Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

Физико-механический иститут

Кафедра «Прикладная математика»

Отчёт по лабораторной работе по дисциплине «Компьютерные сети» Реализация протокола маршрутизации Open Shortest Path First

Выполнил студент:
Куксенко Кирилл Сергеевич
группа: 5040102/20201

Проверил:
к.ф.-м.н., доцент
Баженов Александр Николаевич

Санкт-Петербург
2023 г.

Содержание

Список иллюстраций

1 Постановка задачи

Нужно реализовать протокол маршрутизации OSPF (Open Shortest Path First). И проверить его работоспособность на следующих видах топологий сети: линейная, кольцевидная и звёздная.

2 Теория

OSPF (Open Shortest Path First) — протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала и использующий для нахождения кратчайшего пути алгоритм Дейкстры.

Описание работы протокола.

- После включения маршрутизаторов протокол ищет непосредственно подключенных соседей и устанавливает с ними «дружеские» отношения.
- Затем они обмениваются друг с другом информацией о подключенных и доступных им сетях. То есть они строят карту сети (топологию сети). Данная карта одинакова на всех маршрутизаторах.
- На основе полученной информации запускается алгоритм SPF (Shortest Path First), который рассчитывает оптимальный маршрут к каждой сети. Данный процесс похож на построение дерева, корнем которого является сам маршрутизатор, а ветвями — пути к доступным сетям.

3 Реализация

Весь код написан на языке Python (версии 3.7.3). Для каждого протокола получатель и отправитель работают параллельно в отдельных потоках. Ссылка на GitHub с исходным кодом.

4 Результаты

Сначала посмотрим на работу протокола на сети с линейной топологией. Узлы сети имеют следующее расположение.

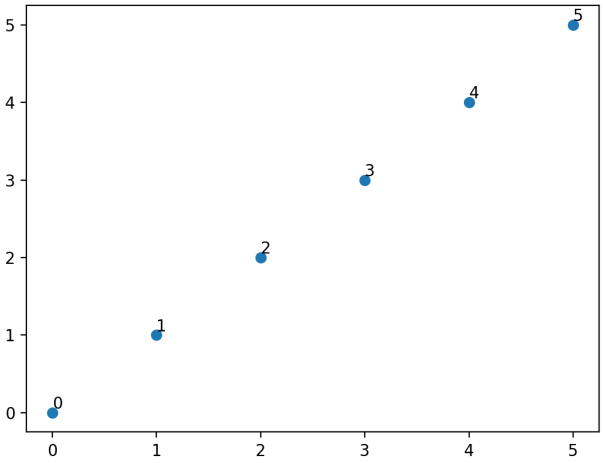

Рис. 1: Расположение узлов сети с линейной топологией

Построим граф сети, указав радиус соединения равным $r = 1.5$.

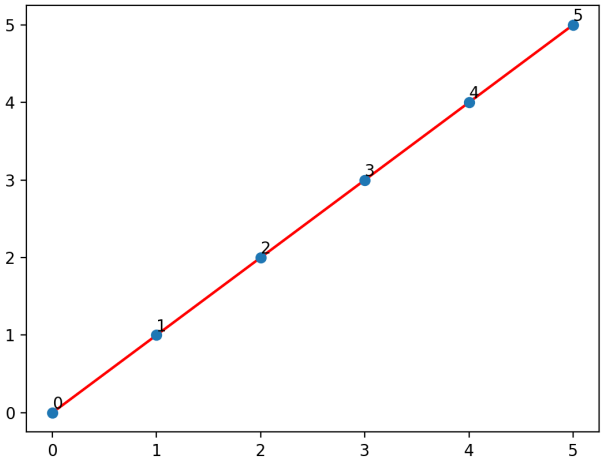

Рис. 2: Граф сети с линейной топологией

Найдём кратчайшие пути между всеми парами узлов сети. Приведём некоторые примеры (полные результаты в файле *lab2/results/line_full.txt*).

- Начальный узел 0
  - path 0 -> 1: [0, 1]
  - path 0 -> 2: [0, 1, 2]
  - path 0 -> 3: [0, 1, 2, 3]
  - path 0 -> 4: [0, 1, 2, 3, 4]
  - path 0 -> 5: [0, 1, 2, 3, 4, 5]
- Начальный узел 4
  - path 4 -> 0: [4, 3, 2, 1, 0]
  - path 4 -> 1: [4, 3, 2, 1]
  - path 4 -> 2: [4, 3, 2]
  - path 4 -> 3: [4, 3]
  - path 4 -> 5: [4, 5]

Теперь уберём из сети узел 3 (перенеся его достаточно далеко) и перестроим граф сети.

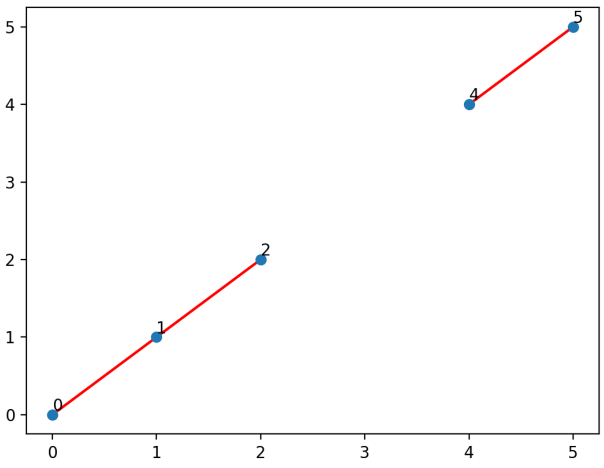

Рис. 3: Граф сети с линейной топологией без 3 узла

Приведём кратчайшие пути для тех же пар узлов (полные результаты в файле *lab2/results/line_remove.txt*).

- Начальный узел 0
  - path 0 -> 1: [0, 1]
  - path 0 -> 2: [0, 1, 2]
  - path 0 -> 3: []
  - path 0 -> 4: []
  - path 0 -> 5: []
- Начальный узел 4
  - path 4 -> 0: []
  - path 4 -> 1: []
  - path 4 -> 2: []
  - path 4 -> 3: []
  - path 4 -> 5: [4, 5]

Проведём аналогичную процедуру для сети с кольцевидной топологией.

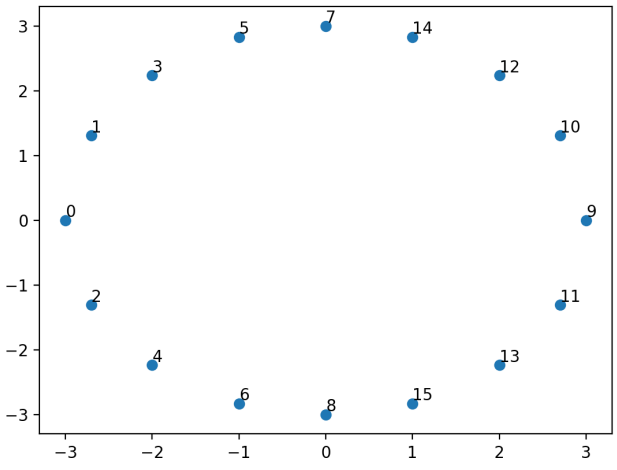

Рис. 4: Расположение узлов сети с кольцевидной топологией

Граф, построенный с радиусом соединения $r = 1.7$, сети имеет вид.

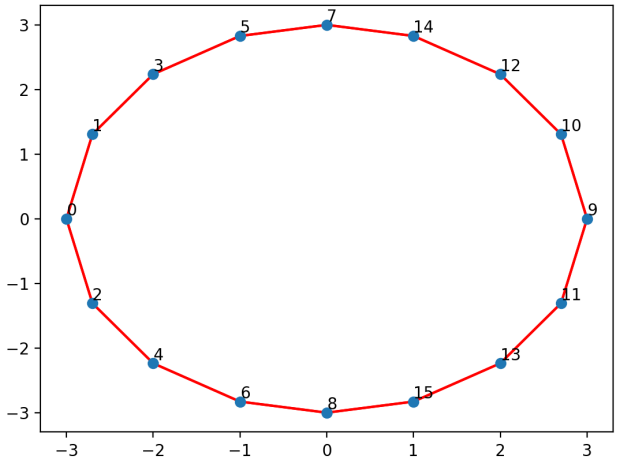

Рис. 5: Граф сети с кольцевидной топологией

Примеры кратчайших путей (подробнее *lab2/results/ring_full.txt*)

- Начальный узел 5
  - path 5 -> 0: [5, 3, 1, 0]
  - path 5 -> 1: [5, 3, 1]
  - path 5 -> 2: [5, 3, 1, 0, 2]
  - path 5 -> 3: [5, 3]
  - path 5 -> 4: [5, 3, 1, 0, 2, 4]
  - path 5 -> 6: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6]
  - path 5 -> 7: [5, 7]
  - path 5 -> 8: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8]
  - path 5 -> 9: [5, 7, 14, 12, 10, 9]
  - path 5 -> 10: [5, 7, 14, 12, 10]
  - path 5 -> 11: [5, 7, 14, 12, 10, 9, 11]
  - path 5 -> 12: [5, 7, 14, 12]
  - path 5 -> 13: [5, 7, 14, 12, 10, 9, 11, 13]
  - path 5 -> 14: [5, 7, 14]
  - path 5 -> 15: [5, 7, 14, 12, 10, 9, 11, 13, 15]

- Начальный узел 12
  - path 12 -> 0: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0]
  - path 12 -> 1: [12, 14, 7, 5, 3, 1]
  - path 12 -> 2: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2]
  - path 12 -> 3: [12, 14, 7, 5, 3]
  - path 12 -> 4: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4]
  - path 12 -> 5: [12, 14, 7, 5]
  - path 12 -> 6: [12, 10, 9, 11, 13, 15, 8, 6]
  - path 12 -> 7: [12, 14, 7]
  - path 12 -> 8: [12, 10, 9, 11, 13, 15, 8]
  - path 12 -> 9: [12, 10, 9]
  - path 12 -> 10: [12, 10]
  - path 12 -> 11: [12, 10, 9, 11]
  - path 12 -> 13: [12, 10, 9, 11, 13]
  - path 12 -> 14: [12, 14]
  - path 12 -> 15: [12, 10, 9, 11, 13, 15]

После удаления узла 11 граф сети имеет вид.

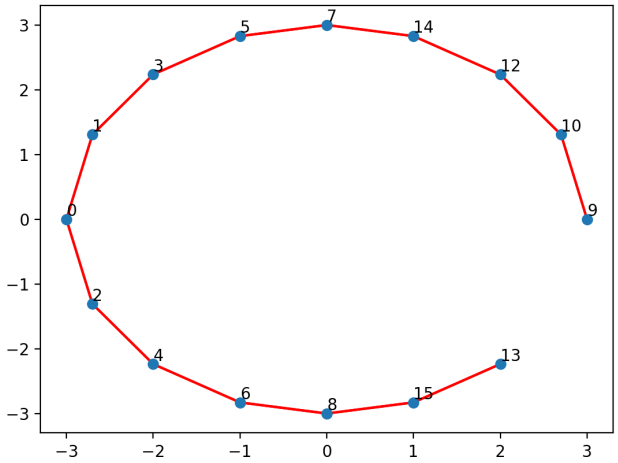

Рис. 6: Граф сети с кольцевидной топологией без 11 узла

Примеры путей для тех же пар узлов (подробнее *lab2/results/ring_remove.txt*)

- Начальный узел 5
  - path 5 -> 0: [5, 3, 1, 0]
  - path 5 -> 1: [5, 3, 1]
  - path 5 -> 2: [5, 3, 1, 0, 2]
  - path 5 -> 3: [5, 3]
  - path 5 -> 4: [5, 3, 1, 0, 2, 4]
  - path 5 -> 6: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6]
  - path 5 -> 7: [5, 7]
  - path 5 -> 8: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8]
  - path 5 -> 9: [5, 7, 14, 12, 10, 9]
  - path 5 -> 10: [5, 7, 14, 12, 10]
  - path 5 -> 11: []
  - path 5 -> 12: [5, 7, 14, 12]
  - path 5 -> 13: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8, 15, 13]
  - path 5 -> 14: [5, 7, 14]
  - path 5 -> 15: [5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8, 15]
- Начальный узел 12
  - path 12 -> 0: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0]
  - path 12 -> 1: [12, 14, 7, 5, 3, 1]
  - path 12 -> 2: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2]
  - path 12 -> 3: [12, 14, 7, 5, 3]
  - path 12 -> 4: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4]
  - path 12 -> 5: [12, 14, 7, 5]
  - path 12 -> 6: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4, 6]
  - path 12 -> 7: [12, 14, 7]
  - path 12 -> 8: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8]
  - path 12 -> 9: [12, 10, 9]
  - path 12 -> 10: [12, 10]
  - path 12 -> 11: []

– path 12 -> 13: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8, 15, 13]
– path 12 -> 14: [12, 14]
– path 12 -> 15: [12, 14, 7, 5, 3, 1, 0, 2, 4, 6, 8, 15]

Узлы сети со звёздной топологией и центральным узлом 0 имеют следующее расположение.

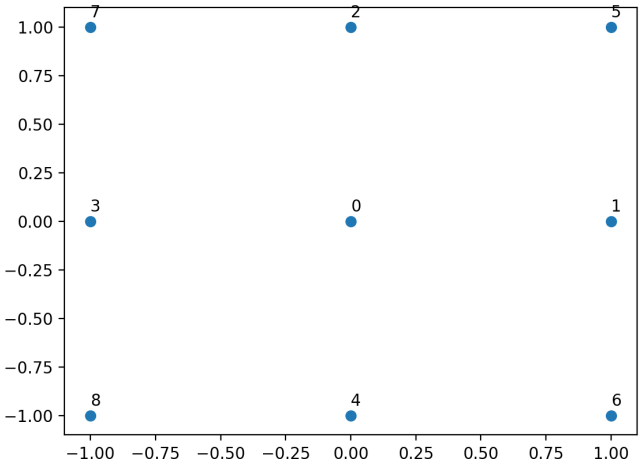

Рис. 7: Расположение узлов сети с звёздной топологией

Граф для данной сети имеет вид.

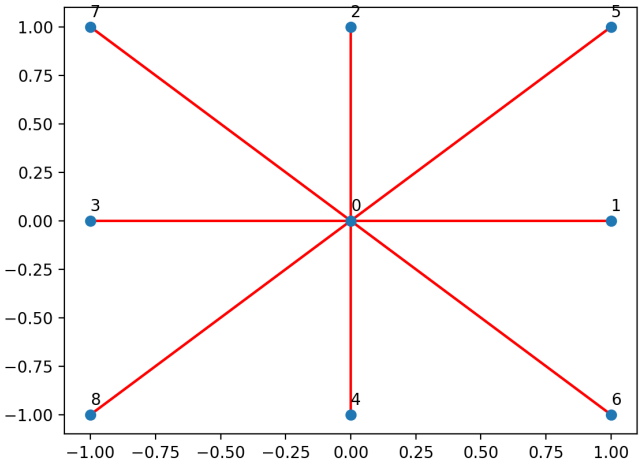

Рис. 8: Граф сети с звёздной топологией

Некоторые примеры кратчайший путей (подробнее *lab2/results/star_full.txt*).

- Начальный узел 0
  - path 0 -> 1: [0, 1]
  - path 0 -> 2: [0, 2]
  - path 0 -> 3: [0, 3]
  - path 0 -> 4: [0, 4]
  - path 0 -> 5: [0, 5]
  - path 0 -> 6: [0, 6]
  - path 0 -> 7: [0, 7]
  - path 0 -> 8: [0, 8]
- Начальный узел 7
  - path 7 -> 0: [7, 0]
  - path 7 -> 1: [7, 0, 1]
  - path 7 -> 2: [7, 0, 2]
  - path 7 -> 3: [7, 0, 3]
  - path 7 -> 4: [7, 0, 4]

– path 7 -> 5: [7, 0, 5]
– path 7 -> 6: [7, 0, 6]
– path 7 -> 8: [7, 0, 8]

После удаления центрального узла 0 граф сети имеет вид.

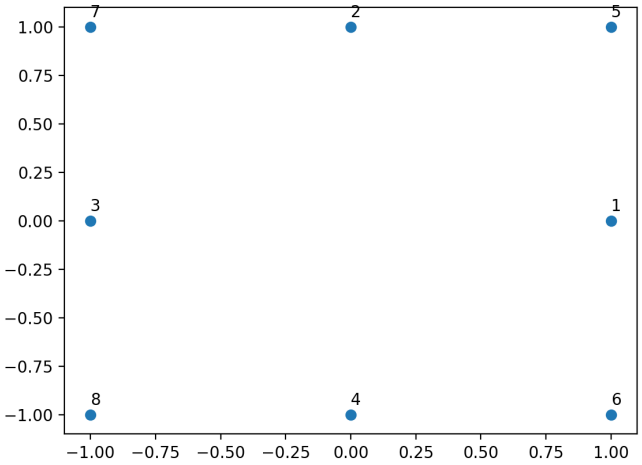

Рис. 9: Граф сети с звёздной топологией без центрального узла 0

Путей для тех же пар узлов (подробнее *lab2/results/star_remove.txt*) не будет существовать.

5 Обсуждение

Из полученных результатов можно заметить следующее. Сеть с линейной топологией наиболее чувствительна к потерям узлов сети, потеря одного узла ведёт к появлению недостижимых узлов. Сеть с кольцевидной топологией менее чувствительна к потерям узлов, при потере одного узла она переходит в сеть с линейной топологией. Сеть со звёздной топологией наименее чувствительна к потере узлов до тех пор, пока это не центральный узел. В случае потери центрального узла любая пара других узлов становится недостижима.