

# Lista 5 - MAC0328

Matheus de Mello Santos Oliveira - 8642821

## 1 Implementação

Queremos saber a distância média entre dois vértices diferentes em um grafo não-dirigido. Para isso, dado um grafo, realizamos para cada um dos seus vértices uma bfs que calcula distâncias mínimas deste para todos os demais e guardamos estes resultados em uma matriz  $\text{dist}[i][j]$  onde para cada linha  $i$  temos as distâncias de  $i$  a todos os demais; repetimos este processo  $t$  vezes e tiramos a média das distâncias entre todos os pares de vértices para cada um dos testes realizados. Cada um dos testes leva  $O(V^2(V + A))$  o que para grafos densos se aproxima de  $O(V^4)$  mas para grafos esparsos tende a  $O(V^3)$ , uma outra solução poderia envolver o algoritmo de Floyd-Warshall, que nos garantiria uma eficiência  $\theta(V^3)$  para qualquer grafo.

## 2 Experimentos

O programa foi testado para um conjunto de vértices  $v \in \{10, 50, 100, 500, 1000\}$ . E para cada número de vértices o número de arestas varia  $e \in \{0.2V, 0.5V, 1V, 2V, 5V, 10V, 20V\}$ . Cada conjunto foi testado 10 vezes e seguem as médias.

Para  $V = 10$

arestas	2	5	10	20
dist. média entre pares de vértices	0.09	0.51	1.52	1.65

Para  $V = 50$

arestas	10	25	50	100	250	500	1000
dist. média entre pares de vértices	0.03	0.44	2.54	2.74	1.90	1.59	1.18

Para  $V = 100$

arestas	20	50	100	200	500	1000	2000
dist. média entre pares de vértices	0.01	0.33	3.55	3.28	2.23	1.81	1.59

Para  $V = 500$

arestas	100	250	500	1000	2500	5000	10000
dist. média entre pares de vértices	0.00	0.11	5.01	4.47	2.94	2.38	1.95

Para  $V = 1000$

arestas	200	500	1000	2000	5000	10000	20000
dist. média entre pares de vértices	0.00	0.13	5.70	4.88	3.25	2.63	2.15

### 3 Conclusão

Podemos perceber que para grafos com poucas arestas a tendência é que a distância média entre pares de vértices seja bastante baixa, e isto se dá pelo fato de que a maioria dos vértices está em componentes pequenas ou até mesmo sozinho, e portanto não alcança muitos outros e contribui pouco para a média.

Quando o número de arestas fica em torno do número de vértices a distância média entre os pares assume seu valor máximo, pelo fato de que nesta situação os grafos são basicamente florestas onde quase todos os pares de vértices possui um único caminho entre eles.

Se o número de arestas supera o número de vértices percebemos um declínio na distância média pelo fato de que quanto mais arestas o grafo possui mais denso ele fica, e por conseguinte mais interligado, diminuindo drasticamente a distância média entre dois vértices diferentes até chegarmos no caso extremo de termos  $A = V(V - 1)/2$  onde a distância média é claramente 1.

### 4 Uso do programa

O programa recebe como argumento de linha de comando o número de vértices e o número de testes que deseja-se realizar. Para compilar:

```
$ make
```

Para executar o código:

```
$ ./ep5 [V] [T]
```

Onde  $V$  é o número de vértices e  $T$  é o número de testes a serem realizados.