

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КОМПАНИИ «МИР МЕБЕЛИ»

М. В. Латышев, О. В. Зубков

Современный бизнес трудно представить без использования информационных технологий. Они используются на этапах планирования, производства, доставки, хранения и т. д. Для обеспечения этих процессов разработано множество программных продуктов, которые помогают максимально эффективно решать задачи для бизнеса.

К наиболее значимым задачам для компаний, занимающимися доставкой, относится проблема транспортной логистики. Многие заинтересованы в эффективном решении данной проблемы. Одной из таких компаний, работающих в Иркутской области, является «Мир мебели». Она осуществляет продажу мебели с применением технологических решений. В основные её задачи входит оптимизация доставки заказов.

Создание приложения для формирования маршрута доставки грузов и их оптимальной упаковки является основной целью данной работы.

В настоящее время существует множество программных продуктов, решающих задачи логистики. Они являются актуальными и хорошо применимы в своей области. Но не существует такого программного продукта, который совмещал бы в себе и транспортную логистику, и оптимальную упаковку товаров в контейнеры.

Реализованное приложение имеет такие входные параметры, как список заказов, которые необходимо доставить, и список автомобилей, осуществляющих доставку. Каждый заказ включает в себя данные о товарах и их уникальных особенностях, адрес и параметры доставки и местонахождения товара. Далее программа осуществляет автоматизированное планирование доставки с учетом проверки вместимости груза в автомобиле и ограничений на перевозку, контроля планового времени доставки, расположения товаров на складах, затрат на ГСМ. Таким образом, решаются важные задачи минимизации количества задействованных в доставке автомобилей и повышение количества доставок одним автомобилем в течение дня.

Рассматривая более подробно работу приложения, можно выделить следующий алгоритм:

1. Данные собираются в 1С и отправляются на сервер Python.
2. Строится матрица смежности для всех адресов.
3. Проводится кластеризация этих точек для разбиения по машинам.
4. Для каждого кластера находится оптимальный маршрут обхода всех точек, содержащихся в нем, учитывая время и упаковку.
5. Если при требуемых ограничениях не получается упаковать грузы по задействованным машинам, то увеличивается число кластеров и осуществляется переход к пункту 3.

6. Лучший результат отправляется в 1С и формируется документ «Распределение доставок».

Главными этапами выделяется кластеризация, поиск оптимального маршрута, алгоритм упаковки товаров в машину.

Кластеризация — это разделение множества входных векторов на группы (кластеры) по степени «схожести» друг на друга. Кластеризация нужна, чтобы выделить на территории обслуживания несколько зон, используя критерий минимизации расстояний между грузополучателями, находящимися в одной зоне.

Алгоритм кластеризации был алгоритм Fuzzy C-means. Нечеткий алгоритм C-средних (Fuzzy C-means) позволяет получить нечёткую кластеризацию больших наборов числовых данных, что позволяет корректно определять объекты на границах кластеров. Однако, выполнение данного алгоритма требует серьёзных вычислительных ресурсов, а также изначального задания количества кластеров. Вместо однозначного ответа на вопрос к какому кластеру относится объект, он определяет вероятность того, что объект принадлежит к тому или иному кластеру. Пример результата представлен на рис. 1.

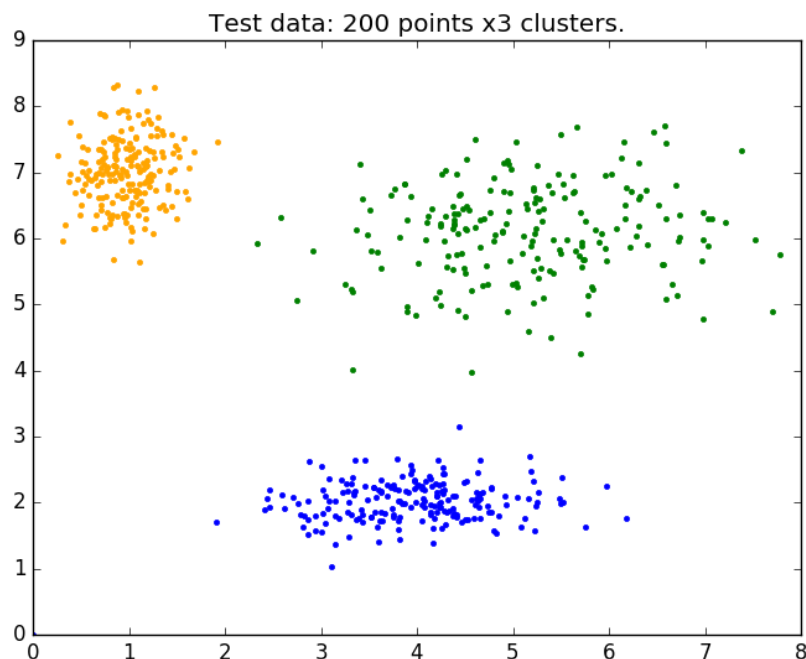


Рисунок 1. Результат алгоритма Fuzzy C-means

Планировалась, что кластеризация будет проводиться исходя из координат адресов. Но этот подход не учитывает реальной карты и реальных расстояний между точками. Возможно, точки находятся близко друг к другу, а между ними, например, река.

Поэтому сейчас был реализован алгоритм, который проходит кластеризацию по полученной матрице смежности. У кого похожи расстояния до

других точек попадают в один кластер. Затем, исходя из различных параметров, точка может быть перемещена в другой кластер.

Для нахождения оптимального маршрута был использован муравьиный алгоритм. Муравьиные алгоритмы основаны на использовании популяции потенциальных решений и разработаны для решения задач комбинаторной оптимизации, прежде всего, поиска различных путей на графах. Кооперация между особями (искусственными муравьями) здесь реализуется на основе моделирования стигметрии. При этом каждый агент, называемый искусственным муравьем, ищет решение поставленной задачи.

Искусственные муравьи последовательно строят решение задачи, передвигаясь по графу, откладывают феромон и при выборе дальнейшего участка пути учитывают концентрацию этого феромента. Чем больше концентрация феромона в последующем участке, тем больше вероятность его выбора. Пример результата представлен на рис. 2.

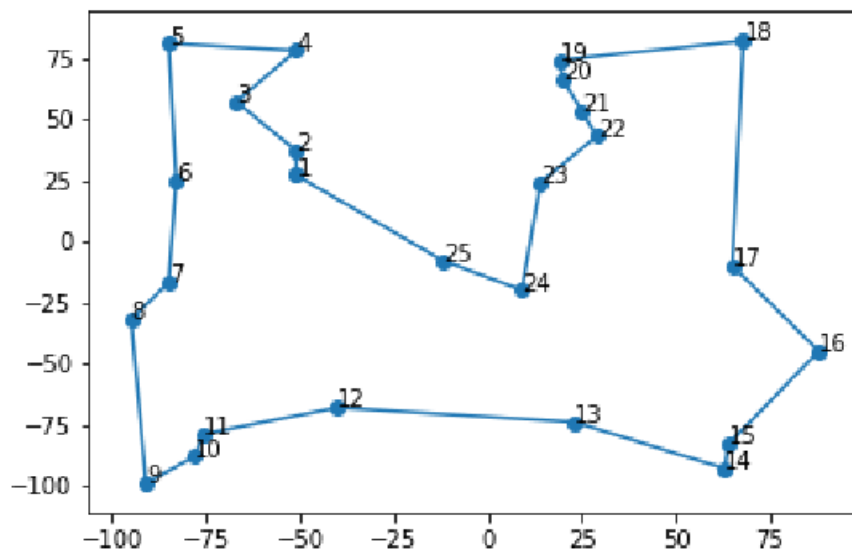


Рисунок 2. Результат муравьиного алгоритма

Для решения поставленной задачи необходимо разбить точки, которые используются в алгоритме, на 2 группы: точки-склады, точки-адресаты. Точки-склады — это точки, где совершается загрузка товаров для последующей выгрузки в точках-адресатах. Из этого видно, что мы не можем отправиться в точку-адресат, не посетив нужные точки-склады. Ранее каждая коробка в заказе была только в 1 складе. Теперь же необходимо расширить данный функционал тем, что коробка может находиться в нескольких складах и нужно решать в какие склады необходимо заехать, чтобы суметь отвезти все заказы как можно быстрее. При этом не обязательно минимизировать склады. Возможна такая ситуация, что быстрее посетить 3 склада для сбора всех заказов, чем один далекий склад.

Также для каждого заказа имеется информация о желаемом времени заказа. Поэтому необходимо учитывать данную информацию в программе. Если левая временная граница указана, то раньше этого времени программа

не даст захватить в данный адрес. Если указана правая граница, то программа будет суммировать общее время опоздания и стараться свести его к минимуму. Пример результата представлен на рис. 3.

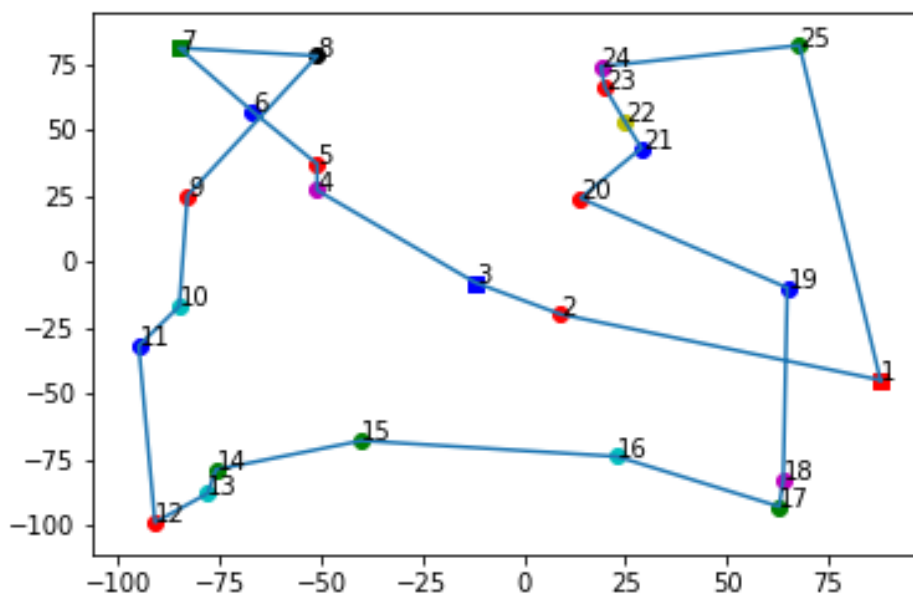


Рисунок 3. Результат усовершенствованного муравьиного алгоритма

Для решения задачи загрузки товаров в машину был составлен следующий алгоритм упаковки:

1. Перебираются все коробки, учитывая их порядок развоза по адресам.
2. Находятся точки в контейнере для текущей коробки, куда можно положить данную коробку.
3. Перебираются все точки расположения коробки, учитывая её вращение, хрупкость и на какие грани можно класть эту коробку.
4. Выбирается лучший вариант и коробка помещается в контейнер.

Первым шагом необходимо было понять в какие места оптимально положить коробку. Эти места были ранжированы в соответствии с 2 признаками: места первостепенного положения следующей коробки (внутренний угол пересечения 3 плоскостей) и дополнительные оптимальные места (спереди этого места на одной высоте есть стена контейнера или другая коробка, куда можно было бы прижать текущую коробку, а также снизу слева или снизу справа была пустота).

Вторым шагом осуществляется перебор вариантов расположения коробки внутри контейнера. При этом учитывается, чтобы нижняя часть коробки полностью лежала на других коробках или на самом контейнере, и чтобы сама коробка полностью помещалась.

Заключительным шагом является выбор лучшего положения для текущей коробки. Введем понятие минимального контейнера. Минимальный контейнер — это такой контейнер, который вместил бы в себя все коробки, находящиеся в данный момент в машине, сохраняя их расположение, и при этом он должен быть минимален по объему. Тогда лучшим расположением

коробки будет считаться такое расположение, которое удовлетворяет следующему списку приоритетов:

1. Иметь наименьшую длину минимального контейнера.
2. Иметь наименьшую высоту минимального контейнера.
3. Иметь наименьшую ширину минимального контейнера.
4. Из всех возможных вариантов коробка должна располагаться как можно ближе к двери машины.

Результат работы реализованного алгоритма представлен на рис. 4.

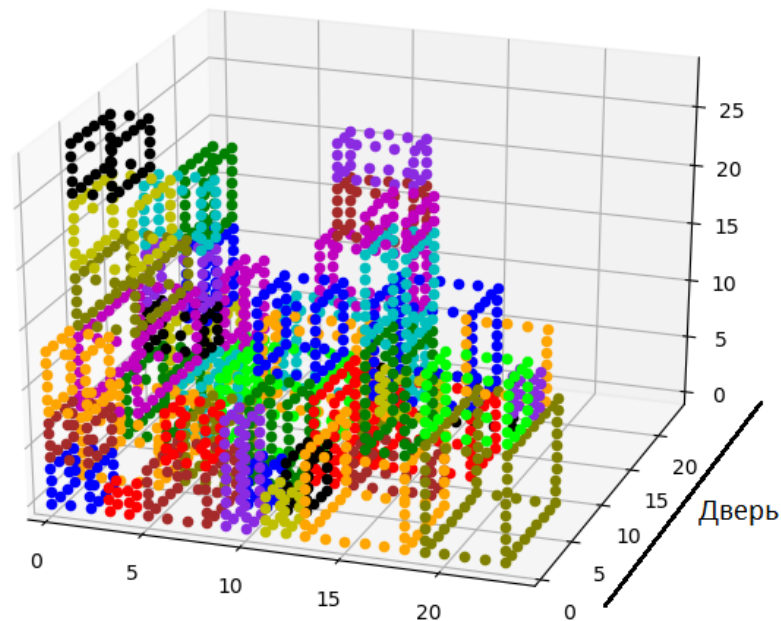


Рисунок 4. Результат упаковки коробок в машину

В результате проделанной работы был создан программный продукт с использованием языков программирования 1С и Python. На данный момент разработанный продукт проходит внедрение в компании «Мир мебели».