

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ ПОИСКА ПУТИ В НАГРУЖЕННОЙ СЕТИ

Борисов Д. В., Кива В. С.

Кафедра программного обеспечения информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: divlboris@gmail.com, knijaz@gmail.com

Сформулирована задача поиска оптимального маршрута в сети, важной особенностью которой является тот факт, что каждый узел обладает нагрузженностью. Эта нагрузженность зависит от момента времени, в который происходит прохождение узла. Для решения данной задачи была произведена модификация алгоритма муравьиной колонии.

ВВЕДЕНИЕ

К алгоритмам муравьиной колонии относятся алгоритмы, появившиеся в результате исследования и обработки данных, полученных при наблюдении за реальными муравьями. Поведение муравьев было формализовано и использовано для решения сложных оптимизационных задач. На сегодняшний день эти алгоритмы являются конкурентноспособными и для некоторых задач показывают наилучшие результаты.

Муравьи являются социальными насекомыми, решающими проблемы сообщества. Это позволяет им выполнять такую работу, которая не могла бы быть выполнена отдельными муравьями. Основой алгоритма муравьиной колонии является моделирование поведения муравьев, связанного с их способностью находить кратчайший путь до пищи и отсутствие централизованного управления. А также со способностью находить новый путь, если старый по каким-либо причинам оказался недоступен. Муравьи взаимодействуют друг с другом путем прямой передачи информации или с помощью стигмержи. Стигмержи — это разнесенный во времени тип взаимодействия, когда один субъект взаимодействия изменяет некоторую часть окружающей среды, а остальные используют информацию об ее состоянии позже, когда находятся в ее окрестности[1]. Стигмержи осуществляется посредством феромонов. Феромоны это секрет специальных желез муравья, который он оставляет на земле в процессе своего перемещения. Муравьи могут воспринимать этот секрет на протяжении нескольких суток. Феромоновый след становится своего рода памятью колонии.

Нахождение муравьями кратчайшего пути начинается с выхода в случайном направлении за едой. Если на пути встречается препятствие, муравьи с равной вероятностью начнут его обходить. Достигнув еды позади препятствия, муравьи берут ее часть и отправляются в обратный путь. Столкнувшись с упомянутым препятствием они таким же образом с равной вероят-

ностью начнут его обходить. В процессе своего перемещения муравьи оставляют феромоновый след. Из-за того, что при своем движении муравьи ориентируются на концентрацию феромона, следующие муравьи выберут путь с наибольшим его значением. Наибольшее значение будет на самом коротком пути, так как по нему успеет пройти большее число муравьев. Таким образом муравьи продолжают увеличивать концентрацию феромонов на коротком пути до тех пор, пока еда не будет перенесена или путь по какой-либо причине перестанет быть доступен.

Из-за того, что в основе алгоритма муравьиной колонии лежит поиск оптимального пути, он подходит для решения задач, которые могут быть представлены в виде графов.

1. ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ

Обобщенный алгоритм муравьиной колонии выглядит следующим образом:

1. Создаются муравьи для поиска решения. Муравьи в зависимости от условия задачи помещаются в разные узлы или в какой-то конкретный узел. Также на этом этапе наносится феромоновый слой для того, чтобы в начале работы вероятности перехода были ненулевыми.
2. Начинается поиск решения. Для каждого муравья оценивается вероятность перехода из одной вершины в другую, которая основана на величине феромонового следа и расстоянии до узла. Больше муравьев будет перемещаться по более короткому пути к источнику пищи и откладывать больше феромонов, чем по более длинным путям.
3. Запускается процесс обновления феромонов. Каждое значение феромона уменьшается, имитируя испарения, и увеличивается, моделируя отложение феромонов муравьями на следе.
4. Выполняется проверка, по результатам которой или продолжается выполнение, или делается вывод о том, что решение найдено[2].

Работа алгоритма также зависит от следующих параметров:

- коэффициента влияния феромона на направление;
- коэффициента влияния соседнего узла;
- коэффициента испарения феромона;
- коэффициента увеличения феромона.

II. Достоинства

- Алгоритмы муравьиной оптимизации адаптивны по своей природе и позволяют адаптироваться к меняющимся условиям динамических приложений.
- Алгоритм имеет преимущество распределенных вычислений. Также можно доказать его сходимость.
- В анализе сетей реальных размерностей, чтобы проверить возможность разработки метаэвристического алгоритма, который позволяет вычислять потоки в сети быстрее, чем при использовании традиционных алгоритмов.
- Позволяет динамически перенаправлять потоки через кратчайший путь, если один узел сломан. Большинство других алгоритмов вместо этого предполагают, что сеть является статической[3].

Таблица 1 – Сравнение эвристических методов оптимизации маршрутов грузовиков

Число заказчиков	Муравьиный алгоритм	Генетический алгоритм	табу-поиск
200	6460.98	6460.98	6697.53
255	586.87	596.89	593.35
300	1007.07	1018.74	1016.83
399	927.27	933.74	936.04
420	1834.79	1846.55	1915.83

III. Недостатки

- В стандартных алгоритмах муравьиной колонии феромоновый путь и эвристические значения зависят от масштабов задачи.
- Теоретический анализ сложен.
- Сходимость гарантирована, но время сходимости неопределено.
- Есть склонность к попаданию в локальное оптимальное решение.

IV. Модификация

Для использования алгоритма муравьиной колонии при решении поставленной задачи необ-

ходимо его модифицировать. При оценке вероятности перехода к очередному узлу необходимо учитывать возможную задержку на обслуживание в этом узле. Для оценки задержки на узлах, каждому из узлов добавляется словарь. Этот словарь состоит из промежутков времени, где каждому промежутку ставится в соответствие расчетное значение времени, которое предстоит провести на узле прежде чем можно будет считать, что узел достигнут. Каждый муравей хранит информацию о своем текущем времени в пути, для того чтобы можно было однозначно оценить в какой из промежутков он попал во время посещения узла. Для поставленной задачи веса ребер отражают время в пути между каждой парой узлов. При этом время пути на ребре может быть или взято из открытых источников, содержащих информацию о загруженности дорог, или может быть рассчитано на основе известного расстояния и средней скорости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Алгоритм муравьиной колонии является хорошим выбором для задач поиска оптимального пути в графах. При этом его эффективность растет вместе с ростом количества узлов в графе. Результат решения задач напрямую зависит от параметров, от алгоритма выбора следующего узла муравьем, от правил добавления и испарения феромона. Особенностью же предложенной модификации алгоритма муравьиной колонии является возможность работать с графами, в которых нагруженность узлов меняется с течением времени. Алгоритм позволяет найти путь, при котором обход будет произведен за минимальное время. Это позволяет использовать его с высокой эффективностью в транспортных перевозках и логистике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях, 2003, с.70–75.
2. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. [Электронный ресурс] / Муравьиные алгоритмы. – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/>. – Дата доступа: 07.10.2019.
3. O.Deepa, A.Senthilkumar, Swarm intelligence from natural to artificial systems: ant colony optimization. // International Journal on Applications of Graph Theory in Wireless Ad hoc Networks and Sensor Networks. – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. 13.