

Могилев Алексей Алексеевич

аспирант

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

г. Таганрог, Ростовская область

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАТОРОВ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ

***Аннотация:** в статье предложена структура модифицированного генетического алгоритма для решения задачи построения расписания проекта с учетом ограниченности ресурсов. Актуальность исследования определяется тем, что задачи теории расписаний имеют широкое применение в решении множества инженерных и управленческих задач. Научная новизна исследования определяется применением в генетическом алгоритме модифицированных операторов (кроссинговер на основе ряда чисел Фибоначчи, мутация на основе дихотомии и транспозиция) для решения задачи планирования проектов.*

***Ключевые слова:** генетический алгоритм, теория расписаний, генетические операторы.*

Различают три основных категорий методов решения задачи построения расписаний для проекта [2]: точные методы [5; 10], эвристические методы [4; 8; 11] и метаэвристические [6; 9]. Предложенный в данной работе генетический алгоритм можно отнести к метаэвристическим методам. Принципиальным отличием предложенного генетического алгоритма от уже имеющихся решений является использования модифицированных генетических операторов таких как кроссинговер на основе ряда чисел Фибоначчи, мутация на основе дихотомии и транспозиция. Использование данных операторов позволяет получать близкие к оптимальным результаты за отведенное время.

Описание генетического алгоритма: Структурная схема генетического алгоритма решения *RCPSP*-задачи представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема генетического алгоритма

Популяция в предложенном генетическом алгоритме представляет собой набор хромосом (рисунок 2), каждый ген которых содержит: t_j – время начала работы, d_j – продолжительность работы, r_j – необходимое число ресурсов, где j – номер работы проекта. Таким образом хромосома C представляет собой потенциально возможное решение и состоит из последовательности работ:

$$C = \{j_1, j_2, j_3, \dots, j_n\}.$$

j_1	j_2	j_3	\dots	j_n
$t_{j_1}, d_{j_1}, r_{j_1}$	$t_{j_2}, d_{j_2}, r_{j_2}$	$t_{j_3}, d_{j_3}, r_{j_3}$	\dots	$t_{j_4}, d_{j_4}, r_{j_4}$

Рис. 2. Представление хромосомы

После генерации начальной популяции необходимо выбрать пары хромосом для скрещивания. Выбор пар хромосом производится следующим образом. В качестве родителей берутся сперва наборы хромосом с наибольшим значением

функции приспособленности, далее два следующих по значению и так далее пока в исходной популяции есть хромосомы, не прошедшие процесс скрещивания.

Оператор кроссинговера реализован на основе оператора кроссинговера Фибоначчи. Данный оператор был выбран для генерации двух особей потомков на основе пары особей родителей. Использование оператора кроссинговера Фибоначчи позволяет оптимизировать процедуру скрещивания и генерировать пары потомков за короткий промежуток времени. Данный оператор практически совпадает с многоточечным оператором кроссинговера. Отличие заключается в том, что точки разреза в операторе кроссинговера Фибоначчи являются фиксированными и соответствуют числам Фибоначчи.

В качестве оператора мутации был выбран оператор на основе дихотомии. Применение данного оператора позволяет минимизировать количество потомков, не удовлетворяющих функции пригодности. Его нечеткий алгоритм имеет вид:

- 1) задать родительскую хромосому длины L ;
- 2) разделить хромосому пополам (при нечетном размере в любую часть берется большее число);
- 3) определить точку мутации метода дихотомии через точку разрыва;
- 4) по правилам построения одноточечного оператора мутации получить новую хромосому-потомок;
- 5) каждую половину хромосомы-потомка снова разделить на две части и процесс расчета продолжить по исходной схеме до тех пор, пока не будет получено заданное число хромосом-потомков;
- 6) конец работы алгоритма.

На последнем этапе генетического алгоритма выполняется оператор транспозиции. Данный оператор представляет собой языковую конструкцию, позволяющую на основе преобразования и инвертирования выделяемой части родительской хромосомы создавать хромосому потомка. Алгоритм выполнения оператора транспозиции имеет следующий вид:

Из заданной популяции выбрать хромосому-родителя;

- 1) случайным образом выбрать три точки разрыва в хромосоме-родителе;
- 2) в хромосоме-потомке произвести инверсию выбранной части хромосомы и вставить в точку разрыва между выбранными генами;
- 3) конец работы алгоритма.

Заключение: В работе был представлен модифицированный генетический алгоритм для решения задачи построения расписания проекта. Создание новых методов решения данной задачи остается актуальной так как планирование проектов с большим количеством работ требует большого количества времени и вычислительных ресурсов.

Применение модифицированных операторов дает возможность оптимизировать генетический алгоритм по времени. Использование данных операторов позволяет получать близкие к оптимальным результаты за отведенное время. В рассмотренном алгоритме используются такие операторы, как кроссинговер на основе ряда чисел Фибоначчи, мутация на основе дихотомии и транспозиция.

Список литературы

1. Лазарев А.А. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы: учеб. пособ. / А.А. Лазарев, Е.Р. Гафаров. – М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2011. – 222 с.
2. Abdolshah M.A Review of Resource-Constrained Project Scheduling Problems (RCPSp) Approaches and Solutions // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2014. – №1. – С. 253–286.
3. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы: учебное пособ. / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
4. Шевляков А.О. Решение rcpsp при нечетких трудозатратах выполнения операций / А.О. Шевляков, М.Г. Матвеев // Вестник ВГУ. – 2015.
5. Morillo-Torres, Luis Fernando Moreno-Velásquez & Francisco Javier Díaz-Serna. A branch and bound hybrid algorithm with four deterministic heuristics for the resource constrained project scheduling problem (RCPSp) / Daniel Morillo-Torres, Luis Fernando Moreno-Velásquez & Francisco Javier Díaz-Serna. – 2014.

6. Gutierrez-Franco E.A Genetic Algorithm for the Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2014. – №1. – C. 13–22.
7. Habibi, Farhad & Barzinpour, Farnaz & Sadjadi, Seyed. (2018). Resource-constrained project scheduling problem: review of past and recent developments
8. Zhu, X., Ruiz, R., Li, S., & Li, X. (2017). An effective heuristic for project scheduling with resource availability cost
9. Yuan, X., Liu, J., & Wimmers, M. O. (2015, May). A multi-agent genetic algorithm with variable neighborhood search for resource investment project scheduling problems. In 2015 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) (pp. 23–30). IEEE.
10. Shirzadeh Chaleshtarti, A., Shadrokh, S., & Fathi, Y. (2014). Branch and bound algorithms for resource constrained project scheduling problem subject to non-renewable resources with prescheduled procurement. Mathematical Problems in Engineering, 2014.
11. Azizoglu, M., Çetinkaya, F. C., & Pamir, S. K. (2015). LP relaxation-based solution algorithms for the multi-mode project scheduling with a non-renewable resource. European Journal of Industrial Engineering, 9 (4), 450–469.