



UNIVERSITY OF AVEIRO

ELECTRONICS, TELECOMMUNICATIONS AND COMPUTING
DEPARTMENT

DESEMPENHO E DIMENSIONAMENTO DE REDES

Impact of transmission errors in the performance of a network link

Primeiro Trabalho

8240 - MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DE
COMPUTADORES E TELEMÁTICA

Cristiana da Silva
Carvalho
NMec: 77682 | P1

Daniela Pereira Simões
NMec: 76771 | P1

Professor: Amaro Fernandes de Sousa

2017-2018

Conteúdos

1	Introdução	3
2	Simulador	4
2.1	Implementação	4
2.2	Alínea A)	8
2.3	Alínea B)	9
2.4	Alínea C)	11
2.5	Alínea D)	11
2.6	Alínea E)	13
3	Referências	14

1 Introdução

Serve o presente relatório para serem apresentadas as soluções, bem como as respectivas justificações, aos exercícios propostos nas aulas práticas, relativamente ao segundo guião da disciplina de Desempenho e Dimensionamento de Redes. Todo o trabalho foi desenvolvido em MATLAB.

2 Simulador

2.1 Implementação

Para a implementação deste Simulador, foi utilizado o código já fornecido (simulador.m), que foi posteriormente completado consoante as alíneas do guião número 2. As seguintes funções fazem parte do código desenvolvido aquando a resolução do guião número 2:

InitialRandom(N,S)

Esta função serve para gerar os valores iniciais da posição e da velocidade dos nós. Para a sua implementação a primeira metade dos nós deve ser colocada aleatoriamente num dos 5 caminhos horizontais e a segunda metade dos nós deve ser colocado num dos 7 caminhos verticais de forma também aleatoria.

Para calcular o valor das velocidades este deve ser gerado aleatoriamente com uma distribuição uniforme entre 0 e um valor de velocidade máxima S.

Em relação ao ângulo das velocidades, de forma a manter os nós nos caminhos deve-se calcular este ângulo também para os nós que se encontram nos caminhos verticais e para os nós que se encontram nos caminhos horizontais.

Código

```
1 function [pos,vel]= InitialRandom(N,S)
2     pos= [50*randi([0 6],N/2,1) 200*rand(N/2,1)]; %
           primeira metade
3     pos= [pos; 300*rand(N/2,1) 50*randi([0 4],N/2,1)];
           %segunda metade
4     vel_abs= S*rand(N,1);
5     vel_angle= pi*randi([0 1],N/2,1) - pi/2; %primeira
           metade (de -pi/2 a pi/2)
6     vel_angle= [vel_angle; pi*randi([0 1],N/2,1)]; %
           segunda metade (de 0 a pi)
7     vel= [vel_abs.*cos(vel_angle) vel_abs.*sin(
           vel_angle)];
8 end
```

UpdateCoordinates(pos,vel,delta)

Esta função atualiza os valores das posições e das velocidades e verifica ainda se estas se encontram dentro dos limites estabelecidos, caso contrário os valores são modificados de forma a que estes não sejam ultrapassados.

Para isto, é necessário guardar os valores das coordenadas em x e das coordenadas em y de forma separada. De seguida, faz-se o mesmo para o caso das velocidades e altera-se o sinal das velocidades no caso das posições não estarem dentro dos limites estabelecidos. Posto isto deve-se alterar o valor das posições de forma a que estas fiquem dentro dos limites e por fim atualizar as matrizes das posições e velocidades com os valor corretos.

Código

```

1 function [pos,vel]= UpdateCoordinates(pos,vel,delta)
2     %Updates the matrices pos and vel based
3     on their input values and delta.
4
5     %atualizar os valores se a posição for menor que
6     0
7     pos = pos + delta * vel;
8     pos_x=pos(:,1); %vamos buscar os valores da
9     primeira coluna
10    pos_y=pos(:,2); %vamos buscar os valores da
11    segunda coluna
12
13    %mudar o sinal das velocidades cuja as posições
14    sa am fora dos limites
15    vel_x=vel(:,1);
16    vel_y=vel(:,2);
17    vel_x(pos_x<0 | pos_x>300)=-vel_x(pos_x<0 | pos_x
18    >300);
19    vel_y(pos_y<0 | pos_y>200)=-vel_y(pos_y<0 | pos_y
20    >200);
21
22    %devemos manter os valores dentro dos limites
23    indicados
24    pos_x(pos_x<0)=0;
25    pos_x(pos_x>300)=300;
26    pos_y(pos_y<0)=0;
27    pos_y(pos_y>200)=200;
28
29    %atualizar a matriz com os valores corretos
30    pos(:,1)=pos_x;
31    vel(:,1)=vel_x;
32    pos(:,2)=pos_y;
33    vel(:,2)=vel_y;

```

26

27 **end**

ConnectedList(N,pos,W,AP)

Esta função define que nós e que APs estão conectados entre si; esta conexão existe se o valor da distância entre dois nós ou entre um nó e um AP não for superior a W. Para essa verificação foi usada a fórmula da distância entre dois pontos, entre cada nó e outro nó ou AP.

Código

```

1  function L= ConnectedList(N,pos,W,AP)
2      %Computes a matrix L of 2 columns with the
        node pairs (mobile and AP nodes) such that their
        distance is not higher than W.
3      % N nodes , Z APs
4
5      W = W^2;
6      L = [];
7      nAPs=size(AP,1);
8      pos = [pos; AP];
9
10     for i=1:N
11         for j=i+1:N+nAPs
12             if ((pos(j,1)-pos(i,1))^2 + (pos(j,2)-pos(i
                    ,2))^2) < W
13                 L=[L; i j];
14             end
15         end
16     end
17 end

```

AverageConnectedNodePairs(N,L,nAP)

Esta função calcula a percentagem de nós ligados que irá servir posteriormente para calcular a média de pares de nós ligados. Para a implementação desta função é necessário colocar inicialmente tudo a zeros e os nós correspondentes a AP's devem ser colocados a uns. De seguida percorre-se todos os pares de nós, se os valores dos nós forem diferentes e se e se as posições estão a 0 deve alterar-se para 1 os nós do índice 1, caso contrário altera-se os de índice 2.

Por fim, verifica-se quantos valores estão a 1 e é feito o o cálculo da percentagem de nós ligados.

Código

```

1  function o= AverageConnectedNodePairs(N,L,nAP)
2      repeat = 1;
3
4      labels_nodes = zeros(N+nAP,1); %tudo com zeros
5
6      for i=1:nAP
7          labels_nodes(N+i,1) = 1; %colocar os APs com
            uns
8      end
9
10     while repeat == 1
11         repeat = 0;
12         for i=1:size(L,1) %percorrer todos os pares de
            n s
13             if(labels_nodes(L(i,1)) ~= labels_nodes(L(i
                ,2)))
14                 %verificar se as posi es est o a 0,
                    se estiverem , alterar
15                 %para 1, APS t m sempre o valor 1
16                 if labels_nodes(L(i,1)) == 0
17                     labels_nodes(L(i,1)) = 1;
18                 else
19                     labels_nodes(L(i,2)) = 1;
20                 end
21                 %repeat fica igual a 1
22                 repeat = 1;
23             end
24         end
25     end
26
27     %verificar quantos valores est o a 1
28     count = sum(labels_nodes(1:N));
29     %fazer o calculo do O
30     o = (count/N)*100;

```

2.2 Alínea A)

Neste ponto do trabalho prático é pedido que para cada configuração dos APs (de 1 a 4) se calculem 10 simulações, determinando o número médio de nós com acesso à Internet e também com 90% de intervalo de confiança. As seguintes tabelas representam os resultados obtidos do código já demonstrado.

Resultados Obtidos

Case	N	W (meters)	S (km/h)	Avg. no. of nodes with Internet access (%)	90% confidence interval
A	50	40	3	2.67e+01	+ 3.14
B	50	60	3	9.76e+01	+ 7.66e-01
C	50	80	3	9.99e+01	+ 8.24e-02
D	100	40	3	7.80e+01	+ 2.62
E	100	60	3	1.00e+02	+ 1.08e-02
F	50	40	6	2.56e+01	+ 5.10
G	50	60	6	9.76e+01	+ 6.17e-01
H	50	80	6	9.99e+01	+ 3.70e-02
I	100	40	6	7.81e+01	+ 3.12
J	100	60	6	1.00e+02	+ 2.15e-02

Figura 1: 1 AP

Case	N	W (meters)	S (km/h)	Avg. no. of nodes with Internet access (%)	90% confidence interval
A	50	40	3	4.83e+01	+ 4.33
B	50	60	3	9.84e+01	+ 3.50e-01
C	50	80	3	9.99e+01	+ 2.23e-02
D	100	40	3	8.97e+01	+ 7.57e-01
E	100	60	3	1.00e+02	+ 2.75e-02
F	50	40	6	4.92e+01	+ 3.54
G	50	60	6	9.82e+01	+ 5.37e-01
H	50	80	6	9.99e+01	+ 3.04e-02
I	100	40	6	8.96e+01	+ 7.34e-01
J	100	60	6	1.00e+02	+ 5.02e-03

Figura 2: 2 AP

Case	N	W (meters)	S (km/h)	Avg. no. of nodes with Internet access (%)	90% confidence interval
A	50	40	3	5.40e+01	+ 2.88
B	50	60	3	9.88e+01	+ 1.96e-01
C	50	80	3	9.99e+01	+ 5.42e-02
D	100	40	3	9.05e+01	+ 7.47e-01
E	100	60	3	1.00e+02	+ 1.39e-02
F	50	40	6	4.91e+01	+ 2.71
G	50	60	6	9.83e+01	+ 4.12e-01
H	50	80	6	9.99e+01	+ 3.80e-02
I	100	40	6	8.96e+01	+ 9.67e-01
J	100	60	6	1.00e+02	+ 2.24e-02

Figura 3: 3 AP

Case	N	W (meters)	S (km/h)	Avg. no. of nodes with Internet access (%)	90% confidence interval
A	50	40	3	6.90e+01	+ 2.31
B	50	60	3	9.91e+01	+ 2.14e-01
C	50	80	3	1.00e+02	+ 2.82e-02
D	100	40	3	9.37e+01	+ 3.29e-01
E	100	60	3	1.00e+02	+ 1.87e-02
F	50	40	6	7.05e+01	+ 2.71
G	50	60	6	9.94e+01	+ 1.42e-01
H	50	80	6	1.00e+02	+ 1.09e-02
I	100	40	6	9.39e+01	+ 3.19e-01
J	100	60	6	1.00e+02	+ 9.98e-03

Figura 4: 4 AP

2.3 Alínea B)

Analisando os resultados obtidos, pode-se concluir que relativamente ao valor máximo da velocidade (S) não influencia significativamente os resultados. O alcance (W) por outro lado, observa-se ter uma maior influencia, uma vez que quando o seu valor é menor, o número médio de nós com acesso à Internet é também menor, e quando W tem um valor maior, aumenta também o número médio de nós com conexão à Internet. Isso verifica-se, por exemplo entre os casos A, B e C e os casos F, G e H, de todas as configurações de APs testadas (de 1 a 4), onde só muda a variável W e onde se

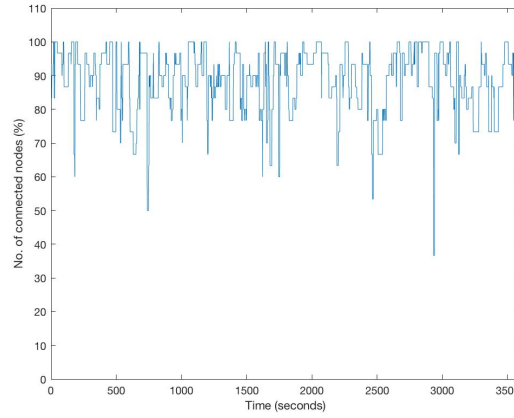


Figura 5: Gráfico de número de nós conectados à Internet.

pode observar o comportamento descrito. Isto é justificado pelo facto de W significar o alcance/cobertura da rede, e portanto quanto menor o alcance proporcionado por cada AP, menor o número médio de nós com conectividade à Internet, porque é mais provável que estejam numa área não coberta com um W menor, e portanto o número médio também decresce. Da mesma maneira, o N tem bastante influencia nos resultados. Quando se define um N com um valor maior o número médio de nós com conexão à Internet também atinge valores mais elevados, como acontece entre os casos A e D e os casos B e E, por exemplo. Este caso é justificado porque um nó pode ter conectividade à Internet através de outro nó, significando assim que quanto mais nós existirem, mais nós podem estar conectados entre si e consequentemente maior probabilidade de ter conectividade à Internet. O número de APs influencia principalmente nos casos A, D, F e I, que são as situações quem que o W é menor, ou seja, como a cobertura é menor, mas existem mais APs, este fator (número de APs) aumenta o número médio de nós com conectividade à Internet; no entanto, mesmo nos casos em que a cobertura é elevada, também se observa uma melhoria consoante o número de APs aumenta.

2.4 Alínea C)

Analisando os resultados obtidos, pode-se concluir que os valores do intervalo de confiança vão ser influenciados pela média de nós com acesso à internet. Desta forma, o S não vai influenciar muito o valor do intervalo de confiança, uma vez que também não tem grande influência sobre a média de nós com acesso à internet. Por outro lado o valor do alcance (W) tem uma influência maior e por isso também vai influenciar o intervalo de confiança. Assim sendo, quando o seu valor é mais baixo também o intervalo é mais baixo. Quanto ao N, também é perceptível que quando se tem um N maior o número médio de nós conectados à Internet também conseguem atingir valores mais elevados. Pode concluir-se desta forma que os valores estão a ser indiretamente influenciados pelo valor das entradas que influencia diretamente o valor da média de nós com acesso à internet. Conclui-se também que dada a ordem de grandeza de alguns intervalos de confiança, deveriam ser executadas mais do que 10 simulações.

2.5 Alínea D)

Com 1 AP, 2APs e 4APs não foram encontradas melhores configurações, no entanto com 3 APs existe uma configuração que pode ser melhorada, modificando a configuração em linha, para uma configuração em triângulo. É importante pensar que um nó tem mais probabilidade de ter conectividade à Internet quando se encontra no centro do triângulo dos APs, porque podem existir outros nós no raio de cobertura de um dos APs que lhe possa fornecer comunicação, do que se estiver fora do triângulo dos APs, onde está dependente dos nós que estiverem dentro da área de cobertura de apenas 1 AP, ou no caso da disposição em linha, estaria dependente no máximo de nós na área de cobertura de apenas 2 APs. Foi enfatizado nos testes o caso mais pobre, com N=50 e W=40, para que as melhorias fossem mais significativas.

Configurações testadas

Tabela 1: AP1: 50 50 AP2: 250 50 AP3: 150 150

W = 40, N=50	5.25e+01	+ - 3.46
W = 60, N=50	9.89e+01	+ - 2.12e-01
W = 60, N=100	1.00e+02	+ - 6.62e-03

Neste caso, observa-se que não existiram grandes melhorias, uma vez que na configuração em linha se obtinha aproximadamente $54\% \pm 2.8$ (Caso A).

Tabela 2: AP1: 50 75 AP2: 150 150 AP3: 250 75

W = 40, N=50	6.11e+01	+ - 3.68
W = 60, N=50	9.89e+01	+ - 2.43e-01
W = 60, N=100	1.00e+02	+ - 1.14e-02

Nesta configuração já se obteve uma melhoria significativa, de 54% +- 2.88 (Caso A) para 61% +- 3.68 com a configuração apresentada, no caso mais pobre (N=50 e W=40).

Outras simulações foram testadas, mas o melhor desempenho foi obtido com a configuração apresentada, tendo em conta que não foi criado um script para testar todas as localizações possíveis.

2.6 Alínea E)

Assumindo **N=50** e **S=6Km/h**, pretende-se que seja determinado o número mínimo de APs e respetivas localizações para que o número médio de nós com conectividade à Internet não seja inferior a 99%.

W=40

Para o valor de W=40, o número mínimo de APs obtido para obter um valor médio de nós conectados à Internet superior o 99% é de 35, cujas coordenadas são as seguintes:

AP = [0 50; 50 50; 50 100; 50 150; 50 200; 50 0; 0 100; 100 50; 100 100; 100 150; 100 200; 100 0; 0 150; 150 50; 150 100; 150 150; 150 200; 150 0; 0 200; 200 50; 200 100; 200 150; 200 200; 200 0; 0 250; 250 50; 250 100; 250 150; 250 200; 250 0; 0 300; 300 50; 300 100; 300 150; 300 200; 300 0], ou seja, correspondente às coordenadas de todos os nós.

W=60

Para o valor de W=60, o número mínimo de AP's obtido para obter um valor médio de nós conectados à Internet superior o 99% é de 5, cujas coordenadas são as seguintes: AP = [50 50; 50 150; 250 50; 250 150; 150 100].

W=80

Para o valor de W=80, o número mínimo de AP's obtido para obter um valor médio de nós conectados à Internet superior o 99% é de 1, cujas coordenadas são as seguintes: AP = [150 100].

Os valores são expectáveis, uma vez que quanto maior for a área que um único AP abranger (maior W), menos APs serão necessários para que o número médio de nós conectados possa ser maior que 99%.

3 Referências

- Slides da disciplina.
- Documentação MATLAB.