

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМА СВЕТЛЯЧКОВ В ЗАДАЧАХ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В.А. ЧАСТИКОВА, Я.И. ВОЛЯ

*Кубанский государственный технологический университет,
350002, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2.
электронная почта: volya_y@mail.ru*

В данной работе рассмотрен один из эвристических алгоритмов оптимизации - алгоритм светлячков. Он относится к классу быстроразвивающихся в настоящее время алгоритмов роевого интеллекта. Для исследования эффективности работы данного метода была выбрана задача глобальной оптимизации (нахождение оптимума функций Де Джонга, Растригина, Розенброка). Метод основан на природном поведении роя светлячков, которые приближаются к наиболее яркому представителю своего вида. Алгоритм светлячков показывает хорошие результаты при работе как с унимодальными функциями с одним глобальным оптимумом, так и с многоэкстремальными. Сформулировано детальное описание алгоритма, исследована эффективность его работы в зависимости от разных наборов входных параметров. Экспериментальным путем были получены оптимальные значения коэффициентов и числа поисковых агентов.

Ключевые слова: алгоритм светлячков, роевой интеллект, глобальная оптимизация, эвристический алгоритм.

Иногда классические методы оптимизации не могут быть использованы для решения задач из-за невозможности сформулировать точный алгоритм, недостоверности или неточности исходных данных, а также по ряду других причин. В подобных случаях применяют алгоритмы метаэвристики. Такой алгоритм может не иметь точного описания или не быть теоретически обоснован, но, тем не менее, метаэвристика дает возможность получения итоговых данных, точность которых достаточна для решения поставленной задачи [2,3].

Алгоритм светлячков - метаэвристический алгоритм роевого интеллекта, ориентированный на оптимизацию функции - поиск ее глобального оптимума. В роли поисковых агентов (боидов) выступают светлячки.

В основе алгоритма лежит наблюдаемое в природе поведение рассматриваемых насекомых. Они излучают свет, который является механизмом коммуникации между особями: с его помощью они привлекают

особей противоположного пола, сообщают о приближении хищников и т.д. Менее яркие светлячки перемещаются к более ярким; яркость одного светлячка, воспринимаемая другим, уменьшается при его удалении. Если светлячок не видит более яркого представителя роя, он перемещается хаотично[1].

Каждый светлячок характеризуется яркостью и позицией. Первоначально задается положение каждой особи в определенном интервале случайным образом. Далее высчитывается яркость светлячка по формуле:

$$\text{int} = \frac{1}{f(x) + 1}$$

где $f(x)$ - значение целевой функции. Единица прибавляется, чтобы исключить деление на 0.

Если яркость первого (i) светлячка меньше яркости второго (j), то перемещаем первого в направлении второго.

$$\text{pos}(i) = \text{pos}_0(i) + \alpha * c + \beta * (\text{pos}(i) - \text{pos}(j))$$

$$\beta = \beta_0 * e^{-\gamma * r^2}$$

где γ - коэффициент поглощения света среды, r - расстояние между особями, $\text{pos}_0(i)$ - начальное положение i , $\text{pos}(i)$ - новое положение i , β - привлекательность j для i , β_0 - привлекательность светлячка при отсутствии расстояния, то есть, когда они находятся вплотную друг к другу, c - случайно выбранное число из промежутка $[0; 1]$, α - свободный параметр рандомизации.

Если после перемещения светлячка его положение выходит за пределы определенного интервала, то задаем его случайным образом на данном промежутке. После перебора всех особей происходит сортировка светлячков по убыванию их яркости. Для удобства вводится переменная, численно равная лучшей позиции поискового агента *BestPos* [1].

На рисунке 1 представлена схема работы алгоритма светлячков.



Рисунок 1 – Схема работы алгоритма светлячков

Для исследования эффективности работы алгоритма была выбрана задача глобальной оптимизации функций Де Джонга, Розенброка, Растригина [4]. В реализованном программном комплексе возможна настройка следующих параметров метода: количество поисковых агентов, количество итераций, а также констант, характеризующих алгоритм - привлекательности светлячка и коэффициента поглощения света среды.

Экспериментально было выяснено, что оптимальные значения для параметров алгоритма имеют следующие значения: $\beta_0 = 1.0$, $\gamma = 1.0$.

Далее приводятся результаты проведенных исследований влияния некоторых параметров алгоритма светлячков на время и точность найденных решений.

Таблица 1 - Влияние количества итераций на время и точность работы алгоритма для функции Де Джонга (количество агентов: 30)

Число итераций	25	50	100	150	200	250	500	1000
Отклонение от точки минимума	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,19 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$4,25 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$
Время выполнения алгоритма, мс	14	20	32	46	57	72	142	273

Таблица 2 - Влияние количества поисковых агентов на время и точность работы алгоритма для функции Де Джонга (количество итераций: 250)

Количество поисковых агентов	5	10	15	20	25	30	35	40
Отклонение от точки минимума	0,85	$2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{-6}$	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-6}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$
Время выполнения алгоритма, мс	8	14	24	35	52	73	94	124

Таблица 3 - Влияние количества итераций на время и точность работы алгоритма для функции Розенброка (количество агентов: 30)

Число итераций	25	50	100	150	200	250	500	1000
Отклонение от точки минимума	0,026	0,086	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$
Время выполнения алгоритма, мс	19	31	62	101	116	143	286	564

Таблица 4 - Влияние количества поисковых агентов на время и точность работы алгоритма для функции Розенброка (количество итераций: 250)

Количество поисковых агентов	5	10	15	20	25	30	35	40
Отклонение от точки минимума	0,14	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Время выполнения алгоритма, мс	7	19	37	66	102	146	200	260

Таблица 5 - Влияние количества итераций на время и точность работы алгоритма для функции Растригина (количество агентов: 30)

Число итераций	25	50	100	150	200	250	500	1000
Отклонение от точки минимума	2,13	1,59	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,1	1	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-12}$	0
Время выполнения алгоритма, мс	20	31	55	81	112	130	236	449

Таблица 6 - Влияние количества поисковых агентов на время и точность работы алгоритма для функции Растригина (количество итераций: 250)

Количество поисковых агентов	5	10	15	20	25	30	35	40
Отклонение от точки минимума	5	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	0,6	$3,1 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-9}$	$4,9 \cdot 10^{-8}$
Время выполнения алгоритма, мс	6	13	30	52	85	123	162	217

Согласно результатам исследований алгоритм показывает достаточно высокую эффективность при нахождении оптимума функций как с одним глобальным, так и с множеством локальных экстремумов. Независимо от сложности исследуемой функции результатом работы алгоритма светлячков является эффективное решение поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко А.П. Популяционные алгоритмы глобальной поисковой оптимизации. Обзор новых и малоизвестных алгоритмов. //Информационные технологии, №7, 2012. - 32 с.

2. Частикова В.А., Власов К.А. Разработка и сравнительный анализ эвристических алгоритмов для поиска наименьшего гамильтонова цикла в полном графе//Фундаментальные исследования. 2013. № 10-1. с. 63-67.

3. Частикова В.А. Идентификация механизмов реализации операторов генетического алгоритма в экспертных системах производственного типа //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 75. с. 308-320.

4. Частикова В.А., Дружинина М.А., Кекало А.С. Исследование эффективности алгоритма поиска косяком рыб в задаче глобальной оптимизации // Современные проблемы науки и образования. – 2014, № 4.

REFERENCES

1. Karpenko A.P. Populjacionnye algoritmy global'noj poiskovoj optimizacii. Obzor novyh i maloizvestnyh algoritmov. //Informacionnye tehnologii, №7, 2012. - 32 s.

2. Chastikova V.A., Vlasov K.A. Razrabotka i sravnitel'nyj analiz jevrsticheskikh algoritmov dlja poiska naimen'shego gamil'tonova cikla v polnom grafe //Fundamental'nye issledovanija. 2013. № 10-1. s. 63-67.

3. Chastikova V.A. Identifikacija mehanizmov realizacii operatorov geneticheskogo algoritma v jekspertnyh sistemah produkcionnogo tipa //Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 75. s. 308-320.

4. Chastikova V.A., Druzhinina M.A., Kekalo A.S. Issledovanie jeffektivnosti algoritma poiska kosjakom ryb v zadache global'noj optimizacii // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014, № 4.

*FIREFLY ALGORITHM EFFICIENCY ANALISYS IN CASE OF GLOBAL
OPTIMIZATION PROBLEM*

V.A. CHASTIKOVA, YA.I. VOLYA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350002,
e-mail: volya_y@mail.ru*

This paper represents a firefly algorithm, which is one of heuristic algorithms. It is classified among swarm intelligence algorithms, which are being developed rapidly nowadays. The method's efficiency has been tested in case of global optimization problem (finding De Jong's, Rastrigin's and Rosenbroke's functions' optimums). It is based on swarm's of fireflies flashing behaviour that move towards the brightest member of the swarm. The firefly algorithm shows good results at processing both unimodal functions with a single global optimum and multi-extremum functions. The detiled description of the algorithm has been formulated. Its efficiency has been researched depending on different sets of input parameters. Optimal coefficients' values and optimal number of searching agents have been obtained experimentally.

Key words: firefly algorithm, heuristic algorithm, swarm intelligence, global optimization.