

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого

Физико-механический институт

Кафедра «Прикладная математика»

**Отчёт по лабораторной работе
по дисциплине «Компьютерные сети»
Задача византийских генералов**

Выполнил студент:
Куксенко Кирилл Сергеевич
группа: 5040102/20201

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

Санкт-Петербург
2023 г.

Содержание

| | | |
|---|-------------------|---|
| 1 | Постановка задачи | 2 |
| 2 | Теория | 2 |
| 3 | Реализация | 2 |
| 4 | Результаты | 3 |
| 5 | Обсуждение | 5 |

Список иллюстраций

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Сформированные векторы у каждого генерала | 3 |
| 2 | Сформированный набор векторов для верного генерала (индекс 0) и предателя (1) | 4 |
| 3 | Итоговый набор у каждого генерала | 4 |
| 4 | Итоговый набор у каждого генерала в случае $n \leq 3t$. . . | 5 |

1 Постановка задачи

Нужно реализовать алгоритм решения задачи византийских генералов.

2 Теория

Имеется n генералов, из которых m предатели. Между каждым из n генералов установлен надёжный (исключающий подмену сообщения) канал связи. Каждый из $n - m$ верных генералов каждый раз посылает истинное и неизменяемое сообщение, а каждый из m предателей посылает ложное и, возможно, изменяемое сообщение. Верным генералам, в результате обмена сообщениями, необходимо определить предателей.

Будем решать задачу в частном случае, когда число предателей не меняется, и $n > 3m$. Для этого случая существует алгоритм Лампорта, который состоит из следующих шагов.

- Каждый генерал посылает всем остальным сообщение, верные генералы - истинное, предатели - ложное.
- В результате у каждого генерала формируется массив из n элементов (полученных сообщений, включая и своё)
- Каждый генерал посылает всем остальным полученный на прошлом шаге массив.
- В конце каждый генерал имеет набор векторов, свой и полученный от других генералов. Для каждого i элемента каждого вектора находится то, которое чаще других встречается. Если оно встречается как минимум $n - m$ раз, то оно считается истинным и помещается в результирующий вектор, иначе в результирующий вектор помещается ноль.

В итоге все верные генералы получают один и тот же набор значений.

3 Реализация

Весь код написан на языке Python (версии 3.7.3). Каждый генерал работает в отдельном потоке. Предполагается, что отправленное сообщение не может быть потеряно. [Ссылка на GitHub с исходным кодом](#).

4 Результаты

Рассмотрим работу алгоритма на примере с общим числом генералов $n = 9$ среди которых предателей $m = 2$. Верный генерал посылает сообщение со своим порядковым номером (индексом), а предатель посылает сообщение вида `traitor_i`, где i порядковый номер генерала предателя. Предателям соответствуют номера 7, 8.

После первых двух этапов, каждый генерал получил следующий вектор.

```
general 8 collect first vector
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_8,
general 2 collect first vector
0, 1, 3, 4, 5, 6, traitor_2, traitor_2,
general 1 collect first vector
0, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_1, traitor_1,
general 7 collect first vector
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_7,
general 5 collect first vector
0, 1, 2, 3, 4, 6, traitor_5, traitor_5,
general 3 collect first vector
0, 1, 2, 4, 5, 6, traitor_3, traitor_3,
general 0 collect first vector
1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_0, traitor_0,
general 4 collect first vector
0, 1, 2, 3, 5, 6, traitor_4, traitor_4,
general 6 collect first vector
0, 1, 2, 3, 4, 5, traitor_6, traitor_6,
```

Рис. 1: Сформированные векторы у каждого генерала

Затем каждый верный генерал отправляет сформированный на прошлом этапе вектор. Предатель, в свою очередь, отправляет ошибочный вектор, добавив к каждому элементу своего массива сообщение `traitor_i`, где i порядковый номер генерала, которому предатель посылает сообщение.

В итоге каждый генерал сформировал следующий набор векторов. Для краткости посмотрим, рассмотрим по одному примеру для верного генерала и предателя.

```

general id = 1
recieved vector from general 1: : 0, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_1, traitor_1,
recieved vector from general 8: : traitor_1_0, traitor_1_1, traitor_1_2, traitor_1_3, traitor_1_4, traitor_1_5, traitor_1_6, traitor_1_7, traitor_1_8,
recieved vector from general 6: : 0, 1, 2, 3, 4, 5, traitor_6, traitor_6,
recieved vector from general 2: : 0, 1, 3, 4, 5, 6, traitor_2, traitor_2,
recieved vector from general 3: : 0, 1, 2, 4, 5, 6, traitor_3, traitor_3,
recieved vector from general 5: : 0, 1, 2, 3, 4, 6, traitor_5, traitor_5,
recieved vector from general 4: : 0, 1, 2, 3, 5, 6, traitor_4, traitor_4,
recieved vector from general 7: : traitor_1_0, traitor_1_1, traitor_1_2, traitor_1_3, traitor_1_4, traitor_1_5, traitor_1_6, traitor_1_7, traitor_1_8,
recieved vector from general 0: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_0, traitor_0,
general id = 7
recieved vector from general 7: : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_7,
recieved vector from general 8: : traitor_7_0, traitor_7_1, traitor_7_2, traitor_7_3, traitor_7_4, traitor_7_5, traitor_7_6, traitor_7_7, traitor_7_8,
recieved vector from general 6: : 0, 1, 2, 3, 4, 5, traitor_6, traitor_6,
recieved vector from general 2: : 0, 1, 3, 4, 5, 6, traitor_2, traitor_2,
recieved vector from general 1: : 0, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_1, traitor_1,
recieved vector from general 3: : 0, 1, 2, 4, 5, 6, traitor_3, traitor_3,
recieved vector from general 5: : 0, 1, 2, 3, 4, 6, traitor_5, traitor_5,
recieved vector from general 4: : 0, 1, 2, 3, 5, 6, traitor_4, traitor_4,
recieved vector from general 0: : 1, 2, 3, 4, 5, 6, traitor_0, traitor_0,

```

Рис. 2: Сформированный набор векторов для верного генерала (индекс 0) и предателя (1)

В итоге каждый генерал сформировал следующий результирующий вектор. None соответствует генералу предателю.

```

resulted vector for general 1
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 8
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 3
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 2
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 4
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 5
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 6
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]
resulted vector for general 7
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, None, None]

```

Рис. 3: Итоговый набор у каждого генерала

Как видно, все генералы сформировали одинаковый итоговый вектор, что означает, что они пришли к согласию и нашли предателей.

Так же посмотрим, какие результирующие векторы получается в случае $n \leq 3m$. Рассмотрим пример $n = 5$, $m = 2$.

В итоге каждый генерал сформировал следующий итоговый вектор.

```
resulted vector for general 1
[0, 1, 'traitor_1_2', None, None]
resulted vector for general 0
[0, 1, 'traitor_0_2', None, None]
resulted vector for general 3
[0, 1, 2, None, None]
resulted vector for general 2
[0, 1, 2, None, None]
resulted vector for general 4
[0, 1, 2, None, None]
```

Рис. 4: Итоговый набор у каждого генерала в случае $n \leq 3m$

Как видно на рисунке 4 верные генералы не смогли прийти к согласию.

5 Обсуждение

Из приведённых результатов можно заметить, что в случае $n \leq 3m$ есть вероятность, что генералы не смогут прийти к согласию. В случае же $n > 3m$ согласие всегда может быть достигнуто.