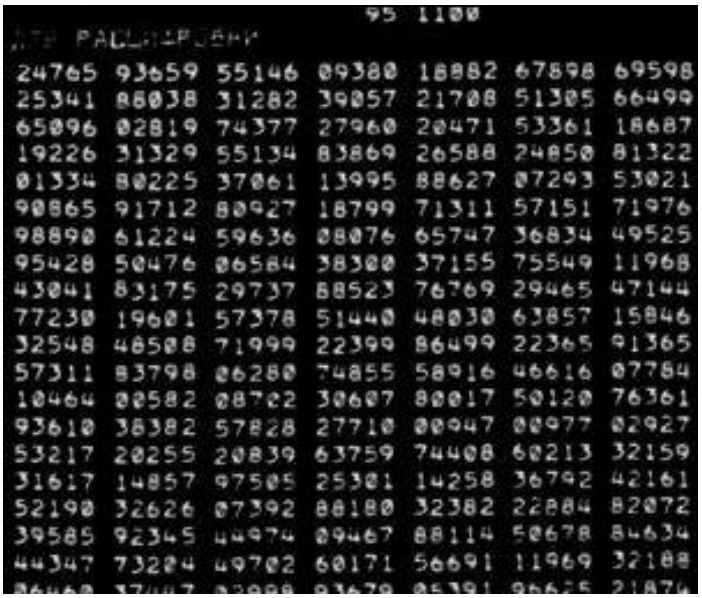
Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Criptografia

TP2



João Miguel da Silva Alves (83624)

Paulo Jorge Alves (84480)

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

INFORMÁTICA MÉDICA 2020/2021

O *one-time-pad* usa uma chave aleatória tão grande quanto a mensagem, de modo a que a chave não precise de ser repetida. Além disso, a chave é usada para cifrar e decifrar uma única mensagem, sendo por fim descartada. Cada nova mensagem exige uma nova chave com o mesmo tamanho. Esta cifra é inquebrável. Produz uma saída aleatória que não possui qualquer relacionamento estatístico com o texto claro. Como o criptograma não contém informação sobre o texto limpo, simplesmente não existe um meio de quebrar o código.

No entanto, neste exercício, sabe-se que dois criptogramas resultaram da encriptação com a mesma chave. A regra geral diz que nunca se deve usar a mesma chave mais de uma vez. Caso contrário, a cifra começa a ficar vulnerável. Este é um exemplo deste caso.

Posto isto, considerando C1 um criptograma e C2 outro criptograma, e sendo m1 e m2 as duas mensagens que foram cifradas com a mesma chave k, sabe-se que:

$$C1 = (m1 + k) mod 26 \qquad C2 = (m2 + k) mod 26$$

Assim, de modo a eliminar k:

$$C1 - C2 = m1 - m2$$

Como C1 e C2 foram encriptados com a mesma chave, a subtração (módulo 26) dos dois criptogramas vai mostrar um padrão de letras "A" (correspondente ao número 0).

Para descobrir os dois criptogramas que foram encriptados com a mesma chave usou-se o código Python abaixo:

```python
resultado=[]
primeiro=0
while primeiro<20:
    resultado.append('\n')
    segundo=0
    while segundo<20:
        resultado.append('\n')
        K=list(text[primeiro])
        L=list(text[segundo])
        S=[]
        for i in range(len(K)):
            s=chr((((ord(K[i])-65) - (ord(L[i])-65))%26)+65)
            S.append(s)
        resultado.append(''.join(S))
        segundo=segundo+1
    primeiro=primeiro+1

with open("resultado.txt",'w') as f1:
    f1.write(''.join(resultado))

i=0
while i < len(resultado):
    if resultado[i] != '\n':
        string=resultado[i]
        ocorrencia={'A':0}
        for b in string:
            if (b=='A'):
                ocorrencia[b]=ocorrencia[b]+1
        lista=list(ocorrencia.items())
        print(lista)
    i=i+1
```

Figura 1 - Código Python

Assim, para resolver o problema em causa, a ideia foi fazer todas as subtrações (módulo 26) possíveis entre os 20 criptogramas, e por fim fazer a contagem das ocorrências da letra “A” em cada um. O texto com maior quantidade de “A”, vai permitir saber quais os criptogramas resultaram da encriptação com a mesma chave.

Começou-se por colocar todos os criptogramas numa lista *text.* Percorrendo essa lista 2 vezes (de forma a operação a realizar seja efetuada entre todos os elementos da lista, ou seja, entre todos os criptogramas), e transformando também essas strings em listas (linhas 8 e 9 do código da figura 1), realiza-se a subtração (módulo 26) entre estas 2 listas.

Para cada uma dessas listas, faz-se a subtração (módulo 26) elemento a elemento, como por exemplo, querendo subtrair (em modulo 26) o “A” pelo “C”:

$$\text{"A"}\rightarrow 0 \text{ e "C"}\rightarrow 2, \textit{então } \text{"}A\text{"} - \text{"}C\text{"} = -2 + 26 = 24 \rightarrow \text{"}Y\text{"}$$

Desta forma, usando as funções Python ord() e chr() para o efeito, obtém-se uma lista com todas as subtrações (módulo 26) possíveis.

De seguida, percorrem-se todos os elementos desta lista (sublistas), e registam-se as ocorrências da letra “A” através de um dicionário. No fim é impressa uma lista com os dicionários, em que cada dicionário corresponde às ocorrências de “A” em cada texto, e todos os textos são escritos num ficheiro resultado.txt.

Após analisar todos os dicionários, verifica-se que a letra A aparece 371 vezes (valor máximo de ocorrências em todos os textos) num dos textos (figura 2), sendo esse o texto o corresponde à subtração do criptograma 6 (“LXBVRMY…”) com o 14 (“HCOGIIGQ…”).

Figura 2 - Texto, onde se verificou o maior número de “A”, resultante da subtração do criptograma 6 com o 14.

Assim, chega-se à conclusão de que os dois criptogramas que foram encriptados pela mesma chave correspondem ao criptograma 6 e ao criptograma 14.

Desta forma provou-se que a cifra *one-time-pad* só é inquebrável se a chave for usada uma única vez e por fim descartada. Caso contrário, o adversário consegue ter pistas credíveis sobre a mensagem original, que podem levar à sua decifragem.