

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Licenciatura em Engenharia Informática e de
Computadores
2022 / 2023
Unidade Curricular de Comunicação Digital
Docente Vítor Fialho



**Área Departamental de Engenharia de Electrónica e
Telecomunicações e de Computadores**

Módulo 1

Autores:	48337	Daniel Antunes
	48292	Tiago Neves
	46080	Sérgio Capela

Relatório para a Unidade Curricular de Comunicação Digital de
Informação da Licenciatura em Engenharia Informática e de
Computadores

09-05-2023

Conteúdo

Introdução 3

Desenvolvimento..... 4

Resultados experimentais 6

Conclusão 10

Introdução

Neste trabalho prático tínhamos como objetivo o desenvolvimento de programas e aplicações em “Python”.

O trabalho encontra-se dividido em 5 exercícios com um total de 12 alíneas onde foi necessário aplicar diferentes conceitos lecionados em aula.

Para melhor compreensão do nosso trabalho, o código enviado em anexo apresenta-se comentado.

Desenvolvimento

1)

a) 4

- a) Neste exercício tivemos de fazer duas funções, ambas recebem um inteiro, a primeira retorna a quantidade de bits a 0 no mesmo numero em binário e a segunda o numero de bits a 1.
- b) Neste exercício tivemos de fazer uma função que recebe um valor inteiro, a função retorna como caracteres os valores dos bits de todos os valores inteiros desse inteiro.
- c) Neste exercício tivemos de fazer uma função que recebe um ficheiro, a função retorna o símbolo mais frequente presente nesse ficheiro imprimindo na consola o número de vezes que o mesmo aparece.
- d) Neste exercício tivemos de fazer uma função que recebe dois ficheiros, um de input outro de output, a função transforma o primeiro ficheiro recebido no segundo negando cada bit do primeiro.

5

- a) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos os primeiros N termos da progressão geométrica de primeiro termo u e razão r . N , u e r são passados como parâmetro.
- b) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos o máximo divisor comum entre dois números inteiros através do algoritmo de Euclides.
- c) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos o símbolo mais e menos frequente de um ficheiro passado como parâmetro, a frequência de ambos os símbolos é passada na consola.

- d) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos o histograma de um ficheiro, o valor da informação própria de cada símbolo e a entropia do ficheiro.

2)

- a) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos o histograma de um ficheiro, o valor da informação própria de cada símbolo e a entropia do ficheiro.

3)

- a) Neste exercício tivemos de fazer uma função onde retornamos o histograma de um ficheiro, o valor da informação própria de cada símbolo e a entropia do ficheiro.

4)

- a) Neste exercício tivemos de fazer uma função que retorna uma cifre de Vernam e recebe como parâmetros o texto em claro (plainText) e a chave, tanto os parâmetros de entrada como o valor de retorno têm tamanho do texto em claro.

5)

- a) Neste exercício tivemos de fazer uma função que implementa o modelo *Binary Symmetric Channel* (BSC), a função recebe: uma sequência binária, o valor pretendido p para a BER passado como parâmetro com o valor real obtido.

Resultados experimentais

2. a)

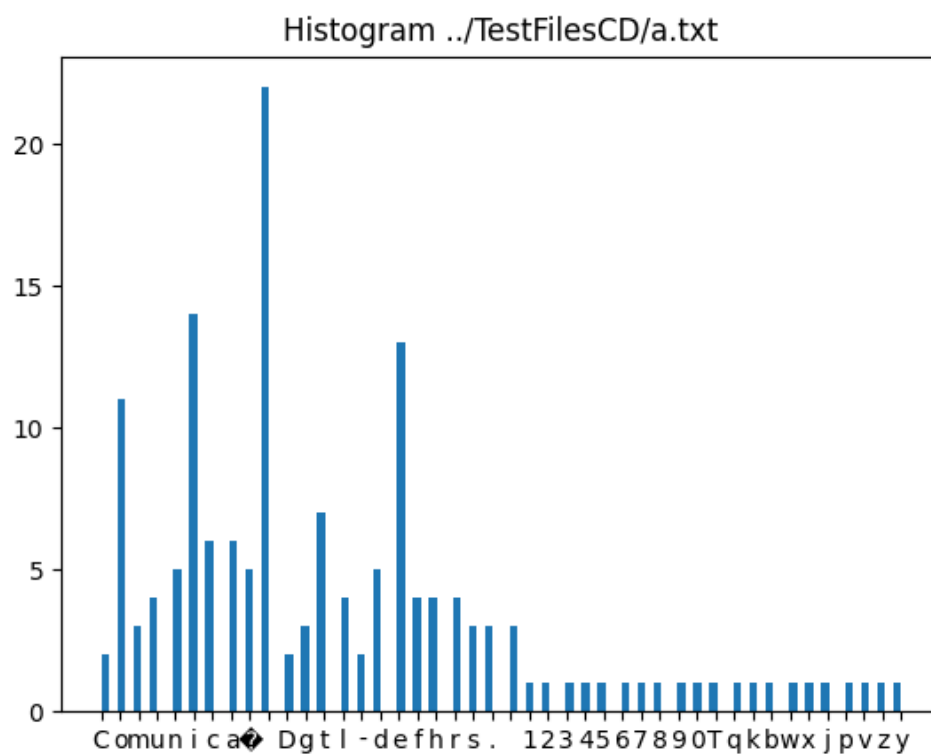
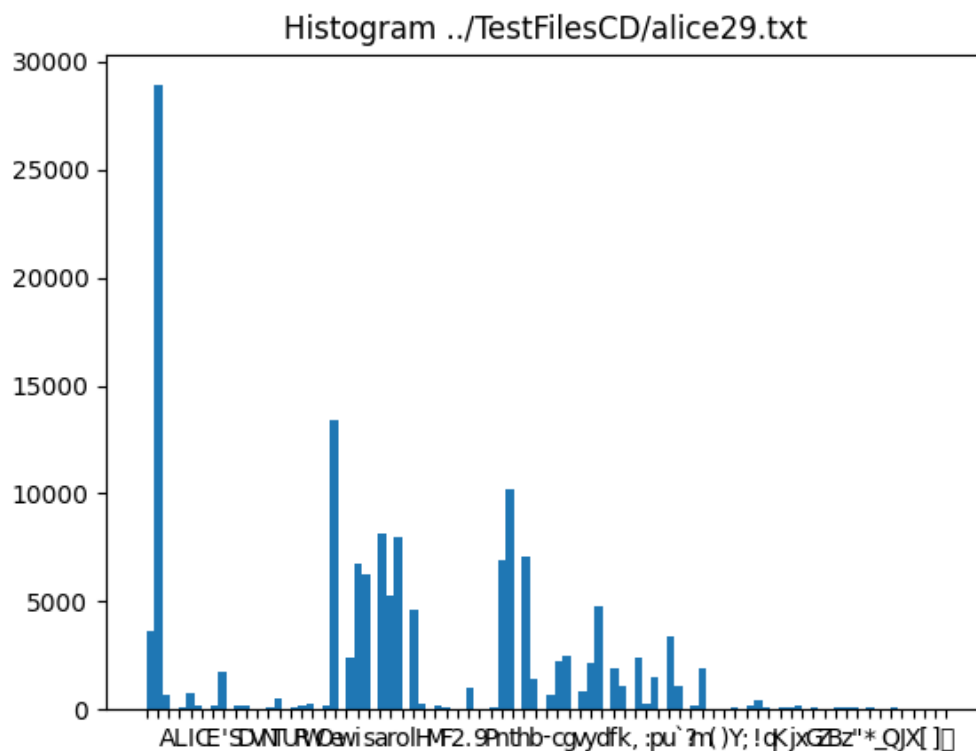


Figura 1 - Histograma do ficheiro a.txt

Entropia do ficheiro a.txt: 4.86863218432445

Número de símbolos: 156



Número de símbolos: 148482

Entropia do ficheiro alice29.txt: 4.512862347015978

3. Para a resolução deste exercício criamos a função `symbCreation` que recebe com parâmetros o tamanho da sequência pretendido (N), a função massa probabilidade (M) e uma `flag(word)` que determina se é pretendido o retorno de palavras ou apenas de uma sequência de símbolos. Em caso da `flag` estar com o valor “True” então são realizadas as palavras com o tamanho variável entre 8 e 12.

b) Para $z = \{ 'a': 0.3, 'b': 0.5, 'c': 0.1, 'd': 0.1 \}$ e $n = 10$ é escrito no ficheiro o exemplo: dcaabbbbbbb; $H(x) = 3.8$

Para o mesmo z e $n = 5$ é escrito no ficheiro o exemplo: abaab;
 $H(x) = 1.9$

Podemos assim observar que a entropia é menor para um n menor.

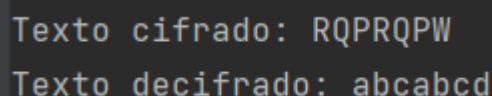
c) Para as dimensões pretendidas no exercício obtemos os seguintes exemplos: ['adbdabbbbb', 'ccbbbcab', 'cbdbbbbb', 'baabbaabbb', 'babbbbbbb']

4. Para a realizar este exercício fizemos as funções `makeVernamCypher` e `cypherBigText`.

A função `makeVernamCypher` é responsável pela cifra e decifra das sequências de símbolos recebidos, fazendo um XOR bit a bit de todos os caracteres, entre a sequência e a chave passadas como parâmetros.

A função `cypherBigText` implementa a função `makeVernamCypher` para grandes textos e escreve esses textos num novo ficheiro.

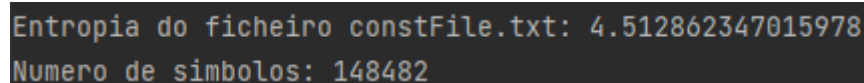
a)



```
Texto cifrado: RQPRQPW
Texto decifrado: abcabcd
```

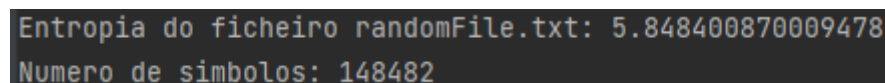
Figura 3 - Texto cifrado e decifrado com chave constante

b)



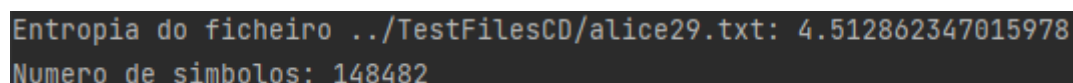
```
Entropia do ficheiro constFile.txt: 4.512862347015978
Numero de simbolos: 148482
```

Figura 4 - Entropia do ficheiro `alice29.txt` cifrado com chave constante



```
Entropia do ficheiro randomFile.txt: 5.848400870009478
Numero de simbolos: 148482
```

Figura 5 - Entropia do ficheiro `alice29.txt` cifrado com chave aleatória



```
Entropia do ficheiro ../TestFilesCD/alice29.txt: 4.512862347015978
Numero de simbolos: 148482
```

Figura 6 - Entropia do ficheiro `alice29.txt` em claro

A partir destas demonstrações podemos concluir que a cifra com chave constante realiza ficheiros com entropias próximas ou iguais aos ficheiros em claro.

5. Para a resolução deste exercício foram realizadas duas 4 funções principais e 2 funções auxiliares.

As funções “string_para_binario” e “binário_para_string” são “auto-esclarecedoras” pois fazem aquilo que o seu nome indica. Estas são as funções auxiliares.

As funções “binarySymmetricChannel”, “interleaving”, “deInterleaving” e “interleavingBSC” são as funções principais do ficheiro.

binarySymmetricChannel simula o modelo BSC apresentado no enunciado do trabalho. Este realiza a operação de XOR bit a bit tendo em conta a BER passada como parâmetro. Devido a dificuldades ocorridas na realização do trabalho, em código, não usamos a operação XOR, porém o resultado é o pretendido. Esta decisão acontece, pois, com a utilização da operação XOR bit a bit estávamos a obter resultados errados.

interleaving simula a técnica de entrelaçamento das sequências de símbolos passadas como parâmetros, a matriz realizada é configurável tendo em conta o tamanho da sequência.

deInterleaving reverte a função interleaving pelos mesmos métodos da passada função.

interleavingBSC junta todas as funções num processo completo de leitura, conversão, armazenamento e escrita.

a)

```
print(binarySymmetricChannel('01100101011110000110010101101101011100000110110001100101', 1))
```

Figura 7- Chamada da função binarySymetricChannel com BER=1 e sequencia binaria

```
BER obtida: 1.0
10011010100001111001101010010010100011111001001110011010
```

Figura 8 - Resultados obtidos da função e BER real obtida

```
print(binarySymmetricChannel('01100101011110000110010101101101011100000110110001100101', 0.01))
```

```
BER obtida: 0.017857142857142856
01100101011110000110010101101101011100000110100001100101
```

b)

```
print(interleaving("ExemploDeTransmissaoInterleaving"))  
print(deInterleaving("EonarnxDsolgeemIe0mTina0prstv0lasei0"))
```

```
EonarnxDsolgeemIe0mTina0prstv0lasei0  
ExemploDeTransmissaoInterleaving
```

Figura 10 - Resultados obtidos das chamadas das funções interleaving e deInterleaving

```
(1) -> Dentro da função esta é a string: ExemploDeTransmissaoInterleaving  
(2) -> Apos interleaving: EonarnxDsolgeemIe0mTina0prstv0lasei0  
(3) -> Interleaving em binario: 010001010110111101101110000101110010011011100111100001000100011100110110111101101100011001110110  
BER obtida: 0.0  
(4) -> Apos o BSC: 0100010101101111011011100001011100100110111001111000010001000111001101101111011011000110011101100101011001010  
(5) -> BSC em string: EonarnxDsolgeemIe0mTina0prstv0lasei0  
(6) -> Deinterleaving: ExemploDeTransmissaoInterleaving
```

Figura 9 - Funcionamento da função interleavingBSC

Conclusão

Com a realização deste trabalho, o grupo foi capaz de consolidar os conhecimentos obtidos em aula sobre as matérias lecionadas assim como realizar exercícios práticos que forneceram suporte no estudo para o primeiro teste da disciplina.