

ПРИМЕНЕНИЕ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГОЛОВКИ 3D-ПРИНТЕРА

Веселов П.Б., Полозков Ю.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В изготовлении легких деталей с ячеистыми структурами актуальной является проблема повышения быстродействия аддитивных технологий [1]. Очевидно, что ее решение связано с оптимизацией траектории движения формообразующей головки 3D-принтера. В связи с этим были проведены исследования в области оптимизации траектории формообразования структуры, построенной на основе прямоугольных ячеек. Каждый слой детали с такой структурой при послойном изготовлении с помощью экструзивных 3D-принтеров может быть представлен в виде стержневой структуры, состоящей из узлов и соединяющих их стержневых элементов [2]. Для оптимизации траектории формообразования исследовалась возможность применения муравьиного алгоритма (рисунок 1).

Основу муравьиных алгоритмов оптимизации составляет имитация самоорганизации муравьиной колонии. При этом колония муравьев рассматривается как многоагентная система, в которой каждый агент (муравей) функционирует автономно по очень простым правилам. Несмотря на примитивное поведение агентов, поведение всей системы получается вполне разумным [3].

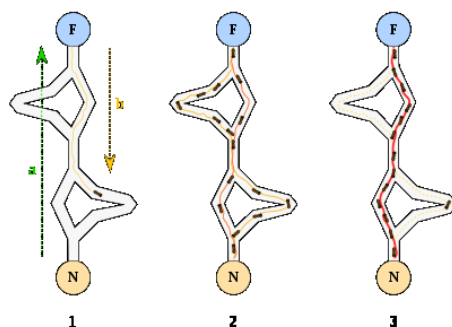


Рисунок 1 – Условная схема работы муравьиного алгоритма [3]

Задачу оптимизации можно сформулировать следующим образом: задана сетка узлов, количеством $n \times n$. Необходимо найти минимальный путь обхода всех узлов вершин и, таким образом, соединить их p -количеством ребер.

Первоначально при разработке муравьиного алгоритма все узлы были пронумерованы, как показано на рисунке 2. При таком подходе в результате

работы алгоритма многие ребра часто оставались не пройденными, в то время как все вершины были уже пройдены. Что являлось недопустимым, так как нарушает структуру заготовки.

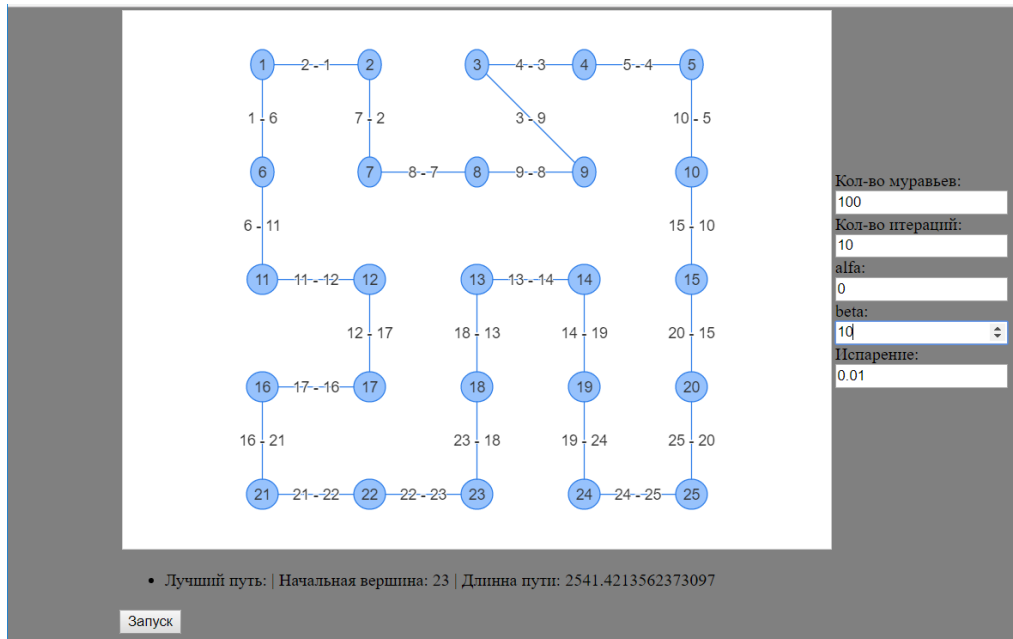


Рисунок 2 – Прохождение по вершинам квадратной сетки

Для устранения этого эффекта было предложено пронумеровать ребра вместо узлов сетки (рисунок 3), что можно рассматривать как решение обратной задачи. Это привело к значительному улучшению проходимости всех ребер.

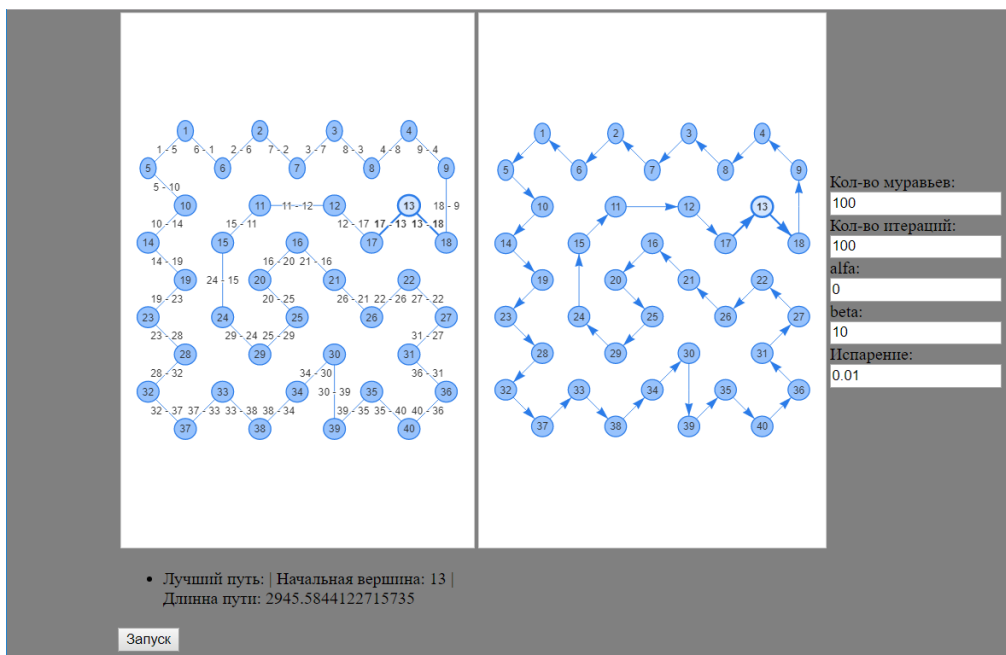


Рисунок 3 – Прохождение алгоритма по новым вершинам (граням квадрата)

Выполнение 20 тестов для каждого способа показало, что успешность прохождения всех ребер при нумерации узлов составила 3 %, а при нумерации ребер – 98 %. В обоих вариантах исполнения алгоритмов наблюдается соединение диагонально расположенных вершин сетки, что соответствует классической задаче коммивояжера. Зачастую осуществляется повторное прохождение узлов и ребер. Так же вследствие эвристического характера алгоритма, в обоих случаях не удается получить стабильных результатов оптимизации пути.

С учетом полученных результатов совершенствование разработанного алгоритма связывается, прежде всего, с уточнением общей формулировки задачи оптимизации траектории перемещения формообразующей головки. При этом представляется целесообразным ввести дополнительные ограничения на индексацию узлов сетки и порядок их обхода. Диагональные и повторные переходы при овеществлении ребер нарушают принципиальную конфигурацию ячеистой структуры легковесных деталей, что может привести к избыточному расходу материала и ухудшению технико-эксплуатационных свойств детали. Поэтому эти переходы при адаптации алгоритма к управлению головкой принтера необходимо рассматривать как холостые ходы без нанесения материала. Тогда задача оптимизации может предполагать поиск на всей сетке узлов совокупности кратчайших путей, связанных с нанесением материала, при допущении и минимизации повторных и диагональных обходов узлов или ребер, представляющих собой холостые ходы. Кроме того, необходимо исследовать возможности обеспечения сходимости муравьиного алгоритма применительно к рассматриваемой задаче.

Литература

1. Ю.В. Полозков, Проблемы проектирования и формообразования легковесных деталей в аддитивном производстве / Ю.В. Полозков // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. междунар. науч. конф., Минск, 10 – 12 октября 2017 г. / СПб.: Изд-во Политехн. ун-та ; под общ. ред. А. А. Большакова. – Минск, 2017. – Т. 10 – С. 61 – 65.

2. Бородуля, А.В. APDL-моделирование ячеистых конструктивных элементов деталей для аддитивного формообразования / А.В. Бородуля, Д.П. Кункевич, В.В. Напрасников, Ю.В. Полозков // Аддитивные технологии, материалы и конструкции: материалы науч.-техн. конф., Гродно, 5 – 6 окт. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: А.И. Свириденко (гл. ред.) [и др.] – Гродно, 2016. – С. 146-152.

3. Чураков, М. Муравьиные алгоритмы. / Чураков М., Якушев А. // Computer technologies department, ITMO University [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа : <http://rain.ifmo.ru/cat/data/theory/unordered/ant-algo-2006/article.pdf>. – Дата доступа : 10.03.2018.