

О СРАВНЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА КАПЕЛЬ ВОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Х.С. ЗАКИЯН, В.А. ЧАСТИКОВА, М.В. БЕРДНИК

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: o013xc@yandex.ru*

Искусственный интеллект позволяет наиболее эффективно решать задачи оптимизации. Рой частиц, обладающих одинаковыми свойствами и взаимодействующих друг с другом и средой, в которой они распространяются, позволяет найти решение сложных задач за минимальное время. Интеллектуальные капли воды – алгоритм поведения боидов, приближенный к реальным природным рекам. Агенты роя, взаимодействуя с внешней средой и другими агентами, выбирают путь наименьшего сопротивления при своем передвижении. Для оценки эффективности работы алгоритма интеллектуальных капель воды было проведено его сравнение с некоторыми другими эвристическими и классическими алгоритмами. По итогам проведенных исследований алгоритм капель воды показал лучшие результаты при нахождении кратчайшего пути в задачи коммивояжера.

Ключевые слова: роевой интеллект, алгоритм интеллектуальных капель воды, муравьиный алгоритм, генетический алгоритм, алгоритм полного перебора, задача коммивояжера.

Роевой интеллект представляет собой совокупность объектов – боидов с одинаковыми наборами свойств и характеристик; каждый агент (боид) взаимодействует с окружающей средой и другими агентами. В статье [1] рассмотрен один из алгоритмов роевого интеллекта – алгоритм интеллектуальных капель воды. Рой капель воды (РКВ) можно сравнить с алгоритмом колонии муравьев (АКМ):

- каждый боид – муравей, проходя по ребру графа, оставляет там след – феромон. Чем больше его количество на определенном ребре графа, тем больше вероятность, что следующий агент пойдет именно в этом направлении[4]. Этот процесс аналогичен тому, как капля изменяет количество почвы в русле реки, проходя от i -й до j -й вершины графа;

- муравьи не могут удалить феромон с ребра графа [4]. Боиды РКВ не могут удалить землю из внешней среды, а только перенести ее с одного места на другое;

- количество почвы, находящейся между городами, вычисляется посредством скорости агента, которая зависит от времени и числовой характеристики уносимой внешней среды. В противовес этому, количество феромона на пути агента АКМ зависит от числа боидов, прошедших по этому ребру и от времени, затраченного ими на прохождение расстояния между вершинами;

- у капли скорость меняется от города к городу, в то время как в муравьином алгоритме скорость движения является константой и задается во входных данных.

В алгоритме интеллектуальных капель воды боиды одновременно ищут решение и изменяют внешнюю среду. Во время этого изменения и происходит поиск оптимального пути.

Для исследования эффективности работы алгоритма были выбраны типовые задачи: Eil30, Eil51, Eil76 и kroA100. Результаты были сопоставлены с работой других алгоритмов, как эвристических, так и классических (алгоритм полного перебора – третьей замены).

Таблица 1 – Сравнение эффективности алгоритма роя капель воды с другими алгоритмами решения

Название задачи	Лучшее решение	АИКП	АКМ	ГА	3-замена
Eil30	423	423,74	423,74	423,74	423,74
Eil51	426	428,87	429,48	431,95	428,87
Eil76	675	677,10	677,10	678,62	-
kroA100	21128	21407,57	-	-	-

Здесь:

- АИКП [2] – алгоритм интеллектуальных капель воды, модифицированный для задачи коммивояжера;

- АКМ [4, 7] – алгоритм колонии муравьев;

- ГА [5, 6] – генетический алгоритм (ГА);

- 3-замена [3] – алгоритм полного перебора. Он является самым медленным, но, при этом, самым точным.

Рассмотрим подробно полученные результаты:

1. Eil30. Решение задачи было получено верно всеми предложенными алгоритмами. Алгоритм интеллектуальных капель воды значительно выигрывает во времени у алгоритма полного перебора, поскольку последнему необходимо произвести 52800 вычислений значений целевой функции, в то время как интеллектуальным агентам потребовалось всего 1760 итераций.

2. Eil51. Оптимальный путь с одинаковой точностью определили алгоритмы РКВ и полного перебора. Боиды – капли по-прежнему выигрывают во времени. АКМ и генетический алгоритм с задачей справились хуже. Ниже представлен оптимальный путь решения задачи Eil51, полученный с одинаковой точностью алгоритмами 3-замены и АИКП [2].



Рисунок 1 – Граф решения задачи Eil51

3. Eil76. Решение невозможно получить классическим алгоритмом за мыслимое время, вследствие чего для данной и следующей задач оптимальные пути с помощью 3-замены найдены не были. С одинаковой точностью справились исследуемый алгоритм и колония муравьев. Это объясняется идентичностью базовых принципов алгоритмов роевого интеллекта. ГА показал себя хуже по причине большего количества математических операций, требуемых для вычисления оптимума целевой функции.

4. kroA100. Поиск оптимального пути обхода 100 городов интеллектуальные боиды РКВ завершили результативно. Алгоритм показал высокую точность вычислений, среднеквадратичное отклонение составило порядка 1.5%, что является достаточно высоким показателем.

Алгоритм интеллектуальных капель воды наиболее точно и быстро производит расчёт решения задачи коммивояжера; тем не менее, существует еще пространство для его совершенствования.

Методы роевого интеллекта в массе своей демонстрируют, что природа является отличным математиком в своей сущности. С помощью алгоритмов, заложенных в окружающей нас действительности можно и нужно решать многие задачи, требующие больших математических вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закиян Х.С, Частикова В.А. Адаптация алгоритма интеллектуальных капель воды для решения задач комбинаторики / Закиян Х.С, Частикова В.А // Научные труды КубГТУ. – 2015 г. - №12. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/692>

2. Хамед Ш-Х. Оптимизация природных алгоритмов. Алгоритм интеллектуальных капель воды / Хамед Ш-Х – Тегеран: университет Шахид Бехешти, 2009. – 320 с.

3. А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. Структуры данных и алгоритмы / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман - М., СПб., Киев: «Вильямс», 2001. – 384 с.

4. Ватутин Э.И., Титов В.С. Анализ результатов применения алгоритма муравьиной колонии в задаче поиска пути в графе при наличии ограничений / Ватутин Э.И., Титов В.С – Известия Южного федерального университета. Технические науки, 2014, № 12. – 111–120 с.

5. M. Dorigo. Оптимизация и изучение натуральных алгоритмов / M. Dorigo. – Милан: Политехнический университет Милана, 1992. – 160 с.

6. Малыхина М.П., Частикова В.А., Власов К.А. Исследование эффективности работы модифицированного генетического алгоритма в задачах комбинаторики // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3.

7. 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.

REFERENCES

1. Zakijan H.S, Chastikova V.A. Adaptacija algoritma intelektual'nyh kapel' vody dlja reshenija zadach kombinatoriki (Adaptation of intelligent water drops algorithm for solving combinatorial problems.) / Zakijan H.S, Chastikova V.A // Nauchnye trudy KubGTU. – 2015 g. - №12.- URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/692>

2. Hamed Sh-H. Optimizacija prirodnyh algoritmov. Algoritm intelektual'nyh kapel' vody (Optimization with the Nature-Inspired. Intelligent Water Drops Algorithm) / Hamed Sh-H – Tegeran: universitet Shahid Beheshti, 2009. – 320 s.

3. A. V. Aho, D. Je. Hopcroft, D. D. Ul'man. Struktury dannyh i algoritmy / A. V. Aho, D. Je. Hopcroft, D. D. Ul'man - M., SPb., Kiev: «Vil'jams», 2001. – 384 s.

4. Vatutin Je.I., Titov V.S. Analiz rezul'tatov primenenija algoritma murav'inoj kolonii v zadache poiska puti v grafe pri nalichii ogranichenij / Vatutin Je.I., Titov V.S – Izvestija Juzhnogo federal'nogo universiteta. Tehnicheskie nauki, 2014, № 12. – 111–120 с.

5. M. Dorigo. Optimizacija i izuchenie natural'nyh algoritmov (Optimization. Learning Nature algorithm) / M. Dorigo. – Milan: Politehnicheskij universitet Milana, 1992. – 160 s.

6. Malykhina M.P., Chastikova V.A., Vlasov K.A. Issledovanie effektivnosti raboty modifitsirovannogo geneticheskogo algoritma v zadachah kombinatoriki // Sovremennye problem nauki i obrazovaniya. 2013. № 3; URL: www.science-education.ru/109-9254.

7. Chastikova V.A., Vlasov K.A. Razrabotka i sravnitelnyy analiz evristicheskikh algoritmov dlya poiska naimenshego gamiltonova tsikla v polnom grafe // Fundamentalnye issledovaniya, № 10-1, 2013. pp. 63–67.

*EFFICIENCY COMPARISON OF INTELLIGENT WATER DROPS ALGORITHM
IN SOLVING THE COMBINATORIAL OPTIMIZATION PROBLEMS*

KH.S. ZAKIYAN, V.A. CHASTIKOVA, M.V. BERDNIK

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: o013xc@yandex.ru*

Artificial intelligence allows to effectively solve the optimization problem. Swarm of particles having the same properties and interacting with each other and environment where they apply, enables us to find solution of the complex combinatorial problems in minimum time. Intelligent water drops - the algorithm behavior of the boyd, close to the real natural rivers. Agents of swarm interacting with the environment and other agents choose the path of least resistance in its movement. To evaluate the effectiveness Boyd – water drops during the research was carried out comparing it with classical and heuristic algorithms. Agents of intellectual water drops algorithm showed the best results in finding the shortest path in the traveling salesman problem.

Key words: swarm intelligence, intelligent water drops algorithm, heuristic algorithms, travelling salesman problem, optimization algorithm.