и составления расписаний, производится настройка и обучение искусственных нейронных сетей, и многое другое [1].

Генетический алгоритм представляет собой адаптивный поисковый метод, основанный на селекции лучших элементов популяции, подобно

эволюции Ч.Дарвина. Область поиска для генетического алгоритма называется популяцией, элементами которой являются хромосомы [2]. Алгоритм начинается со случайной выборки совокупности допустимых решений из всей популяции. Каждая хромосома при этом уже является сама по себе решением. Качество решения определяется степенью приспособленности каждой хромосомы. Генетический алгоритм использует методику адаптивного эвристического поиска, которая выбирает совокупность наилучших решений среди всей популяции. Операции селекции, скрещивания и мутаций позволяют получить новые особи – потомков. Более приспособленные хромосомы переходят в следующее поколение. Менее сильные особи имеют меньшие шансы на это перемещение. Процесс повторяется до момента получения наиболее приспособленного решения задачи. Средняя приспособленность популяции возрастает с каждой итерацией, таким образом, большее число итераций дает лучший результат.

Постановка задачи о назначениях

Задача о назначениях — одна из фундаментальных задач комбинаторной оптимизации в области математической оптимизации или исследовании операций [3]. Задача о назначениях имеет широкое применение, например, при закреплении машин за маршрутами, распределении инструментов для обработки различных марок стали, распределении работ между механизмами и т.д.

Даны два множества A и T одного размера и задана функция стоимости $C: A \times T \rightarrow R$.

Необходимо найти биекцию $f: A \rightarrow T$ такую, что целевая функция минимальна, то есть минимизировать данную функцию:

$$\sum_{a \in A} C(a, f(a)). \quad (1)$$

Функция стоимости задается как квадратная матрица C , состоящая из вещественных чисел так, что целевую функцию можно записать в виде:

$$\sum_{a \in A} C_{a,f(a)}. \quad (2)$$

Суть задачи о назначениях состоит в том, что имеется некоторое число работ и некоторое число исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с минимальными затратами [4]. Задача состоит в поиске минимальной суммы дуг во взвешенном двудольном графе. Граф задан матрицей, в которой столбцы соответствуют стоимостям работ, а строки исполнителям работ. Для решения задачи, в заданной матрице, необходимо выбрать по одному элементу в каждой строке так, чтобы у элементов не совпадали номера, и сумма элементов была минимальной.

Рассмотрим пример задачи о назначениях. Предположим, что таксомоторная компания имеет три свободные машины (исполнители), и три заказчика (работы), желающих получить такси как можно быстрее. Фирма заботится о времени доставки такси к заказчику, так что для каждой машины стоимость определяется временем, с какой машина доберётся до места ожидания, определённого заказчиком. Время необходимое каждой машине, чтобы добраться к заказчику представлено в таблице 1. Решением задачи о назначениях будет распределение машин по заказчикам такое, что суммарная стоимость (суммарное время ожидания) минимальна.

Таблица 1 – Время доставки такси к заказчику

	Заказчик №1	Заказчик №2	Заказчик №3
Машина №1	1	2	3
Машина №2	2	4	3
Машина №3	3	2	1

Для решения задачи методом полного перебора, необходимо выбирать из каждой строки по одному элементу так, чтобы у них не совпадали номера (то есть они должны находиться в разных столбцах), затем складывать их. Таким образом, необходимо перебрать все возможные комбинации элементов, и найти такую комбинацию, которая будет иметь минимальную сумму. Комбинация, которая является решением, представлена в таблице 2. Минимальная сумма, для рассматриваемой задачи равна 5.

Таблица 2 – Пример решения задачи о назначениях

	Заказчик №1	Заказчик №2	Заказчик №3
Машина №1		2	
Машина №2	2		
Машина №3			1

Решение задачи о назначениях генетическим алгоритмом

Генетический алгоритм, адаптированный для решения задачи о назначениях, состоит из следующих шагов:

1) Формируется первая популяция генетического алгоритма, каждая особь (хромосома), которая состоит из генов (гены – номера элементов в исходной матрице), является альтернативным решением, а вместе, они образует популяцию решений.

2) Хромосомы (решения) оцениваются целевой функцией, вычисляется их приспособленность (значения целевой функции). Значения целевой функции записываются в список приспособленности. Самое лучшее решение, запоминается отдельно.

3) Происходит селекция и скрещивание. Создается список вероятности выбора решений на основе списка приспособленности. В ходе селекции происходит случайный выбор решений для скрещивания, при этом лучшие решения имеют большую вероятность участия в скрещивании.

В ходе скрещивания происходит обмен генами. Результатом скрещивания являются новые хромосомы, которые сохраняются в списке для новой популяции.

4) Происходит мутация хромосом в новой популяции. Функция мутация, применяется ко всем хромосомам в новой популяции, но мутирует только часть хромосом, в зависимости от заданной вероятности мутации.

5) Хромосомы (решения) в новой популяции оцениваются целевой функцией, вычисляется их приспособленность и записывается в список приспособленности, самое лучшее решение запоминается отдельно.

6) Шаги алгоритма повторяются, начиная с 4 шага, или происходит остановка алгоритма по заданному условию – было создано заданное количество поколений.

Более краткую и наглядную схему алгоритма можно увидеть на рисунке 1:



Рисунок 1 – Схема работы генетического алгоритма

Для исследования генетического алгоритма решения задачи о назначениях, была создана программа, которая случайно генерирует матрицу заданного размера, и производит необходимые вычисления. По окончании работы, программа выводит список, в котором отражено назначение исполнителей на определенные работы, и наилучшую хромосому. На рисунках 2 и 3 представлен результат работы программы.

Лучшая хромосома: [2, 6, 9, 8, 4, 5, 7, 0, 3, 1]

Рисунок 2 – Результат работы программы, лучшая хромосома

Исполнитель 1:	Работа 3
Исполнитель 2:	Работа 7
Исполнитель 3:	Работа 10
Исполнитель 4:	Работа 9
Исполнитель 5:	Работа 5
Исполнитель 6:	Работа 6
Исполнитель 7:	Работа 8
Исполнитель 8:	Работа 1
Исполнитель 9:	Работа 4
Исполнитель 10:	Работа 2

Рисунок 3 – Результат работы программы, список работ и исполнителей

Также был проведен анализ скорости работы алгоритма в сравнении с некоторыми другими известными алгоритмами решения задачи он назначений, в частности с венгерским алгоритмом. На рисунке 4 проиллюстрировано сравнение в скорости работы разработанного генетического алгоритма (нижний график) с венгерским алгоритмом (верхний график).

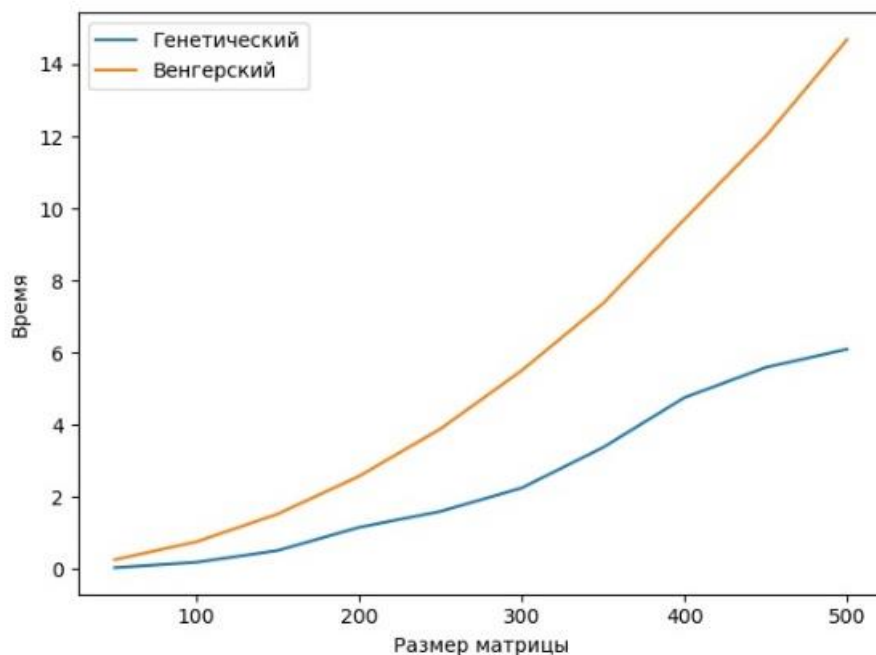


Рисунок 4 – влияния размера исходной матрицы на время работы венгерского и генетического алгоритмов

По данному графику можно сделать вывод, что генетический алгоритм превосходит венгерский, находя решение задачи за меньшее время.

Заключение

В ходе проведенной работы был реализован генетический алгоритм решения задачи о назначениях. В результате экспериментальных исследований, удалось выяснить, что разработанный генетический алгоритм показывает превосходство в скорости, в сравнении с точными алгоритмами решения, реализующими получение точного результата за большее время.

Разработанный алгоритм можно применять при решении задач о назначениях с большими исходными данными (матрицами), потому что в таком случае, основным аргументом в выборе алгоритма является его скорость работы. Развитие данного алгоритма в будущем, является

достаточно перспективным, это позволит эффективно решать различные NP-трудные задачи, в том числе квадратичную задачу на назначениях.

Библиографический список

1. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой. – МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2014.
2. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. — 2-е изд. — М: Физматлит, 2006.
3. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. 7-е издание. Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.
4. Акоф Р., Сасиени М., Основы исследования операций. — М.: Издательство «Мир», 1971