**Лабораторная работа 3. Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера и методы её решения.**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** освоить общие принципы решения задач методом ветвей и границ, решить задачу о коммивояжере данным методом, сравнить полученное решение задачи с комбинаторным методом перестановок.

**Примечание:** Задания и вопросы со знаком (\*), выполняются в необязательном порядке, но их выполнение поощряется.

**Задание 1.** Сформулировать условие задачи коммивояжера с параметром. Для этого:

* принять элементы матрицы расстояний равными:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Город** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **1** |  | 2 \* n | 21 + n |  | n |
| **2** | n |  | 15 + n | 68 - n | 84 - n |
| **3** | 2 + n | 3 \* n |  | 86 | 49 + n |
| **4** | 17 + n | 58 - n | 4 \* n |  | 3 \* n |
| **5** | 93 - n | 66 + n | 52 | 13 + n |  |

где *n* – номер варианта или номер по журналу;

**Задание 2.** Решить сформулированную задачу методом ветвей и границ.

**Примечание**: отчет по лабораторной работе должен быть выполнен в MS Word и должен содержать:

* Название лабораторной работы;
* условие (матрица расстояний);
* ход решения (граф решения, обоснование ветвления и вычисление границ **для всех этапов**) – можете оформить в табличном виде;
* решение (если их несколько, то все решения).

**Задание 2\*.** Предложить решение задачи коммивояжера методом вервей и границ на языке C++. Код, анализ и вывод включить в отчет.

**Задание 3.** Проверить полученное решение при помощи генератора перестановок (см. лаб. 2, задание 5.1.) и включить копию экрана с решением в отчет.

**Вопросы к защите лабораторной работы:**

1. Как формулируется задача коммивояжера?

2. Какими методами может быть решена задача коммивояжера?

3. Чем симметричная задача коммивояжера отличается от несимметричной?

4.Чем замкнутая задача коммивояжера отличается от незамкнутой?

5. В чем заключается принцип решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ?

6. Из каких процедур состоит метод ветвей и границ?

7. Какова область применения метода ветвей и границ?

8. Что такое жадный алгоритм?

9\*. В чем суть муравьиного алгоритма?

10\*. В чем суть генетического алгоритма и какова его область применения?

**Вопросы к защите лабораторной работы:**

1. Как формулируется задача коммивояжера?

Задача коммивояжера (Traveling Salesman Problem, TSP) заключается в поиске оптимального маршрута, проходящего через все заданные города и возвращающегося в начальный город. Более формально, дан набор городов и расстояния между каждой парой городов. Требуется найти такой замкнутый маршрут, который проходит через каждый город ровно один раз и имеет наименьшую суммарную длину (или время прохождения, стоимость и т.д.).

1. Какими методами может быть решена задача коммивояжера?

существуют различные методы, которые могут дать приближенное или точное решение задачи:

1. Полный перебор: метод, при котором перебираются все возможные маршруты и выбирается маршрут с минимальной длиной. Этот метод гарантированно дает оптимальное решение, но для большого количества городов вычислительная сложность становится неприемлемо высокой.
2. Метод ближайшего соседа: начиная с произвольного города, выбирается ближайший не посещенный город и добавляется в маршрут. Этот метод не гарантирует оптимальное решение, но часто дает достаточно хорошие результаты.
3. Метод вставки: начиная с произвольного маршрута, поочередно вставляются все остальные города в каждую позицию маршрута, и выбирается маршрут с наименьшей длиной. Этот метод дает более точные результаты, чем метод ближайшего соседа, но вычислительная сложность по-прежнему высока.
4. Методы на основе генетических алгоритмов: генетические алгоритмы используются для поиска оптимального маршрута на основе эволюционной оптимизации. Этот метод дает приближенное решение, но может быть эффективным для большого количества городов.
5. Линейное программирование: задача коммивояжера может быть сформулирована как задача линейного программирования и решена методом симплекса. Этот метод гарантирует оптимальное решение, но вычислительная сложность может быть высокой для большого количества городов.
6. Методы на основе нейронных сетей: нейронные сети могут использоваться для поиска оптимального маршрута. Этот метод дает приближенное решение и может быть эффективным для большого количества городов.
7. Чем симметричная задача коммивояжера отличается от несимметричной?

В симметричной расстояние от одного города в другой туда и обратно равно.

4.Чем замкнутая задача коммивояжера отличается от незамкнутой?

В замкнутой коммивояжер должен вернуться обратно

5. В чем заключается принцип решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ?

1. Начальная идея алгоритма заключается в том, чтобы перебрать все возможные маршруты коммивояжера и выбрать оптимальный. Однако, при большом количестве городов количество возможных маршрутов очень быстро становится огромным, что делает прямое перечисление всех вариантов невозможным.
2. Для решения этой проблемы, метод ветвей и границ разбивает исходную задачу на более мелкие подзадачи. В каждой подзадаче выбирается один город, который должен быть посещен следующим, и все остальные города остаются в том же порядке.
3. Каждая подзадача имеет свой набор ограничений, которые определяют, какие маршруты можно исключить из рассмотрения. Эти ограничения формируются на основе уже рассмотренных маршрутов и позволяют исключить часть вариантов, которые не могут быть оптимальными.
4. Затем для каждой подзадачи вычисляется нижняя граница, которая определяет минимальный возможный вес маршрута в данной подзадаче. Эта нижняя граница может быть использована для определения того, нужно ли рассматривать данную подзадачу в дальнейшем, или она может быть исключена из рассмотрения.
5. После вычисления нижней границы, каждая подзадача разбивается на более мелкие подзадачи, и процесс повторяется для каждой из них. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет найден оптимальный маршрут или все подзадачи будут исключены из рассмотрения.
6. В конечном итоге, алгоритм находит оптимальный маршрут коммивояжера, который имеет наименьший вес среди всех возможных маршрутов.

6. Из каких процедур состоит метод ветвей и границ?

Таким образом, метод ветвей и границ состоит из цикла разбиения задачи на подзадачи, оценки нижней и верхней границ, проверки ограничений, выбора подзадачи и принятия решения. Он может быть использован для решения различных оптимизационных задач, включая задачу коммивояжера, рюкзака, расстановки ферзей и т.д.

1. Какова область применения метода ветвей и границ?

Некоторые из областей применения метода ветвей и границ:

1. Задача коммивояжера: оптимизация пути, проходящего через все города один раз.
2. Задача о рюкзаке: выбор наиболее ценных предметов, которые можно уложить в рюкзак с ограниченной вместимостью.
3. Задача расстановки ферзей: расположение ферзей на шахматной доске таким образом, чтобы они не били друг друга.
4. Задача о назначениях: определение оптимального соответствия между работниками и задачами.
5. Задача о поиске максимальной клики: поиск подграфа в графе, в котором каждая вершина соединена со всеми остальными вершинами.
6. Задача о дереве остова: нахождение подмножества ребер графа, образующего дерево и покрывающего все вершины графа.
7. Задача о резке материала: определение оптимального раскроя листа материала на части, минимизирующее количество отходов.
8. Задача о непрерывном рюкзаке: выбор определенного количества предметов из непрерывного диапазона значений.

Метод ветвей и границ может быть использован в любой области, где возникает необходимость решить задачу оптимизации, и в которой количество вариантов решения является существенным. Однако, при решении больших задач с множеством вариантов, метод ветвей и границ может быть вычислительно сложным, и могут потребоваться дополнительные оптимизации и улучшения алгоритма.

8. Что такое жадный алгоритм?

Жадный алгоритм (greedy algorithm) - это алгоритм решения задачи оптимизации, который на каждом шаге выбирает наилучшее решение из доступных вариантов, и, не оглядываясь на последствия, принимает его. Такой подход может дать оптимальное решение для некоторых задач, но не гарантирует нахождения глобального оптимума для всех задач оптимизации.

9\*. В чем суть муравьиного алгоритма?

Муравьиный алгоритм - это оптимизационный алгоритм, основанный на поведении муравьев в природе при поиске кратчайшего пути между муравейником и источником пищи. В алгоритме создается колония муравьев, которые перемещаются по графу, где ребра имеют определенный вес, и оставляют феромоны на своем пути. Колония муравьев использует феромоны для вычисления

10\*. В чем суть генетического алгоритма и какова его область применения?

Что дано: Родители, мутация, следующие поколения.

Суть: Скрещиваем пока не получим нужный результат.

Критерии остановки цикла: Кол-во мутаций, нужный результат

Понмиксия – случайный выбор родителей

Инбридинг – выбираем один случайно а другой близко по свойству (один шанс нужного цвета глаза 1, у другого 1.033)

Аутбридинг – один случайно, второй далекий по свойству