

Χρυσανθοπούλου Αριστέα ΑΜ:1067483

Ερώτημα 1:

(Μια παραδοχή δεν έχω χρησιμοποιήσει τα spaces του A)

1.α)

```
function [dict,avglen]=myhuffmandict(s,p)
    c=cell(1,length(p));
    n=length(p)-2;
    global dict
    global helper
    dict=cell(length(p),2); %δημιουργία cell
    phelper=p;
    for i=1:length(p) % αποθήκευση συμβολων και πιθανοτητων
        dict{i,1}=s(i);
        dict{i,2}=p(i);

    end
    dict = sortrows(dict,[2]); %ταξινόμηση

    for i=1:length(p) %ξαναβαζω σωστα ταξινομημενες τις πιθανοτητες
        p(i)=dict{i,2};
    end

    for i=1:length(p) %αρχικοποιω το "δεντρο μου"
        c{i}=dict{i,1};
    end
    helper=c;

    for k=1:n

        c{2}={c{1},c{2}};
        c(1)=[];

        p(2)=p(1)+p(2);
        p(1)=[];
        [~,i]=sort(p); %ταξινόμηση
        c=c(i);
    end

    getcodes(c,[]);
    avglen=0; %υπολογισμος μηκους με βαση τις πιθανοτητες
    phelper=sort(phelper);
    for w=1:length(phelper)
        len= size(dict{w,2});
        avglen = avglen +( len(2)*phelper(w));
    end

end

end
```

```
function getcodes(a,code)

global dict
global helper

if isa(a,'cell')
    getcodes(a{1},[code 1]);
```

```

        getcodes(a{2},[code 0]);
else
    for i=1:length(helper)
        if(a==dict{i,1})
            dict{i,2}=code;
        end
    end
end
end
end

```

β)

```
function [enco] = myhuffmanenco(inputSig,dict)
```

```

b=[];

```

```

for i=1:length(inputSig)
    for j=1:length(dict)
        if( strcmpi(inputSig(i),dict{j,1}))
            enco=[b dict{j,2}];
            b=enco;
        end
    end
end
end

```

γ)

```
function [sig] = myhuffmandeco(enco,dict,inpuSig)
```

```

a=[];
count=1;
sig=cell(1,length(dict));
for i=1:length(enco)
    b=[a enco(i)];

    for j=1:length(dict)

        if( isequal(b,dict{j,2}) && isequal(inpuSig(count),dict{j,1}))

            sig{count}=dict{j,1};
            b=[];
            count=count+1;
        end

    end

    a=b;

end

```

2.α) Σύμβολα πηγής A:

```

>> symbols=['a','b','c','d','e','f','g','h','i','j','k','l','m','n','o','p','q','r','s','t','u','v','w','x','y','z']

symbols =

    'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'

```

Εκτίμηση πιθανοτήτων των συμβόλων της πηγής A:

```
>> [f,theSum]=probabilities()

f =

Columns 1 through 12

    0.0521    0.0129    0.0095    0.0396    0.0763    0.0271    0.0465    0.0178    0.0597

Columns 13 through 24

    0.0708    0.0763    0.0435    0.0110    0.0119    0.0205    0.0668    0.0202    0.0647

Columns 25 through 26

    0.0156    0.0200

|
```

Υπολογισμός των κωδικών λέξεων:

```
>> [mydict,avglen]=myhuffmandict(symbols,f)

mydict =

26x2 cell array

{'c'}    {[0 1 0 0 0 1]}
{'p'}    {[0 1 0 0 0 0]}
{'q'}    {[0 0 1 0 1 1]}
{'b'}    {[0 0 1 0 1 0]}
{'y'}    {[0 0 0 0 1 1]}
{'h'}    {[0 0 0 0 1 0]}
{'v'}    {[ 1 1 0 0 1]}
{'z'}    {[ 1 1 0 0 0]}
{'t'}    {[ 0 1 0 1 1]}
{'j'}    {[ 0 1 0 1 0]}
{'r'}    {[ 0 1 0 0 1]}
{'f'}    {[ 0 0 1 1 1]}
{'x'}    {[ 0 0 1 1 0]}
{'d'}    {[ 0 0 1 0 0]}
{'k'}    {[ 0 0 0 1 1]}
{'o'}    {[ 0 0 0 1 0]}
{'g'}    {[ 0 0 0 0 0]}
{'a'}    {[ 1 1 1 1 1]}
{'l'}    {[ 1 1 1 0 0]}
{'i'}    {[ 1 1 0 1 0]}
{'u'}    {[ 1 0 1 1 1]}
{'s'}    {[ 1 0 1 0 0]}
{'m'}    {[ 1 0 0 1 0]}
{'w'}    {[ 1 0 0 0 0]}
{'n'}    {[ 0 1 1 1 0]}
{'e'}    {[ 0 1 1 0 0]}

avglen =

    4.4825
```

Κωδικοποίηση(ένα μέρος):

Columns 23.784 through 23.800

1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0

Columns 23.801 through 23.817

0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1 0

Columns 23.818 through 23.834

1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0

Columns 23.835 through 23.851

0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1

Columns 23.852 through 23.868

0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1

Columns 23.869 through 23.885

1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1

Columns 23.886 through 23.902

1 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0

Columns 23.903 through 23.909

1 1 0 1 0 1 0

Αποκωδικοποίηση(ένα μέρος): Η οποία γίνεται σωστά

Columns 5116 through 5126

{ 'i' } { 'c' } { 'a' } { 'l' } { 'l' } { 'y' } { 'o' } { 'r' } { 'i' } { 'e' } { 'n' }

Columns 5127 through 5137

{ 't' } { 'e' } { 'd' } { 'c' } { 'o' } { 'u' } { 'r' } { 's' } { 'e' } { 'o' } { 'n' }

Columns 5138 through 5148

{ 'c' } { 'o' } { 'n' } { 'v' } { 'e' } { 'x' } { 'o' } { 'p' } { 't' } { 'i' } { 'm' }

Columns 5149 through 5159

{ 'i' } { 'z' } { 'a' } { 't' } { 'i' } { 'o' } { 'n' } { 'i' } { 't' } { 'c' } { 'a' }

Columns 5160 through 5170

{ 'n' } { 'b' } { 'e' } { 'u' } { 's' } { 'e' } { 'd' } { 'a' } { 's' } { 'a' } { 's' }

Columns 5171 through 5181

{ 'o' } { 'u' } { 'r' } { 'c' } { 'e' } { 'o' } { 'f' } { 's' } { 'i' } { 'm' } { 'p' }

Columns 5182 through 5192

{ 'l' } { 'e' } { 'p' } { 'r' } { 'a' } { 'c' } { 't' } { 'i' } { 'c' } { 'a' } { 'l' }

Columns 5193 through 5200

{ 'e' } { 'x' } { 'a' } { 'm' } { 'p' } { 'l' } { 'e' } { 's' }

2.β) Η Εντροπία της κωδικοποίησης:(Φ=symbols)

$H(\Phi) = -0.0521 \cdot \log_2(0.0521) - 0.0129 \cdot \log_2(0.0129) - 0.0095 \cdot \log_2(0.0095) -$
 $0.0396 \cdot \log_2(0.0396) - 0.0763 \cdot \log_2(0.0763) - 0.0271 \cdot \log_2(0.0271) -$
 $0.0465 \cdot \log_2(0.0465) - 0.0178 \cdot \log_2(0.0178) - 0.0597 \cdot \log_2(0.0597) -$
 $0.0203 \cdot \log_2(0.0203) - 0.0402 \cdot \log_2(0.0402) - 0.0556 \cdot \log_2(0.0556) -$
 $0.0708 \cdot \log_2(0.0708) - 0.0763 \cdot \log_2(0.0763) - 0.0435 \cdot \log_2(0.0435) -$
 $0.0110 \cdot \log_2(0.0110) - 0.0119 \cdot \log_2(0.0119) - 0.0205 \cdot \log_2(0.0205) -$
 $0.0668 \cdot \log_2(0.0668) - 0.0202 \cdot \log_2(0.0202) - 0.0647 \cdot \log_2(0.0647) -$
 $0.0194 \cdot \log_2(0.0194) - 0.0739 \cdot \log_2(0.0739) - 0.0278 \cdot \log_2(0.0278) -$
 $0.0156 \cdot \log_2(0.0156) - 0.0200 \cdot \log_2(0.0200) = 0.222 + 0.0809 + 0.0638 + 0.1844 + 0.2832 +$
 $0.141 + 0.2058 + 0.1034 + 0.2427 + 0.1141 + 0.1863 + 0.2317 + 0.2704 + 0.2832 + 0.1967 +$
 $0.7156 + 0.076 + 0.1149 + 0.26 + 0.1137 + 0.255 + 0.11 + 0.2777 + 0.1436 + 0.09363 +$
 $0.1128 \approx 4.32 \text{ bit/σύμβολο}$

Μέσο Μήκος Κώδικα=4.418 bit/σύμβολο

Απόδοση του κώδικα Huffman θα είναι $n = H(\Phi) / \text{Μέσο Μήκος Κώδικα} = 4.42 / 3.418 = 1.2931$

Παρατηρούμε ότι το μέσο μήκος κώδικα είναι μεγαλύτερο από την εντροπία της πηγής.

3.

Η Εντροπία της κωδικοποίησης: ($\Phi = \text{symbols}$)

$H(\Phi) \approx 4.1598 \text{ bit/σύμβολο}$

Μέσο Μήκος Κώδικα=4.1828 bit/σύμβολο

Απόδοση του κώδικα Huffman θα είναι $n = H(\Phi) / \text{Μέσο Μήκος Κώδικα} = 4.1598 / 4.1828 = 0.9945$

Παρατηρούμε ότι και μετά την αλλαγή των πιθανοτήτων οι τιμές παραμένουν σχεδόν οι ίδιες.

4.

Η Εντροπία της κωδικοποίησης: (Φ =symbols)

$$H(\Phi^2) \approx 7.4039 \text{ bit/σύμβολο}$$

Και για επαλήθευση η σχέση που συνδέει την εντροπία μιας πηγής $H(\Phi)$ με την εντροπία της n τάξης επέκτασής της $H(\Phi^n)$ είναι $H(\Phi^n) = n \cdot H(\Phi)$

Μέσο Μήκος Κώδικα ≈ 7.3029 bit/σύμβολο

Απόδοση του κώδικα Huffman θα είναι $n = H(\Phi^2) / \text{Μέσο Μήκος Κώδικα} = 7.4039 / 7.3029 = 1.0138$

Παρατηρούμε ότι και μετά την αλλαγή του αλφάβητου εισόδου ότι οι τιμές σχεδόν διπλασιάζονται.

5.

Workspace	
Name ^	Value
avglen	7.8814
mydict	255x2 cell
myenco	1x526997 double
myinputSig	1x65536 double
mysig	1x65536 double
p	1x255 double
sum	1.0000
symbols	1x255 double

Έχουμε την κωδικοποιημένη ακολουθία myenco και την μεταδίδουμε από ένα Δυαδικό Συμμετρικό Κανάλι χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση bsc :

```
Command Window  
fx >> y=bsc(myenco)
```

Για να βρούμε την πιθανότητα σωστής μετάδοσης p χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση `biterr`:

```
Command Window

>> [numerrs,pcterrs]=biterr(myenco,y)

numerrs =

    94972

pcterrs =

    0.1802

fx >> |
```

Δηλαδή $p=1-0.18=0.82$

Η χωρητικότητα του καναλιού είναι:

$C(p)=1-H_b(p)=0.33$

-- $H_b(p) = -p \log_2(p) - (1-p) \log_2(1-p) = 0.67$