

File được làm bởi Đào Qýt đz

Lưu ý:

-) Về cách trình bày: mình học và trình bày theo cách của thầy Bình, vậy nên những bạn học cô Thuý Anh nên theo cách trình bày mà cô dạy. Còn về cách làm, công thức hầu như không khác gì nhiều

-) Bài làm không chắc đúng 100% nên chỉ dùng ở mức độ tham khảo chứ đừng thay thế hoàn toàn giáo trình hay bài giảng trên lớp, xin cảm ơn =))

Have fun and good luck studying

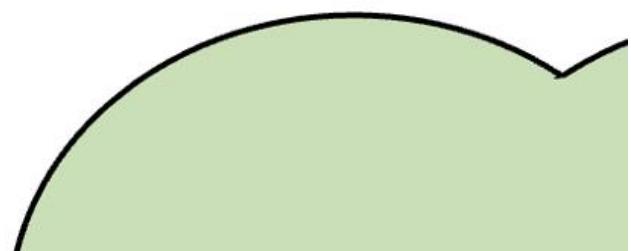
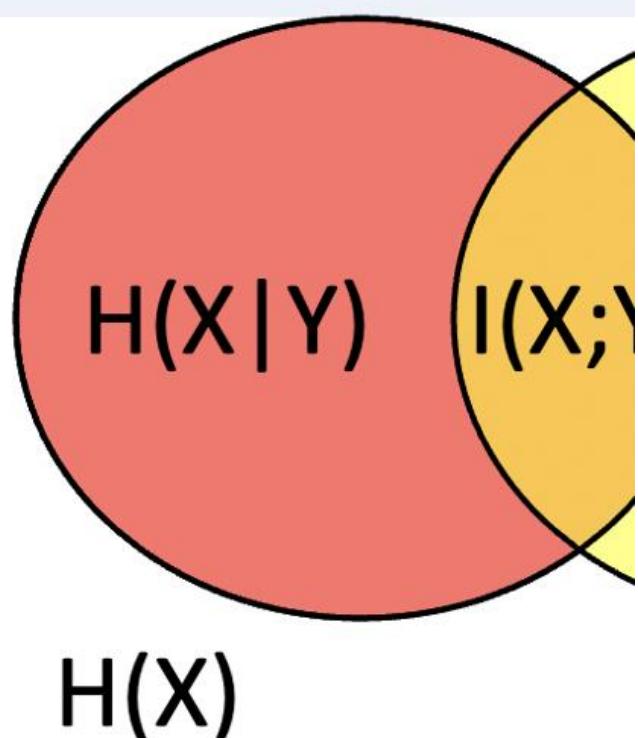
Góp ý để sửa sai hoặc nếu có thắc mắc gì về bài làm xin liên hệ FB/Zalo mình để góp ý:

[Bấm vào đây trong chế độ trình chiếu <--](#)
(Đào Quyết)

Cập nhật 18/5/2022: Chia section các slide để tiện học

- > Giới thiệu chung (2)
- > Tổng hợp công thức LTTT (31)
- > Giải bài tập thầy Bình (em cảm...
- > Giải bài tập cô Thuỷ Anh (17)
- > Giải đề (1)
- > Giữa kì (7)
- > Cuối kì (56)
- > Đề tự bịa (45)

Sơ đồ ven mối quan hệ của c



18/5: Thêm link video ôn tập giữa kỳ

ĐVQ 20193316

Cập nhật 20/5/2023:

Chữa đề mẫu ôn tập giữa kỳ LTTT thầy Hoà
-> Trang 119

ĐVQ 20193316

Link video ôn tập giữa kỳ:

Bấm vào đây trong chế độ trình chiếu <-->

Mong các bạn sớm làm chủ môn LTTT, giữa kỳ khá
dễ lấy điểm nên học 1 2 tuần vẫn chưa quá muộn!

Link drive A+ LTTT:

Bấm vào đây trong chế độ trình chiếu <-->

Tổng hợp công thức & 1 số ví dụ Lý thuyết thông tin

by Đào Quyết đz

THÔNG TIN (MÃ THỐNG KÊ)

Quy ước kênh truyền như sau:

Nguồn phát X có n tin x_i với các xác suất $p(x_i)$ tương ứng. ($i = \overline{1; n}$)

Nguồn thu Y có m tin y_k với các xác suất $p(y_k)$ tương ứng. ($k = \overline{1; m}$)

1) LƯỢNG TIN

+ Lượng tin riêng của 1 tin x_i :

$$I(x_i) = -\log(p(x_i)) \quad (\text{bit})$$

+ Lượng tin trung bình của nguồn X:

$$I(X) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log(p(x_i)) \quad (\text{bit/tt})$$

2) ENTROPY (lượng tin trung bình)

+ Entropy của nguồn X:

$$H(X) = I(X) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log(p(x_i)) \quad (\text{bit/tt})$$

$$* H(X)_{\max} = \log_2(n) \Leftrightarrow p(x_i) = \frac{1}{n} \text{ với } i = \overline{1; n}$$

(khi mọi tin trong nguồn đều có xác suất bằng nhau)*

+ Entropy của nguồn phát/thu khi biết 1 tin của nguồn thu/phát:

$$H(X|y_k) = -\sum_{i=1}^n p(x_i|y_k) \log(p(x_i|y_k)) \quad (\text{bit/tt})$$

$$H(Y|x_i) = -\sum_{k=1}^m p(y_k|x_i) \log(p(y_k|x_i)) \quad (\text{bit/tt})$$

+ Entropy của nguồn phát/thu khi biết nguồn thu/phát:

$$\begin{aligned} H(X|Y) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i|y_k) \log(p(x_i|y_k)) \\ &= \sum_{k=1}^m p(y_k) H(X|y_k) \end{aligned} \quad (\text{bit/tt})$$

$$\begin{aligned} H(Y|X) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i|y_k) \log(p(y_k|x_i)) \\ &= \sum_{i=1}^n p(x_i) H(Y|x_i) \end{aligned} \quad (\text{bit/tt})$$

3) ENTROPY TƯƠNG HỒ

$$\begin{aligned}
 H(X;Y) &= H(X) + H(Y|X) \\
 &= H(Y;X) = H(Y) + H(X|Y) \\
 &\quad = H(X) + H(Y) - I(X;Y) \\
 &\quad = -\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i y_k) \log(p(x_i y_k)) \quad (\text{bit/tt})
 \end{aligned}$$

4) LƯỢNG TIN TƯƠNG HỒ

+) Giữa 2 tin của nguồn phát, thu:

$$\begin{aligned}
 I(x_i; y_k) &= I(x_i) - I(x_i | y_k) = \log\left(\frac{p(x_i | y_k)}{p(x_i)}\right) \\
 &= I(y_k; x_i) = I(y_k) - I(y_k | x_i) = \log\left(\frac{p(y_k | x_i)}{p(y_k)}\right) \\
 &\quad = I(x_i) + I(y_k) - I(x_i y_k) = \log\left(\frac{p(x_i y_k)}{p(x_i)p(y_k)}\right) \quad (\text{bit/tt})
 \end{aligned}$$

+) Giữa 2 nguồn phát, thu:

$$\begin{aligned}
 I(X;Y) &= H(X) - H(X|Y) \\
 &= \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i y_k) \log\left(\frac{p(x_i | y_k)}{p(x_i)}\right) \\
 &= I(Y;X) = H(Y) - H(Y|X) \\
 &\quad = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i y_k) \log\left(\frac{p(y_k | x_i)}{p(y_k)}\right) \\
 &\quad = H(X) + H(Y) - H(X;Y) \\
 &\quad = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m p(x_i y_k) \log\left(\frac{p(x_i y_k)}{p(x_i)p(y_k)}\right) \quad (\text{bit/tt})
 \end{aligned}$$

ĐVQ 20193316

5) TỐC ĐỘ LẬP TIN/THÔNG LƯỢNG

$$R = n_0 I(X;Y)$$

(bit/s) : thông lượng kênh truyền

với $n_0 = \frac{1}{t_0}$

(tt/s) : tốc độ kí hiệu mã

$$t_0 = \sum_{i=1}^n p(x_i) t_i$$

(s/tt) : biên độ xung trung bình

6) DUNG LƯỢNG/THÔNG LƯỢNG TỐI ĐA

$$C = R_{\max} = n_0 I(X;Y)_{\max} \text{ (bit/s) : dung lượng kênh truyền}$$

Lưu ý: nếu đề bài không nói gì, mặc định $n_0 = 1$ (tt/s)

Dạng bài ít gấp:

Nếu kênh truyền không lý tưởng:

$$C \leq R \log_2(1 + SNR)$$

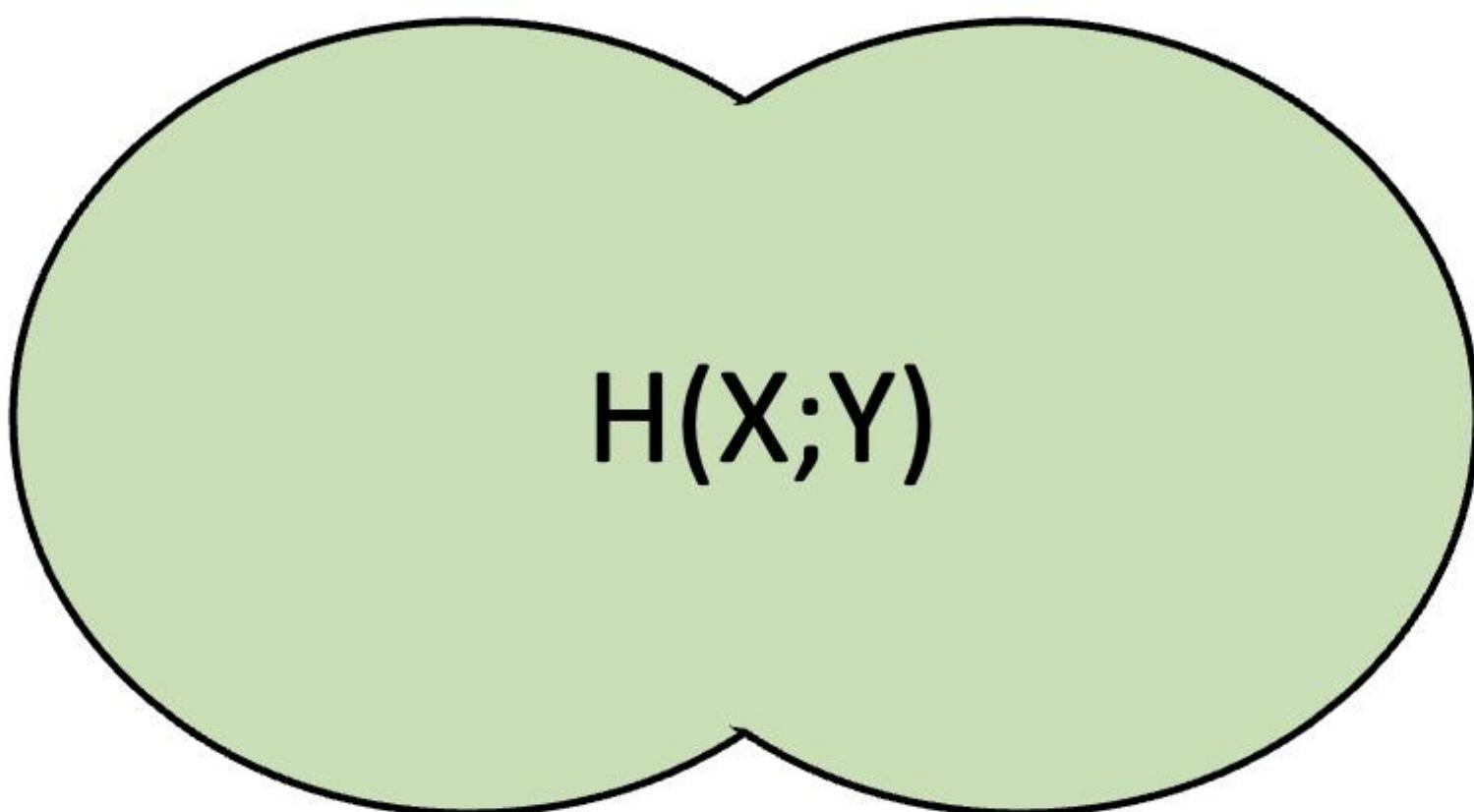
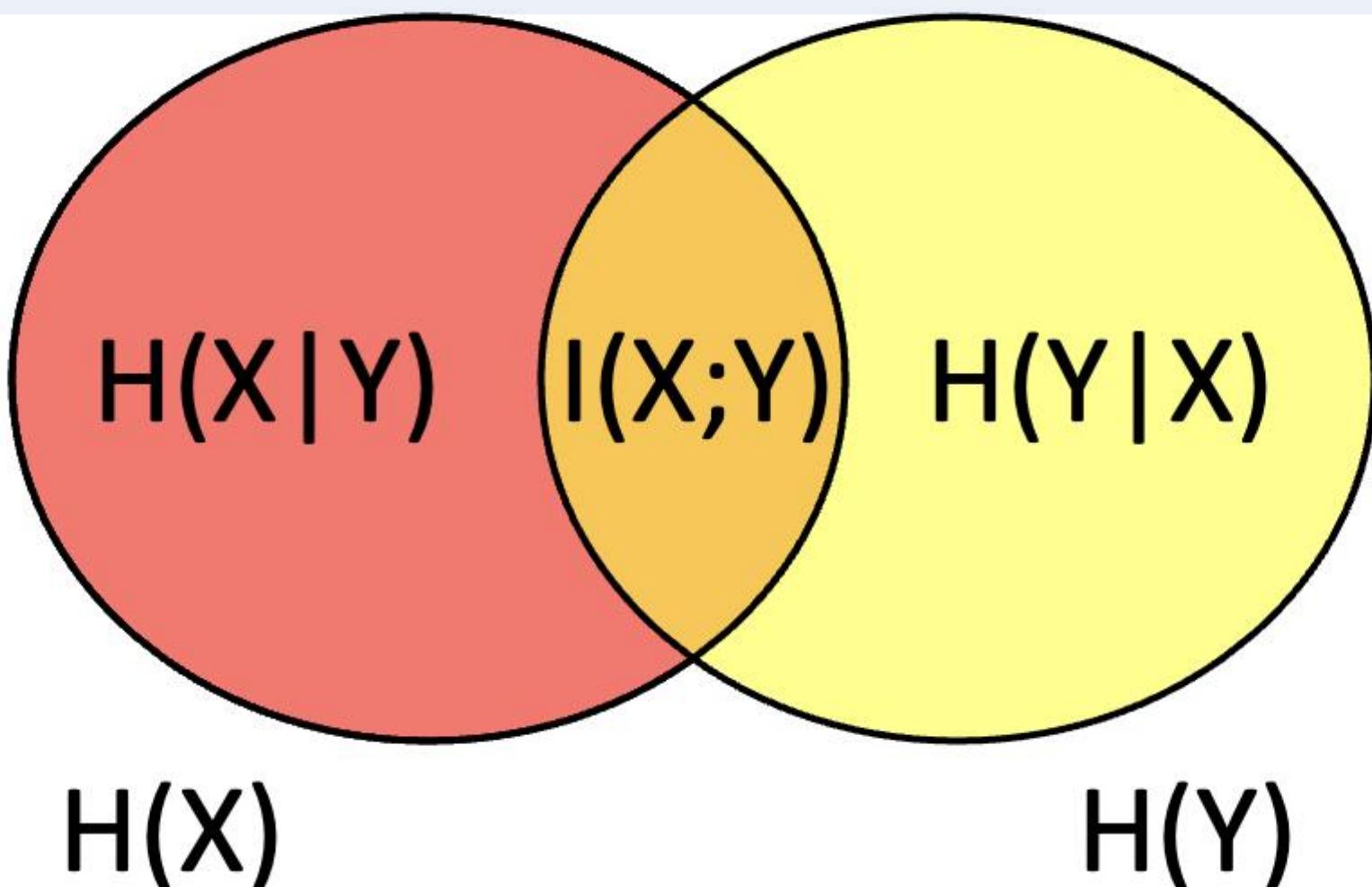
Với C (bit/s hoặc bps) là tốc độ bit trên kênh truyền

R (bit/s) là băng thông/ thông lượng của kênh truyền

$SNR = \frac{S}{N}$ là tỷ số công suất tín hiệu S (V^2) trên công suất tạp âm N (V^2)

Sơ đồ ven mối quan hệ của các công thức thông tin:

ĐVQ 20193316



Lưu ý: Tất cả các công thức trên đều cho ra kết quả ≥ 0 vì thông tin là đại lượng không âm, vậy nên tính toán mà ra âm thì phải xem lại nhé

MÃ HOÁ (MÃ TỐI ƯU)

1) HUFFMAN

Thuật toán:

+) Bước 1: Sắp xếp các tin x_i theo xác suất từ lớn đến bé thành 1 dãy tin

+) Bước 2: Gộp 2 tin có xác suất bé nhất thành 1 tin mới có xác suất bằng tổng 2 xác suất của 2 tin vừa gộp. Gán mỗi tin được gộp bằng 1 bit khác nhau (0 1). Chuyển qua bước 3.

+) Bước 3: Lặp lại bước 2 với dãy tin mới cho đến khi tổng xác suất = 1 thì dừng lại, chuyển qua bước 4

+) Bước 4: Truy ngược lần lượt các bit từ gốc đến tin x_i , đó chính là dãy từ mã hóa cho tin đó. Độ dài l_i của từ mã chính là số bit trong dãy từ mã.

2) SHANNON-FANO

Thuật toán:

+) Bước 1: Sắp xếp các tin x_i theo xác suất từ lớn đến bé thành 1 dãy tin

+) Bước 2: Chia dãy tin thành 2 dãy tin mới sao cho (tổng xs các tin trong dãy này) trừ (tổng xs các tin trong dãy kia) là nhỏ nhất có thể. Gán mỗi dãy tin mới bằng 1 bit khác nhau (0 1). Chuyển qua bước 3

+) Bước 3: Lặp lại bước 2 với mỗi dãy tin mới cho đến khi phân tách thành n dãy, mỗi dãy chỉ chứa 1 tin x_i (không thể chia được nữa) thì dừng lại, chuyển qua bước 4

+) Bước 4: Xét lần lượt các bit, đó chính là dãy từ mã hóa cho tin x_i . Độ dài l_i của từ mã chính là số bit trong dãy từ mã.

CÁC THÔNG SỐ CỦA BỘ MÃ:

+) Độ dài trung bình từ mã:

$$\bar{I} = \sum_{i=1}^n p(x_i) l_i \quad (\text{bit/tt})$$

+) Entropy của nguồn X:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log(p(x_i)) \quad (\text{bit/tt})$$

+) Hệ số nén:

Hệ số nén kinh tế/thống kê:

$$K_t = H(X)/\bar{I} \quad * K_t \leq 1 *$$

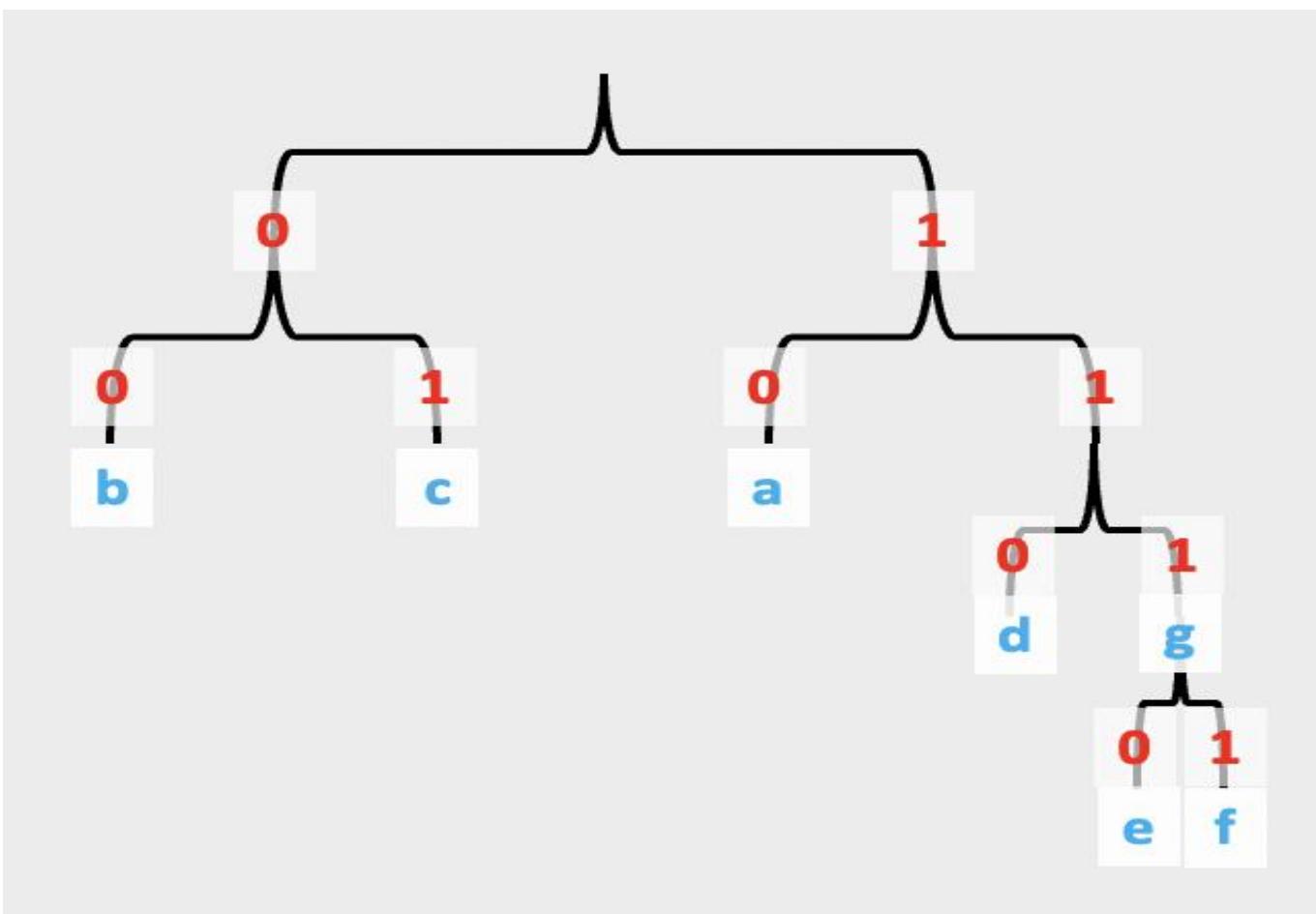
Hệ số nén tối ưu:

$$K_n = H(X)_{\max}/\bar{I}$$

CÁC TÍNH CHẤT CỦA BỘ MÃ:

VD: Bộ mã: a=10 b=00 c=01 d=110 e=1110 f=1111 g=111

Cây mã:



Tính đều: bộ mã không đều do các từ mã có độ dài khác nhau

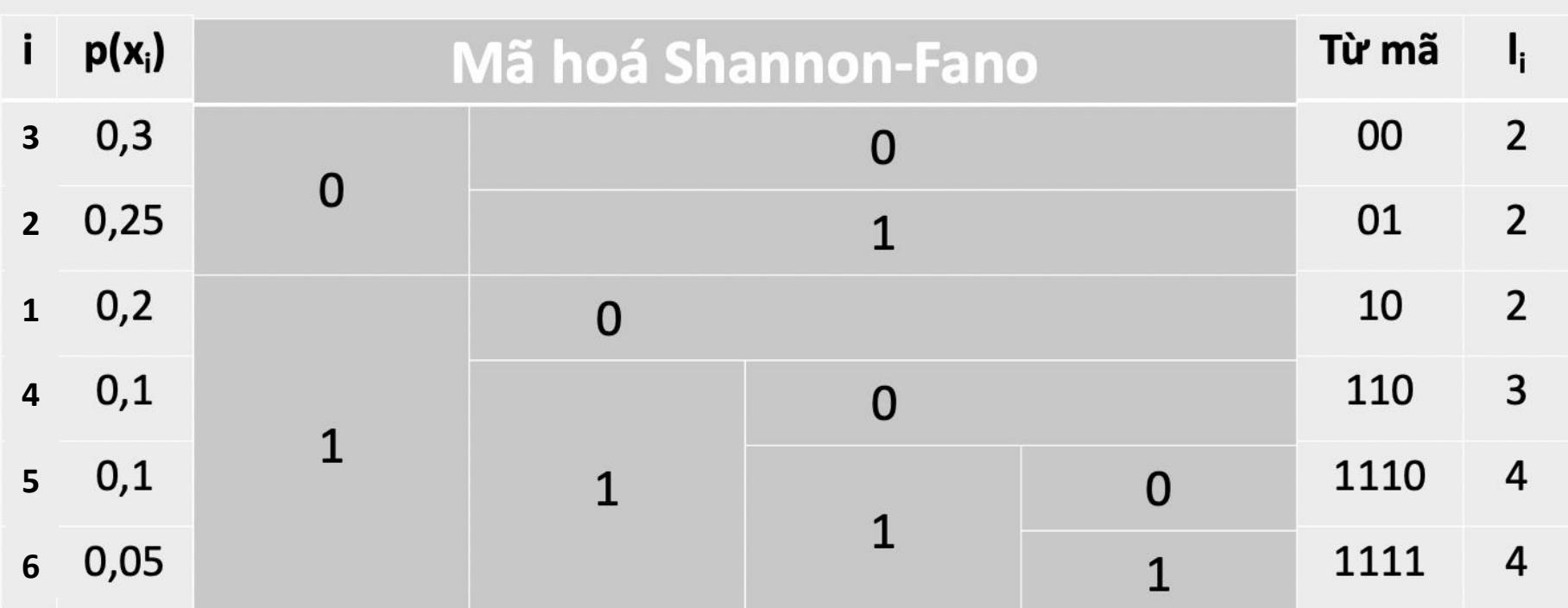
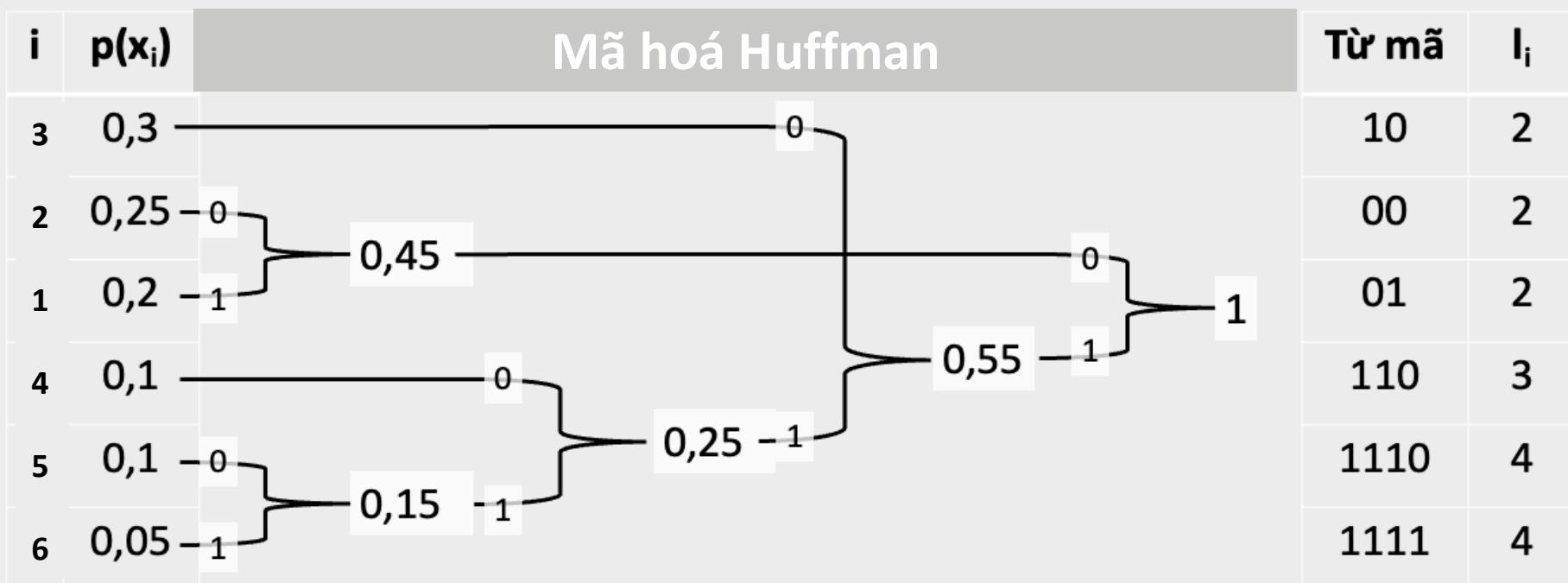
Tính đầy: bộ mã không đầy do các nhánh của cây mã chưa toả hết

Tính flefix: nút biểu diễn của g không phải nút lá nên bộ mã không thoả mãn tính flefix

Tính tách được: sinh mã không có tính tách được do g=111 là phần đầu của e=1110 và f=1111

VD: Mã hoá nguồn tin X gồm các tin với các xác suất tương ứng được cho trong bảng dưới đây:

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0,2	0,25	0,3	0,1	0,1	0,05



$$\bar{I} = \sum_{i=1}^6 p(x_i) I_i = 2,4 \quad (\text{bit/tt})$$

$$H(X) = -\sum_{i=1}^6 p(x_i) \log(p(x_i)) = 2,366 \quad (\text{bit/tt})$$

$$K_t = H(X)/\bar{I} = 2,366/2,4 = 0,986$$

$$K_n = H(X)_{\max}/\bar{I} = \log_2(6)/2,4 = 1,077$$

Quy ước như sau:

+) Phép toán trên trường GF2:

$$0+0=0 \quad 0+1=1 \quad 1+0=1 \quad 1+1=0$$

$$0 \times 0=0 \quad 0 \times 1=0 \quad 1 \times 0=0 \quad 1 \times 1=1$$

$\frac{a}{b}$ là phép chia lấy kết quả VD: $\frac{9}{2} = 4$ $\frac{x^3+x^5}{1+x^2+x^3}=x+x^2$

a mod b là phép chia lấy phần dư

VD: $9 \text{ mod } 7 = 2$ $(x^3+x^5) \text{ mod } (1+x^2+x^3) = 1+x+x^2$

$\deg(a)$ là phép lấy bậc cao nhất của a VD: $\deg(1+x^2+x^5) = 5$

Trọng số W(a) là số phần tử 1 trong vector a

VD: $W(a=1001001) = 3$

+) Chuyển đổi giữa dạng đa thức và vector:

Dạng đa thức (bậc = 6)	Dạng vector (độ dài = 7)
$a(x) = 1+x+x^3+x^5$	$a = [1101010]$
$b(x) = x^2+x^4+x^5+x^6$	$b = [0010111]$

+) Khoảng cách hamming $d(a,b)$ giữa 2 vector a,b:

Là số bit khác nhau giữa 2 vector có cùng độ dài

VD: $a = 1101010$

$b = 0010111 \Rightarrow d(a,b) = 6$

+) Tròn bậc đa thức:

Xét đa thức có bậc n chứa biểu thức có số mũ $>n$ thì cần giảm bậc qua phép mod cho $n+1$

VD: đa thức bậc 5 $c(x) = 1+x^2+x^3+x^8+x^{12}+x^{99}$

$$= 1+x^2+x^3+x^8 \bmod 6 + x^{12} \bmod 6 + x^{99} \bmod 6$$

$$= 1+x^2+x^3+x^2+x^0+x^3$$

$$= 0 \Rightarrow = [000000]$$

đa thức bậc 6: $d(x) = x+x^5$

$$\Rightarrow x^3d(x) = x^4+x^8 = x^4+x^8 \bmod 7$$

$$= x^4+x^1 \Rightarrow = [0100100]$$

MÃ KHỐI

ĐVQ 20193316

+) Từ mã c chiều dài n bit được mã hóa từ thông tin u chiều dài k bit thông qua mã khối C(n,k). Trong n bit của từ mã c chứa k bit của thông tin u, còn lại là m=n-k bit mã hoá.

+) Mã khối có 2 dạng: không hệ thống và có hệ thống

+) Tỷ lệ $R = \frac{k}{n}$ đo chất lượng truyền

1) MÃ TUYẾN TÍNH C(n,k)

Là mã khối có chiều dài n gồm 2^k từ mã tạo thành không gian vector con (k chiều) trong không gian vector (n chiều) trên trường GF2

Có thể tìm tập k vector từ mã độc lập tuyến tính g_1, g_2, \dots, g_k sao cho mỗi từ mã trong C(n,k) là một tổ hợp tuyến tính của chúng:

$$c = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots + a_kg_k \quad (a_i = 0 \text{ hoặc } 1 \text{ với } i=1; k)$$

Ma trận sinh G được biểu diễn bằng cách xếp các vector g_i thành hàng:

$$G_{k \times n} = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_k \end{bmatrix} \quad \text{Với } g_i = [g_{i1} g_{i2} \dots g_{in}]$$

Ma trận kiểm tra H thoả mãn:

$$G_{k \times n} H^T_{(n-k) \times n} = 0$$

c là 1 từ mã \Leftrightarrow Vector sai Syndrome $s = c H^T = 0$

Dạng hệ thống

Mã tuyến tính C(n,k) được gọi là mã tuyến tính hệ thống nếu từ mã c có dạng:

k bit thông tin	n-k bit kiểm tra
--------------------	---------------------

hoặc

n-k bit kiểm tra	k bit thông tin
---------------------	--------------------

dạng 1

dạng 2

Ma trận sinh dạng hệ thống:

$$G \xrightarrow{\text{phép biến đổi ma trận sơ cấp}} G_{ht} = [I_{k \times k} | Z_{k \times (n-k)}] \quad \text{dạng 1}$$
$$= [Z_{k \times (n-k)} | I_{k \times k}] \quad \text{dạng 2}$$

Ma trận kiểm tra dạng hệ thống:

$$H \xrightarrow{\text{phép biến đổi ma trận sơ cấp}} H_{ht} = [Z^T_{k \times (n-k)} | I_{(n-k) \times (n-k)}] \quad \text{dạng 1}$$
$$= [I_{(n-k) \times (n-k)} | Z^T_{k \times (n-k)}] \quad \text{dạng 2}$$

+) Khoảng cách hamming d_{\min} của bộ mã: Theo định nghĩa thì là khoảng cách hamming nhỏ nhất có thể giữa 2 trong số 2^k từ mã c của bộ mã. Nhưng việc đi so sánh rất lâu nên có thể tính thông qua trọng số nhỏ nhất khác 0 của từ mã trong tập từ mã hoặc bằng số cột tối thiểu trong ma trận kiểm tra H của bộ mã sao cho chúng có tổng = 0

+) Số lỗi phát hiện & sửa sai $t \leq \frac{d_{\min}-1}{2}$

+) Số lỗi phát hiện & sửa sai tối đa $t_0 = \frac{d_{\min}-1}{2}$

Mã hóa: +) Không hệ thống:

$$c = u G$$

+) Có hệ thống:

$$c = u G_{ht}$$

Giải mã: +) Không hệ thống:

Tìm tin u bằng cách giải hệ phương trình k ẩn:

$$u G = c$$

+) Có hệ thống:

Tìm tin u bằng cách:

Dạng 1: lấy k bit đầu

Dạng 2: lấy k bit cuối

Kiểm tra và sửa lỗi:

$$s = c H^T \text{ hoặc } s = c H_{ht}^T \text{ (dạng hệ thống)}$$

Nếu $s = 0$ thì từ mã đúng

Nếu $s \neq 0$ thì tra bảng sai mã Syndrome để tìm lỗi sai
và sửa lại

Ví dụ: Mã tuyến tính $C(n;k) = (5;3)$ có ma trận sinh:

$$G_{3 \times 5} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- a) Tìm từ mã tương ứng với tin:
 $u_1 = [110] \quad u_2 = [010]$
 b) Tìm tin tương ứng với từ mã:
 $c_3 = [10110] \quad c_4 = [11001]$

a) $c_1 = u_1 G = [110] \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = [10101]$

$c_1 = u_1 G = [010] \quad \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = [01101]$

b) Ma trận kiểm tra H thỏa mãn: $G H^T = 0 \quad (*)$

Xét $h = h_1 h_2 h_3 h_4 h_5$ là 1 hàng bất kì của H

$$(*) \Rightarrow \begin{cases} h_1 + h_2 = 0 \\ h_2 + h_3 + h_5 = 0 \\ h_4 + h_5 = 0 \end{cases}$$

Ta có thể giải hpt này bằng cách chọn $k=3$ ẩn để giải theo $n-k=2$ ẩn còn lại (VD có thể chọn $h_1 h_2 h_4$ để giải theo $h_3 h_5$)

$$<=> \begin{cases} h_1 = h_3 + h_5 \\ h_2 = h_3 + h_5 \\ h_4 = h_5 \end{cases} \quad (**)$$

Ma trận H có $n-k = 5-3 = 2$ hàng là các vector h độc lập tuyến tính thỏa mãn (*), cách đơn giản nhất để tìm 2 vector như vậy đó là cho $h_3 h_5$ lần lượt các giá trị 10, 01

$$(**) \Leftrightarrow \begin{cases} h_1 = h_3 + h_5 = 1 + 0 = 1 \\ h_2 = h_3 + h_5 = 1 + 0 = 1 \\ h_4 = h_5 = 0 \end{cases} \text{ khi } h_3 h_5 = 10$$

$$\Rightarrow h = h_1 h_2 h_3 h_4 h_5 = 11100$$

$$(**) \Leftrightarrow \begin{cases} h_1 = h_3 + h_5 = 0 + 1 = 1 \\ h_2 = h_3 + h_5 = 0 + 1 = 1 \\ h_4 = h_5 = 1 \end{cases} \text{ khi } h_3 h_5 = 01$$

$$\Rightarrow h = h_1 h_2 h_3 h_4 h_5 = 11011$$

Vậy 1 ma trận kiểm tra H tương ứng với ma trận sinh G là:

$$H_{2 \times 5} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$d_{min} = 2$ do cần ít nhất 2 cột của ma trận H sao cho có tổng bằng 0 (VD cột 1 + cột 2)

\Rightarrow Số lỗi sai có thể phát hiện & sửa t $\leq \frac{d_{min}-1}{2} = 0,5$

Vậy bộ mã không có khả năng phát hiện lỗi & sửa sai

Ta sẽ đi kiểm tra từ mã xem có lỗi sai nào không, nếu có thì ta không thể sửa nên sẽ không lọc được tin.

$$s_3 = c_3 H^T = [10110] \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = [00] \quad (\text{Không có lỗi})$$

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } c_3 &= u_3 G \\ \Leftrightarrow [10110] &= [a_1 a_2 a_3] \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_1 + a_2 = 0 \\ a_2 = 1 \\ a_3 = 1 \\ a_2 + a_3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_2 = 1 \\ a_3 = 1 \end{cases}$$

$\Rightarrow u_3 = [a_1 a_2 a_3] = [111]$ là tin tương ứng

$$s_4 = c_4 H^T = [11001] \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = [01] \quad (\text{Có lỗi})$$

Nhưng vì bộ mã không có khả năng sửa sai, ta chỉ biết có thể sai ở bit 4 hoặc bit 5 nên không thể lọc tin :v

VD: Ma trận sinh của mã nhị phân tuyến tính sau:

$$[G] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

a) biểu diễn G ở dạng hệ thống.

b) xác định ma trận kiểm tra H_{hệ thống}

c) hãy minh họa từ mã với tin =101, và kiểm tra nó là trực giao với H

d) xác định khoảng cách min của mã.

$$a) G = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{h_1 \leftrightarrow h_3} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [I|Z] = G_{ht}$$

$$b) H_{ht} = [Z^T | I] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$c) \quad c = u G_{ht} = [101] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [101 \ 0011]$$

$$c H^T = [101 \ 0011] \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [0000]$$

=> trực giao với H

d) C1: Kiểm tra tất cả các từ mã khác 0 của bộ mã xem trọng số nhỏ nhất là bao nhiêu

Tin	Từ mã	Trọng số
$u = 001$	$c = 001 \ 1101$	$W = 4$
010	010 0111	4
011	011 1010	4
100	100 1110	4
101	101 0011	4
110	110 1001	4
111	111 0100	4

Vậy $d_{min} = 4$

C2: Xét số cột tối thiểu có tổng bằng 0 trong ma trận H

VD: cột 1+ cột 2+ cột 3+ cột 5 = 0

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Cần tối thiểu 4 cột => $d_{min} = 4$

2) MÃ VÒNG XYCLIC C(n;k)

Cách làm đa thức:

Mã hóa & giải mã:

+) Đa thức sinh: $g(x)$ là ước của x^n+1 (đa thức bậc n-1)

+) Đa thức kiểm tra: $h(x) = \frac{x^n+1}{g(x)}$ (đa thức bậc n-1)

Mã hóa: +) Không hệ thống:

Đa thức từ mã: $c(x) = u(x) g(x)$ (đa thức bậc n-1)

+) Có hệ thống:

$$s(x) = (x^{n-k} u(x)) \bmod (g(x))$$

Đa thức từ mã: $c(x) = x^{n-k} u(x) + s(x)$ (đa thức bậc n-1)

Giải mã: +) Không hệ thống:

Đa thức thông tin: $u(x) = \frac{c(x)}{g(x)}$ (đa thức bậc k-1)

+) Có hệ thống:

Thông tin lấy từ k bit cuối của vector từ mã

Kiểm tra & sửa lỗi:

Kiểm tra: $s(x) = c(x) \bmod g(x)$

nếu $s(x) = 0$ thì từ mã đúng

$s(x) \neq 0$, xét $W(s(x)) > t_0$ thì dịch vòng phải từ mã

rồi kiểm tra từ mã sau khi dịch vòng đó

, nếu $W(s(x)) \leq t_0$ thì **sửa lỗi**: $c_d(x) = c(x) + s(x)$

Sau khi sửa sai cần dịch vòng ngược lại để tìm từ mã gốc khi chưa dịch vòng

Nếu dịch n-1 lần mà W vẫn $> t_0$ thì kết luận không sửa được lỗi (số lỗi sai của từ mã nhiều hơn số lỗi có thể sửa của bộ mã)

Cách làm ma trận:

+) Tìm ma trận sinh G từ đa thức sinh g(x):

$$G_{k \times n} = \begin{pmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ \dots \\ x^{k-1}g(x) \end{pmatrix}$$

+) Tìm ma trận kiểm tra H:

$$h(x) = \frac{x^n + 1}{g(x)} \quad h^*(x) = x^{\deg(h(x))} h(x^{-1})$$

$$H_{(n-k) \times n} = \begin{pmatrix} h^*(x) \\ xh^*(x) \\ x^2h^*(x) \\ \dots \\ x^{n-k-1}h^*(x) \end{pmatrix}$$

3) MÃ HAMMING $C(n;k) = (7;4)$, $C(n;k) = (11;7), \dots$

+) Các mã hamming đều có khoảng cách hamming $d_{\min}=3$

Ma trận kiểm tra mã Hamming có cột i tương ứng với $i_{(2)}$

VD: $H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ Hamming (7;4)

Cột 1 001, cột 2 010, cột 3 011,...

+) Ma trận sinh được xây dựng qua điều kiện $G H^T = 0$

...

$$\Rightarrow G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Mã vòng (cách làm ma trận) và mã Hamming cũng chính là 1 mã khối tuyến tính nên cách làm mã hoá, giải mã, phát hiện & sửa sai tương tự

VD: Ta có đa thức sinh của mã vòng là 1 ước của x^n+1
 Tìm tất cả các đa thức sinh có thể có và đa thức kiểm tra
 tương ứng của bộ mã vòng trên vành $GF2/\{x^7+1\}$ ($n=7$)

Phân tích thành thừa số: $x^7+1 = (1+x)(1+x+x^3)(1+x^2+x^3)$

1 2 3

	Đa thức sinh $g(x)$	$(n;k;d_{min})$	Đa thức kiểm tra $h(x) = \frac{x^n+1}{g(x)}$
1	$1+x$	(7;6;2)	$1+x+x^2+x^3+x^4+x^5+x^6$
2	$1+x+x^3$	(7;4;3)	$1+x+x^2+x^4$
3	$1+x^2+x^3$	(7;4;3)	$1+x^2+x^3+x^4$
1×2	$1+x^2+x^3+x^4$	(7;3;4)	$1+x^2+x^3$
1×3	$1+x+x^2+x^4$	(7;3;4)	$1+x+x^3$
2×3	$1+x+x^2+x^3+x^4+x^5+x^6$	(7;1;7)	$1+x$
	1	(7;7;1)	0

VD: Mã vòng $C(n;k) = (7;4)$ có đa thức sinh $g(x) = 1+x+x^3$

a) Tìm từ mã tương ứng với tin:

$$u_1 = [1011] \quad u_2 = [0110]$$

b) Tìm tin tương ứng với từ mã:

$$c_3 = [1011100] \quad c_4 = [1101010]$$

VD: Mã vòng $C(n;k) = (7;4)$ có đa thức sinh $g(x) = 1+x+x^3$

a) Tìm từ mã tương ứng với tin:

$$u_1 = [1011] \quad u_2 = [0110]$$

b) Tìm tin tương ứng với từ mã:

$$c_3 = [1011100] \quad c_4 = [1101010]$$

Cách làm đa thức

a) $u_1 = [1011] \Leftrightarrow u_1(x) = 1+x^2+x^3$

$$\begin{aligned} c_1(x) &= u_1(x) g(x) = (1+x^2+x^3)(1+x+x^3) \\ &= 1+x+x^3+x^2+x^3+x^5+x^3+x^4+x^6 \\ &= 1+x+x^2+x^3+x^4+x^5+x^6 \\ \Leftrightarrow c_1 &= [1111111] \end{aligned}$$

$$u_2 = [0110] \Leftrightarrow u_2(x) = x+x^2$$

$$\begin{aligned} c_2(x) &= u_2(x) g(x) = (x+x^2)(1+x+x^3) \\ &= x+x^2+x^4+x^2+x^3+x^5 \\ &= x+x^3+x^4+x^5 \\ \Leftrightarrow c_2 &= [0101110] \end{aligned}$$

b) $c_3 = [1011100] \Leftrightarrow c_3(x) = 1+x^2+x^3+x^4$

$$\begin{aligned} s_3(x) &= (c_3(x)) \bmod (g(x)) = (1+x^2+x^3+x^4) \bmod (1+x+x^3) \\ &= 0 \end{aligned}$$

=> Từ mã đúng

$$u_3(x) = \frac{c_3(x)}{g(x)} = \frac{1+x^2+x^3+x^4}{1+x+x^3} = 1+x \quad => u_3 = [1100]$$

$$c_4 = [1101010] \Leftrightarrow c_4(x) = 1+x+x^3+x^5$$

$$\begin{aligned}s_4(x) &= (c_4(x)) \bmod (g(x)) = (1+x+x^3+x^5) \bmod (1+x+x^3) \\&= 1+x+x^2\end{aligned}$$

$$W(s_4(x)) = 3 > t_0 = \frac{d_{\min}-1}{2} = \frac{3-1}{2} = 1$$

Dịch vòng phải c_4 1 lần

$$\begin{aligned}\Rightarrow c_{41}(x) &= x \cdot c_4(x) = x(1+x+x^3+x^5) \\&= x+x^2+x^4+x^6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s_{41}(x) &= (c_{41}(x)) \bmod (g(x)) = (x+x^2+x^4+x^6) \bmod (1+x+x^3) \\&= 1+x^2\end{aligned}$$

$$W(s_{41}(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải c_4 2 lần

$$\begin{aligned}\Rightarrow c_{42}(x) &= x^2 \cdot c_4(x) = x^2(1+x+x^3+x^5) \\&= x^2+x^3+x^5+x^{7 \bmod 7} \quad (\text{tràn bậc đa thức}) \\&= 1+x^2+x^3+x^5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s_{42}(x) &= (c_{42}(x)) \bmod (g(x)) = (1+x^2+x^3+x^5) \bmod (1+x+x^3) \\&= 1\end{aligned}$$

$$W(s_{42}(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

$$\begin{aligned}\text{Sửa sai: } c_{42\text{đ}}(x) &= c_{42}(x)+s_{42}(x) = 1+x^2+x^3+x^5+1 \\&= x^2+x^3+x^5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dịch vòng trái } c_{42\text{đ}} \text{ trở lại 2 lần} \Rightarrow c_{4\text{đ}}(x) &= \frac{1}{x^2} \cdot c_{42\text{đ}}(x) \\&= \frac{1}{x^2} (x^2+x^3+x^5) \\&= 1+x+x^3\end{aligned}$$

$$u_4(x) = \frac{c_{4\text{đ}}(x)}{g(x)} = \frac{1+x+x^3}{1+x+x^3} = 1 \quad \Rightarrow u_4 = [1000]$$

a) Ma trận sinh:

$$G = \begin{pmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{pmatrix}$$

$$c_1 = u_1 G = [1011] \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{pmatrix} = [1111111]$$

$$c_2 = u_2 G = [0110] \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{pmatrix} = [0101110]$$

b) Đa thức kiểm tra $h(x) = \frac{x^n+1}{g(x)} = \frac{x^7+1}{1+x+x^3} = 1+x+x^2+x^4$

$$\begin{aligned} \text{Đa thức đối ngẫu } h^*(x) &= x^{\deg(h(x))} h(x^{-1}) \\ &= x^4 (1+x^{-1}+x^{-2}+x^{-4}) \\ &= x^4+x^3+x^2+1 \end{aligned}$$

Ma trận kiểm tra:

$$H = \begin{pmatrix} h^*(x) \\ xh^*(x) \\ x^2h^*(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+x^2+x^3+x^4 \\ x+x^3+x^4+x^5 \\ x^2+x^4+x^5+x^6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1011100 \\ 0101110 \\ 0010111 \end{pmatrix}$$

ĐVQ 20193316

$$s_3 = c_3 \quad H^T = [1011100] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [000] \Rightarrow \text{Từ mã đúng}$$

Ta có: $u_3 G = c_3$

$$<=> [a_1 a_2 a_3 a_4] \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{pmatrix} = [1011100]$$

$$<=> \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_1 + a_2 = 0 \\ a_2 + a_3 = 1 \\ a_1 + a_3 + a_4 = 1 \\ a_2 + a_4 = 1 \\ a_3 = 0 \\ a_4 = 0 \end{cases} <=> \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_2 = 1 \\ a_3 = 0 \\ a_4 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow u_3 = [a_1 a_2 a_3 a_4] = [1100]$$

ĐVQ 20193316

$$s_4 = c_4 H^T = [1101010] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [011] \Rightarrow \text{Tù mă sai tại bit 6}$$

Sửa sai: $c_{4d} = [110100]$

Ta có: $u_4 G = c_{4d}$

$$<=> [b_1 b_2 b_3 b_4] \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{pmatrix} = [1101000]$$

$$<=> \left\{ \begin{array}{lcl} b_1 & = 1 \\ b_1 + b_2 & = 1 \\ b_2 + b_3 & = 0 \\ b_1 + b_3 + b_4 & = 1 \\ b_2 + b_4 & = 0 \\ b_3 & = 0 \\ b_4 & = 0 \end{array} \right. <=> \left\{ \begin{array}{lcl} b_1 & = 1 \\ b_2 & = 0 \\ b_3 & = 0 \\ b_4 & = 0 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow u_4 = [b_1 b_2 b_3 b_4] = [1000]$$

VD: Mã vòng hệ thống C(7;3), đa thức sinh $g(x) = 1+x^2+x^3+x^4$

a) Tìm từ mã tương ứng với tin:

$$u_1 = [101] \quad u_2 = [011]$$

b) Tìm tin tương ứng với từ mã:

$$c_3 = [0000111] \quad c_4 = [1011000]$$

Cách làm đa thức hệ thống (từ mã & tin tương đương khi làm ma trận hệ thống dạng 2 $[Z|I]$)

a) $u_1 = [101] \Leftrightarrow u_1(x) = 1+x^2$

$$\begin{aligned} s_1(x) &= (x^{n-k} u_1(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^4 (1+x^2)) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) \\ &= (x^4+x^6) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = 1+x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_1(x) &= x^{n-k} u_1(x) + s_1(x) \\ &= 1+x+x^4+x^6 \quad \Leftrightarrow c_1 = [1100 \textcolor{red}{101}] \end{aligned}$$

$u_2 = [011] \Leftrightarrow u_2(x) = x+x^2$

$$\begin{aligned} s_2(x) &= (x^{n-k} u_2(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^4 (x+x^2)) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) \\ &= (x^5+x^6) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = 1+x^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_2(x) &= x^{n-k} u_2(x) + s_2(x) \\ &= 1+x^3+x^5+x^6 \quad \Leftrightarrow c_2 = [1001 \textcolor{red}{011}] \end{aligned}$$

b) $c_3 = [0000 \ 111] \Leftrightarrow c_3(x) = x^4+x^5+x^6$

$$\begin{aligned} s_3(x) &= (c_3(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^4+x^5+x^6) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = x^2 \end{aligned}$$

$$W(s_3(x)) = 1 \leq t_0 = \frac{d_{\min} - 1}{2} = \frac{4 - 1}{2} = 1,5$$

$$\text{Sửa sai: } c_{3\text{đ}}(x) = c_3(x) + s_3(x) = x^2+x^4+x^5+x^6$$

$$\Leftrightarrow c_{3\text{đ}} = [0010 \textcolor{red}{111}]$$

$\Leftrightarrow u_3 = [111]$ là tin tương ứng (lấy k=3 bit cuối)

$$c_4 = [1011000] \Leftrightarrow c_4(x) = 1+x^2+x^3$$

$$\begin{aligned} s_4(x) &= (c_4(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (1+x^2+x^3) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = 1+x^2+x^3 \end{aligned}$$

$$W(s_4(x)) = 3 > t_0 = 1,5$$

Dịch vòng phái c_4 1 lần

$$\Rightarrow c_{41}(x) = xc_4(x) = x(1+x^2+x^3) = x+x^3+x^4$$

$$\begin{aligned} s_{41}(x) &= (c_{41}(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x+x^3+x^4) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = 1+x+x^2 \end{aligned}$$

$$W(s_{41}(x)) = 3 > t_0 = 1,5$$

Dịch vòng phái c_4 2 lần

$$\Rightarrow c_{42}(x) = x^2c_4(x) = x^2(1+x^2+x^3) = x^2+x^4+x^5$$

$$\begin{aligned} s_{42}(x) &= (c_{42}(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^2+x^4+x^5) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = x+x^2+x^3 \end{aligned}$$

$$W(s_{42}(x)) = 3 > t_0 = 1,5$$

Dịch vòng phái c_4 3 lần

$$\Rightarrow c_{43}(x) = x^3c_4(x) = x^3(1+x^2+x^3) = x^3+x^5+x^6$$

$$\begin{aligned} s_{43}(x) &= (c_{43}(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^3+x^5+x^6) \bmod (1+x^2+x^3+x^4) = 1 \end{aligned}$$

$$W(s_{43}(x)) = 1 \leq t_0 = 1,5$$

$$\text{Sửa sai: } c_{43\text{đ}}(x) = c_{43}(x) + s_{43}(x) = 1+x^3+x^5+x^6$$

Dịch vòng trái trở lại $c_{43\text{đ}}$ 3 lần

$$\begin{aligned} \Rightarrow c_{4\text{đ}}(x) &= \frac{1}{x^3} c_{43\text{đ}}(x) = \frac{1}{x^3} (1+x^3+x^5+x^6) \quad (\text{Bù bậc đa thức}) \\ &= \frac{1}{x^3} (x^7+x^3+x^5+x^6) = 1+x^2+x^3+x^4 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow c_{4\text{đ}} = [1011 \textcolor{red}{100}]$$

$\Leftrightarrow u_4 = [\textcolor{red}{100}]$ là tin tương ứng (lấy k=3 bit cuối)

Cách làm ma trận hệ thống (nếu làm dạng 1 sẽ khác kết quả với cách làm đa thức hệ thống, nhưng vẫn đúng nha)

a) Ma trận sinh:

$$G = \begin{pmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+x^2+x^3+x^4 \\ x+x^3+x^4+x^5 \\ x^2+x^4+x^5+x^6 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1011100 \\ 0101110 \\ 0010111 \end{pmatrix} \xrightarrow{h_1=h_1+h_3} \begin{pmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{pmatrix} = [I | Z] = G_{ht} \quad (\text{dạng 1})$$

$$c_1 = u_1 G_{ht} = [101] \begin{pmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{pmatrix} = [101 \ 1100]$$

$$c_2 = u_2 G_{ht} = [011] \begin{pmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{pmatrix} = [011 \ 1001]$$

b) Ma trận kiểm tra:

$$H_{ht} = [Z^T | I] = \begin{pmatrix} 110 & 1000 \\ 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{pmatrix}$$

$$s_3 = c_3 H^T_{ht} = [000 \ 0111] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [0111]$$

=> sai ở bit thứ 3, sửa sai:

$$c_{3\text{đ}} = [\textcolor{red}{001} \ 0111]$$

$\Leftrightarrow u_3 = [\textcolor{red}{001}]$ là tin tương ứng (lấy k=3 bit đầu)

$$s_4 = c_4 H^T_{ht} = [101 \ 1000] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [0100]$$

=> sai ở bit thứ 5, sửa sai:

$$c_{3\text{đ}} = [\textcolor{red}{101} \ 1100]$$

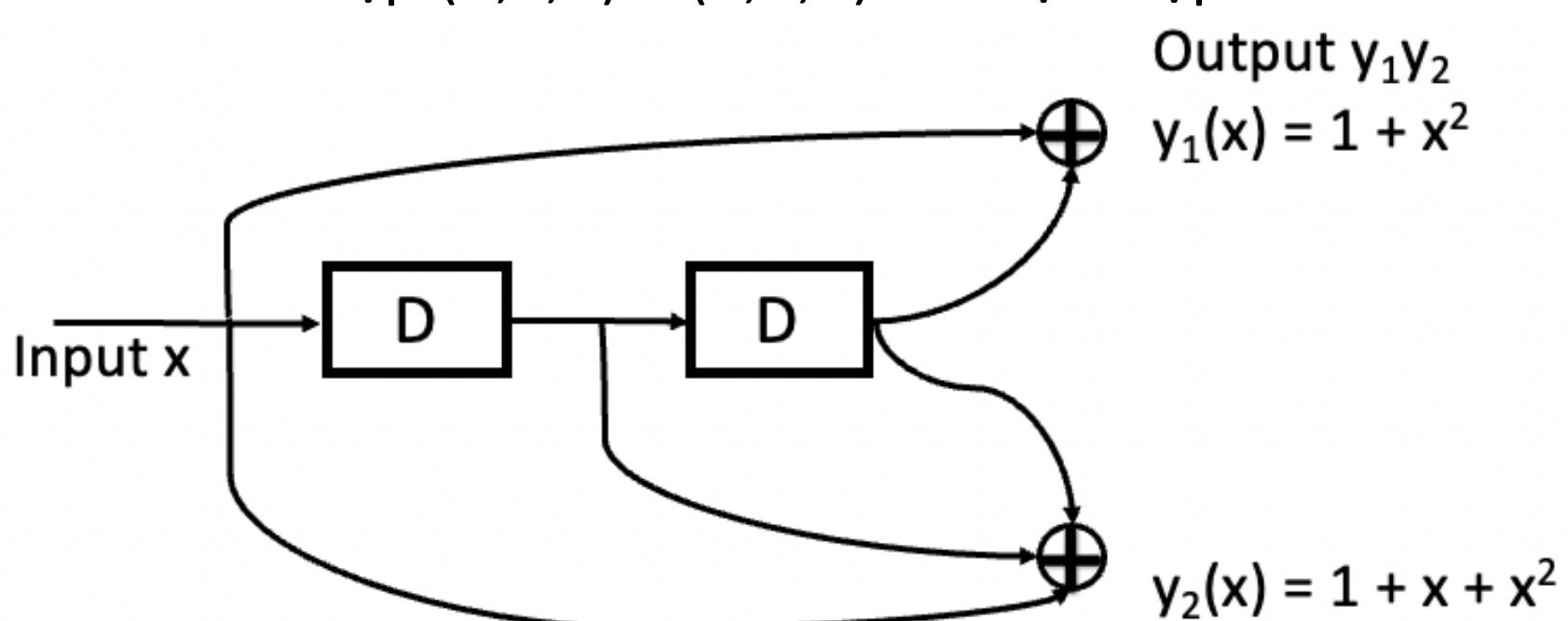
$\Leftrightarrow u_3 = [\textcolor{red}{101}]$ là tin tương ứng (lấy k=3 bit đầu)

ĐVQ 20193316

**Phần mã chập sẽ thường
không thi vào phần sửa sai &
giải mã (Viterbi)**

MÃ TÍCH CHẬP (n;k;K) (thường thì k=1)

- +) Mã tích chập có k bit tin tức đi vào, n bit từ mã đầu ra thông qua bộ mã hoá gồm K-1 phần tử trễ D và các bộ cộng
 - +) Tốc độ lập mã $R = \frac{k}{n}$
 - +) Từ mã đầu ra lúc sau phụ thuộc cả vào từ mã đầu ra lúc trước
 - +) Đầu ra có đa thức phụ thuộc vào mạch lập mã:
- VD: Mã tích chập $(n;k;K) = (2;1;3)$ có mạch lập mã



- a) Ma trận hàm truyền đạt, tốc độ truyền?
- b) Vẽ sơ đồ lưới, lưu đồ trạng thái
- c) Tìm dãy đầu ra khi dãy tin 101101 đi vào

- a) Ma trận hàm truyền đạt:

$$\begin{aligned}[G] &= [y_1(x=D) \quad y_2(x=D)] \\ &= [1+D^2 \quad 1+D+D^2]\end{aligned}$$

$$\text{Tốc độ truyền } R = \frac{k}{n} = \frac{1}{2}$$

b) Xét bảng trạng thái:

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
0	0	0	0	0
d	0	0	d	d

=> Trạng thái hiện tại 00 nếu đầu vào 0 sẽ cho ra đầu ra 00 và chuyển sang trạng thái 00

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
1	0	0	1	1
d	1	0	d	d

=> Trạng thái hiện tại 00 nếu đầu vào 1 sẽ cho ra đầu ra 11 và chuyển sang trạng thái 10

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
0	0	1	1	1
d	0	0	d	d

=> Trạng thái hiện tại 01 nếu đầu vào 0 sẽ cho ra đầu ra 11 và chuyển sang trạng thái 00

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
1	0	1	0	0
d	1	0	d	d

=> Trạng thái hiện tại 01 nếu đầu vào 1 sẽ cho ra đầu ra 00 và chuyển sang trạng thái 10

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
1	0	1	0	0
d	1	0	d	d

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
0	1	0	0	1
d	0	1	d	d

=> Trạng thái hiện tại 10 nếu đầu vào 0 sẽ cho ra đầu ra 01 và chuyển sang trạng thái 01

Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
1	1	0	1	0
d	1	1	d	d

=> Trạng thái hiện tại 10 nếu đầu vào 1 sẽ cho ra đầu ra 10 và chuyển sang trạng thái 11

Đầu vào D D² y₁ y₂

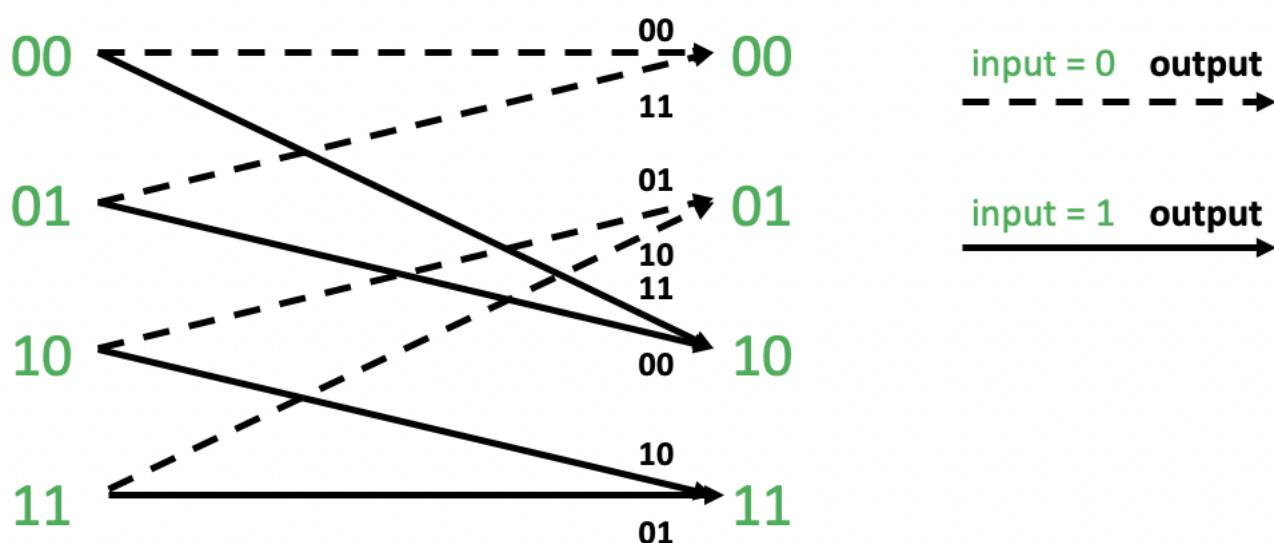
0	1	1	1	0
d	0	1	d	d

=> Trạng thái hiện tại 11 nếu đầu vào 0 sẽ cho ra đầu ra 10 và chuyển sang trạng thái 01

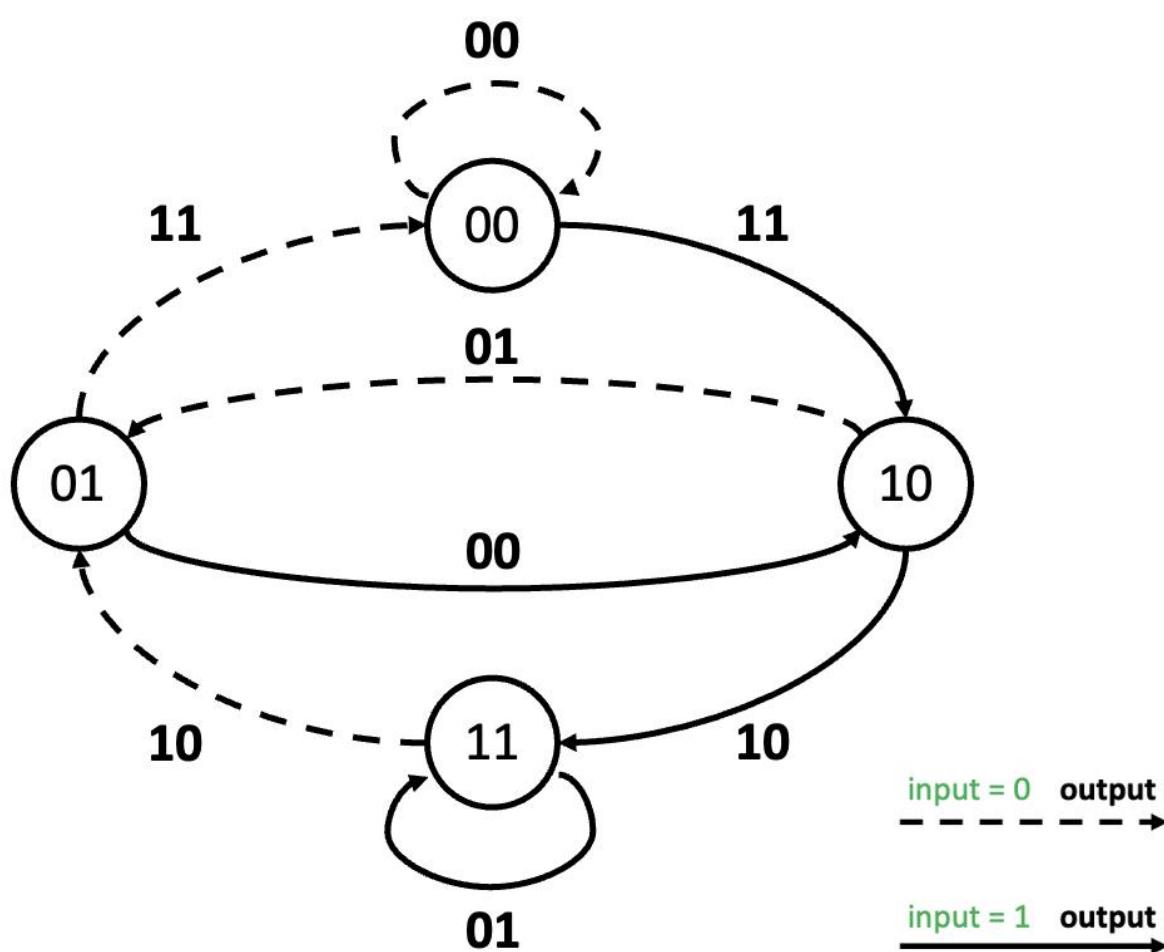
Đầu vào	D	D ²	y ₁	y ₂
1	1	1	0	1
d	1	1	d	d

=> Trạng thái hiện tại 11 nếu đầu vào 1 sẽ cho ra đầu ra 01 và chuyển sang trạng thái 11

Sơ đồ lưới:



Lưu đồ trạng thái:



c) Cách 1: Dãy tin $u = [101101] \Leftrightarrow u(x) = 1+x^2+x^3+x^5$

Đầu ra $c_1(x) = u(x) y_1(x) = (1+x^2+x^3+x^5)(1+x^2)$

$$= 1+x^3+x^4+x^7 \Rightarrow c_1 = [10011001]$$

$c_2(x) = u(x) y_2(x) = (1+x^2+x^3+x^5)(1+x+x^2)$

$$= 1+x+x^6+x^7 \Rightarrow c_2 = [11000011]$$

Vậy dãy từ mã sẽ là các đầu ra $c_1 c_2$ lần lượt xen kẽ:

11 01 00 10 10 00 01 11

Cách 2: Bảng nhịp: **Lưu ý: khi chạy hết 6 nhịp (độ dài dãy input)**

cần chạy thêm K-1=2 nhịp 0 (gọi là bù nhịp để lọc sạch mạch)

Nhip	Đầu vào	D	D^2	y_1	y_2
1	1	0	0	1	1
2	0	1	0	0	1
3	1	0	1	0	0
4	1	1	0	1	0
5	0	1	1	1	0
6	1	0	1	0	0
7	0	1	0	0	1
8	0	0	1	1	1

Vậy dãy từ mã:

11 01 00 10 10 00 01 11

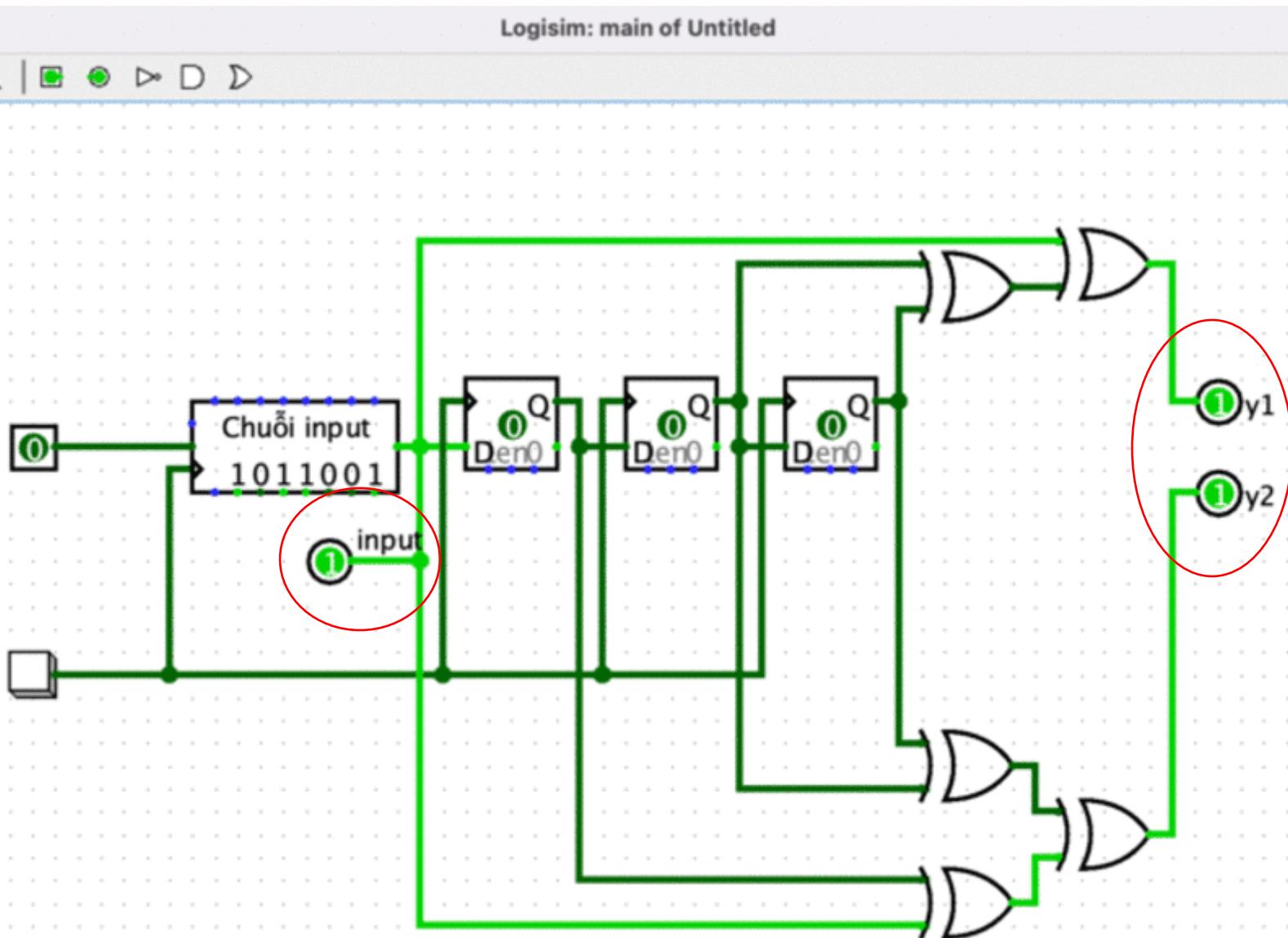
Cách 3: Dựa vào sơ đồ lưới hoặc lưu đồ trạng thái:

Lưu ý: Cần đi thêm K-1=2 đường 0 để về trạng thái 00

Input	1	0	1	1	0	1	0	0
Output	11	01	00	10	10	00	01	11
Trạng thái	10	01	10	11	01	10	01	00

ĐVQ 20193316

Mô phỏng thử mạch lập mã với chuỗi input vào lần lượt 1001101
Mạch này hơi phức tạp, các bạn xem cách thức nó hoạt động thôi



b) Tùi mã đầy đủ của chuỗi $x = 1001101$:
Lọc mạch

11 01 11 00 10 10 11

10 11 11



Đây là một cái gif

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

**Giải bài tập chương
1345 thầy Bình:**

THÔNG TIN ĐVQ 20193316

1 cho nguồn tin rời rạc $\Omega_\xi = \{x_1, x_2, \dots\}$, x_i là các xung chữ nhật có cùng biên độ với các độ rộng khác nhau: $t_1=10\text{ms}$, $t_2=5\text{ms}$, $t_3=20\text{ms}$, $t_4=15\text{ms}$.

Biết rằng: $p_\xi(x_1)=0,5$, $p_\xi(x_2)=0,25$, $p_\xi(x_3)=0,125$, $p_\xi(x_4)=0,125$.

Nguồn phát đi liên tục các xung. Hãy tính entropy của nguồn H_ξ (bit/tt), và tốc độ phát tin của nguồn R (bit/s).

2. cho nguồn tin có đặc trưng thống kê: ~~$p(x_1)=0,01$~~ , $p_{x2}=0,02$, $p_{x3}=0,03$, $p_{x4}=0,11$, $p_{x5}=0,18$, $p_{x6}=0,04$, $p_{x7}=0,12$, $p_{x8}=0,07$, $p_{x9}=0,09$, $p_{x10}=0,02$, $p_{x11}=0,13$, $p_{x12}=0,04$, $p_{x13}=0,02$, $p_{x14}=0,06$, $p_{x15}=0,03$, $p_{x16}=0,04$. Thực hiện:

-Mã Huffman, tính hệ số nén.

-Mã Shannon, tính hệ số nén

3. cho nguồn tin rời rạc $\Omega_\xi = \{x_1, x_2, \dots\}$, x_i là các xung chữ nhật có cùng biên độ với các độ rộng khác nhau: $t_1=1\text{s}$, $t_2=10\text{s}$, $t_3=60\text{s}$.

Biết rằng: $p_\xi(x_1)=0,8$, $p_\xi(x_2)=0,15$, $p_\xi(x_3)=0,05$.

Nguồn phát đi liên tục các xung. Hãy tính H_ξ (bit/tt), và tốc độ tạo tin của nguồn R (bit/s).

4. cho nguồn tin rời rạc của biến ngẫu nhiên ξ : $\Omega_\xi = \{x_1, x_2, \dots\}$. x_i , $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ là các xung chữ nhật có cùng biên độ và cùng độ rộng $t=20\text{ms}$. Biết rằng: $p_\xi(x_i) = C_5^{i-1} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{i-1} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^{6-i}$.

Nguồn phát đi liên tục các xung. Hãy tính H_ξ (bit/tt), và tốc độ tạo tin của nguồn R (bit/s).

5. Cho kênh rời rạc với đặc trưng thống kê là ma trận xác xuất có điều kiện:

$$\left[p_{\eta/\xi}(y_k/x_i) \right]_{(5,5)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Biết rằng: $p_\xi(x_i) = C_4^{i-1} \cdot (b)^{i-1} \cdot (1-b)^{5-i}$. Ở đây b là số thực $0 < b < 1$. hãy tính entropi có điều kiện $H_{\eta/\xi}$ và xác định giá trị của b để entropi này là cực đại.

6. Cho kênh rời rạc với đặc trưng thống kê là ma trận xác xuất có điều kiện:

ĐVQ 20193316

$$\left[p_{\eta/\xi}(y_k/x_i) \right]_{(3,3)} = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,25 & 0,25 \\ 0,25 & 0,5 & 0,25 \\ 0,25 & 0,25 & 0,5 \end{bmatrix}_{(3,3)}$$

Biết rằng: $p_\xi(x_1) = p_\xi(x_2) = b$. Ở đây b là số thực $0 < b < 0,5$. Hãy tính lượng tin tương hổ $I_{\xi\eta}$ và khảo sát nó như hàm của b . Tính C: dung luong kenh truyen

7. Cho kênh rời rạc với đặc trưng thống kê là ma trận xác xuất có điều kiện:

$$\left[p_{\eta/\xi}(y_k/x_i) \right]_{(3,3)} = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,25 & 0,25 \\ 0,2 & 0,5 & 0,25 \\ 0,3 & 0,25 & 0,5 \end{bmatrix}_{(3,3)}$$

và đặc trưng thống kê của nguồn $p_\xi(x_1) = 2p_\xi(x_2)$ và $p_\xi(x_3) = 3p_\xi(x_2)$.

. Hãy tính lượng tin tương hổ $I_{\xi\eta}$,

8. Cho hệ thống thông tin rời rạc với đặc trưng thống kê $\{p_{\xi\eta}(x_i, y_k)\}$:

ξ	η	y_1	y_2	y_3
X_1		0	0,08	0,02
X_2		0,3	0,2	0,1
X_3		0,15	0,12	0,03

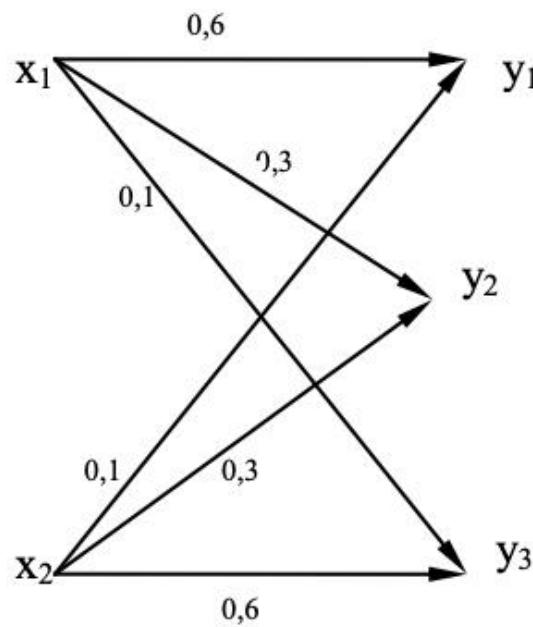
Hãy tính $I_{\xi\eta}$.

9. Cho kênh rời rạc với đặc trưng thống kê là ma trận xác xuất có điều kiện:

$$\left[p_{\eta/\xi}(y_k/x_i) \right]_{(3,3)} = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,25 & 0,25 \\ 0,25 & 0,5 & 0,25 \\ 0,25 & 0,25 & 0,5 \end{bmatrix}_{(3,3)}$$

Hãy tính dung lượng kênh truyền.

10. Hãy xác định dung lượng kênh truyền của kênh trong hình vẽ :



MA TOI UU

1. nguồn tin của tin của tín hiệu ngẫu nhiên ξ có tập các tin tức $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,3,4,5,6$. Với đặc trưng thống kê $p_\xi(x_1)=p_\xi(x_2)=0,2$; $p_\xi(x_3)=0,18$; $p_\xi(x_4)=0,17$; $p_\xi(x_5)=0,15$; $p_\xi(x_6)=0,1$. hãy thiết kế mã shanno-Fano,huffman, tính hệ số nén.
2. nguồn tin của tin của tín hiệu ngẫu nhiên ξ có tập các tin tức $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,3,4,5$. Với đặc trưng thống kê $p_\xi(x_1)=p_\xi(x_2)=0,2$; $p_\xi(x_3)=0,18$; $p_\xi(x_4)=0,17$; $p_\xi(x_5)=0,15$; $p_\xi(x_6)=0,1$. hãy thiết kế mã shanno-Fano, hoặc mã huffman .tính hệ số nén, xác định hiệu quả của mã hoá.
3. nguồn tin của tin của tín hiệu ngẫu nhiên ξ có tập các tin tức $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,3,4,5,\dots,17$. Với đặc trưng thống kê : $p(x_1)=0,05$; $p(x_2)=0,09$; $p(x_3)=0,23$; $p(x_4)=0,005$; $p(x_5)=0,07$; $p(x_6)=0,001$; $p(x_7)=0,005$; $p(x_8)=0,007$; $p(x_9)=0,03$; $p(x_{10})=0,01$; $p(x_{11})=0,07$; $p(x_{12})=0,08$; $p(x_{13})=0,13$; $p(x_{14})=0,05$; $p(x_{15})=0,17$; $p(x_{16})=0,001$; $p(x_{17})=0,001$; hãy thiết kế mã Huffman, tính hệ số nén.
4. Cho nguồn tin $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ với đặc trưng thống kê:
 $p_\xi(x_1)=p_\xi(x_2)=0,2$, $p_\xi(x_3)=0,18$, $p_\xi(x_4)=0,17$, $p_\xi(x_5)=0,15$, $p_\xi(x_6)=0,1$
Thiết kế mã nhị phân shanno-fanno

ĐVQ 20193316

1. nguồn tin của tin của tín hiệu ngẫu nhiên ξ có tập các tin tức $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,\dots,24$. Hãy thiết kế mã nhị phân có thể phát hiện và sửa sai được 1 lỗi trên cơ sở kiểm tra chẵn lẻ
2. nguồn tin của tin của tín hiệu ngẫu nhiên ξ có tập các tin tức $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,\dots,12$. Hãy thiết kế mã Hamming và kiểm tra hoạt động của mã được thiết kế.
3. Ma trận sinh của mã nhị phân tuyến tính sau:

$$[G] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- a) biểu diễn G ở dạng hệ thống.
- b) xác định ma trận kiểm tra H.
- c) hãy minh họa từ mã với tin =101, và kiểm tra nó là trực giao với H
- d) xác định khoảng cách min của mã.

4. xây dựng ma trận H_1 và H_2 tương ứng với ma trận sinh

$$[G_1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[G_2] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

5.

- a) Chuyển ma trận kiểm tra chẵn lẻ H của mã hamming (7,4) thành dạng hệ thống
- b) tìm ma trận sinh G của mã này
- c) d min của mã hamming này, giải thích làm thế nào đạt được nó từ H
- e) lập bảng giải mã cho các syndrom giải mã.
- f) giả sử véc tơ mã $v=[0001101]$ được gửi, và véc tơ lỗi là $e=[1001000]$, hãy quyết định từ mã được chữa.

6. Hãy tìm đa thức sinh G dưới dạng chuẩn khi biết matrận kiểm tra chẵn lẻ H:

- $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

- $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

7. Cho nguồn tin $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1,2,\dots,24$. Hãy thiết kế mã khồi phát hiện và sửa sai 1 lỗi.
8. Cho nguồn tin $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1, 2, 3, \dots, 12$. Hãy thiết kế mã Hamming phát hiện và sửa sai 1 lỗi.
Kiểm tra hoạt động của mã thiết kế
9. Cho nguồn tin $\Omega_\xi = \{x_i\}$, $i=1, 2, 3, \dots, 24$. Hãy thiết kế mã khồi Hamming phát hiện và sửa sai 1 lỗi.

10. Mã Haming.

a) Hãy xác định từ mã Haming $[u_1]$, $[u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1] = [0100]$, và $[i_2] = [0101]$.

b) Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau:

$$[u_1] = [0000111], [u_2] = [1111100], [u_3] = [1000011].$$

11. cho ma trận $H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

- Xác định ma trận Ght?
- có bao nhiêu từ mã? d_{min} ?
- chứng minh ràng: 2 từ mã bất kỳ là trực giao với nhau

12. a) giả sử (n,k) mã khồi tuyến tính mà mỗi bit trong nó được truyền qua kenh nhi phân đối xứng với $p < 0,5$. cm rằng giải mã max likelihood dẫn đến min khoảng cách hamming giải mã.

13. a) cấu trúc ma trận H kiểm tra chẵn lẻ của ma h amming $(15,11)$. giải thích làm thế nào nó có thể chữa các sai 1 lỗi.
c) mã hamming $(15,11)$ giả sử nhận $[100100000001100]$, tính véc tơ đúng.

1. cho mã $C(6,3)$ với ma trận sinh

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- liệt kê các từ mã của C
- Tìm d_{min}

- Mã có khả năng sửa bao nhiêu lỗi
- Tìm ma trận kiểm tra

MA VONG

- hệ thống với đa thức sinh $g(x)=x^3 + x^2 + 1$:
 - Hãy xác định từ mã $[u_1], [u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1] = [0100]$, và $[i_2] = [0101]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1] = [0000111], [u_2] = [1111100], [u_3] = [1001011]$.
- Mã vòng không hệ thống với đa thức sinh $g(x)=x^3 + x^2 + 1$:
 - Hãy xác định từ mã $[u_1], [u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1] = [0100]$, và $[i_2] = [0101]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1] = [0000111], [u_2] = [1111100], [u_3] = [1001011]$.
- ~~Mã vòng hệ thống với đa thức sinh $g(x)=x^3 + x + 1$:~~
 - Hãy xác định từ mã $[u_1], [u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1] = [0100]$, và $[i_2] = [0101]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1] = [0001111], [u_2] = [1111100], [u_3] = [1001110]$.
- ~~Mã vòng không hệ thống với đa thức sinh $g(x)=x^3 + x + 1$:~~
 - Hãy xác định từ mã $[u_1], [u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1] = [0100]$, và $[i_2] = [0101]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1] = [0001111], [u_2] = [1111100], [u_3] = [1001110]$.
- Tìm tất cả các đa thức sinh monic đối với các Ideal sau đây:
 - A. $I = \langle 1+x+x^3 \rangle \subset F_2[x]/(x^7+1)$;
 - B. $I = \langle 1+x^2 \rangle \subset F_3[x]/(x^4+1)$;
- xác định liệu những đa thức sau đây có là đa thức sinh của các mã vòng có chiều dài đã cho?
 - $g(x) = 1+x+x^2+x^3+x^4$ đối với mã có chiều dài = 7
 - ~~$g(x) = 2+2x+x^3$ cho mã vòng tam phân~~, với $n=8$.
- cho mã vòng nhị phân với chiều dài $n=9$. với đa thức sinh $g(x)=1+x^3$.
 - tìm đa thức kiểm tra $h(x)$ ($ds=x^6+x^3+1$)
 - dùng $h(x)$ để xác nhận 010100110 là từ mã
- Xác định chiều dài nhỏ nhất cho ma nhị phân với đa thức sinh như sau:
 - $g(x) = 1+x^4+x^5$

Câu 3 câu 4
giống câu 1
câu 2 quá nêu
lời làm, xem
lại rồi tự giải
nhé

- $$\bullet \quad g(x) = 1 + x + x^2 + x^4 + x^6$$

ĐVQ 20193316
Lý thuyết sinh và lý thuyết của các mô hình phâ

9. xác định đa thức sinh, và kích thước của mã vòng nhỏ nhất có chứa 1 trong các từ mã sau:

 - A. $1000111 \in F_2^7$
 - B. $(1, 0, 2, 0, 2, 0, 1, 1) \in F_3^8$

10. cho mã C = {[0 0 0 0 0 0], [1 0 1 1 1 0], [001010], [110111], [100100], [011001], [111101], [010011]}, tìm ma trận sinh và ma trận kiểm tra.

11. đa thức sinh $g(x)=x^4+x+1$ là đa thức sinh chữa mã Haming nhị phân C(n=15, k=11).

 - xác định ma trận G của mã hệ thống
 - Xác định đa thức sinh của mã đối ngẫu, và viết ma trận sinh của mã (không hệ thống)

12. Mã vòng nhị phân C(15,11) với đa thức sinh $g(x)=x^4+x+1$. Mã C(8,4) là mã shortening của mã C(15,11).

 - Tạo và liệt kê các từ mã của mã C(8,4).
 - Xác định dmin của mã C(8,4)

13. Đa thức $x^{15}+1$ được khai triển thành các đa thức thành phần $x^{15}+1=(x^4+x^3+1)(x^4+x^3+x^2+x+1)(x^4+x+1)(x^2+x+1)(x+1)$

 - xác định ma trận sinh của mã hệ thống với đa thức sinh $g(x)=(x^4+x^3+x^2+x+1)(x^4+x+1)(x^2+x+1)$ của mã C(15,5)
 - xác định dmin của mã này, mã có thể sửa được bao nhiêu lỗi?
 - mã có thể phát hiện được bao nhiêu lỗi?

14. Cho đa thức sinh của mã C(15,2) với đa thức sinh $g(x)=(x^{15}+1)/(x^2+x+1)$.

 - tìm các từ mã?
 - xác định dmin và mã có khả năng sửa bao nhiêu lỗi.

15. Cho mã vòng với đa thức sinh $g(x)=x^8+x^6+x^4+x^2+1$;

 - tìm mã vòng có tỷ lệ mã ($R=k/n$) là nhỏ nhất với đa thức sinh trên. xác định R?
 - xác định dmin, và mã chữa được bao nhiêu lỗi.

thích $g(x)=(x^4+x^3+x^2+x+1)(x^4+x^3+x^2+x+1)$.

16. Xác định đa thức sinh và tỷ lệ mã của mã BCH có khả năng chữa 2 lỗi, với $n=31$?; Nếu nhận được $r=00000000000000000000000011001001001$, dùng thuật toán Berlekamp-Massey để xác định error location.

17. Cho mã BCH C(15,7) từ đó tạo ra mã shorted C(12,4). Xác định đa thức sinh của mã này.

18. Xác định mã RS với $n=7$, chữa được 2 lỗi. $g(x)$? R ? xác định hàm phân bố trọng lượng (weigh distribution function)

19. CMR product code có $d_{min}=d_{min1}*d_{min2}$ $d_{min1},2$ là dmin của các mã thành phần

20. Mã vòng hệ thống C(n=7, k=3) với đa thức sinh $g(x)=x^4+x^3+x^2+1$:
- Mã phát hiện được bao nhiêu lỗi ?, phát hiện và sửa sai được bao nhiêu lỗi ?. Xác định d_{min} ?
 - Hãy xác định từ mã $[u_1]$, $[u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1]=[010]$, và $[i_2]=[110]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1]=[0110010]$, $[u_2]=[0101111]$.

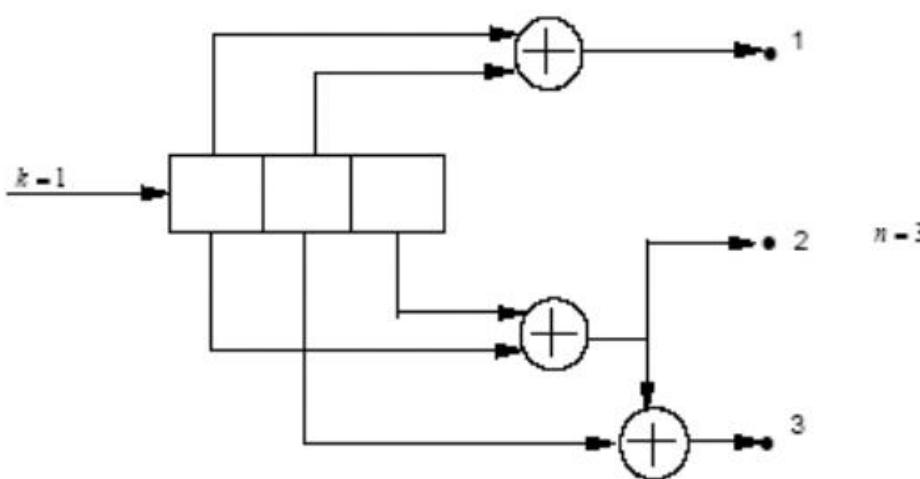
21. Mã vòng không hệ thống C(n=7, k=3) với đa thức sinh $g(x)=x^4+x^2+x+1$:
- Mã phát hiện được bao nhiêu lỗi ?, phát hiện và sửa sai được bao nhiêu lỗi ?. Xác định d_{min} ?
 - Hãy xác định từ mã $[u_1]$, $[u_2]$ tương ứng với các tin tức $[i_1]=[101]$, và $[i_2]=[110]$.
 - Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau: $[u_1]=[0011111]$, $[u_2]=[0001110]$.

MA TICH CHAP

- giả sử tỷ lệ $r=1/3$, constraint-length 4 bộ mã hoá với generator (15,13,11) in octal notation.
 b)vẽ diagram chỉ ra cấu trúc bộ mã hoá.
 c)cấu trúc giản đồ trạng thái của mã
 d) giả sử chuỗi nhận được do việc truyền 4 bit thông tin đầu tiên là $r=[110001011110]$. sử dụng thuật toán veterbi quyeest định những giá trị nào là giống nhau 4 bit thông tin đầu vào được truyền . giả sử trạng thái đầu vào của bộ mã hoá bắt đầu là trạng thái zero

- Mã chập được mô tả bởi $g_1=[101]$, $g_2=[111]$, $g_3=[111]$
 - vẽ bộ mã hoá tương ứng với mã này.
 - xây dựng lưu đồ chuyển đổi trạng thái của mã.
 - hãy tìm hàm truyền và khoảng cách tự do của mã này.
 - Vẽ sơ đồ lưới của mã .

- cho ma

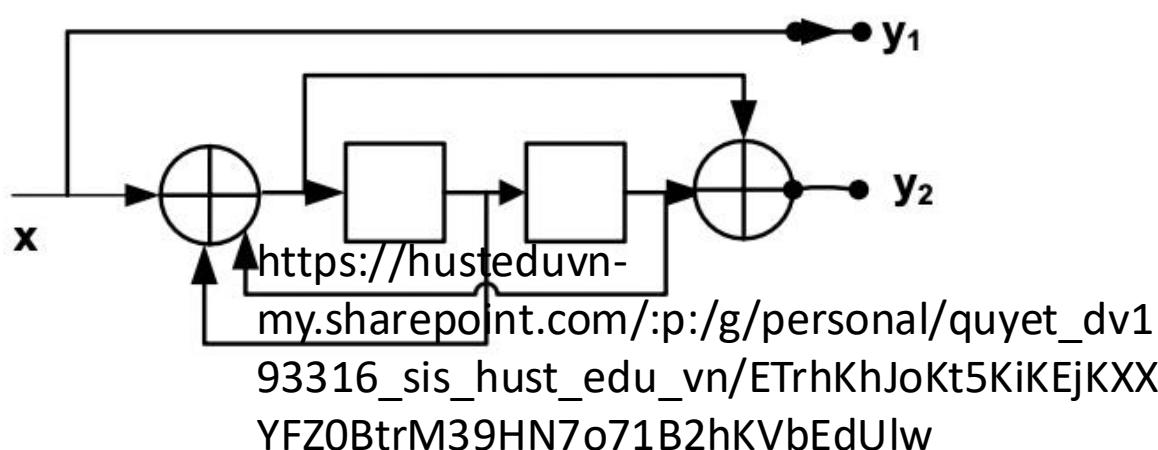


- dựng giản đồ trạng thái của mã.

- b) tìm hàm truyền của mã này.
c) tìm min khoảng cách tự do của mã và chỉ ra path tương ứng in trong trellis

4. Mã chập được mô tả bởi $g_1=[100]$, $g_2=[101]$, $g_3=[111]$
- vẽ bộ mã hoá tương ứng với mã này.
 - xây dựng lưu đồ chuyển đổi trạng thái của mã.
 - hãy tìm hàm truyền và khoảng cách tự do của mã này.
 - Vẽ sơ đồ lưới của mã .
 - Mã này được dùng để truyền trên kênh AGN với giải mã xác định cứng. Đầu ra của giải điều chế là dãy ký hiệu (101001011110111...). Sử dụng thuật toán Viterbi tìm dãy đã truyền đi.

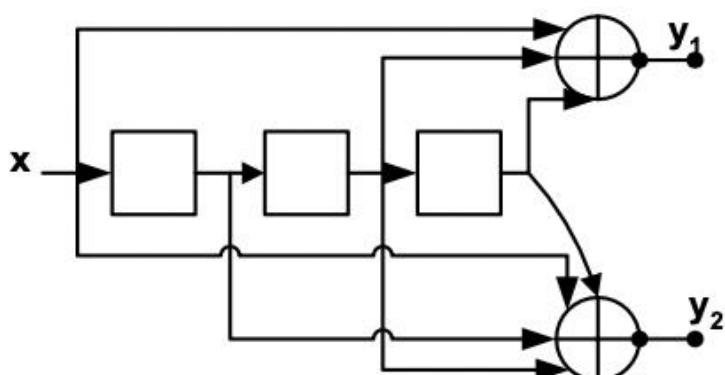
5. cho mã tích chập nhị phân $C(n=2, k=1)$ với sơ đồ mã hóa:



- Vẽ sơ đồ trạng thái.
- Tính hàm truyền và xác định d_{free} .
- xác định chuỗi từ mã tương ứng chuỗi thông tin $u=(01011)$

6. Giải xử lý mã nhị phân memory -3. tỷ lệ $\frac{1}{2}$ mã convolution với bộ mã hóa có generator (15,17)

- Phác họa mạch mã hóa, sơ đồ trạng thái của nó.
- Tìm $T(x,y,z)$, xác định d_{free} .
- Truyền dẫn qua kênh BSC, đánh giá hiệu xuất (performance) của bộ mã hóa này và so sánh với bộ mã hóa memory-2 với đa thức (5,7).



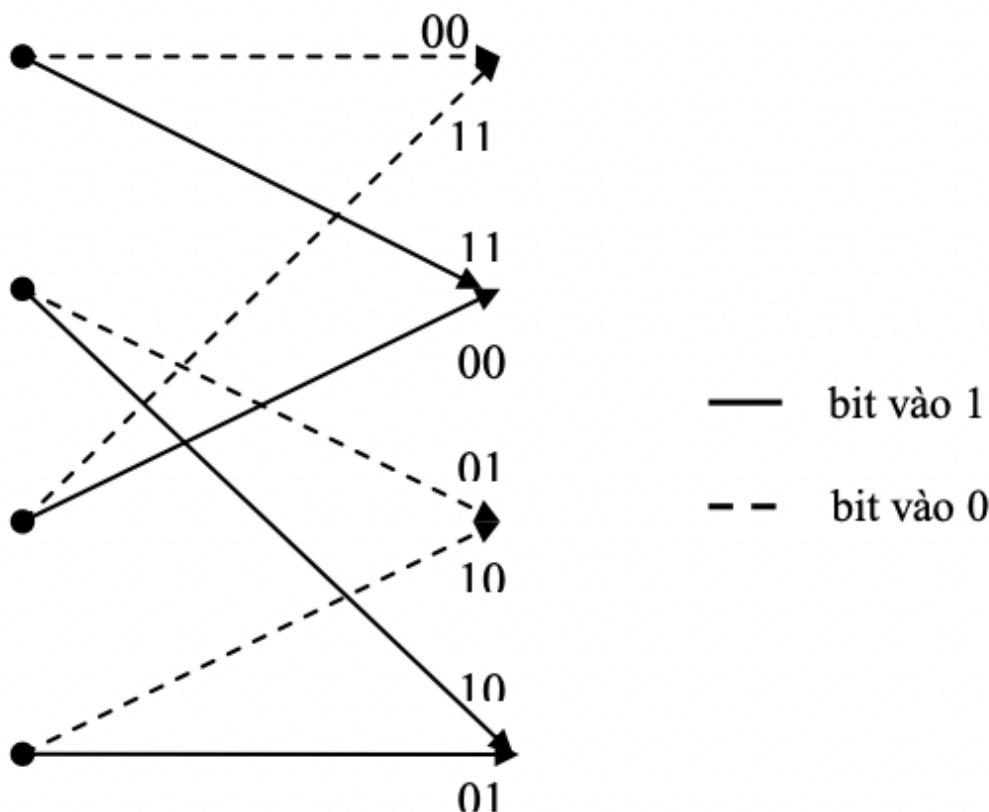
7. Cho bộ mã hóa tích chập ($n=2, k=1, m=2$) có đáp ứng xung $g_1=[1\ 1\ 0]$, $g_2=[0\ 1\ 1]$.

- vẽ sơ đồ trạng thái?
- tìm d_{free} ?
- xác định ma trận $G(D)$. Có tồn tại matran nghịch đảo $G^1(D)$?
- thực hiện giải mã theo thuật toán viterbi khi nhận được chuỗi $r=10\ 01\ 11\ 01$ và giải thích

8. Cho bộ mã hóa tích chập $n=3, k=1$ được mô tả bởi đáp ứng xung $g_1=[1\ 0\ 1]$, $g_2=[1\ 1\ 1]$, $g_3=[1\ 1\ 1]$.

- vẽ mạch mã hóa?
- vẽ sơ đồ trạng thái?
- Xác định hàm truyền và d_{free}
- giải mã theo thuật Viterbi cho chuỗi nhận được $r= 101\ 001\ 011\ 110\ 111$.

9. Cho mã tích chập $C(n=2, k=1, m=2)$. Biết giá trị đầu ra bộ mã, và giá trị vào bộ mã như sau:



- a) Hãy vẽ sơ đồ mạch thực hiện mã hóa
- b) Xác định chuỗi từ mã khi chuỗi vào $x= 101101$
- c) Thực hiện giải mã theo thuật toán Viterbi (quyết định cứng) nếu chuỗi nhận được $10\ 00\ 00\ 10\ 10\ 00$.
- d) Xác định hàm truyền, và d_{free}

10) Cho bộ mã hóa tích chập $C(n=3, k=1)$ có đáp ứng xung được mô tả bởi $g_1=[101]$, $g_2=[111]$, $g_3=[111]$

- a) Vẽ bộ mã hóa tương ứng với mã này.
- b) Xây dựng lưu đồ chuyển đổi trạng thái của mã.
- c) Hãy tìm hàm truyền và khoảng cách tự do (d_{free}) của mã này.
- d) Thực hiện giải mã theo thuật toán Viterbi cho chuỗi nhận được: $r= 111\ 001\ 000\ 100\ 011$

ĐVQ 20193316

Tin 1234	Ma ha ming 1234567	Ma vong $g=x^3+x^2+1$ [1011]		Ma vong $g=x^3+x+1$ [1101]	
		Khong HT	HT	Khong HT	HT
0000	0000000	0000000	0000000	0000000	0000000
0001	1101001	0001011	0111011	0001101	1010001
0010	0101010	0010110	1100010	0011010	1110010
0011	1000011	0011101	1010011	0010111	0100011
0100	1001100	0101100	1110100	0110100	0110100
0101	0100101	0100111	1000101	0111001	1100101
0110	1100110	0111010	0010110	0101110	1000110
0111	0001111	0110001	0100111	0100011	0010111
1000	1100000	1011000	1011000	1101000	1101000
1001	0011001	1010011	1101001	1100101	0111001
1010	1011010	1001110	0111010	1110010	0011010
1011	0110011	1000101	0001011	1111111	1001011
1100	0111100	1110100	0101100	1011100	1011100
1101	1010101	1111111	0011101	1010001	0001011
1110	0010110	1100010	1001110	1000110	0101110
1111	1111111	1101001	0101111	1001011	1111111

1)

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^4 p(x_i) x_i = 0,010625 (\text{stt})$$

$$n_0 = \frac{1}{\bar{x}} \approx 94,12 (\text{stt/s})$$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^4 p(x_i) \log p(x_i) = 1,75 (\text{bit/stt})$$

$$R = n_0 H(X) = 164,71 (\text{bit/s})$$

2)

Vì làm nhiều rãnh, skip

3)

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^3 p(x_i) x_i = 0,53 (\text{stt})$$

$$n_0 = \frac{1}{\bar{x}} = \frac{10}{53} (\text{stt/s})$$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^3 p(x_i) \log p(x_i) \approx$$

$$= 0,8842 (\text{bit/stt})$$

$$R = n_0 H(X) = 4,68626 (\text{bit/s})$$

4)

Bảng phân phối xác suất:

i	$P(x_i)$
1	0,13169
2	0,32922
3	0,32922
4	0,16461
5	0,04115
6	$4,11 \cdot 10^{-3}$

$$\bar{t} = 20 \cdot 10^{-3} (\text{s}/\text{tt})$$

$$n_0 = \frac{1}{\bar{t}} = 50 (\text{tt/s})$$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^6 P(x_i) \log P(x_i)$$

$$= 2,091 (\text{bit/tt})$$

$$R = n_0 H(X) = 104,55 (\text{bit/s})$$

ĐVQ 20193316

5)

$$H(Y|X) = - \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^5 P(x_i, y_k) \log P(y_k | x_i)$$

$$= \sum_{i=1}^5 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= P(x_2) \left(\text{[REDACTED]} \sum_{k=1}^5 P(y_k | x_2) \right)$$

$$= P(x_2) = C_4^1 b (1-b)^3 \text{ (bit/tt)}$$

$$\Rightarrow \text{[REDACTED]} H(Y|X)_{\max} = \frac{27}{64} \text{ khi } b = 0,25 \text{ (bit/tt)}$$

6) $P(x_1) = P(x_2) = b \Rightarrow P(x_3) = 1 - 2b$

$$I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X)$$

$$P(y_1) = \sum_{i=1}^3 P(x_i) P(y_1|x_i)$$

$$= b \cdot 0,5 + b \cdot 0,25 + (1-2b) \cdot 0,25 \\ = 0,25b + 0,25$$

Entsprechendes für

$$\Rightarrow P(y_2) = 0,25b + 0,25$$

$$\Rightarrow P(y_3) = 0,5 - 0,5b$$

$$H(Y) = \sum_{k=1}^3 P(y_k) \log P(y_k)$$

$$H(Y|X) = -\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 P(x_i, y_k) \log P(y_k|x_i)$$

$$= \sum_{i=1}^3 P(x_i) H(Y|x_i)$$

ĐVQ 20193316

$$= b \cdot 1,5 + b \cdot 1,5 + (1-2b) \cdot 1,5$$

$$= 1,5 + b \quad (=) \text{ p thuộc } p(x_i)$$

$$\Rightarrow I(X; Y) = -2b \log b - (1-2b) \log(1-2b) - 1,5$$

$$C = I(X; Y)_{\max}$$

$$= (H(Y) - 1,5)_{\max}$$

$$<= H(Y)_{\max}$$

$$H(Y)_{\max} = \log_2 3 \quad (=) \quad p(y_k) = \frac{1}{3} \quad \forall k = 1; 3$$

$$\Rightarrow C = \log_2 3 - 1,5 = 0,085 \text{ (bit/s)}$$

$$7) \quad \left\{ \begin{array}{l} P(x_1) = 2P(x_2) \\ P(x_3) = 3P(x_2) \\ P(x_1) + P(x_2) + P(x_3) = 1 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} P(x_1) = 1/3 \\ P(x_2) = 1/6 \\ P(x_3) = 1/2 \end{array} \right.$$

$$H(Y|X) = \sum_{i=1}^3 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 1,485 + \frac{1}{6} 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 1,5$$

$$= 1,495 \text{ (bit/tt)}$$

$$P(y_k) = \sum_{i=1}^3 P(x_i) P(y_k|x_i)$$

$$\Rightarrow P(y_1) = 0,35 \quad 1/3$$

$$P(y_2) = \cancel{\frac{7}{2}} \quad 11/40$$

$$P(y_3) = \cancel{\frac{3}{8}} \quad 47/120$$

$$\Rightarrow H(Y) = - \sum_{k=1}^3 P(y_k) \log P(y_k)$$

$$= 1,57 \text{ (bit/tt)}$$

ĐVQ 20193316

$$I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X)$$
$$= 0,075 \text{ (bit/tt)}$$

8)

$$H(X) = -\sum_{i=1}^3 P(x_i) \log P(x_i)$$
$$= 1,295 \text{ (bit/tt)}$$
$$H(Y) = -\sum_{k=1}^3 P(y_k) \log P(y_k)$$

$$= 1,458 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(X;Y) = -\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 P(x_i, y_k) \log \frac{P(x_i, y_k)}{P(x_i, y_k)}$$

$$= 2,651 \text{ (bit/tt)}$$

$$\Rightarrow I(X;Y) = -H(X;Y) + H(X) + H(Y)$$

$$= 0,102 \text{ (bit/tt)}$$

9) $P(x_1) = a \quad P(x_2) = b \quad P(x_3) = 1-a-b$

$$H(Y|X) = \sum_{i=1}^3 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= a \cdot 1,5 + b \cdot 1,5 + (1-a-b) \cdot 1,5$$

$$= 1,5 \nabla a, b$$

\Rightarrow C p thuộc $P(x_i)$

$\# C = I(X;Y)_{\max}$

$$= [H(Y) - H(Y|X)]_{\max}$$

$$= [H(Y) - 1,5]_{\max}$$

$$\Leftrightarrow H(Y)_{\max}$$

$$H(Y)_{\max} = \log_2 3 \Leftrightarrow P(y_k) = \frac{1}{3} \quad \forall k = 1; 3$$

$$\Rightarrow C = \log_2 3 - 1,5 = 0,085 \text{ (bit/s)}$$

P(x₁) = a P(x₂) = 1 - a

10)

$$H(Y|X) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= a \cdot 1,3 + (1-a) \cdot 1,3$$

$$= 1,3 + a \Rightarrow a \text{ pthuộc } P(x_i)$$

$$C = I(X;Y)_{\max} = [H(Y) - H(Y|X)]_{\max}$$

...

$$= \log_2 3 - 1,3 = 0,285 \text{ (bit/s)}$$

MA TOI UU

Shannon - Fano:

1)

	x _i	P(x _i)
	x ₁	0,2
	x ₂	0,2
	x ₃	0,18
	x ₄	0,17
	x ₅	0,15
	x ₆	0,1
		6

Câu 1

Câu 2

Câu 4

Đề

giống

nhau

:v

	Điều mã	l _i
x ₁	00	2
x ₂	010	3
x ₃	011	3
x ₄	10	2
x ₅	110	3
x ₆	111	3

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^6 P(x_i) l_i = 2,63 \text{ (bit/kh)}$$

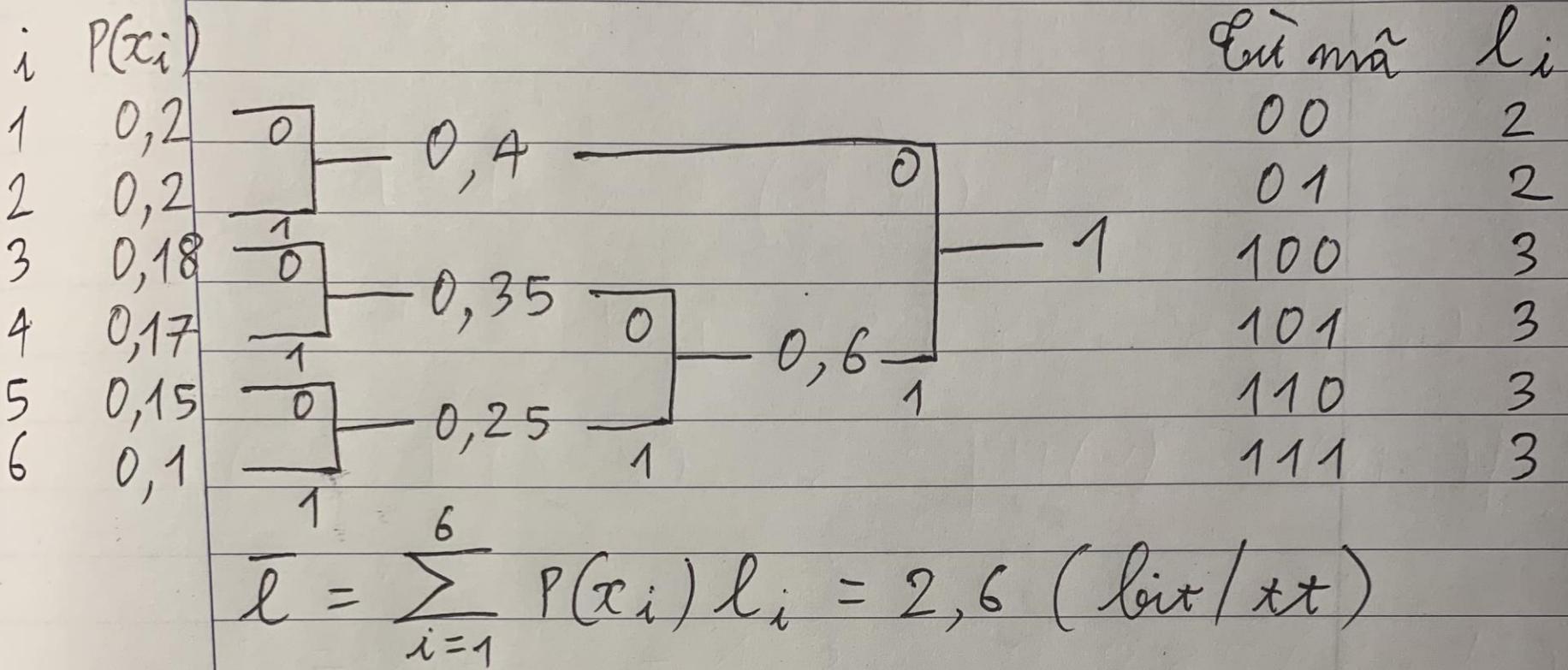
$$H(X) = - \sum_{i=1}^6 P(x_i) \log P(x_i) = 2,5514 \text{ (bit/kh)}$$

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = 0,97$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 6}{2,63} = 0,983$$

ĐVQ 20193316

Huffman:



$$H(X) = - \sum_{i=1}^6 P(x_i) \log P(x_i) = 2,5514 \text{ (bit/xt)}$$

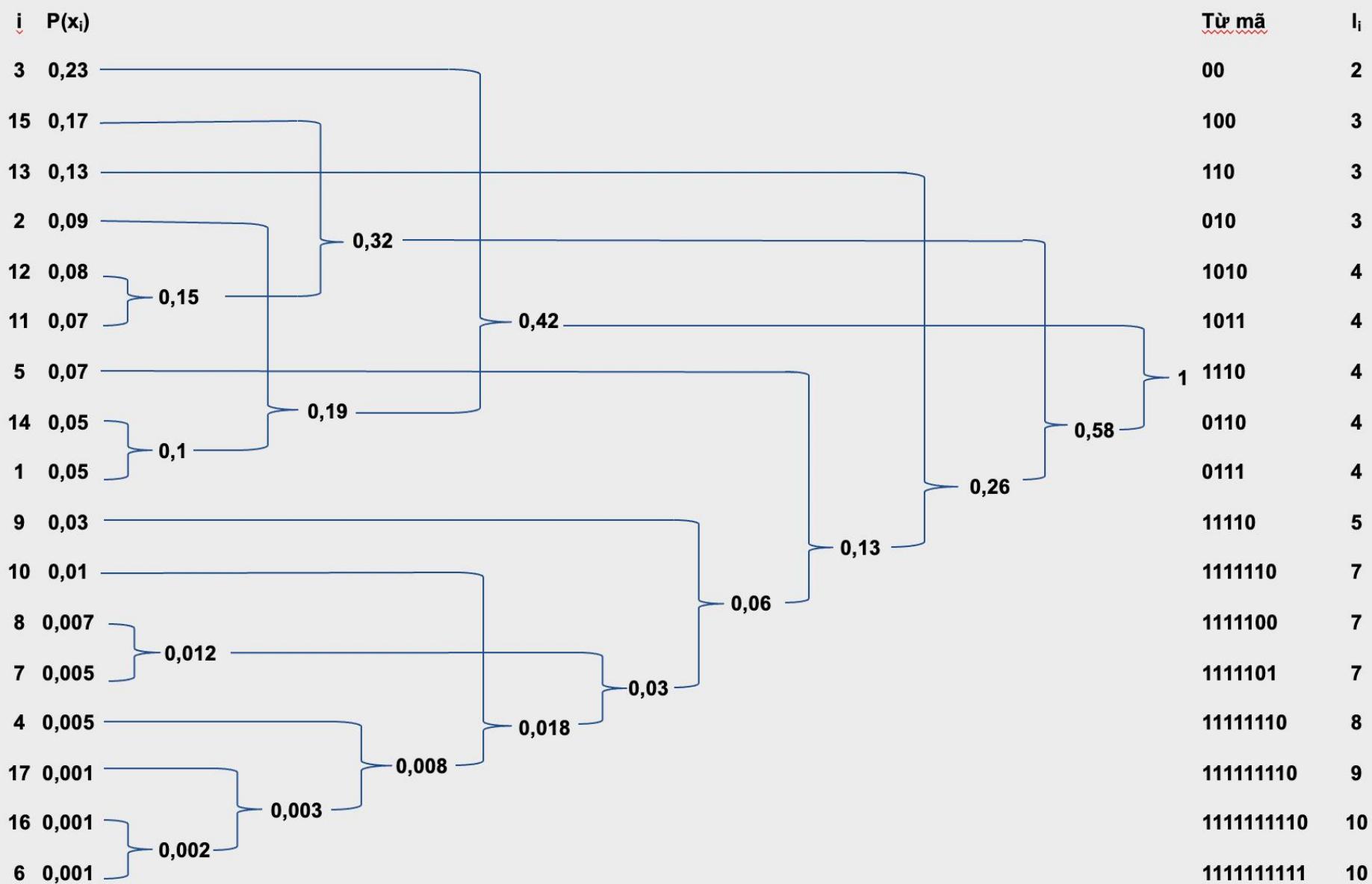
$$K_t = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,5514}{2,6} = 0,98$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 6}{2,6} = 0,994$$

$$H(X) \leq \bar{l} < H(X) + 1 \quad (2,55 < 2,6 < 3,55)$$

\Rightarrow Bộ mã tối ưu tương đối.

3) Mã hóa theo Huffman:



$$\bar{l} = \sum_1^{17} P(x_i) l_i = 3,283 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(X) = \sum_1^{17} P(x_i) \log P(x_i) = 3,253 \text{ (bit/tt)}$$

Hệ số nén:

$$K_t = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{3,253}{3,283} = 0,991$$

$$K_n = \frac{H(X)\max}{\bar{l}} = \frac{\log 17}{3,283} = 1,245$$

ĐVQ 20193316

ĐỀ THI 20193316

1. Ma trận sinh của mã nhị phân
tuyên tinh sau:

$$[G] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- a) biểu diễn G ở dạng hệ thống.
- b) xác định ma trận kiểm tra H_{ht} .
- c) hãy minh họa từ mã với tin =101,
 G_{va} kiểm tra nó là trực giao với H_{ht}
- d) xác định khoảng cách min của mã.

2. xây dựng ma trận H_1 và H_2 tương ứng với ma trận sinh

$$[G_1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3.

- a) Chuyển ma trận kiểm tra chẵn lẻ H của mã haming (7,4) thành dạng hệ thống
- b) tìm ma trận sinh G của mã này
- c) d min của mã haming này, giải thích làm thế nào đạt được nó từ H
- e) lập bảng giải mã cho các syndrom giải mã.
- f) giả sử véc tơ mã $v=[0001101]$ được gửi, và véc tơ lỗi là $e=[1001000]$, hãy quyết định từ mã được chữa.

a) Hãy xác định từ mã Haming [u_1], [u_2] tương ứng với các tin tức [i_1]= [0100], và [i_2]= [0101].

b) Hãy tiến hành giải mã (sửa sai, và lọc tin) cho những từ mã nhận được sau:

$$[u'_1] = [0000111], [u'_2] = [1111100],$$

$$[u'_3] = [1000011].$$

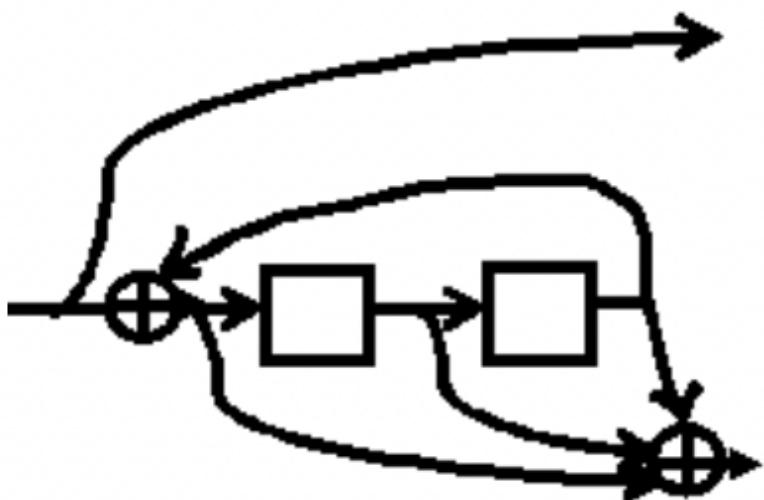
Bài tập chương 4

- Cho mã vòng C(7,4) với đa thức sinh $g(x)=(1+x^2 + x^3)$, xác định đa thức kiểm trả h(x)
- Xác định ma trận kiểm tra của mã vòng không hệ thống với đa thức sinh g(x)
- Xác định đa thức sinh của mã đối ngẫu C(7,3)
- Đa thức sinh g(x), tin tức [1011]
 - o Xác định từ mã của mã hóa không hệ thống, với 2 kiểu trình bày: dạng đa thức và dạng matran (vector)
 - o Xác định từ mã của mã hóa hệ thống, với 2 kiểu trình bày: dạng đa thức và dạng matran (vector) .

-
- Đa thức sinh g(x), thu được $c'_1=[1110011]$, $c'_2=[1010001]$. Thực hiện giải mã, xác định vec tơ tin tức tương ứng m_1 , m_2 ứng với các trường hợp :
 - o Mã không hệ thống
 - o Mã hệ thống

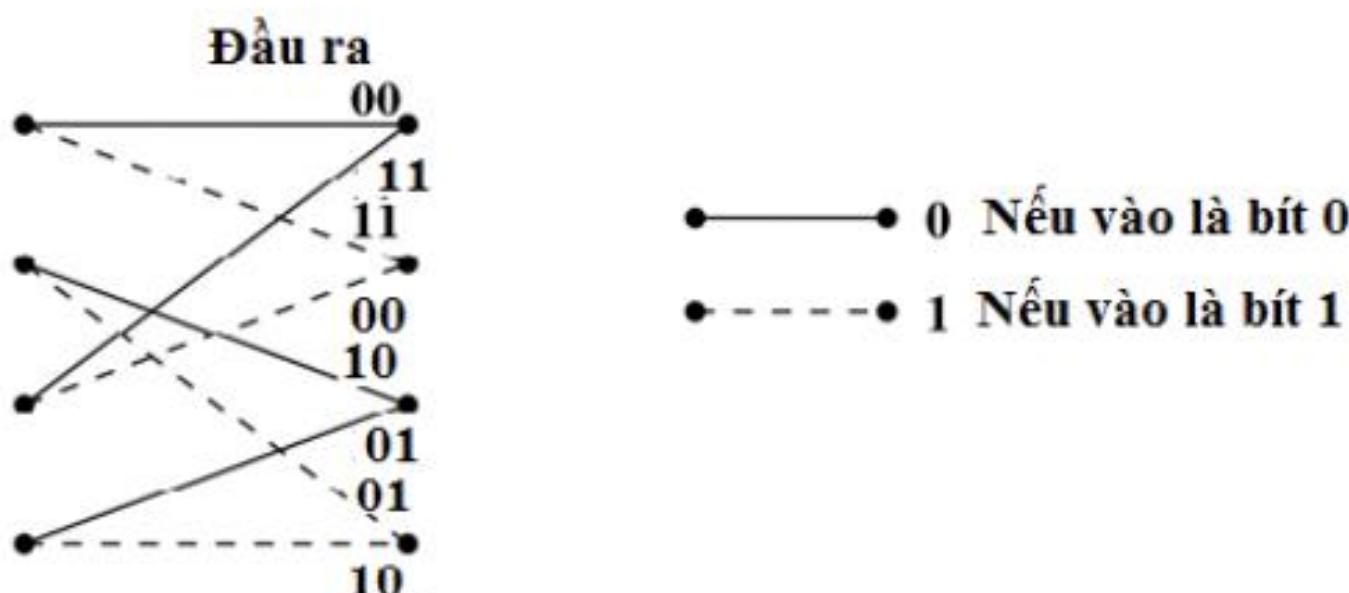
1. Mã chập được mô tả bởi $g_1=[100]$, $g_2=[101]$, $g_3=[111]$
- vẽ bộ mã hóa tương ứng với mã này.
 - xây dựng lưu đồ chuyển đổi trạng thái của mã.
 - hãy tìm hàm truyền và d_{free} của mã này.
 - Vẽ sơ đồ lưới của mã .
 - chuỗi $(101\ 000\ 100\ 110\ 101\dots)$. Sử dụng thuật toán Viterbi tìm dãy đã truyền đi.

2. bộ mã hóa



- Mã trận hàm truyền đạt
- Sơ đồ trạng thái
- Tính hàm truyền và xác định d_{free}
- Dùng thuật toán viterbi giải mã cho chuỗi nhận được $10\ 11\ 00\ 10\ 01$

1. Cho mã chập có sơ đồ lưới như hình vẽ:



- Vẽ lưu đồ trạng thái và mạch lập mã
 $a = \text{poly2trellis}(3, [7, 5])$
- Giả sử dữ liệu đầu vào $u = 10101011$.
 Giải mã : Xác định dữ liệu đầu ra
 $[11\ 10\ 00\ 10\ 00\ 10\ 00\ 01]$
- Giả sử đầu ra thu được dòng dữ liệu 11 00 01 01 01 00 10. Dung thuật toán giải mã viterbi xác định chuỗi từ mã gửi đi

ĐVQ 20193316

Câu 1:

a)

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xrightarrow{h_1 \leftrightarrow h_3} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [I | Z] = G_{ht}$$

b) $H_{ht} = [Z^T | I] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

c)

$$C = u \cdot G_{ht} = [101] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [1010011]$$

$$C \cdot H_{ht}^T = [1010011] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [0000] \Rightarrow \text{Fruc giao}$$

$$d) d(h_1, h_2) = 4 \quad d(h_1, h_3) = 4$$

$$d(h_2, h_3) = 4$$

$$\Rightarrow d_{\min} = 4$$

Câu 2:

$$G_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (n; k) = (7; 4)$$

$$g_1(x) = 1 + x + x^3$$

$$h_1(x) = \frac{x^n + 1}{g_1(x)}$$

$$= \frac{x^7 + 1}{1 + x + x^3} = x^4 + x^2 + x + 1$$

$$\deg(h_1(x)) = 4$$

$$h_1^*(x) = x^{\deg(h_1(x))} h_1(x^{-1})$$

$$= x^4 (x^{-4} + x^{-2} + x^{-1} + 1)$$

$$= 1 + x^2 + x^3 + x^4$$

$$\Rightarrow H_1 = \begin{bmatrix} h_1^*(x) \\ x h_1^*(x) \\ x^2 h_1^*(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + x^2 + x^3 + x^4 \\ x + x^3 + x^4 + x^5 \\ x^2 + x^4 + x^5 + x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (n; k) = (7; 4)$$

$$g_2(x) = 1 + x^2 + x^3$$

$$h_2(x) = \frac{x^n + 1}{g_2(x)} = \frac{x^7 + 1}{1 + x^2 + x^3} = x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

$$\deg(h_2(x)) = 4$$

$$h_2^*(x) = x^{\deg(h_2(x))} h_2(x^{-1})$$

$$= x^4 (x^{-4} + x^{-3} + x^{-2} + 1)$$

$$= 1 + x + x^2 + x^4$$

$$\Rightarrow H_2 = \begin{bmatrix} h_2^*(x) \\ xh_2^*(x) \\ x^2h_2^*(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^2+x^4 \\ x+x^2+x^3+x^5 \\ x^2+x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1110100 \\ 0111010 \\ 0011101 \end{bmatrix}$$

Câu 3:

a) $H_{\text{hamming}}^{(7;3)} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$$\frac{h_1 = h_1 + h_2}{h_2 = h_2 + h_3} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{h_2 = h_2 + h_1}{h_3 = h_3 + h_1} \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [Z^T | I] = H_{ht}$$

b) $(n; k) = (7; 4)$ Ta có: $2^k - 1 = n = 7 \Rightarrow k = 3$

\Rightarrow có $2^3 = 8$ từ mã

Xét từ mã đầu ra $c = [a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7]$

$l_2 l_1 l_0$

$0 0 0$

$0 0 1 a_1$

$0 1 0 a_2$

$0 1 1 a_3$

$1 0 0 a_4$

$1 0 1 a_5$

$1 1 0 a_6$

$1 1 1 a_7$

Với các bit kiểm tra nằm

tại các vị trí 2^i

$(i = 0; 1; \dots; r-1)$

$\Rightarrow a_1; a_2; a_4$ là các

bit kiểm tra.

Xét từ mã tin tức:

$$u = [a_3 a_5 a_6 a_7] \quad (\text{bỏ các bit ktra})$$

Ta có: $u G = c$

$$\Leftrightarrow [a_3 a_5 a_6 a_7] G = [a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7]$$

Với $G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} & g_{14} & g_{15} & g_{16} & g_{17} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} & g_{24} & g_{25} & g_{26} & g_{27} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} & g_{34} & g_{35} & g_{36} & g_{37} \\ g_{41} & g_{42} & g_{43} & g_{44} & g_{45} & g_{46} & g_{47} \end{bmatrix}$

là ma trận sinh của H hamming

$$\begin{aligned}
 & \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} a_3 g_{13} + a_5 g_{23} + a_6 g_{33} + a_7 g_{43} = a_3 \\ a_3 g_{15} + a_5 g_{25} + a_6 g_{35} + a_7 g_{45} = a_5 \\ a_3 g_{16} + a_5 g_{26} + a_6 g_{36} + a_7 g_{46} = a_6 \\ a_3 g_{17} + a_5 g_{27} + a_6 g_{37} + a_7 g_{47} = a_7 \end{array} \right. \\
 & \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} g_{13} = 1 \\ g_{23} = g_{33} = g_{43} = 0 \\ g_{25} = 1 \\ g_{15} = g_{35} = g_{45} = 0 \\ g_{36} = 1 \\ g_{16} = g_{26} = g_{46} = 0 \\ g_{47} = 1 \\ g_{17} = g_{27} = g_{37} = 0 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Lập tổng kiểm tra:

$$l_2 = a_4 + a_5 + a_6 + a_7 = 0$$

$$\text{Mà } \Leftrightarrow a_4 = a_5 + a_6 + a_7$$

$$\text{chì } a_3 g_{14} + a_5 g_{24} + a_6 g_{34} + a_7 g_{44} = a_4$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} g_{14} = 0 \\ g_{24} = g_{34} = g_{44} = 1 \end{cases}$$

$$\text{Tương tự} \Rightarrow \begin{cases} g_{22} = 0 \\ g_{12} = g_{32} = g_{42} = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g_{31} = 0 \\ g_{11} = g_{21} = g_{41} = 1 \end{cases}$$

\Rightarrow Ma trận sinh:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Lưu ý: mọi mã Hamming đều có $d_{\min} = 3$

c) $d(h_1, h_2) = 4 \quad d(h_1; h_3) = 4$

$d(h_1; h_4) = 3 \quad d(h_2; h_3) = 4$

$d(h_2; h_4) = 3 \quad d(h_3; h_4) = 3.$

$\Rightarrow d_{\min} = 3 \quad (\Rightarrow \text{Phát hiện & sửa sai 1 lỗi})$

d) Bảng giải mã Syndrome:

Số lỗi	Vector lỗi ϵ	Vector Syndrome $S = \epsilon \cdot H_{\text{hamming}}^T$
0	0000000	000
1	1000000	001
	0100000	010
	0010000	011
	0001000	100
	0000100	101
	0000010	110
	0000001	111

f) Vector được chữa là:

$$v_d = v + e = [0001101] + [1001000]$$

$$= [1000101]$$

Câu 10: * dùng câu 3 *

a) $u_1 = i_1 \cdot G = [0100] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

 $= [1001100]$

$u_2 = i_2 \cdot G = [0101] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

 $= [0100101]$

b) $u'_1 \cdot H_{\text{hamming}}^T = [0000111] \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

 $= [100]$

Tìm bằng Syndrome \Rightarrow Vector lỗi:

$\epsilon_1 = 0001000$
 $\Rightarrow u'_1 + \epsilon_1 = u'_1 + \epsilon_1 = [0000111] + [0001000]$
 $= [0001111]$

Bit kiểm tra
Bit thông tin

 \Rightarrow Tin tức đầu vào

$i' = [0111]$

$$U_2' \cdot H_{\text{hamming}}^T = [1111100] \begin{bmatrix} 001 \\ 010 \\ 011 \\ 100 \\ 101 \\ 110 \\ 111 \end{bmatrix}$$

$= [001]$ Tôa bảng Syndrome

\Rightarrow Vector lỗi: $E_2 = 1000000$

$$\Rightarrow U_2' + E_2 = U_2' + [1000000] = [1111100] + [1000000] \\ = [0111100]$$

\Rightarrow Tin tức đầu vào $i_2' = [1100]$

$$U_3' \cdot H_{\text{hamming}}^T = [1000011] \begin{bmatrix} 001 \\ 010 \\ 011 \\ 100 \\ 101 \\ 110 \\ 111 \end{bmatrix}$$

$= [000] \Rightarrow$ Không có lỗi

$$\Rightarrow U_3' + E_3 = U_3' = [1000011]$$

\Rightarrow Tin tức đầu vào $i_3' = [0011]$

Chương 4

$$\rightarrow C(7;4) \quad (n; k) = (7; 4)$$

$$g(x) = 1 + x^2 + x^3$$

$$h(x) = \frac{x^n + 1}{g(x)} = \frac{x^7 + 1}{1 + x^2 + x^3}$$

$$= x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

$$\rightarrow h^*(x) = x^{\deg(h(x))} h(x^{-1})$$

$$= x^4 (x^{-4} + x^{-3} + x^{-2} + 1)$$

$$= 1 + x + x^2 + x^4$$

$$H(x) = \begin{bmatrix} h^*(x) \\ x \cdot h^*(x) \\ x^2 \cdot h^*(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + x + x^2 + x^4 \\ x + x^2 + x^3 + x^5 \\ x^2 + x^3 + x^4 + x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Bài bắt tìm đa thức sinh đối ngẫu thôi nên đến đây là xong rồi

Thứ Ngày ◉ ◉

$$-) \quad g^*(x) = x^{\deg(g(x))} \cdot g(x^{-1})$$

$$= x^3 (1 + x^{-2} + x^{-3})$$

$$= x^3 + x + 1$$

$$G^*(x) = \begin{bmatrix} g^*(x) \\ xg^*(x) \\ x^2g^*(x) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 + x + x^3 \\ x + x^2 + x^4 \\ x^2 + x^3 + x^5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Mã hóa ĐVQ 20193316

Đa thức sinh $g(x) = 1 + x^2 + x^3$

tín hiệu $u = [1011] \Leftrightarrow u(x) = 1 + x^2 + x^3$

→ Không hệ thống:

c1: Ma trận (Super easy)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} c = u \cdot G &= [1011] \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix} \\ &= [1000101] \end{aligned}$$

c2: Đa thức

$$\begin{aligned} c(x) &= u(x) g(x) = (1 + x^2 + x^3)(1 + x^2 + x^3) \\ &= 1 + x^4 + x^6 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow c = [1000101]$$

\rightarrow

Hệ thống:

(C1):

Ma trận

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [Z | I] = G_{ht}$$

$$C = u G_{ht} = [1011] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [000 \ 1011]$$

(C2):

$$S(x) = (x^{n-k} u(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^3 + x^5 + x^6) \bmod (1 + x^2 + x^3)$$

$$= 0$$

$$c(x) = x^{n-k} u(x) + S(x)$$

$$= x^3 + x^5 + x^6$$

$$\Rightarrow c = [000 \ 1011]$$

Giải mã ĐVQ 20193316

$$g(x) = 1 + x^2 + x^3$$

Thứ..... Ngày ◉ ◉

$$C_1' = [1110011] \quad C_2' = [1010001]$$

$$\Rightarrow C_1'(x) = 1 + x + x^2 + x^5 + x^6$$

$$C_2'(x) = 1 + x^3 + x^6$$

→ Không hệ thống

(1) Ma trận

$$h(x) = \frac{x^n + 1}{g(x)} = \frac{x^7 + 1}{1 + x^2 + x^3} = 1 + x^2 + x^3 + x^4$$

$$h^*(x) = x^{\deg(h(x))} h(x^{-1})$$

$$= x^4 (1 + x^{-2} + x^{-3} + x^{-4})$$

$$= x^4 + x^2 + x + 1$$

$$H_{(n; n-k)} = H_{(7; 3)} = \begin{bmatrix} h^*(x) \\ x h^*(x) \\ x^2 h^*(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + x + x^2 + x^4 \\ x + x^2 + x^3 + x^5 \\ x^2 + x^3 + x^4 + x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1110100 \\ 0111010 \\ 0011101 \end{bmatrix}$$

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày Ⓛ Ⓜ

$$S'_1 = C'_1 H^T = [1110011]$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} =$$

$$= [110]$$

\Rightarrow Sai 2 bit thứ 2

$$\Rightarrow$$
 Sửa lỗi: $C'_1 d = [1010011]$

Xét $u'_1 G = C'_1 d$ ($u'_1 = [a_1 a_2 a_3 a_4]$)

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_2 = 0 \\ a_1 + a_3 = 1 \\ a_1 + a_2 + a_4 = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_2 = 0 \\ a_3 = 0 \\ a_4 = 1 \end{cases} \Rightarrow u'_1 = [1001]$$

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày ◉ ◉

$$S'_2 = C'_2 H^T = [101 \ 0001] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [010]$$

\Rightarrow Sai 0'bit thứ 6

$$\Rightarrow Sửa lỗi : C'_2 \vec{d} = [1010011]$$

$$Xét U'_2 G = C'_2 \vec{d} \quad (U'_2 = [b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4])$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} b_1 = 1 \\ b_2 = 0 \\ b_1 + b_3 = 1 \\ b_1 + b_2 + b_4 = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} b_1 = 1 \\ b_2 = 0 \\ b_3 = 0 \\ b_4 = 1 \end{cases} \Rightarrow U'_2 = [1001]$$

ĐVQ 20193316

$C(7; 4) \Rightarrow t_0 = 1$ p. hiện & sửa Thứ Ngày ~~tối~~ ~~đêm~~

(C2) Đa thức:

$$S'_1(x) = (c'_1(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (1 + x + x^2 + x^5 + x^6) \bmod (1 + x^2 + x^3)$$

$$= x$$

$$W(S'_1(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

$$\Rightarrow C'_{1\text{ đt}}(x) = c'_1(x) + S'_1(x)$$

$$= 1 + x^2 + x^5 + x^6$$

$$\text{tzn } u'_1(x) = \frac{c'_{1\text{ đt}}(x)}{g(x)} = 1 + x^3$$

$$\Rightarrow u'_1 = [1 \ 0 \ 0 \ 1]$$

$$S'_2(x) = (C'_2(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (1 + x^2 + x^6) \bmod (1 + x^2 + x^3)$$
$$= 1 + x$$

$$W(S'_2(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải C'_2 1 lần

$$\Rightarrow C'_{21}(x) = x^1 C'_2(x) = x(1 + x^2 + x^6)$$
$$= 1 + x + x^3$$

$$S'_{21}(x) = (C'_{21}(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (1 + x + x^3) \bmod (1 + x^2 + x^3)$$
$$= x + x^2$$

$$W(S'_{21}(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải C'_2 ~~(x)~~ 2 lần

$$\Rightarrow C'_{22}(x) = x^2 (1 + x^2 + x^6)$$

$$= x + x^2 + x^4$$

$$S'_{22}(x) = (C'_{22}(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^4 + x^2 + x) \bmod (1 + x^2 + x^3)$$

$$= 1$$

$$W(S'_{22}(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

$$\Rightarrow C'_{22d}(x) = C'_{22}(x) + S'_{22}(x)$$

$$= 1 + x + x^2 + x^4$$

Dịch vòng trái C'_{22} đ 2 lần

$$\Rightarrow C'_2(x) = \frac{1}{x^2} C'_{22d}(x)$$

$$= 1 + x^2 + x^5 + x^6$$

$$U'_2(x) = \frac{C'_2(x)}{g(x)} = \frac{x^6 + x^5 + x^2 + 1}{1 + x^2 + x^3}$$

$$= 1 + x^3$$

$$\Rightarrow U'_2 = [1001]$$

→ Hệ thống: các bước làm y hết

* lọc tin: lấy k bit cuối của từ mã đã sửa?

$$\dots \Rightarrow C'_{1d}(x) = 1 + x^2 + x^5 + x^6$$

$$\Rightarrow C'_{1d} = [101\underline{0011}] \Leftrightarrow U'_1 = [0011]$$

$$\dots \Rightarrow C'_{2d}(x) = 1 + x^2 + x^5 + x^6$$

$$\Rightarrow C'_{2d} = [101\underline{0011}] \Leftrightarrow U'_2 = [0011]$$

Cách 2:
đa thức

Cách 1:
Ma trận

ĐVQ 20193316

$$G_{ht} = \begin{bmatrix} 101 & 1000 \\ 111 & 0100 \\ 110 & 0010 \\ 011 & 0001 \end{bmatrix} = [Z | I] \text{ này vừa tìm được}$$

$$\Rightarrow H_{ht} = [I | Z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1110 \\ 010 & 0111 \\ 001 & 1101 \end{bmatrix}$$

$$C'_1 H_{ht}^T = [1110011] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [010]$$

\Rightarrow Sai đ'bit 2

$$\Rightarrow Sửa lỗi: C'_1 d = [1010011]$$

$$\Rightarrow U'_1 = [0011] \quad C'_2 H_{ht}^T = [1010001] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [110]$$

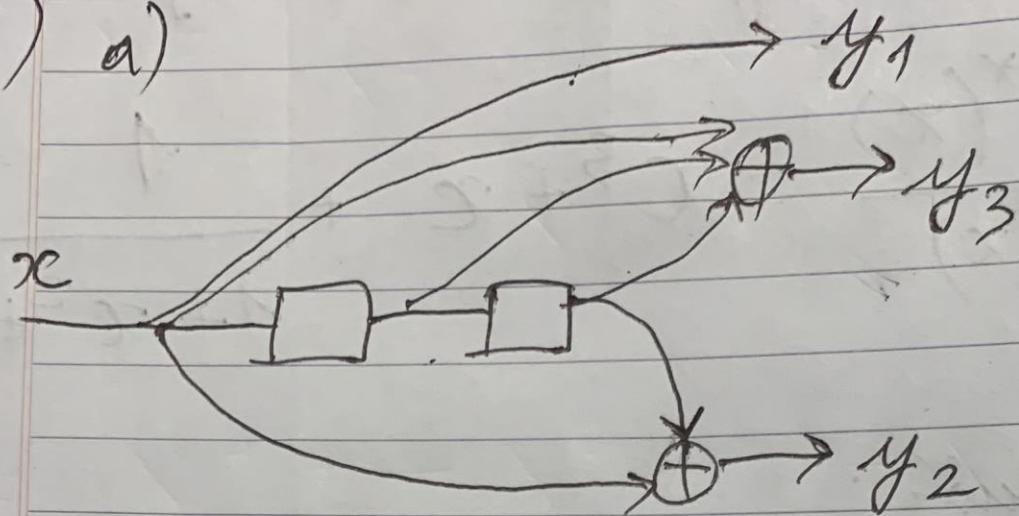
\Rightarrow Sai đ'bit 6

$$\Rightarrow Sửa lỗi: C'_2 d = [1010011]$$

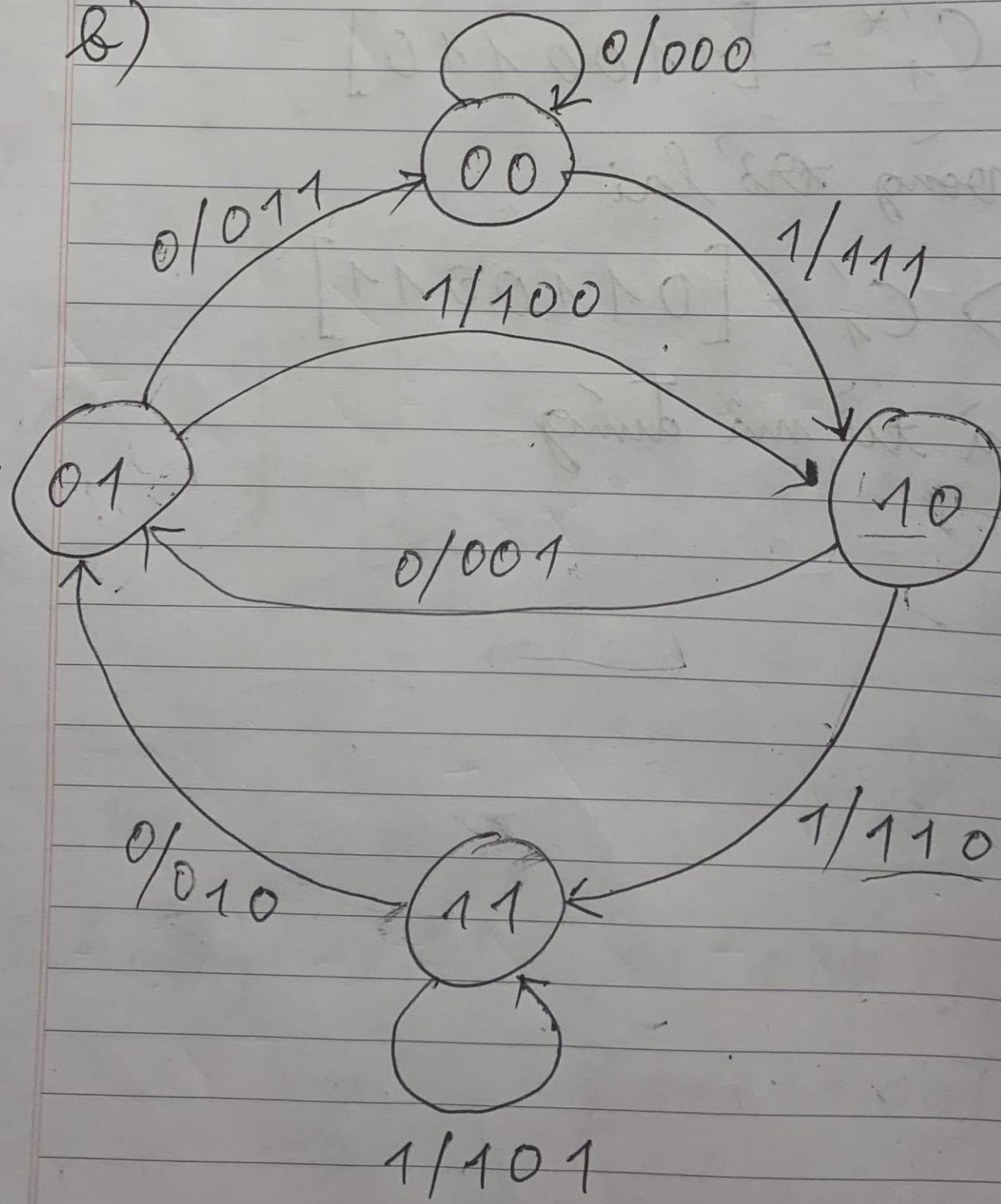
$$\Rightarrow U'_2 = [0011]$$

Chương 5:

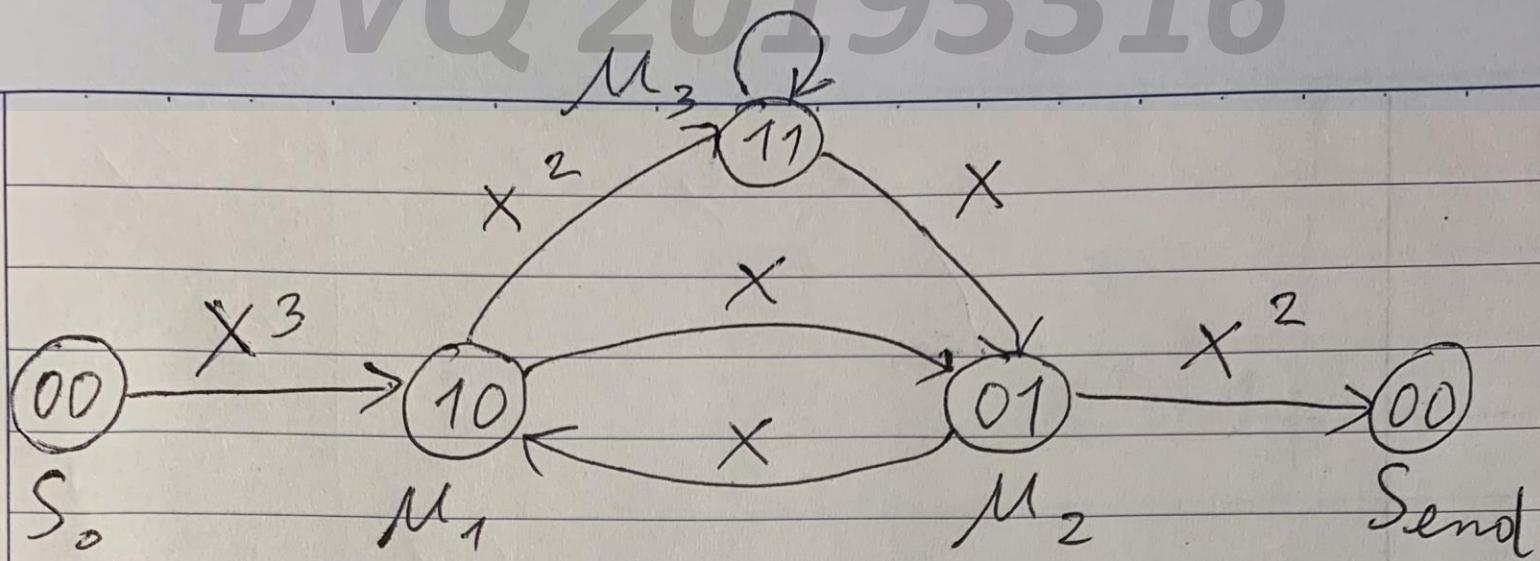
Câu 1) a)



b)



c)



$$\text{A. } \text{Send} = M_2 X^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1 = S_0 X^3 + M_2 X \\ M_2 = M_1 X + M_3 X \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_3 = M_1 X^2 + M_3 X^2 \\ M_1 - M_2 X = S_0 X^3 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} M_1 - M_2 X = S_0 X^3 \\ M_1 X - M_2 + M_3 X = 0 \end{array} \right.$$

$$M_1 X^2 + M_3 (X^2 - 1) = 0$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -X & 0 \\ \cancel{X} & -1 & X \\ X^2 & 0 & X^2 - 1 \end{vmatrix} = 1 - 2X^2$$

ĐVQ 20193316

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & S_0 X^3 & 0 \\ X & 0 & X \\ X^2 & 0 & X^2 - 1 \end{vmatrix}$$

$$= X^4 S_0$$

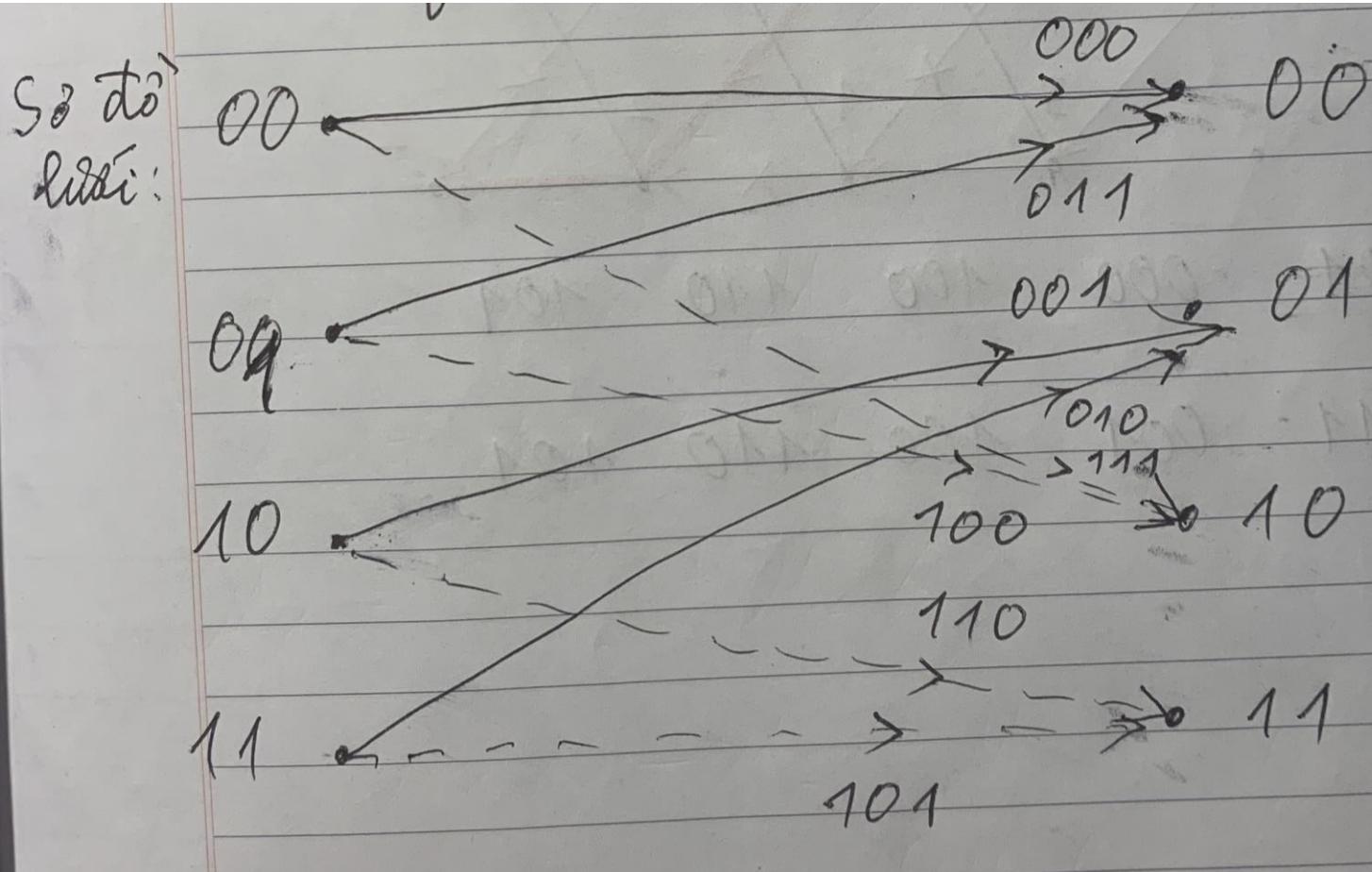
$$M_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{X^4}{1-2X^2} S_0$$

$$S_{\text{end}} = M_2 X^2 = \frac{X^6}{1-2X^2} S_0$$

$$F = \frac{S_{\text{end}}}{S_0} = \frac{X^6}{1-2X^2} = X^6 + 2X^8 + 4X^{10} + \dots$$

$$\Rightarrow P_{\text{free}} = 6$$

ĐVQ 20193316

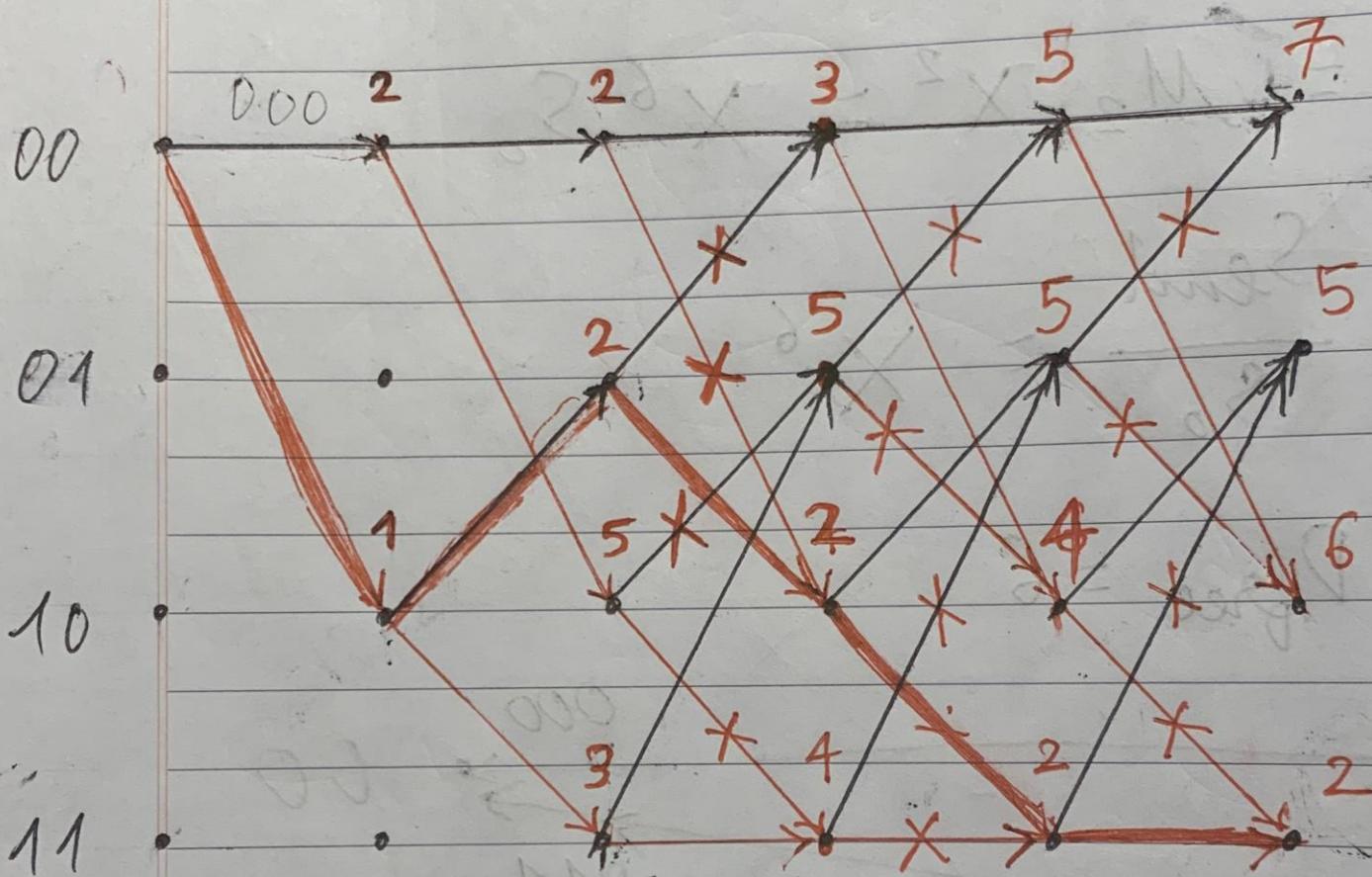


input = 0

Thứ..... Ngày ◎...

input = 1

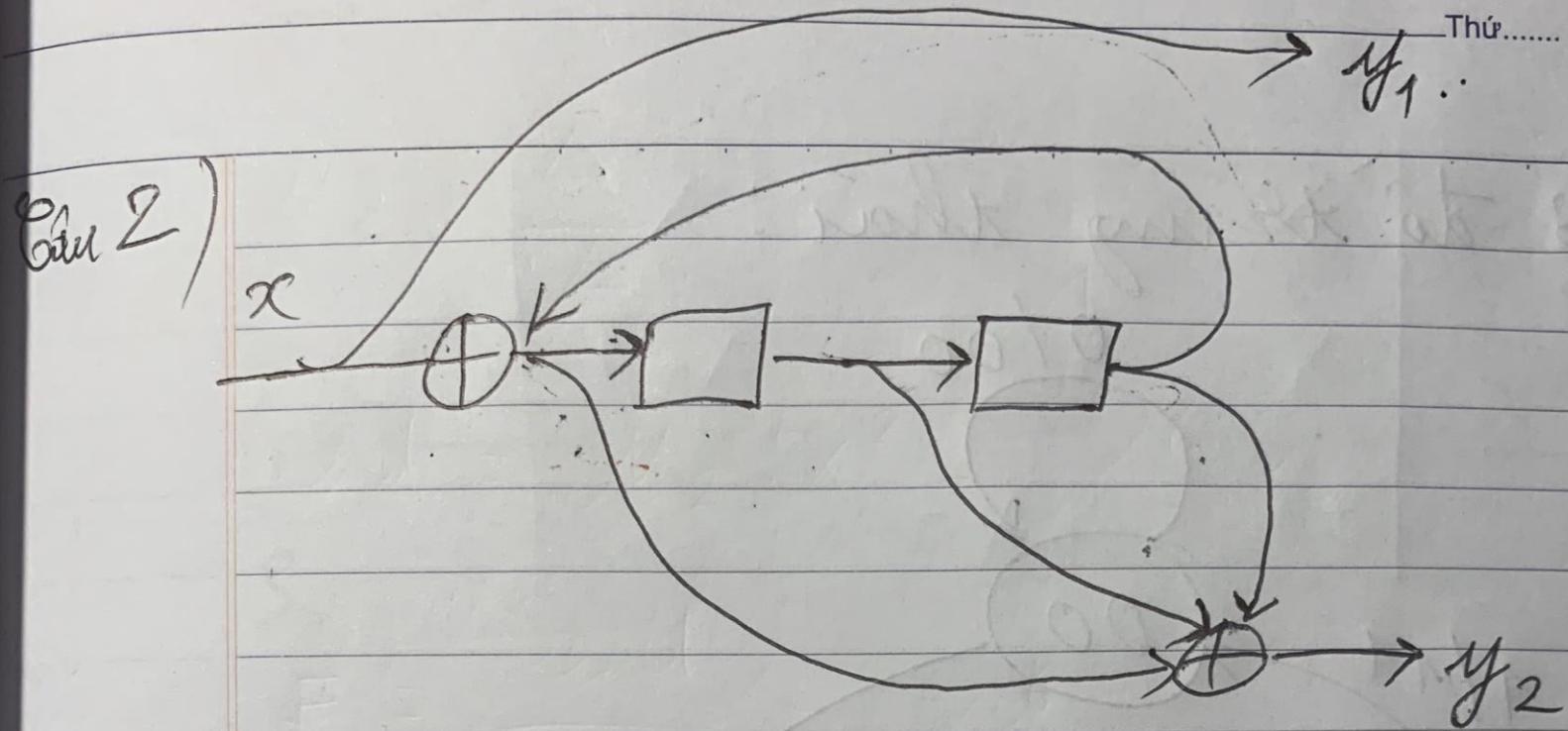
e) Viterbi :



Nhận:

101 000 100 110 101

\Rightarrow Output chính xác



$$y_1 = 1$$

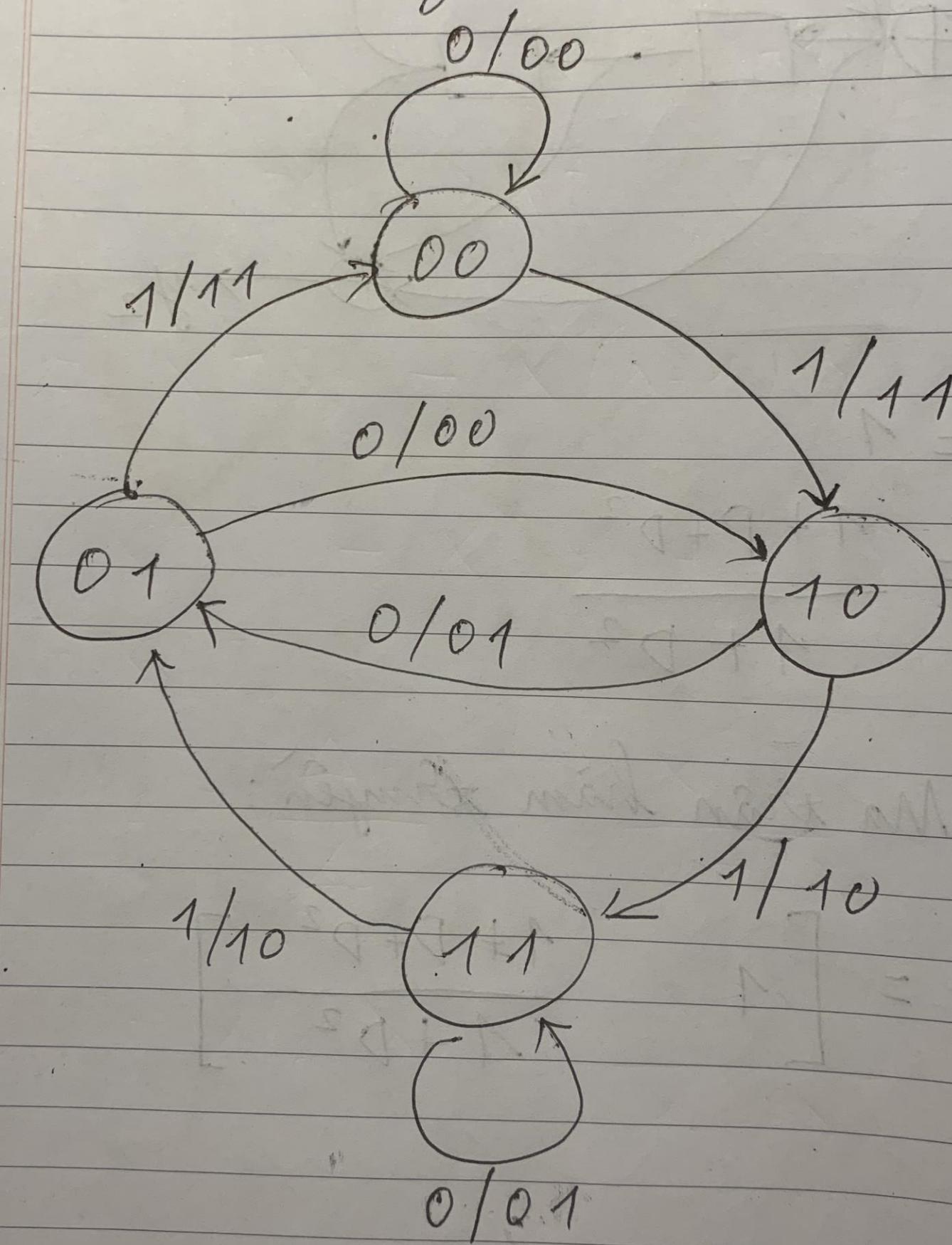
$$y_2 = \frac{1 + D + D^2}{1 + D^2}$$

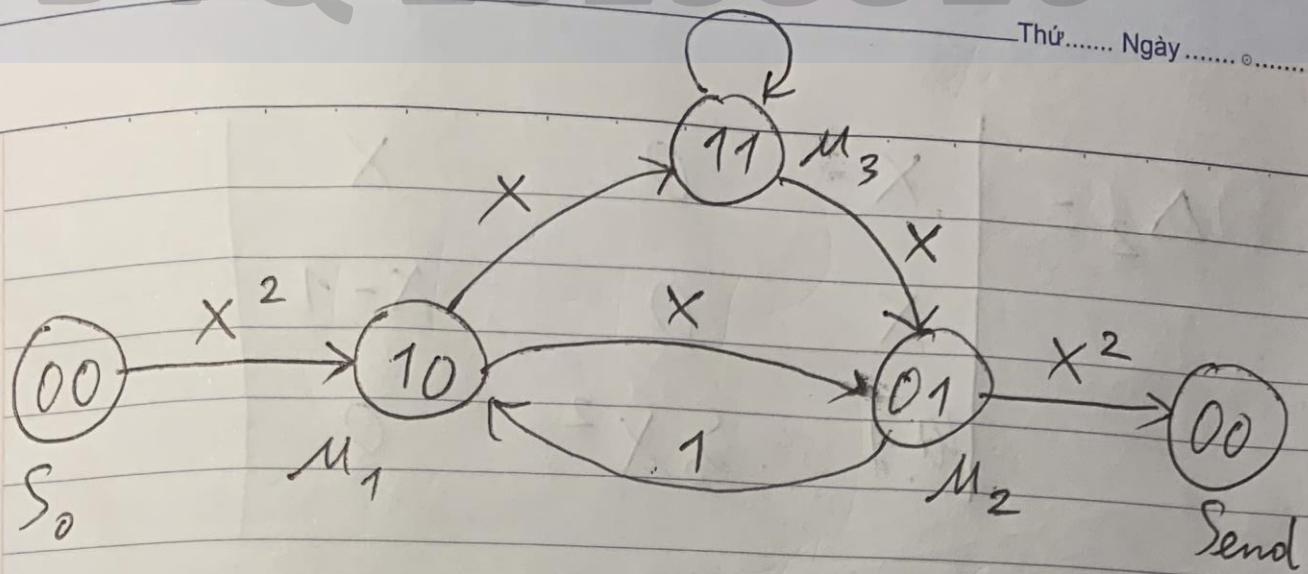
(gt)

\Rightarrow Ma trận hàm truyền:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1 + D + D^2}{1 + D^2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b) Sơ đồ trạng thái:





$$Send = M_2 x^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_2 = M_3 x + M_1 x \\ M_3 = M_3 x + M_1 x \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1 = S_0 x^2 + M_2 \\ M_1 = M_2 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} M_1 x - M_2 + M_3 x = 0 \\ M_1 x + (x-1)M_3 = 0 \\ M_1 - M_2 = S_0 x^2 \end{array} \right.$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} x & -1 & x \\ x & 0 & x-1 \\ 1 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -x^2 - (x-1) + x(x-1)$$

$$= -x^2 - x + 1 + x^2 - x$$

$$= 1 - 2x$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} x & 0 & x \\ x & 0 & x-1 \\ 1 & S_0 x^2 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= x^4 S_0 - x^3 (x-1) S_0$$

$$= x^4 S_0 - x^4 S_0 + x^3 S_0$$

$$= x^3 S_0$$

$$\Rightarrow M_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{x^3 S_0}{1-2x}$$

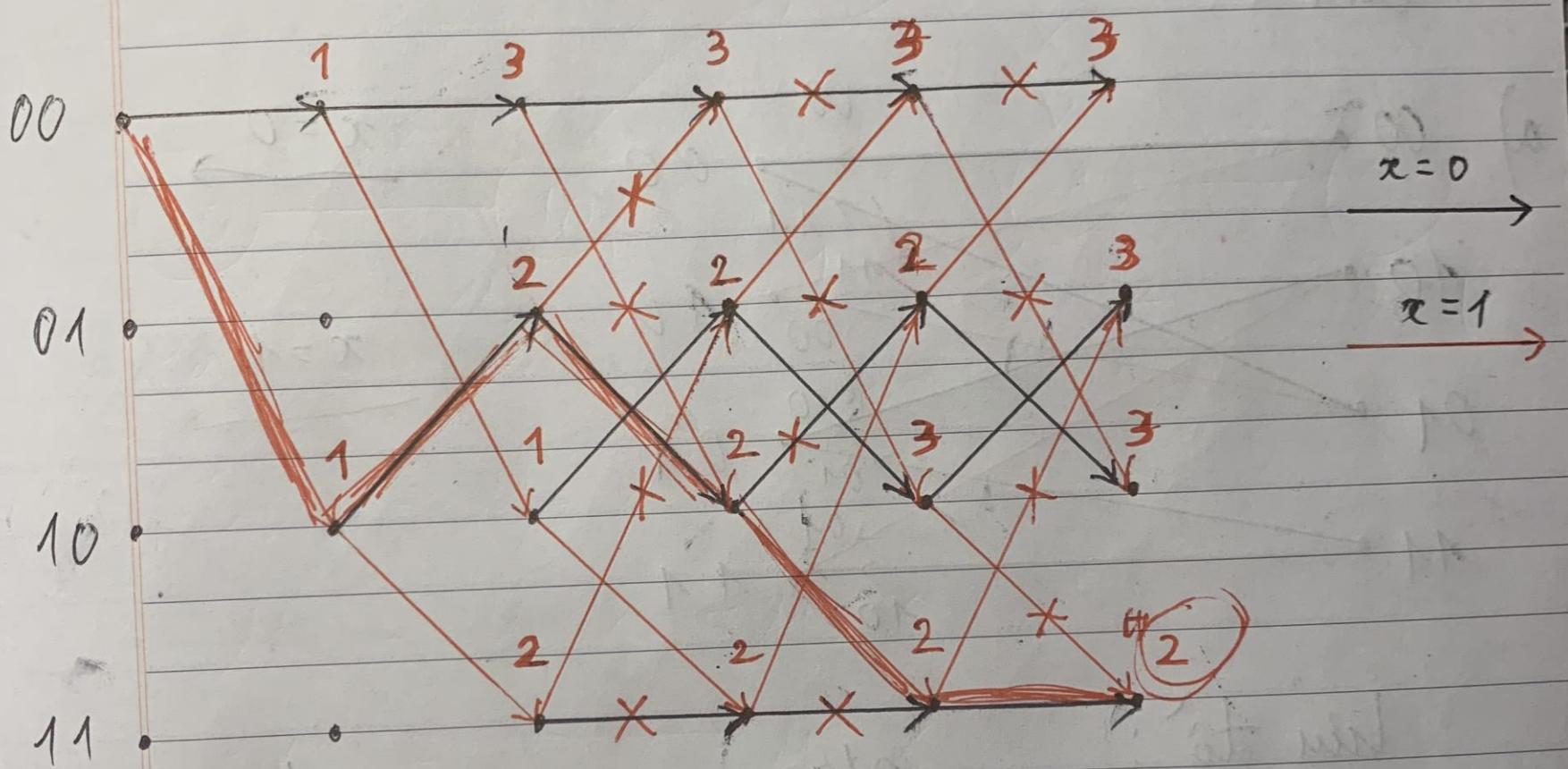
$$S_{end} = M_2 X^2 = \frac{x^5 S_0}{1-2x}$$

$$F = \frac{S_{end}}{S_0} = \frac{x^5}{1-2x} = x^5 + 2x^6 + 4x^7 + \dots$$

$$\Rightarrow P_{free} = 5$$

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày Ⓛ Ⓜ

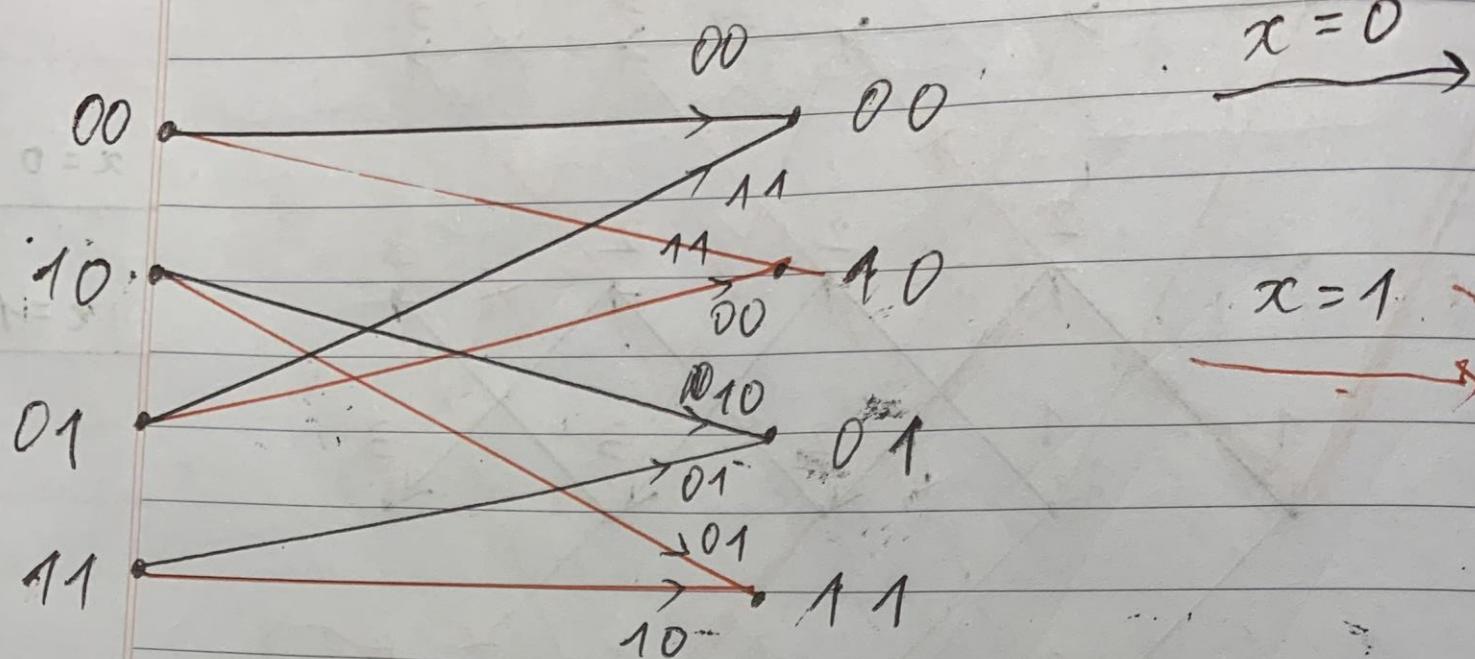


Từ mã
nhận M

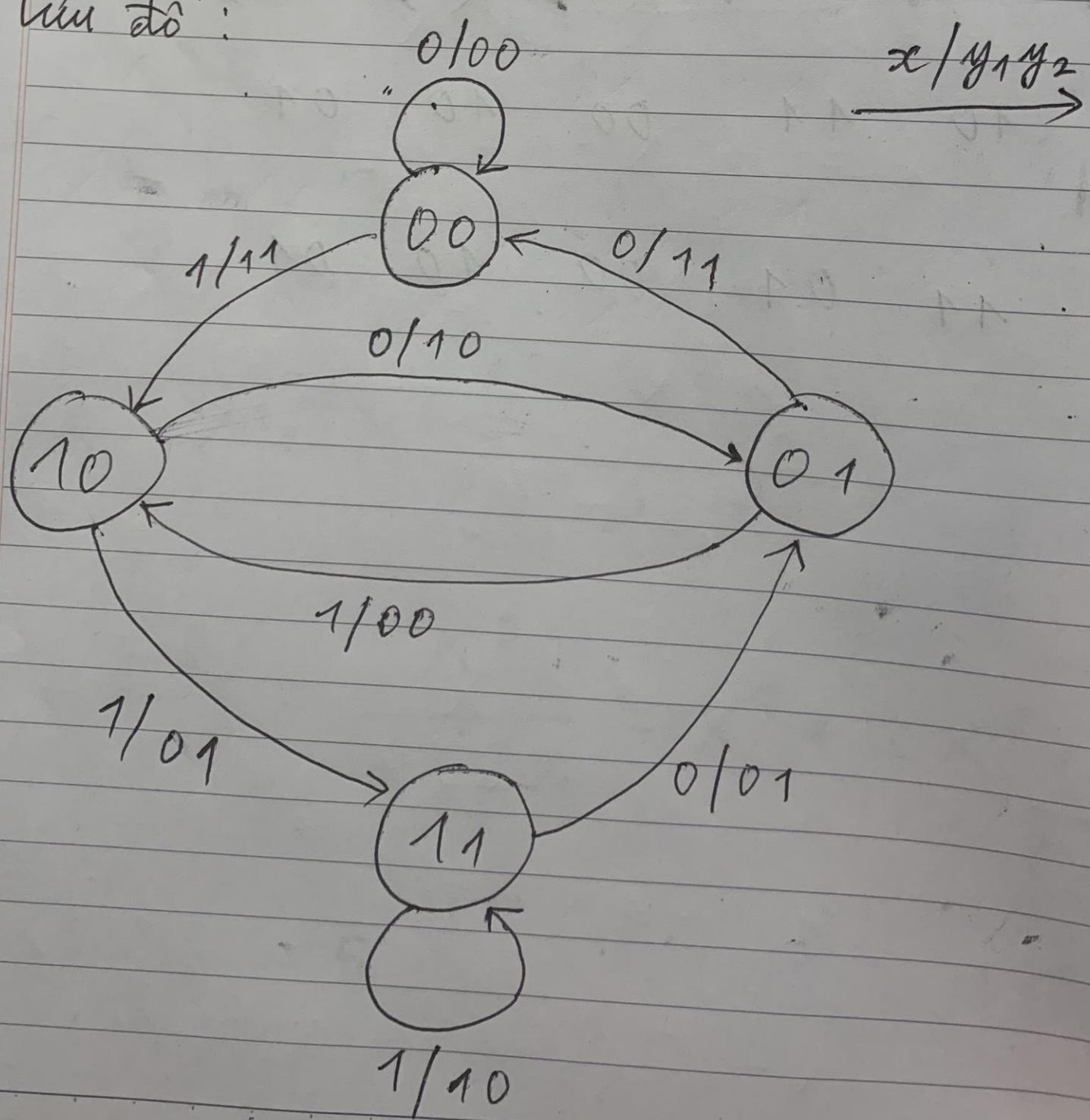
=> Từ
mã
fix:

Câu 1:

a)



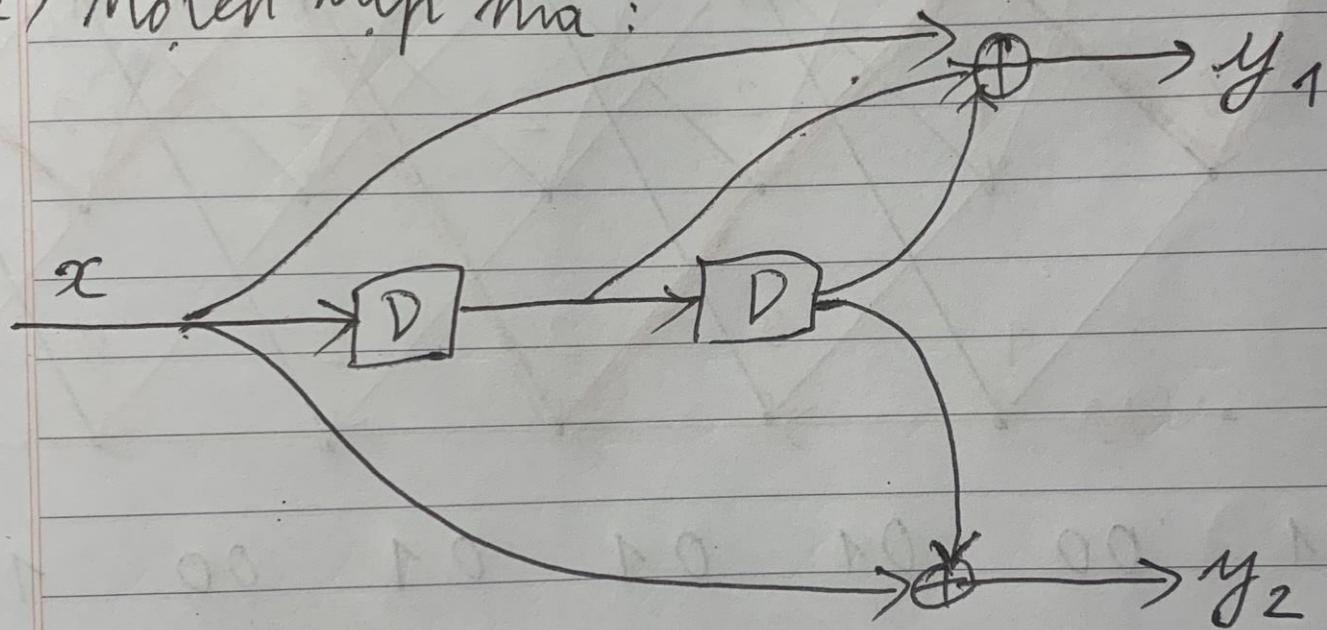
hình đồ:



$$y_1 = 1 + D + D^2$$

$$y_2 = 1 + D^2$$

\Rightarrow Mô hình lập ma:



b) input: $u = \underline{101010} \underline{11}$

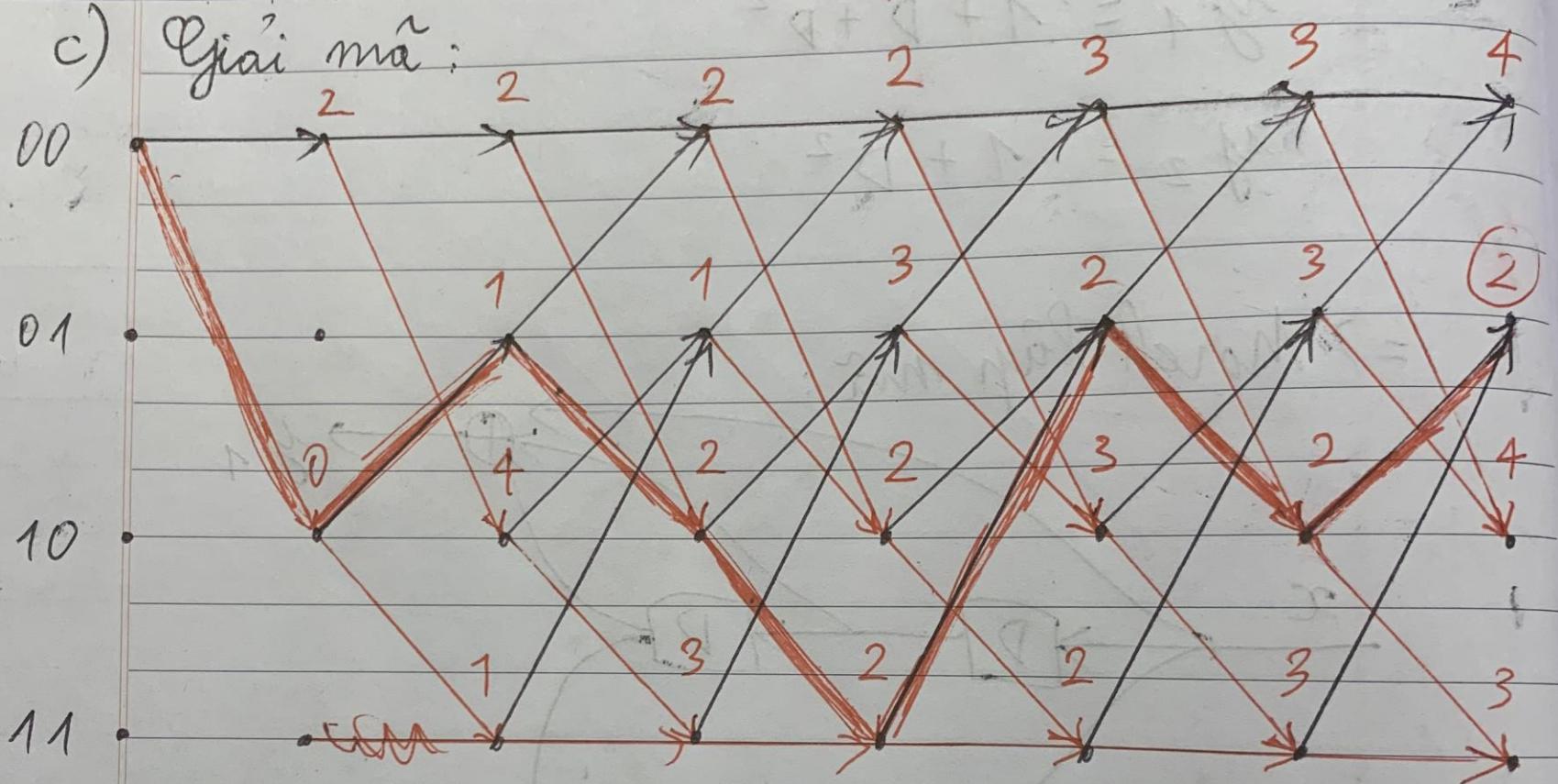
\Rightarrow Out put:

11 10 00 10 00 10 00 01

$x = 0$ $x = 1$

Thứ Ngày ◉.....◉.....

c) Giải mã:



Nhận:

11 00 01 01 01 00 10

Sửa:

11 10 00 01 01 00 10

=> Input

1 0 1 1 0 1 0

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

**Giải file ôn tập cuối
kì cô Thuy Anh**

Câu 1. Phát biểu định lí Shannon?

Hãy tính tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR [dB], trong điều kiện kênh truyền có nhiễu theo phân bố Gaussian (kênh AWGN), cho phép truyền luồng dữ liệu tốc độ 360Kbps với băng thông cho phép BW=2MHz?

Câu 2. Cho nguồn tin X có các lớp tin có xác suất xuất hiện như sau:

x_k	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
$p(x_k)$	0.1	0.15	0.05	0.15	0.1	0.19	0.1	0.16

- a. Hãy lập mã nguồn tối ưu nguồn tin trên theo phương pháp mã hóa Shannon – Fano.
- b. Tính các hệ số tối ưu K_t và K_n của bộ mã.

Câu 3. Cho nguồn tin X có các lớp tin có xác suất xuất hiện như sau:

x_k	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
$p(x_k)$	0.1	0.1	0.05	0.15	0.1	0.14	0.2	0.16

- a. Hãy lập mã nguồn tối ưu nguồn tin trên theo phương pháp mã hóa Huffman
- b. Tính các hệ số tối ưu K_t và K_n của bộ mã.

Câu 4 Cho bộ mã vòng $M(n, k)$ ($n > k$) trong đó n là độ dài từ mã và k là độ dài bản tin. Bộ mã vòng có đa thức sinh là $P(x)$. Hãy phát biểu dấu hiệu nhận biết từ mã đúng và chứng minh dấu hiệu đó.

Câu 5. Cho mã vòng CRC ($n=7$, $k=4$) với đa thức sinh $g(x) = 1 + x + x^3$; Bản tin 4bit có giá trị [1010]

- a. Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4)
- b. Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.
- c. Kiểm tra chuỗi sau 1010001 có thuộc bộ mã trên không.

Câu 6. Cho mã vòng CRC ($n=7$, $k=4$) với đa thức sinh $g(x) = 1 + x^2 + x^3$; Bản tin 4bit có giá trị [1010]

- a. Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4)
- b. Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.
- c. Kiểm tra chuỗi sau 1010011 có thuộc bộ mã trên không.

Câu 7. Cho bộ mã khôi tuyển tính có tính hệ thống trong đó các bít thêm vào để kiểm tra ở phía trước của từ mã $M(7,4)$ có ma trận sinh $G_{4 \times 7}$ được biểu diễn như sau

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

- a. Hãy xác định ma trận kiểm tra H tương ứng với ma trận sinh G trên.
- b. Hãy xác định khả năng phát hiện sai của bộ mã.
- c. Hãy xác định từ mã tương ứng với bản tin 1010.

ĐVQ 20193316

Câu 8. Cho bộ mã chập có các thông số $M(n=2, k=1, K=3)$ được biểu diễn bằng 2 đa thức sinh như sau: $g_1(x) = x^2 + x + 1$; $g_2(x) = x + 1$.

- Hãy biểu diễn bộ lập mã chập trên bằng sơ đồ cấu trúc trạng thái.
- Hãy xác định từ mã ứng với chuỗi thông tin 101.

Câu 9. Cho mã chập $K = 3, k = 1, n = 3$ có đáp ứng xung được mô tả $g_1=[1\ 1\ 0]$; $g_2=[1\ 1\ 1]$, $g_3=[1\ 0\ 1]$.

- Vẽ sơ đồ lắp mạch lập mã trên.
- Biểu diễn bộ lập mã bằng sơ đồ lưới.

Câu 10. Cho bộ mã khối tuyến tính có tính hệ thống trong đó các bít thêm vào để kiểm tra xen kẽ ở các vị trí 2, 4, 6 của từ mã $M(7,4)$ có ma trận sinh $G_{4 \times 7}$ được biểu diễn như sau

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{matrix}$$

- Hãy xác định ma trận kiểm tra H tương ứng với ma trận sinh G trên.
- Hãy xác định khả năng phát hiện sai của bộ mã.
- Hãy xác định từ mã tương ứng với bản tin 1010.

Câu 1:

Định lý Shannon:

Nếu dung lượng thông tin C và tỷ lệ truyền
R của 1 kênh (có nhiều) nào đó thỏa mãn:

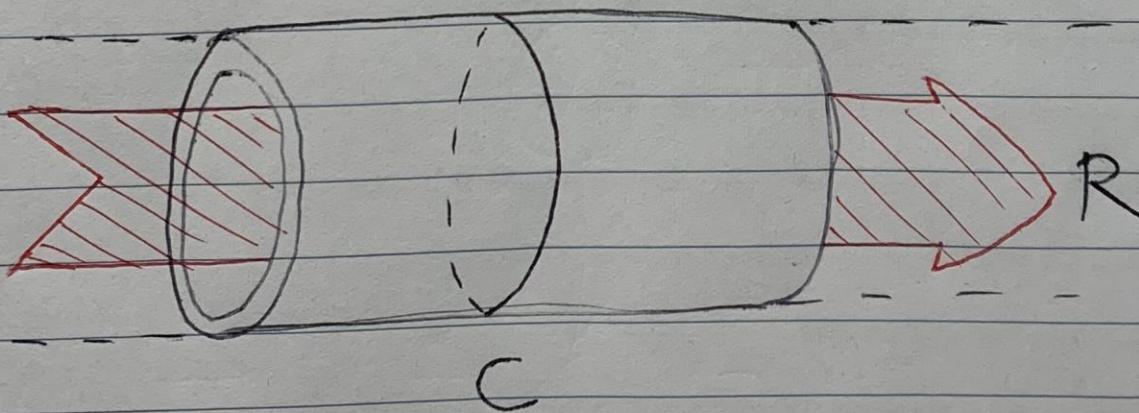
$$R \leq C$$

$\Rightarrow \exists$ ~~mã hóa~~ giảm lỗi khi thu

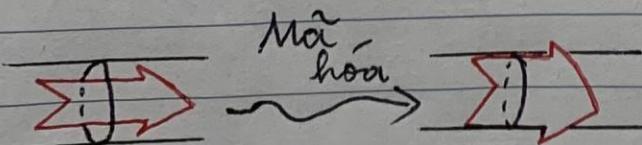
\Rightarrow Truyền tin \varnothing lỗi với tỷ lệ $\rightarrow C$.

Nếu $R > C$

\Rightarrow T. tin \varnothing truyền đảm bảo.



* Minh họa *



$$C = 360 \cdot 10^3 \text{ (bit/s)}$$

$$BW = 2 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

Theo Shannon:

$$C = BW \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right)$$

$$\Leftrightarrow 360 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^6 \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{P_s}{P_n} = 0,132884$$

$$SNR = 10 \log \frac{P_s}{P_n} = -8,765273 \text{ (dB)}$$

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày Ⓜ Ⓛ

Câu 2 : a)

x_i	$P(x_i)$	Mã hóa theo Shannon - Fano	Tử mã	l_i
x_6	0,19	0	0	00 2
x_8	0,16	0	1	010 3
x_2	0,15		1	011 3
x_4	0,15	0	0	100 3
x_1	0,1		1	101 3
x_5	0,1	1	0	110 3
x_7	0,1	1	1	1110 4
x_3	0,05		0	1111 4

b) $\bar{l} = \sum_{i=1}^8 p(x_i) l_i = 2,96$ (bit/kh)

$$H(X) = - \sum_{i=1}^8 p(x_i) \log p(x_i)$$

$$= 2,912$$
 (bit/kh)

$$H_o(X) = \log_2 8 = 3$$
 (bit/kh)

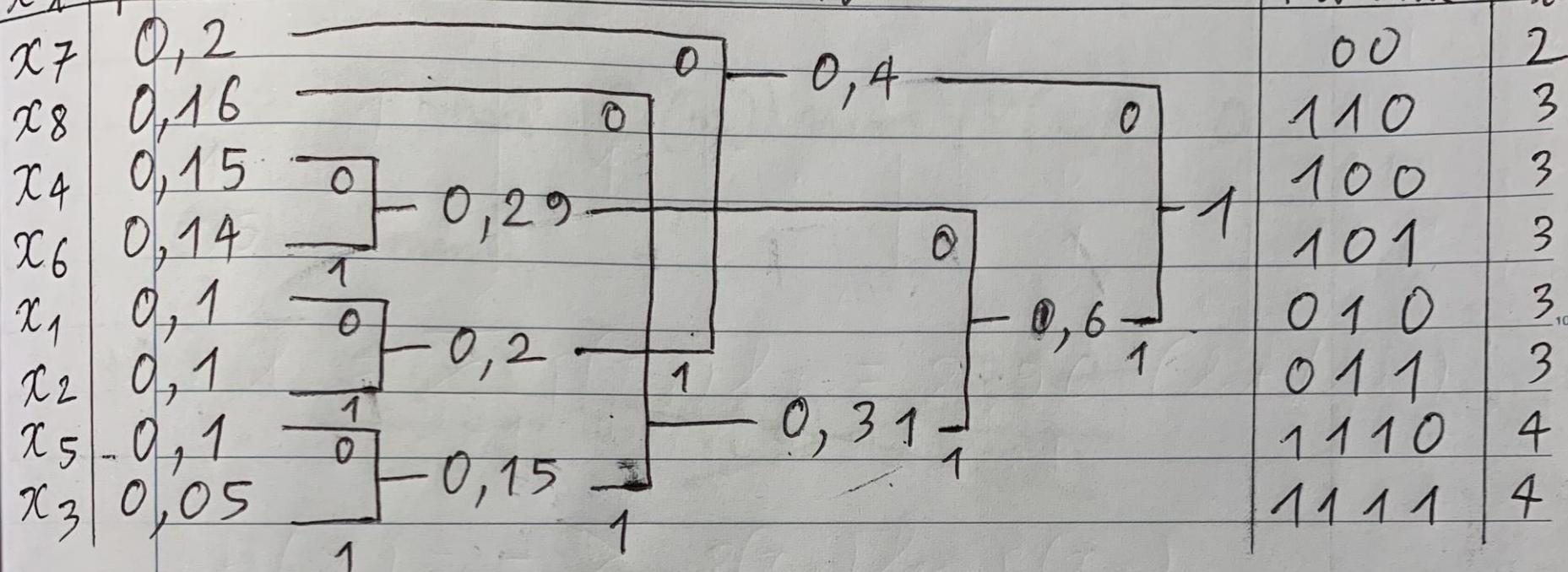
$$\bar{K}_x = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,912}{2,96} = 0,984$$

$$K_n = \frac{H_o(X)}{\bar{l}} = \frac{3}{2,96} = 1,0135$$

~~Câu 3:
f(x_i) P(x_i)~~

Câu 3: a)

x_i | p(x_i) Mã hóa theo Huffman



b) $\bar{L} = \sum_{i=1}^8 p(x_i) l_i = 2,95$ (bit/kh)

$H(X) = -\sum_{i=1}^8 p(x_i) \log p(x_i) = 2,91$ (bit/kh)

$H_0(X) = \log_2 S = \log_2 8 = 3$ (bit/kh)

$K_T = \frac{H(X)}{\bar{L}} = \frac{2,91}{2,95} = 0,986$

$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{L}} = \frac{3}{2,95} = 1,017$

Câu 4:

$$M(n; k) \quad (n > k)$$

$P(x)$ là đa thức sinh; $C(x)$ là tử mă
Dấu hiệu tử mă tùng:

✓ Tử mă ($C(x)$) mod ($P(x)$) = 0

Chứng minh:

+ Xét $\frac{C(x)}{P(x)} = A(x) + \frac{F(x)}{P(x)}$

$$= \frac{x^m u(x)}{P(x)} + \frac{F(x)}{P(x)}$$

$$= A(x) + \frac{F(x)}{P(x)} + \frac{F(x)}{P(x)}$$

($A(x)$ là kết quả, $F(x)$ là phần dư của phép chia ~~($x^m u(x)$)~~ cho ($P(x)$) trong trường GF_2)

$$\Rightarrow = A(x) \quad (\text{Vậy sẽ chia hết (0 dư)})$$

Câu 5:

$$\text{CRC } (7; 4) \quad g(x) = 1 + x + x^3$$

$$u = [1010]$$

$$m = n - k = 7 - 4 = 3$$

a)

$$G_{(7;4)} = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

~~$$G_{ht} = \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{bmatrix}$$~~

$$\begin{array}{l} h_3 = h_3 + h_1; \\ h_4 = h_4 + h_1 + h_2 \end{array} \rightarrow \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{bmatrix} = [z | I] = G_{ht}$$

b)

$$C = u G_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{bmatrix}$$

$$= [0011010]$$

c) $C^T H_{ht} = [I | Z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{bmatrix}$

$C' = [101 \ 0001]$

$$C' H_{ht}^T = [101 \ 0001] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [000]$$

$\Rightarrow C'$ thuộc bộ máy trên.

Câu 6:

$$G_{(7;4)} = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2 g(x) \\ x^3 g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x^2+x^3 \\ x+x^3+x^4 \\ x^2+x^4+x^5 \\ x^3+x^5+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix} \xrightarrow{\hspace{10em}} \begin{bmatrix} 1011000 \\ 1110100 \\ 1100010 \\ 0110001 \end{bmatrix}$$

$$= [Z | I] = G_{ht}$$

b) $u = [1010] \Leftrightarrow u(x) = 1 + x^2$

$$\begin{aligned} s(x) &= (x^m u(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^3 + x^5) \bmod (1 + x^2 + x^3) \\ &= xc + x^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c(x) &= x^m u(x) + s(x) \\ &= x + xc^2 + xc^3 + xc^5 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow c = [0111010]$$

c) $c' = [1010011]$

$$\Leftrightarrow c'(x) = 1 + x^2 + xc^5 + xc^6$$

$$\begin{aligned} s'(x) &= (c'(x)) \bmod (g(x)) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$\Rightarrow c'$ thuộc bộ mã trên.

Câu 7: ĐVQ 20193316

a) $H_{ht} = \begin{bmatrix} 100 & 1110 \\ 010 & 0101 \\ 001 & 1001 \end{bmatrix}$

b) $d_{min} = 3$

$$d_{min} \geq 2t_0 + 1$$

$$\Leftrightarrow 3 \geq 2t_0 + 1$$

$$\Leftrightarrow t_0 \leq 1$$

$\Rightarrow t_{0_{max}} = 1$ là số lối phieu & sửa tối đa

~~$$d_{min} \geq t_1 + 1$$~~

~~$$\Leftrightarrow 3 \geq t_1 + 1$$~~

~~$$\Leftrightarrow t_1 \leq 2$$~~

$\Rightarrow t_{1_{max}} = 2$ là số lối phieu tối đa.

c) $u = [1010]$

$$C = uG_{ht} = [1010]$$

$$\begin{bmatrix} 1011000 \\ 1100100 \\ 1000010 \\ 0110001 \end{bmatrix}$$

$$= [0011010]$$

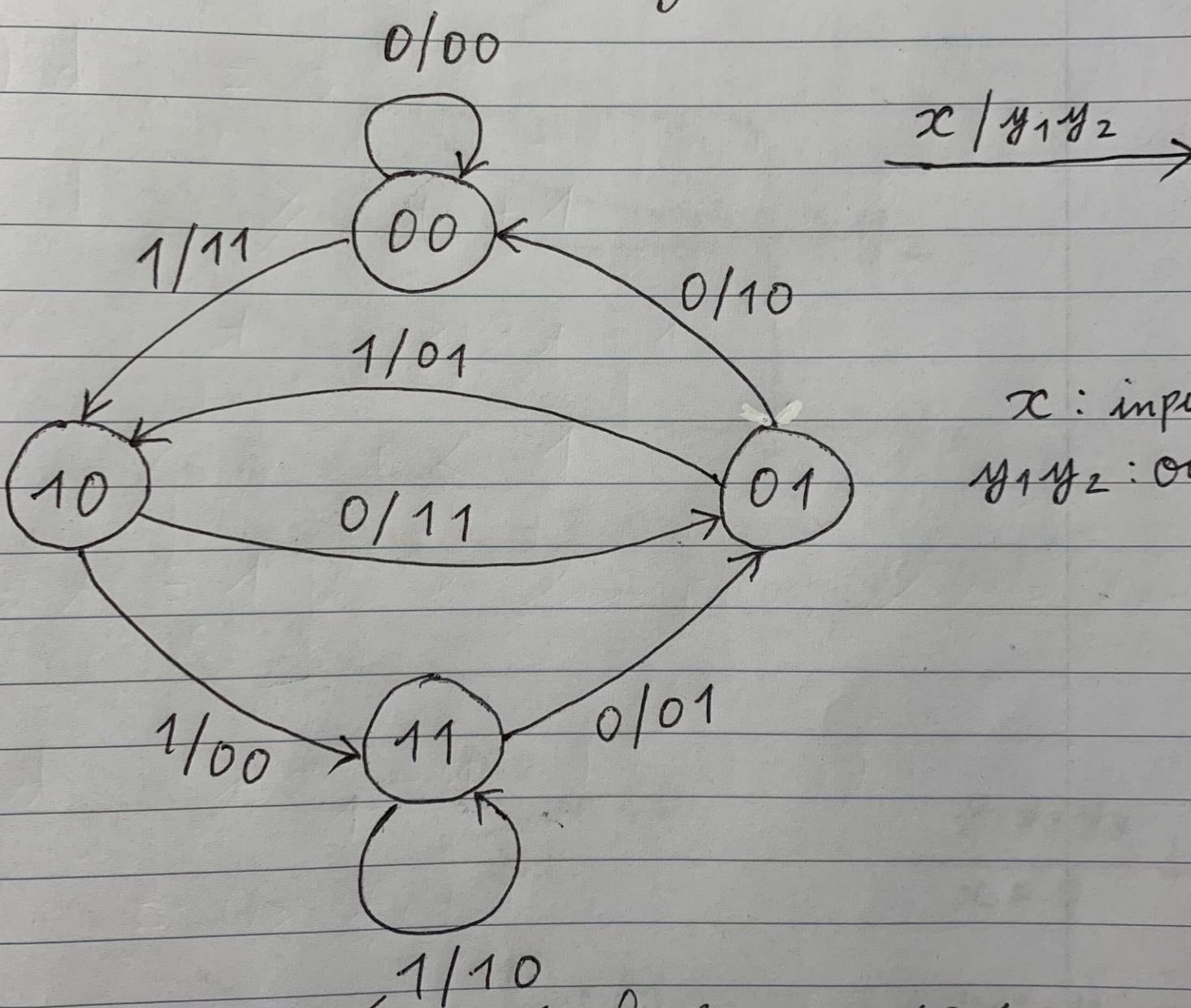
ĐVQ 20193316

Câu 8: $M(n, k, K) = (2; 1; 3)$

$$g_1(x) = 1 + x + x^2 \Rightarrow y_1 = 1 + D + D^2$$

$$g_2(x) = 1 + x \quad y_2 = 1 + D$$

a) Sơ đồ đồ cùm trúc trạng thái:



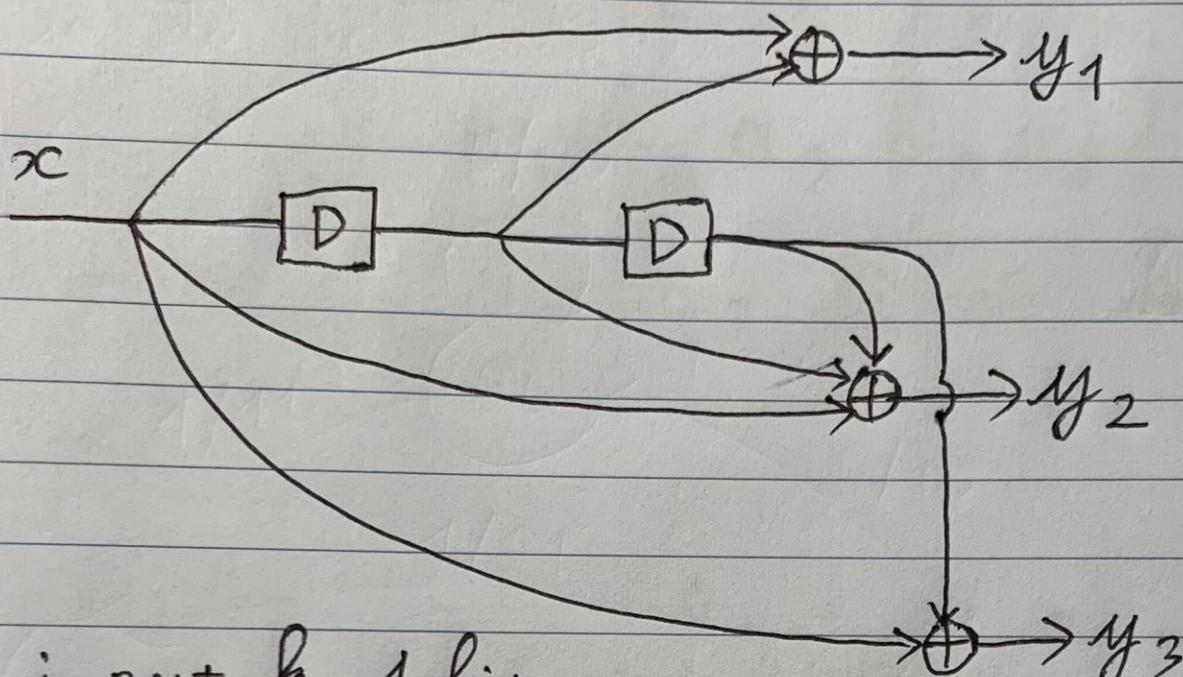
b) Tùy mã nhị phân với chuỗi $x = 101$:

11 11 01

Câu 9: $M(n, k, K) = (3; 1; 3)$

$$g_1 = [110] \quad g_2 = [111] \quad g_3 = [101]$$

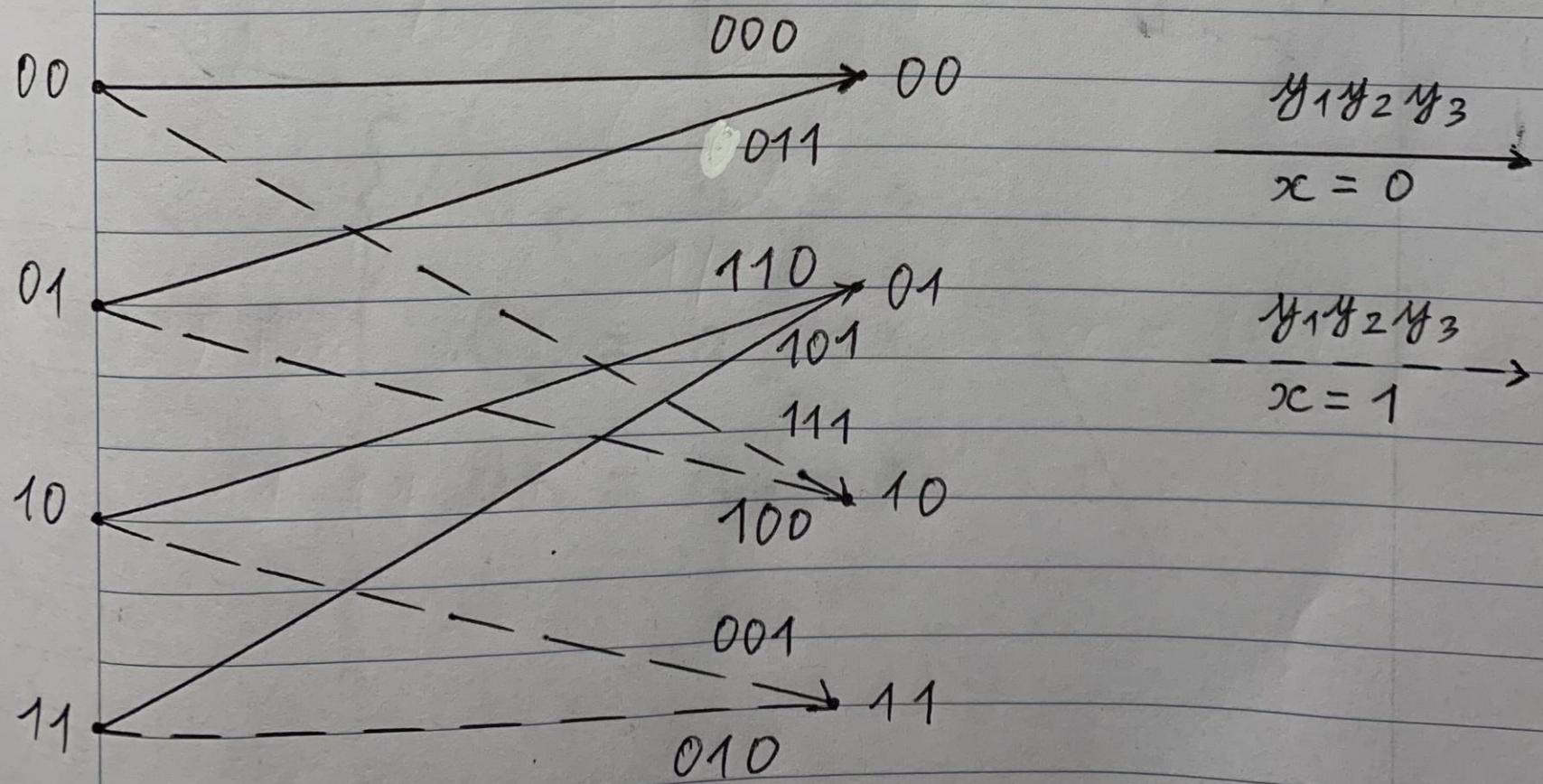
a) Sơ đồ mạch lấp mã:



x : input $k=1$ bit

$y_1 y_2 y_3$: output $n=3$ bit

b) Sơ đồ luồng:



a) Xét $h = [h_1 \ h_2 \ h_3 \ h_4 \ h_5 \ h_6 \ h_7]$ là

1 hàng bất kì của ma trận kiểm tra H

Áp dụng giao với mọi hàng của G

$$\Rightarrow h_1 + h_2 = 0$$

$$h_3 + h_4 = 0$$

$$h_2 + h_4 + h_5 + h_6 = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h_5 + h_7 = 0 \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} h_1 = h_2 \\ h_3 = h_4 \\ h_5 = h_2 + h_4 + h_6 \\ h_7 = h_6 \end{cases} \quad \begin{array}{l} (h_2, h_4, h_6) \\ \text{chứa bit kora} \end{array}$$

$$(h_2; h_4; h_6) = (1; 0; 0)$$

$$\Rightarrow (h_1, h_3, h_5, h_7) = (1; 0; 1; 0)$$

$$(h_2, h_4, h_6) = (0 \ 1 \ 0)$$

$$\Rightarrow (h_1, h_3, h_5, h_7) = (0 \ 1 \ 1 \ 0)$$

$$(h_2, h_4, h_6) = (0 \ 0 \ 1)$$

$$\Rightarrow (h_1, h_3, h_5, h_7) = (0; 0; 1; 1)$$

$$\Rightarrow H_{(7;3)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

b) $d_{\min} = \cancel{3} \quad 2$

$\cancel{3} = d_{\min} \geq 2t_0 + 1$

$\cancel{(} \Rightarrow t_0 \leq 1$

Sai, $d_{\min}=2$ mới
đúng :v

Mã phát hiện sai 1
bit nhưng không
thể sửa lỗi

\Rightarrow Phát hiện & sửa sai tối đa $t_0 = 1$ lỗi

$\cancel{3} = d_{\min} \geq 2t$

$\cancel{(} \Rightarrow t \leq 1,5$

\Rightarrow Phát hiện tối đa $t = 1$ lỗi

c) $u = [1010]$

$$c = u G = [1010] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [1001110]$$

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

Giải đề

ĐVQ 20193316

1. Cho một tập hợp các ký tự {A, B, C, D}.

Tính entropy của nguồn tin với xác suất phân bố như sau: $P(A) = 0.125$, $P(B) = 0.125$, $P(C) = 0.25$, $P(D) = 0.5$.

Tìm số bit tối thiểu cần để mã hóa mỗi ký tự của nguồn tin được biểu diễn bởi phân phối xác suất như trên.

2. Giả sử bạn có một tin nhắn 8 bit, 10101110, mà bạn muốn gửi cho ai đó. Bạn muốn sử dụng mã vòng C(7, 4) nhằm đảm bảo rằng nó được truyền chính xác. Hãy sử dụng đa thức sinh với tiêu chuẩn ITU là $x^3 + x + 1$. Hãy cung cấp đoạn bit đã được tạo ra.

3. Giả sử có thiết bị A và B, và một tệp 10MB cần được gửi từ A đến B. Liên kết là liên kết cáp quang và khoảng cách giữa A và B là 2 km. Biết vận tốc ánh sáng trong cáp quang là 2×10^8 m/s.

Cần gửi tệp từ A đến B trong 1ms, tính băng thông liên kết tối thiểu?

Tính tốc độ truyền tối đa có thể đạt được nếu không sử dụng kỹ thuật mã hoá kênh và giả sử nhiễu SNR được tính bằng đơn vị là 10^{-4} .

ĐVQ 20193316

1. Cho một tập hợp các ký tự {A, B, C, D}.

Tính entropy của nguồn tin với xác suất phân bố như sau: P(A) = 0.125, P(B) = 0.125, P(C) = 0.25, P(D) = 0.5.

Tìm số bit tối thiểu cần để mã hóa mỗi ký tự của nguồn tin được biểu diễn bởi phân phối xác suất như trên.

Giải:

Đặt nguồn tin trên là X, các tin A, B, C, D tương ứng là x_1, x_2, x_3, x_4 . Entropy của nguồn X là:

$$\begin{aligned}H(X) &= - \sum_{i=1}^4 P(x_i) \log_2(P(x_i)) \\&= - (P(x_1) \log_2(P(x_1)) + P(x_2) \log_2(P(x_2)) + \\&\quad P(x_3) \log_2(P(x_3)) + P(x_4) \log_2(P(x_4))) \\&= - (0,125 \log_2(0,125) + 0,125 \log_2(0,125) + \\&\quad 0,25 \log_2(0,25) + 0,5 \log_2(0,5)) \\&= 1,75 \text{ (bit/tt)}\end{aligned}$$

=> Mỗi tin cần tối thiểu 1,75 bit để mã hóa

ĐVQ 20193316

2. Giả sử bạn có một tin nhắn 8 bit, 10101110, mà bạn muốn gửi cho ai đó. Bạn muốn sử dụng mã vòng C(7, 4) nhằm đảm bảo rằng nó được truyền chính xác. Hãy sử dụng đa thức sinh với tiêu chuẩn ITU là $x^3 + x + 1$. Hãy cung cấp đoạn bit đã được tạo ra.

Giải:

Gọi bản tin cần được mã hoá là $u = 10101110$.

Sử dụng mã vòng C(7,4) với đa thức sinh $g(x) = x^3 + x + 1 \Rightarrow$ đầu vào của bộ mã vòng là một từ mã 4 bit. Ta chia tin u thành từng đoạn tin dài 4 bit là $u_1 = 1010$, $u_2 = 1110$ để tiến hành mã hoá lần lượt từng tin.

Tin $u_1 = 1010$ có thể được biểu diễn bằng đa thức

$$u_1(x) = 1 + x^2$$

Đa thức cho từ mã đầu ra tương ứng:

$$\begin{aligned}c_1(x) &= u_1(x) g(x) = (1 + x^2)(x^3 + x + 1) \\&= x^3 + x + 1 + x^5 + x^3 + x^2 \\&= 1 + x + x^2 + x^5\end{aligned}$$

tương đương với từ mã $c_1 = 1110010$

Tin $u_2 = 1110$ có thể được biểu diễn bằng đa thức

$$u_2(x) = 1 + x + x^2$$

Đa thức cho từ mã đầu ra tương ứng:

$$\begin{aligned}c_2(x) &= u_2(x) g(x) = (1 + x + x^2)(x^3 + x + 1) \\&= x^3 + x + 1 + x^4 + x^2 + x + x^5 + x^3 + x^2 \\&= 1 + x^4 + x^5\end{aligned}$$

tương đương với từ mã $c_2 = 1000110$

Vậy từ mã đầu ra tương ứng với tin $u = 10101110$ là
 $c = 1110010 1000110$

3. Giả sử có thiết bị A và B, và một tệp 10MB cần được gửi từ A đến B. Liên kết là liên kết cáp quang và khoảng cách giữa A và B là 2 km. Biết vận tốc ánh sáng trong cáp quang là 2×10^8 m/s.

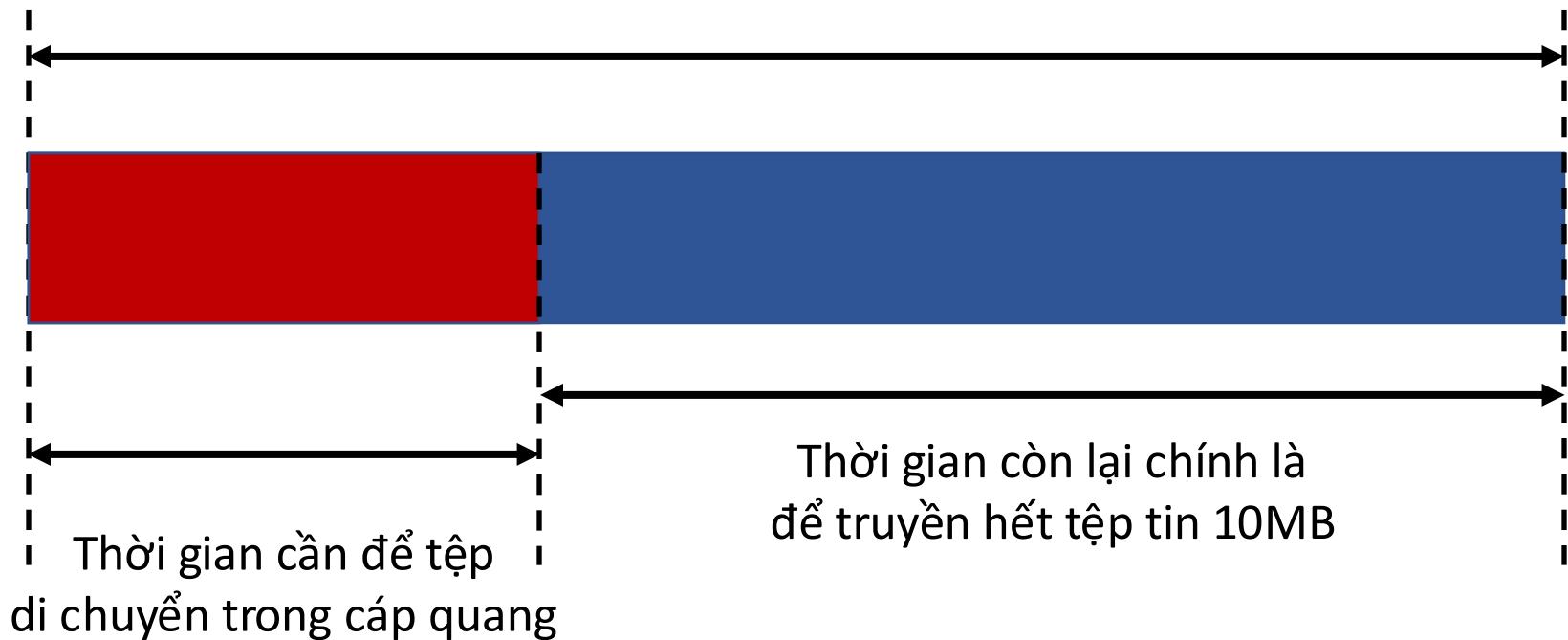
Cần gửi tệp từ A đến B trong 1ms, tính băng thông liên kết tối thiểu?

Tính tốc độ truyền tối đa có thể đạt được nếu không sử dụng kỹ thuật mã hoá kênh và giả sử nhiễu SNR được tính bằng đơn vị là 10^{-4} .

Trước khi giải:

Xác định vấn đề thông qua minh họa đã:

Thời gian gửi tệp từ A tới B 1 ms



=> Để gửi toàn bộ file 10 MB trong 1 ms thì chưa gì đã mất quãng đường 2 km chia cho vận tốc $2 \cdot 10^8$ m/s ra thời gian để tệp di chuyển trong cáp quang rồi. Thời gian còn lại chính là để tập tin được truyền

ĐVQ 20193316

Giải:

Thời gian để di chuyển từ A tới B thông qua cáp quang là:

$$= \frac{2 \text{ km}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{2000 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m}} \text{ s} = 10^{-5} \text{ s} = 0,01 \text{ ms}$$

Để gửi tệp tin 10MB từ A đến B trong 1 ms thì phải truyền hết gói tin trong $1 - 0,01 = 0,99$ (ms)

=> băng thông liên kết tối thiểu

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{10 \text{ MB}}{0,99 \text{ ms}} = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot 8 \text{ bit}}{0,99 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = \frac{10 \cdot 10^6 \cdot 8 \text{ bit}}{0,99 \cdot 10^{-3} \text{ s}} \approx 8 \cdot 10^{10} \text{ bit/s} \\ &= 10 \cdot 10^9 \cdot 8 \text{ bit/s} = 10 \text{ GB/s} \end{aligned}$$

Theo định lý Shannon về thông lượng với kênh truyền không lý tưởng, ta có:

$$C \leq R \log_2(1 + SNR)$$

=> Tốc độ truyền tối đa có thể đạt được = $R \log_2(1 + SNR)$

$$= 10 \log_2(1 + 10^{-4}) \text{ GB/s} = 10 \cdot 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ GB/s}$$

$$= 14,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^9 \text{ B/s} = 14,4 \cdot 10^6 \text{ B/s} = 14,4 \text{ MB/s}$$

Giải thích đơn vị: M là Mega = 10^6 , B là Byte = 8 bit => MB = $8 \cdot 10^6$ bit
G là Giga = 10^9 => GB = $8 \cdot 10^9$ bit

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG

Tổng số trang: 01

ĐỀ THI MÔN: CƠ SỞ TRUYỀN TIN
Lần thi: Giữa kỳ Ngày thi: 24/11/2021
Thời gian làm bài: 45 phút

Ký duyệt

Trưởng nhóm môn học:

Ký duyệt

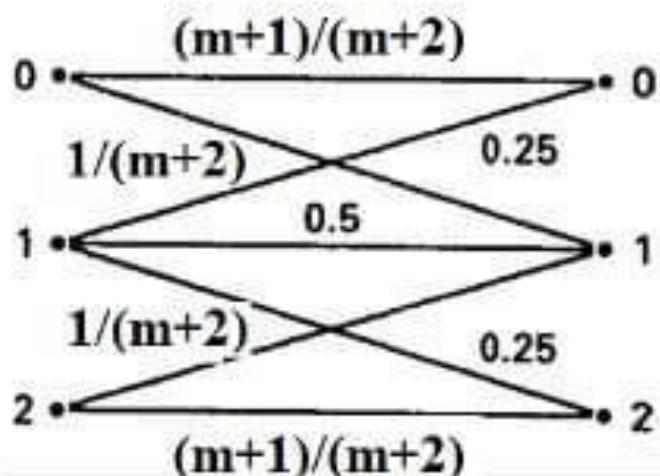
Chú ý: m là hai số cuối trong số hiệu sinh viên của thí sinh

Bài 1: Cho nguồn tin gồm 8 tin có xác suất tương ứng là :

$$\left\{ \frac{1}{2m+4}; 0,09; 0,24; 0,07; \frac{m+1}{2m+4}; 0,03; 0,02; 0,05 \right\}.$$

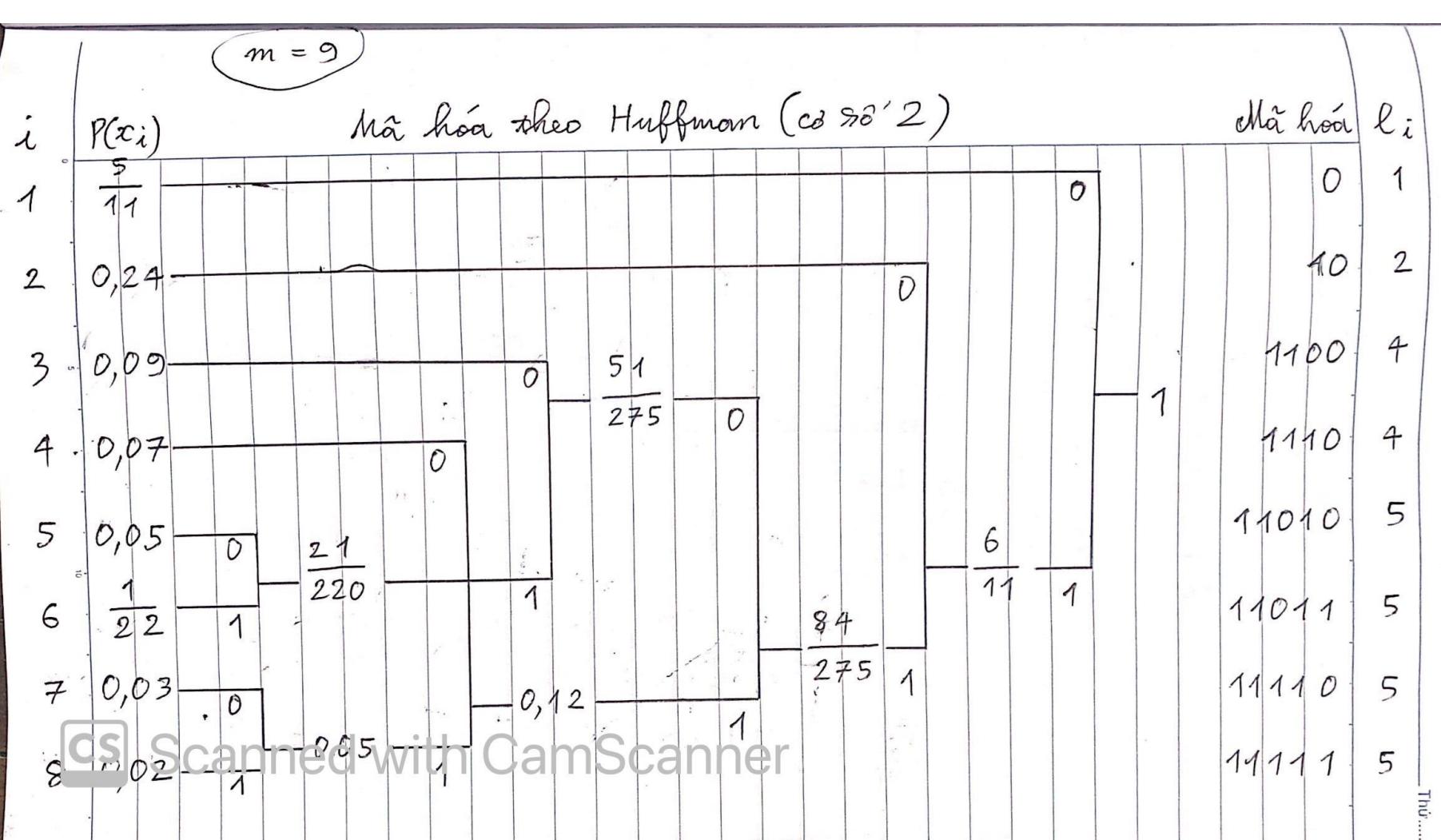
- Thực hiện mã hóa theo Huffman cho nguồn tin trên theo phương pháp đã chọn với cơ số mã bằng 2. Tính hệ số nén của phương pháp mã này.
- Thực hiện mã hóa nguồn tin trên theo Huffman mở rộng với trường hợp cơ số mã bằng 3.

Bài 2: Cho kênh truyền tin gồm ba đầu vào và ba đầu ra với xác suất có điều kiện như hình vẽ. Hãy xác định thông lượng C của kênh này.



ĐVQ 20193316

$m = 9$



Scanned with CamScanner

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^8 P(x_i) l_i = 2,3018 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^8 P(x_i) \log P(x_i) = 2,2758 \text{ (bit/tt)}$$

$$K_t = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,2758}{2,3018} = 0,9887$$

$$K_n = \frac{H_o(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,3018} = 1,3033$$

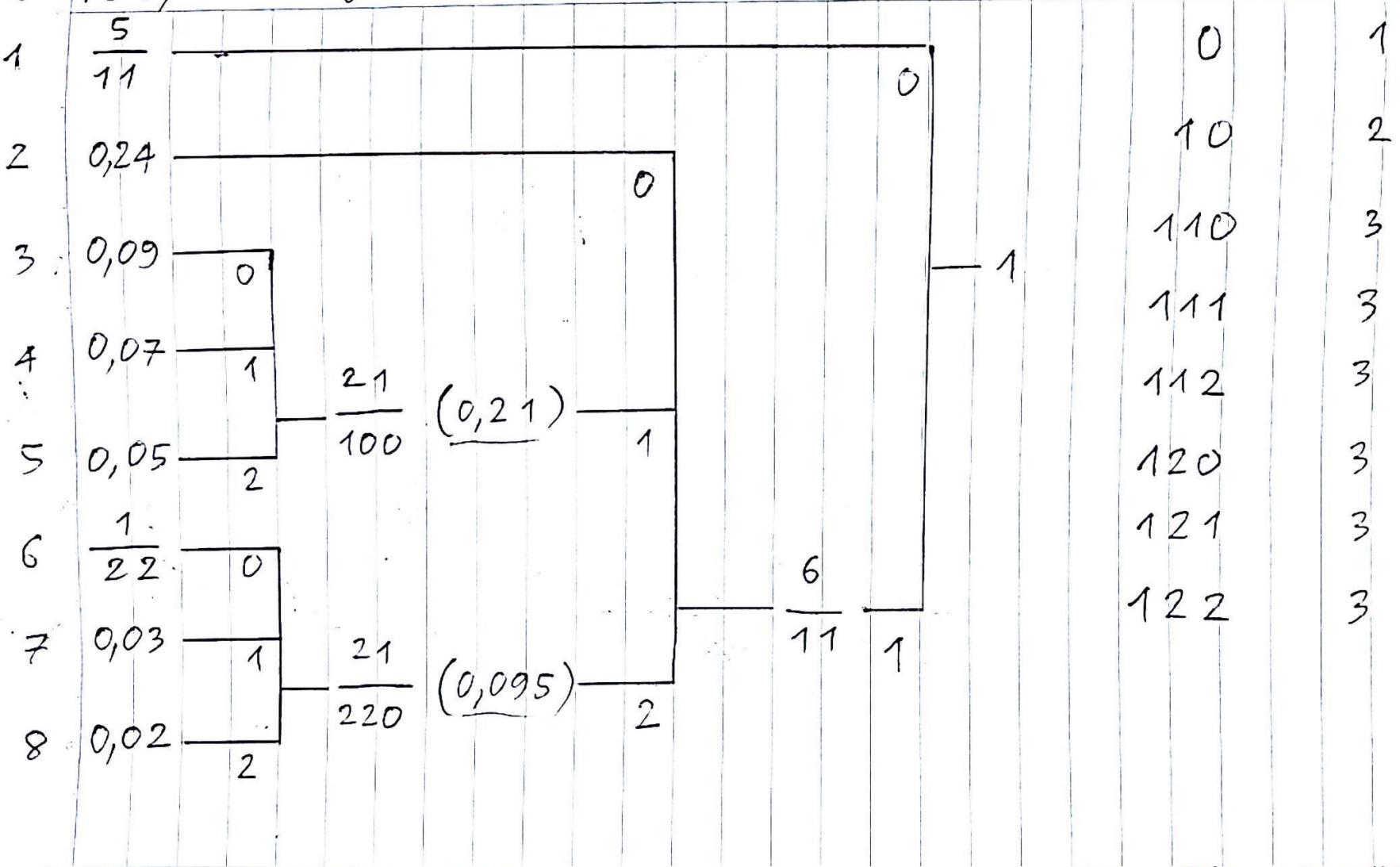


Scanned with CamScanner

ĐVQ 20193316

($m = 9$)

$P(x_i)$ Mã hóa theo Huffman (cô sđ' 3) mã hóa



Thứ Ngày 0

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^8 P(x_i) l_i = 1,8509 \quad (?)$$

$$H(X) = -\sum_{i=1}^8 P(x_i) \log P(x_i) \quad (?)$$

@ biến đơn vị : V.

$$= 1,4359$$

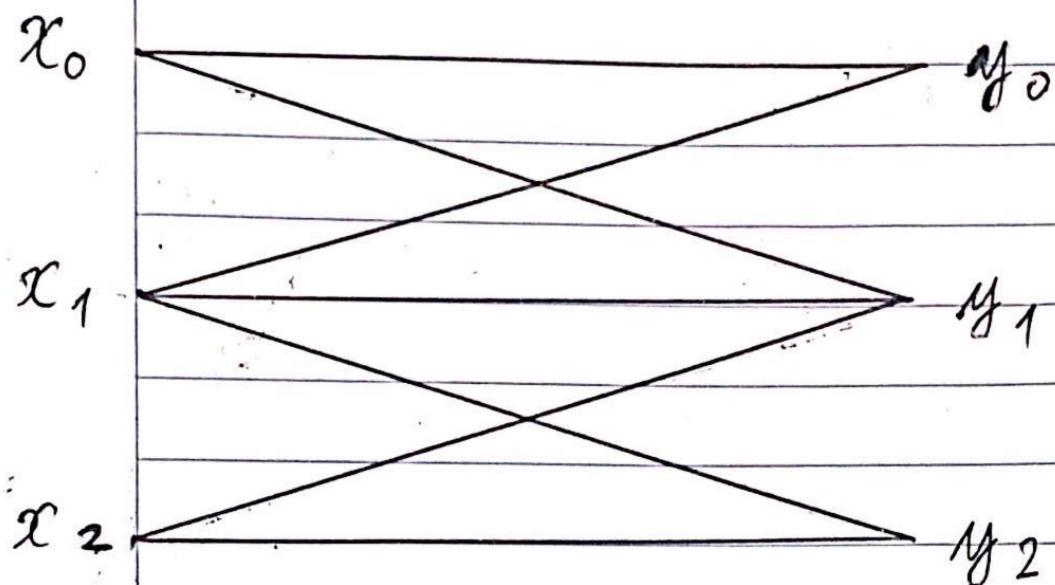
$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{L}} = \frac{1,4359}{1,8509} = 0,7758$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{L}} = \frac{\log_3 8}{1,8509} = 1,0226$$

Thứ..... Ngày Ⓛ Ⓜ

Bài 2:

$$m = 8$$



$$P(y_0|x_0) = P(y_2|x_2) = \frac{m+1}{m+2} = \frac{9}{10}$$

$$P(y_1|x_0) = P(y_1|x_2) = \frac{1}{m+2} = \frac{1}{10}$$

$$P(y_0|x_1) = P(y_2|x_1) = 0$$

$$P(y_0|x_1) = P(y_2|x_1) = 0,25$$

$$P(y_1|x_1) = 0,5$$

$$\text{Đặt } P(x_0) = a; P(x_2) = b$$

$$\Rightarrow P(x_1) = 1 - a - b$$

$$\begin{aligned}
 H(Y|X) &= - \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 P(x_i, y_j) \log P(y_j | x_i) \\
 &= \sum_{i=0}^2 P(x_i) H(Y|x_i) \\
 &= a(-0,9 \log 0,9 - 0,1 \log 0,1 - 0 \log 0) \\
 &\quad + (1-a-b)(-0,25 \log 0,25 - 0,5 \log 0,5 - 0,25 \log 0,25) \\
 &\quad + b(-0 \log 0 - 0,1 \log 0,1 - 0,9 \log 0,9) \\
 &= 0,469a + 1,5(1-a-b) + 0,469b \\
 &= 1,5 - 1,031a - 1,031b \\
 P(y_0) &= \sum_{i=0}^2 P(x_i) P(y_0 | x_i) \\
 &= 0,9a + 0,25(1-a-b) + 0 \cdot b \\
 &= 0,25 + 0,65a - 0,25b \\
 P(y_1) &= \sum_{i=0}^2 P(x_i) P(y_1 | x_i) \\
 &= 0,1a + 0,5(1-a-b) + 0,1b \\
 &= 0,5 - 0,4a - 0,4b \\
 P(y_2) &= \sum_{i=0}^2 P(x_i) P(y_2 | x_i) \\
 &= 0 \cdot a + 0,25(1-a-b) + 0,9b \\
 &= 0,25 - 0,25a + 0,85b
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow H(Y) = - \sum_{j=0}^2 P(y_j) \log P(y_j)$$

$$= -(0,25 + 0,65a - 0,25b) \log (0,25 + 0,65a - 0,25b) \\ - (0,5 - 0,4a - 0,4b) \log (0,5 - 0,4a - 0,4b) \\ - (0,25 - 0,25a + 0,65b) \log (0,25 - 0,25a + 0,65b)$$

$$C = I(X; Y)_{\max} = (H(Y) - H(Y|X))_{\max}$$

$$(\dots - (1,5 - 1,031a - 1,031b))_{\max}$$

$$= 0,9 \text{ (bit/s)} \Leftrightarrow a = b = 0,5$$

$$\Rightarrow C = 0,9 \cancel{\text{ (bit/s)}} \text{ (bit/s)}$$

ĐVQ 20193316

Câu 1. Cho nguồn tin bao gồm các kí tự (A, B, D, E, F) với tần suất xuất (12,6,7,1,1).

- a) Tính Entropy của ~~biểu diễn~~ nguồn tin.
- b) Sử dụng mã thông kê Shannon-Fano để mã hóa nguồn tin trên.
- c) Đánh giá hiệu quả của mã Shannon-Fano.

Câu 2. Cho mã vòng CRC ($n=7$, $k=4$) với đa thức sinh $g(x)= 1 + x + x^3$

Bản tin 4bit có giá trị [1010]

- a) Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4)
- b) Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.

Câu 3. Cho mã chấp với với thông số bộ mã (2,1,3). Đa thức sinh của

$$G_1(x) = 1 + x + x^2$$

$$G_2(x) = 1 + x^2$$

- a) Vẽ mạch tạo mã chấp.
- b) Biểu diễn sơ đồ chuyển trạng thái của mã chấp trên.

a) Gọi $P(x_1), P(x_2), \dots, P(x_5)$ là lần lượt là xs xuất hiện khi từ A, B, D, ... F của nguồn tin X

⇒ Bảng xác suất:

i	1	2	3	4	5
$P(x_i)$	$\frac{12}{27}$	$\frac{6}{27}$	$\frac{7}{27}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{27}$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^5 P(x_i) \log p(x_i) = 1,86 \text{ (bit/kh)}$$

b) Mã hóa dùng Shannon-Fano:

x_i	$p(x_i)$	Tùy mã	l _i
x_1	$12/27$	0	0 1
x_3	$7/27$	0	10 2
x_2	$6/27$	0	110 3
x_4	$1/27$	0	1110 4
x_5	$1/27$	1	1111 4

c) $\bar{l} = \sum_{i=1}^5 p(x_i) l_i = 1,926 \text{ (bit/kh)}$

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{1,86}{1,926} = 0,966$$

$$K_n = \frac{H_o(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 5}{1,926} = 1,2$$

$$H(X) < \bar{l} < H(X) + 1 \quad (1,86 < 1,926 < 2,86)$$

⇒ Mã tài liệu thông tin

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày ◉ ◉

Câu 2:

$$g(x) = 1 + x + x^3$$

$$G(7;4) = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{h_3 = h_3 + h_1}{h_4 = h_4 + h_1 + h_2} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [z | I] = G_{ht}$$

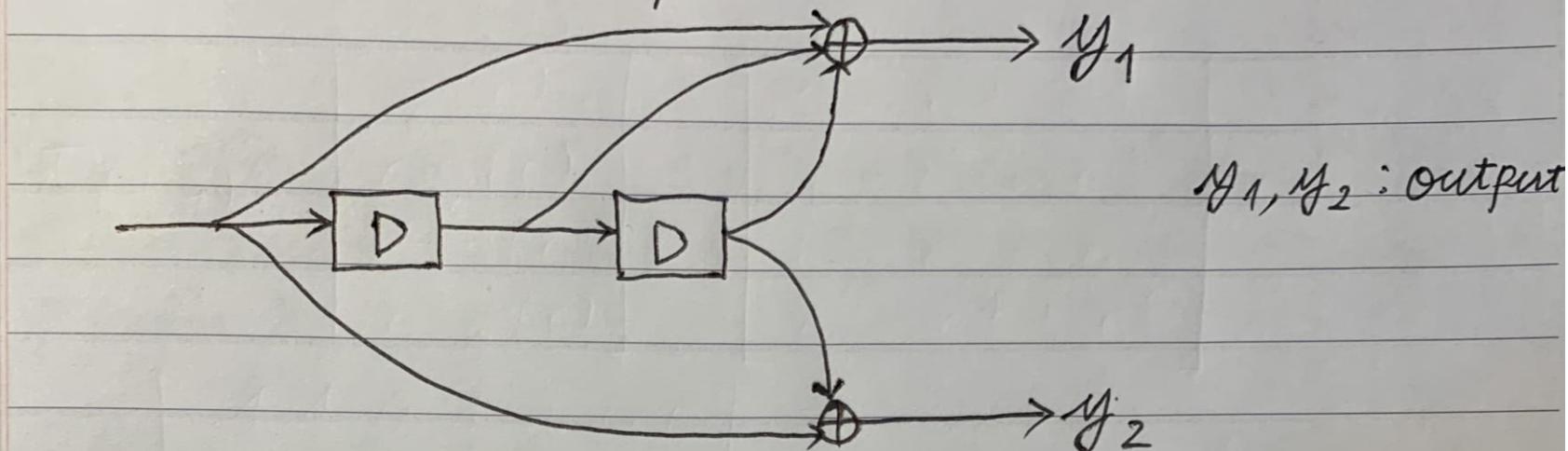
b) Tùi mã đầu ra từ c từ bản tin $u = [1010]$:

$$c = u \cdot G_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

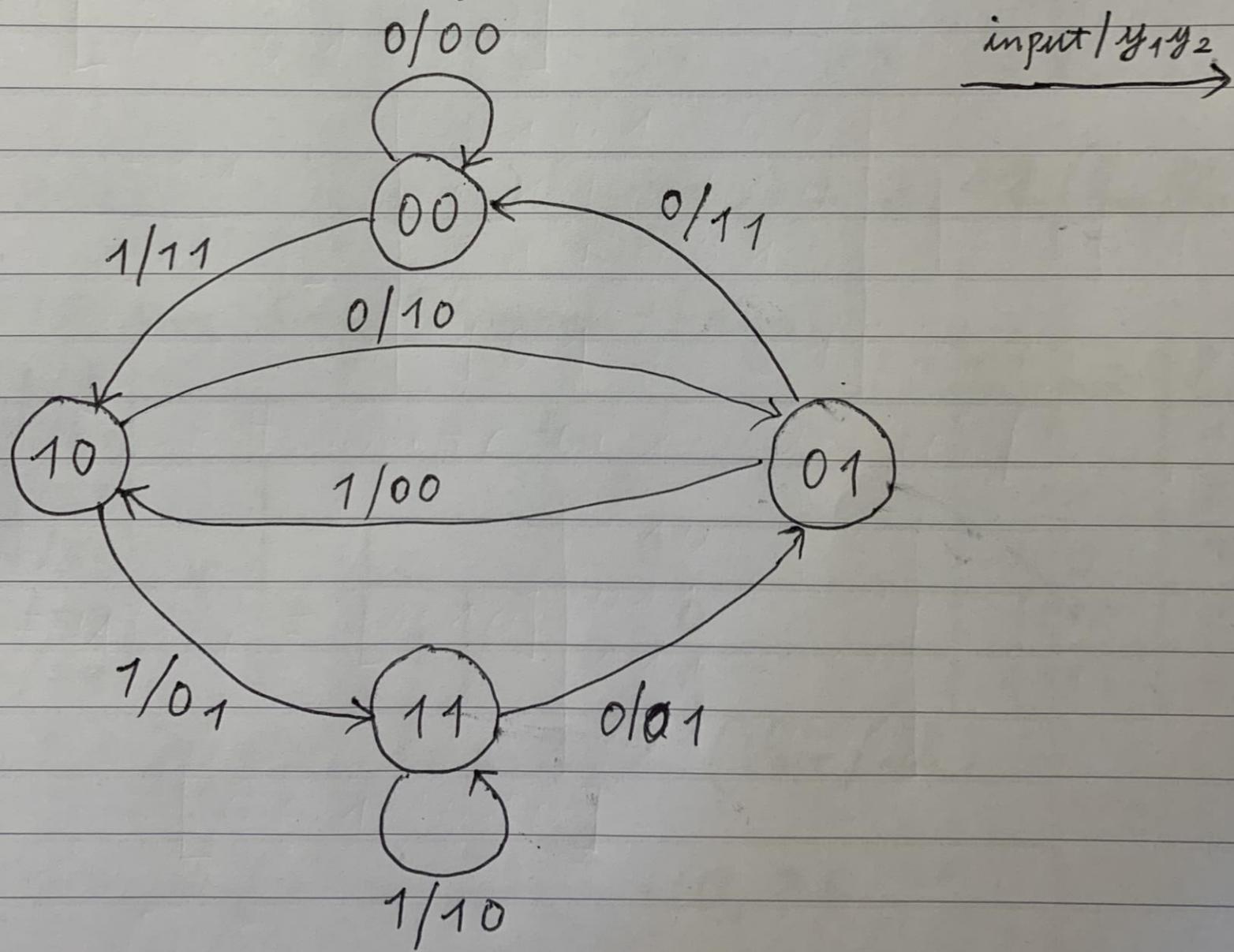
$$= [0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0]$$

Câu 3:

a) Mạch tạo mã nhị phân:



b) Sơ đồ chuyển trạng thái:



ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

ĐỀ THI CƠ SỞ TRUYỀN TIN HK 20122

Câu 1: Phát biểu định lý Shannon?

Hãy tính tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR [dB], trong điều kiện kênh truyền có nhiễu theo phân bố Gausian (kênh AWGN), cho phép truyền luồng dữ liệu tốc độ 240kb/s với bang thông cho phép BW=2MHz ?

Câu 2: Cho bản tin bao gồm các kí tự (A,B,D,E,F) với tần suất xuất hiện tương ứng là (23,13,11,8,4)

- a. Tính entropy của bản tin
- b. Sử dụng mã thống kê Shannon-Fano để mã hóa bản tin trên
- c. Đánh giá hiệu quả của mã Shannon-Fano

Câu 3: Cho mã vòng CRC($n=7, k=4$) với đa thức sinh $g(x)=1+x+x^3$

Bản tin 4 bit có giá trị [1010]

- d. Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4)
- a. Xác định từ mã tạo ra ma trận bản tin trên

Câu 1: Lý thuyết thí chín

Câu 2:

Gọi $p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_5)$ là lần lượt là xác suất xuất hiện ký tự A, B, D, E, F trong nguồn X.

⇒ Bảng xác suất:

i	1	2	3	4	5
$p(x_i)$	$\frac{23}{59}$	$\frac{13}{59}$	$\frac{11}{59}$	$\frac{8}{59}$	$\frac{4}{59}$

a) $H(X) = -\sum_{i=1}^5 p(x_i) \log p(x_i) = 2,12$ (bit/kh)

b) Mã hóa dùng Shannon-Fano:

x_i	$p(x_i)$	Cú mã	l_i
x_1	$23/59$	0	1
x_2	$13/59$	0	2
x_3	$11/59$	0	3
x_4	$8/59$	0	4
x_5	$4/59$	1	4

c) $\bar{l} = \sum_{i=1}^5 p(x_i) l_i = 2,2$ (bit/kh)

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,12}{2,2} = 0,96$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 5}{2,2} = 1,055$$

$H(X) < \bar{l} < H(X) + 1$ ($2,12 < 2,2 < 3,12$)

⇒ Bộ mã tái sử dụng dài

d) $g(x) = 1 + x + x^3$

$$G(7;4) = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{h_3 = h_3 + h_1}{h_4 = h_4 + h_1 + h_2} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [z | I] = G_{ht}$$

a) Giả mã c tạo từ tin $u = [1010]$ là:

$$c = uG_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [0011010]$$

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỆN THÔNG

Đề số 02 tổng số trang 01

ĐỀ THI MÔN: CƠ SỞ TRUYỀN TIN

Lần thi: Cuối kỳ

Ngày thi: 12/01/2021

Thời gian làm bài 75 phút

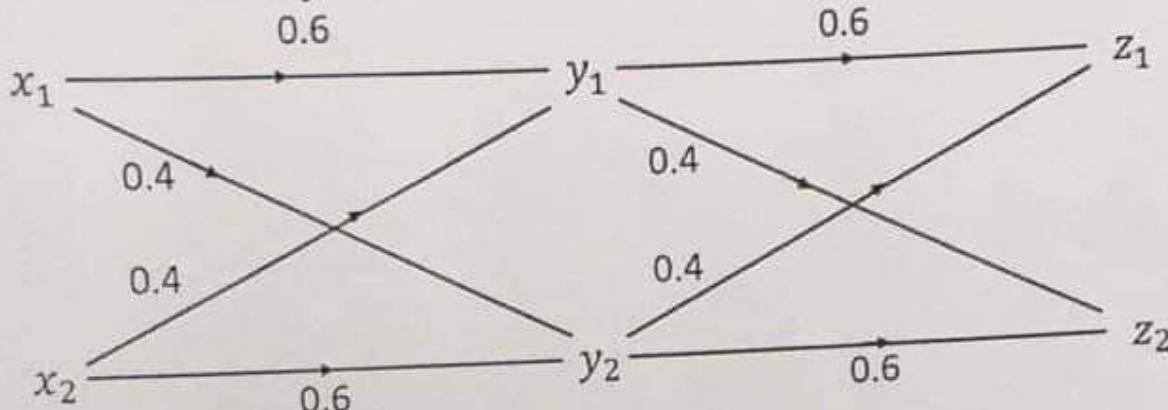
(Không sử dụng tài liệu)

Ký duyệt

Trưởng nhóm môn học:

Trưởng bộ môn:

Câu 1. Cho mô hình kênh truyền sau



a. Hãy tính lượng tin $I(X, Y)$ biết $P(x_1) = 0.5$.

b. Tính thông lượng kênh C cho kênh truyền trên.

Câu 2. Cho mã vòng CRC(7,4) có tính hệ thống với đa thức sinh $g(x) = x^3 + x + 1$.

a. Bản tin là dùng 2 chữ số cuối của MSSV biến đổi sang BCD. Xác định từ mã tương ứng.

b. Đảo 2 bit vị trí thứ 2 và 5 của chuỗi từ mã thu được từ câu a làm đầu vào của bộ giải

mã. Xác định bản tin tương ứng.

Câu 3. Cho mã chập $K = 3$, $k = 1$, $n = 3$ có đáp ứng xung được mô tả $g_1 = [0 \ 1 \ 1]$; $g_2 = [1 \ 1 \ 0]$,

$g_3 = [1 \ 1 \ 1]$.

a. Vẽ sơ đồ lắp mạch lập mã trên.

b. Biểu diễn bộ lập mã bằng sơ đồ lưới.

Câu 1: $P(x_1) = 0,5 \Rightarrow P(x_2) = 0,5$

$$P(y_1|x_2) = P(y_2|x_1) = 0,4$$

$$P(y_2|x_2) = P(y_1|x_1) = 0,6$$

$$P(y_1) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) P(y_1|x_i) = 0,5$$

$$\Rightarrow P(y_2) = 0,5$$

$$P(z_1|y_1) = P(z_2|y_2) = 0,6$$

$$P(z_1|y_2) = P(z_2|y_1) = 0,4$$

$$\text{a) } H(Y|X) = - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 P(x_i, y_j) \log P(y_j|x_i)$$

$$= \sum_{i=1}^2 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= 0,5 (-0,4 \log 0,4 - 0,6 \log 0,6)$$

$$+ 0,5 (-0,4 \log 0,4 - 0,6 \log 0,6)$$

$$= 0,971 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(Y) = - \sum_{j=1}^2 P(y_j) \log P(y_j)$$

$$= 1 \text{ (bit/tt)}$$

$$I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X) = 1 - 0,971$$

$$= 0,029 \text{ (bit/tt)}$$

b) $P(z_1|x_1) = P(z_2|x_2) = 0,52$

$$P(z_1|x_2) = P(z_2|x_1) = 0,48$$

Xét $P(x_1) = \frac{a}{2} \Rightarrow P(x_2) = 1 - a$

$$H(z|x) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) H(z|x_i)$$

$$= a(-0,48 \log 0,48 - 0,52 \log 0,52)$$

$$+ (1-a)(-0,48 \log 0,48 - 0,52 \log 0,52)$$

$$= 0,9988 \text{ (bit/tx)} + a$$

\Rightarrow 9 phm thuộc $P(x_1); P(x_2)$

Xét $C = I(X; Z)_{\max}$

$$= (H(z) - H(z|x))_{\max}$$

Mà $H(z|x) = 0,9988 + p(x_1); p(x_2)$

$$\Rightarrow I(X; Z)_{\max} \Leftrightarrow H(z)_{\max}$$

$$H(z)_{\max} = \log_2 2 = 1 \text{ (bit/tx) khi } P(z_1) = P(z_2) = 0,5$$

$$\Rightarrow C = H(z)_{\max} - 0,9988$$

$$= 0,0012 \text{ (bit/tx)}$$

Câu 2: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Có 2 cách làm:} \\ \text{Ma trận} \\ \text{Đa thức} \end{array} \right\}$

* C1: Dùng Ma trận (cụ thể trong bài này là MT_{ht})

a) VD: 20193316

16 $\xrightarrow{BCD} u = 0001 \ 0110$ là bản tin

* Nhớ $CRC(7;4) \Leftrightarrow (n;k) = (7;4)$

$$m = n - k = 7 - 4 = 3$$

\Rightarrow Vào 4 bit ra 7 bit, mà bản tin có 8 bit

\Leftrightarrow chia bản tin u thành 2 tin $u_1 = [0001]$

$$u_2 = [0110]$$

$$g(x) = x^3 + x + 1$$

$$G(7;4) = \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{bmatrix}$$

$$= [Z | I] = G_{ht}$$

$$c_1 = u_1 G_{ht} = [0001] \begin{bmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{bmatrix}$$

$$= [1010001]$$

$$C_2 = U_2 G_{ht} = [0110] \begin{bmatrix} 110 & 1000 \\ 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$= [100 \ 0110]$$

\Rightarrow Tùy mã đầu ra tương ứng với $u = 00010110$:

$$c = 10100011000110$$

b) Đảo 2 bit 2 & 5 tùy mã c:

$$\Rightarrow c' = 11101011000110$$

Xét tùy mã $c'_1 = 1110101$; $c'_2 = 1000110$

$$H_{ht} = [I \mid Z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{bmatrix}$$

$$S_1 = c'_1 H_{ht}^T = [1110101] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [001]$$

$\Rightarrow c'_1$ sai 3 bit thứ 3; sửa sai:

$$c'_1 \text{ đ} = 1100101$$

$\Rightarrow u'_1 = 0101$ là tin thông tin

$$S_2 = C'_2 H_{ht}^T = \begin{bmatrix} 1000110 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 000 \end{bmatrix}$$

$\Rightarrow C'_2$ không có lỗi sai

$\Rightarrow u'_2 = 0110$ là tin tưởng mía

\Rightarrow Bản tin tưởng mía với ~~C' = 11101011000110~~

$C' = 11101011000110$ lỗi:

$u' = 01010110$

* C2: Dùng Đa thức (cụ thể) ĐT ht)

a) $u_1 = [0001] \Leftrightarrow u_1(x) = x^3$

$$S_1(x) = (x^m u(x)) \bmod(g(x)) = (x^3(x^3)) \bmod(x^3 + x + 1)$$

$$= x^6 \bmod(x^3 + x + 1) = x^2 + 1$$

$$C_{1,ht}(x) = x^m u(x) + S_1(x)$$

$$= x^3 \cdot x^3 + x^2 + 1 = x^6 + x^2 + 1$$

$$\Rightarrow C_{1,ht} = [1010001]$$

$$U_2 = [01110] \Leftrightarrow U_2(x) = x + x^2$$

$$\begin{aligned} S_2(x) &= (x^m U_2(x)) \bmod (g(x)) \\ &= (x^3(x + x^2)) \bmod (x^3 + x + 1) \end{aligned}$$

$$= (x^5 + x^4) \bmod (x^3 + x + 1) = 1$$

$$\begin{aligned} C_{2ht}^{(x)} &= x^m U_2(x) + S_2(x) \\ &= x^5 + x^4 + 1 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow C_{2ht} = [1000110]$$

\Rightarrow Tùy mã đầu ra c tương ứng với tin u:

$$C = [10100011000110]$$

b) $C' = 11101011000110$

Xét Chia tùy mã thành $C'_1 = 1110101$

$$C'_2 = 1000110$$

$$(\Rightarrow C_1(x) = 1 + x + x^2 + x^4 + x^6; C_2(x) = 1 + x^4 + x^5)$$

CRC (7; 4) có đa thức sinh $g(x) = x^3 + x + 1$

$$\Rightarrow d_o = 4$$

Dạng hở không $\Rightarrow d_{oh} = 3$

$$d_{oh} \geq 2t + 1 \Leftrightarrow 3 \geq 2t + 1$$

$$\Leftrightarrow t \leq 1$$

$\Rightarrow t_0 = 1$ là số lần phát hiện & sửa lỗi da

Xét $c'_1(x) \bmod g(x)$

$$S'_1(x) = (1 + x + x^2 + x^4 + x^6) \bmod (x^3 + x + 1)$$

$$= x^2 + x + 1 \bmod ((x^2 + x + 1)^2)$$

$$W(S'_1(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

$$\Rightarrow \text{Ta có } c'_{1d}(x) = c'_1(x) + S'_1(x)$$

$$= 1 + x + x^4 + x^6$$

$\Rightarrow c'_{1d} = [1100101]$ là bùn tử mã đầu
ra sau khi gửi.

$\Rightarrow u'_1 = [0101]$ là bản tin tương ứng c'_{1d}

Xét $c'_2(x) \bmod g(x)$

$$S'_2(x) = (x^5 + x^4 + 1) \bmod (x^3 + x + 1)$$

$$= 0$$

\Rightarrow Tùi mã không có lỗi sai

$$\Rightarrow C'_{2d} = c'_2 = [1000110]$$

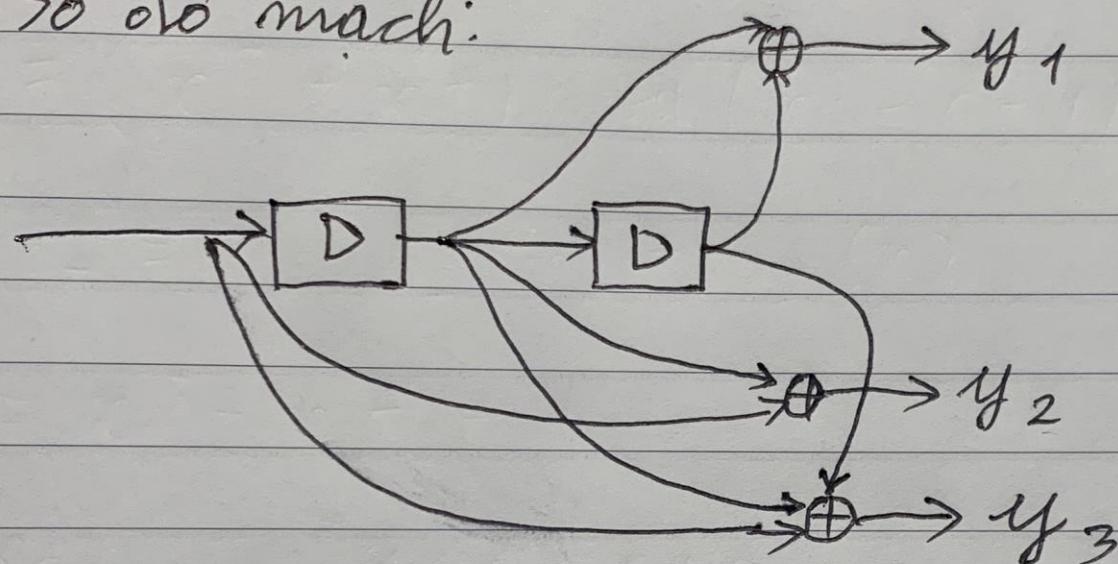
$\Rightarrow u'_2 = [0110]$ là bản tin tương ứng c'_{2d}

\Rightarrow Tìm u' tương ứng với c' là:

$$u' = 01010110$$

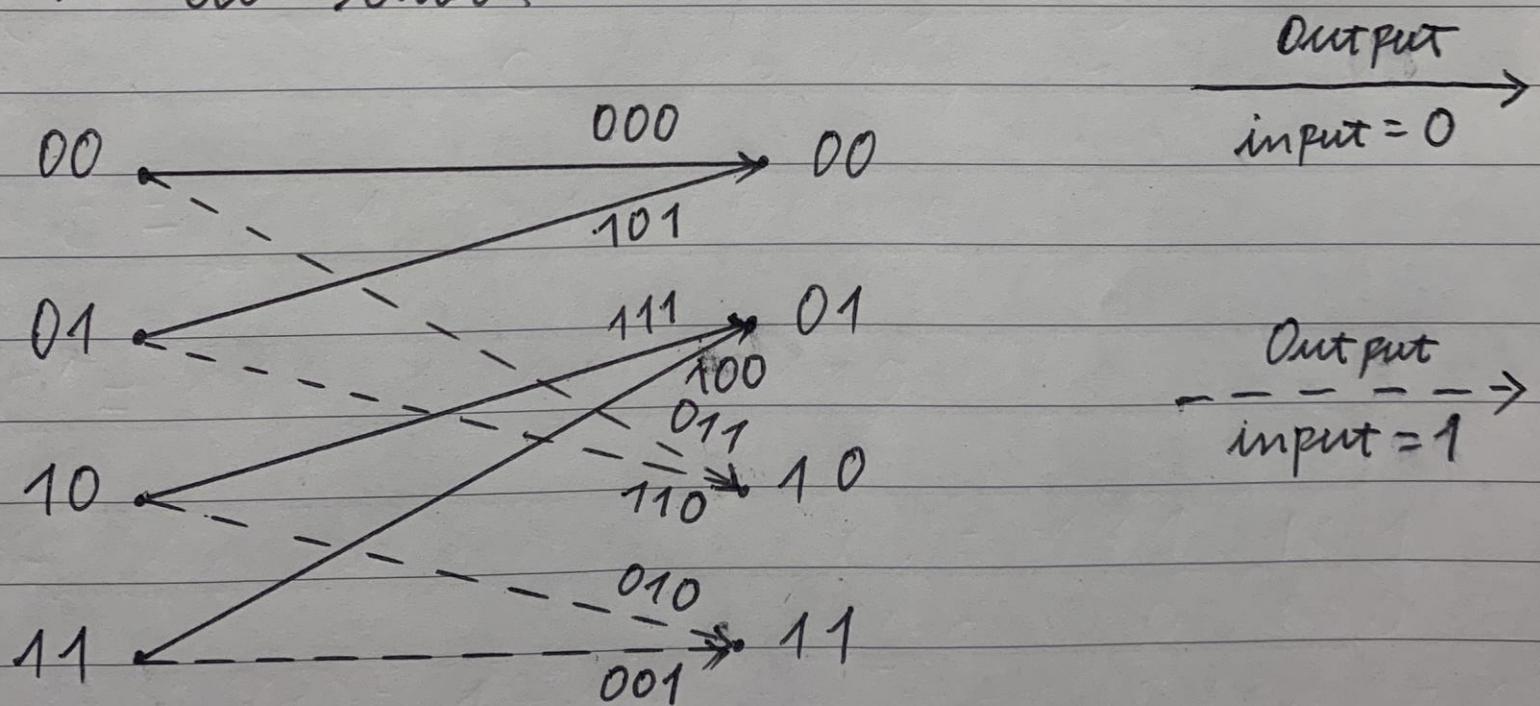
Câu 3:

a) Sơ đồ mạch:



Với y_1, y_2, y_3
là output

b) Sơ đồ lưu:



ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BACHE KHOA HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG		ĐỀ THI MÔN: CƠ SỞ THÔ GIAN VÀ TÍNH
Bố số: 1 Tổng số trang: 1		Thời gian làm bài: 120 phút Không sử dụng máy tính, máy tính bảng và điện thoại
Ký duyệt	Trao cho nhóm môn học <i>NBF</i>	Trưởng Bộ môn <i>Phan</i>

Câu 1. (3d) Cho nguồn tin (x_i) với $i=1$ đến 10 với đặc trưng thống kê:

X_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
$P(X_i)$	0,22	0,09	0,24	0,07	0,01	0,03	0,19	0,15	

- a. Xây dựng mã tần ưu theo phương pháp Huffman cho nguồn tin trên.
- b. Tính hệ số nén.

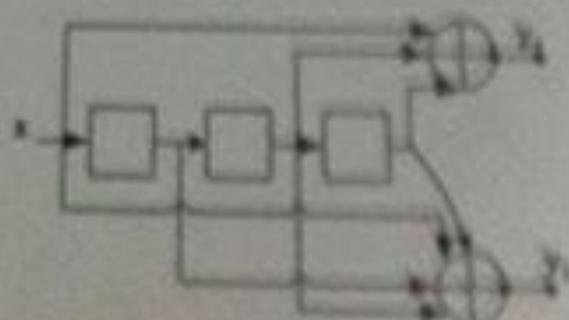
Câu 2. (3d) Cho mã vòng CRC ($n=7$, $k=4$) với đa thức sinh $g(x)=1+x+x^2$

Bản tin 4 bit có giá trị [1010]

- a) Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.
- b) Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4)

Câu 3. (4d) Sơ đồ mã tích chấp như trên hình vẽ.

- a. Vẽ sơ đồ trạng thái.
- b. Tìm từ mã đầy đủ khi chuỗi đầu vào $x=1001101$.



ĐVQ 20193316

Câu 1: a)

Thứ Ngày Ⓛ Ⓜ

X_i	$P(X_i)$	Tù mã	l _i
X_3	0,24	00	2
X_1	0,22	10	2
X_7	0,19	010	3
X_8	0,15	011	3
X_2	0,09	110	3
X_4	0,07	1110	4
X_6	0,03	11110	5
X_5	0,01	11111	5

b) $\bar{l} = \sum_{i=1}^8 p(X_i) l_i = 2,69$ (bit/kh)

$$H(X) = - \sum_{i=1}^8 p(X_i) \log p(X_i)$$

$$= 2,64$$
 (bit/kh)

Hết 80' nén

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,64}{2,69} = 0,98$$

$$K_n = \frac{H(X)_{\max}}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,69} = 1,115$$

ĐVQ 20193316

Thứ..... Ngày

Câu 2:

b) Ma trận sinh tử đa thức sinh $g(x) = 1 + x + x^3$:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

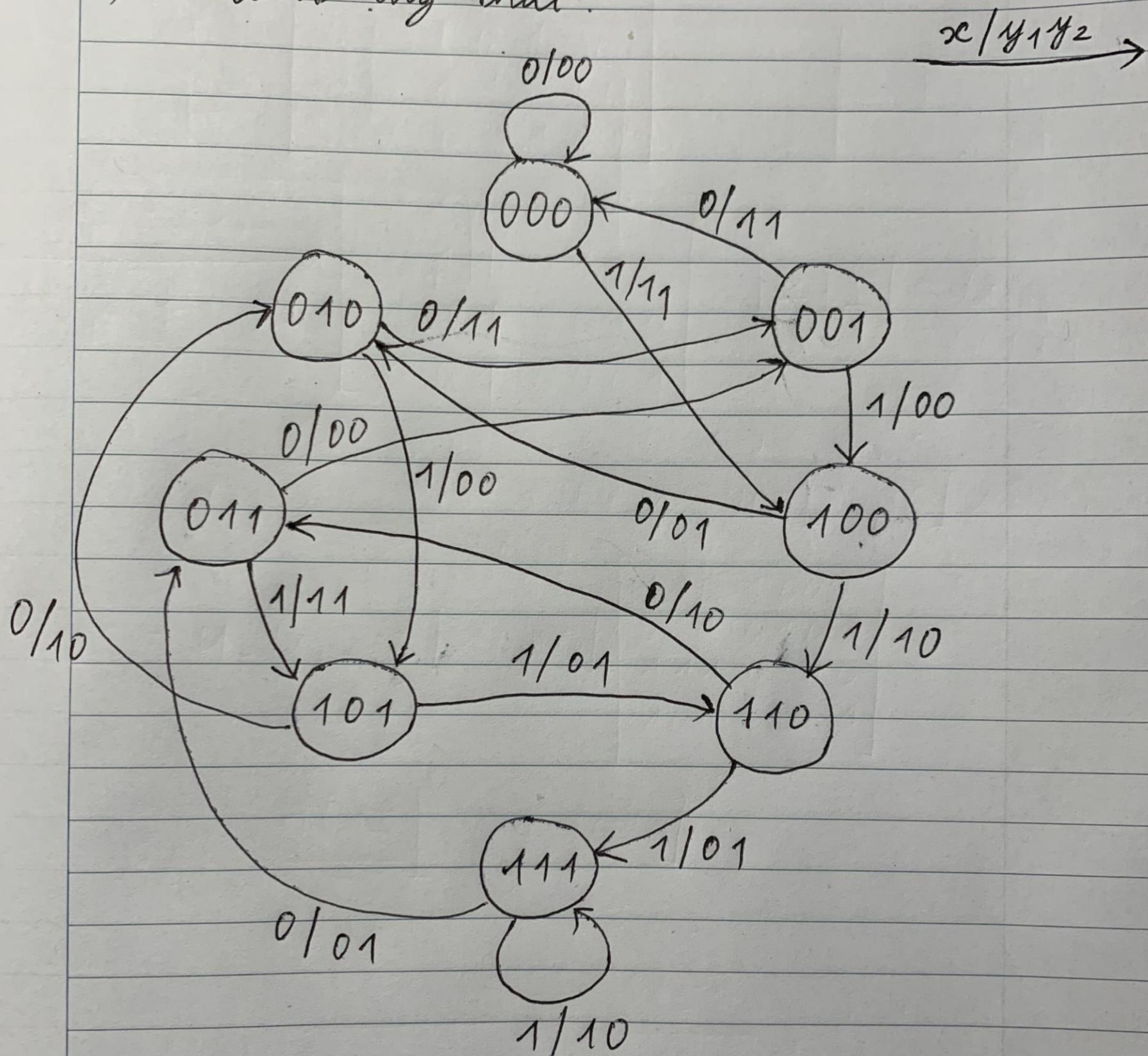
$$\begin{array}{l} h_3 = h_3 + h_1; \\ \hline h_4 = h_4 + h_1 + h_2 \end{array} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [z | I] = G_{ht}$$

a) Từ mảng c tạo ra từ tin $u = [1010]$ như:

$$c = u \cdot G_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [001101]$$

Câu 3:

a) Sơ đồ trạng thái:



b) Tùm mã khi $x = 1001101$:

$c = 11\ 01\ 11\ 00\ 10\ 10\ 11$

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

đề 2

22/12/2014

(60', E-tài liệu)

Bài 1: Cho $x_i = [x_1, x_2, \dots, x_7]$

a) Mô hình Huffman

b) Tính độ rõ nét (hệ số SNR)

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_i
0,25	0,06	0,07	0,04	0,01	0,05	0,13	0,14

Số

Bài 2: Cho đa thức nhịn g(x) = 1 + x + x³

a) Tính tử mă vong dạng hệ thống kí hiệu $i_1 = [1101]$; $i_2 = [0101]$

b) Phép hàn quâi mă kí hiệu nhận được

$$[c_1'] = [1011010] \quad ; [c_2'] = [0011010]$$

Bài 3: Cho mă châp với tốc độ mă R = $\frac{y_2}{2}$

Đáp ứng xung phi của mă châp dạng

$$G_1 = [111]$$

$$G_2 = [101]$$

a) Vẽ mă tạo mă châp

b) Biểu diễn nô dò chuyển trạng thái của mă

2014 D2

Thứ..... Ngày ◉ ◉

Câu 1: a)

x_i	$p(x_i)$	Tùy mã	l_i
x_3	0,27	10	2
x_1	0,25	00	2
x_7	0,18	01	2
x_8	0,14	110	3
x_2	0,06	1110	4
x_6	0,05	11110	5
x_4	0,04	111110	6
x_5	0,01	111111	6

b) $\bar{l} = \sum_{i=1}^8 p(x_i) l_i = 2,61$ (bit/kh)

$H(X) = - \sum_{i=1}^8 p(x_i) \log p(x_i) = 2,56$ (bit/kh)

Hđ 80' nên:

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,56}{2,61} = 0,98$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,61} = 1,15$$

Câu 2: 2 cách 

(C1) Ma trận (hệ thống):

 Tù mā thông tin i có 4 bit;
tù mā đầu ra c có 7 bit

$$\Rightarrow \text{CRC}(n; k) = (7; 4)$$

$$G(7;4) = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \left[\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right] \xrightarrow{\begin{array}{l} h_3 = h_3 + h_1; \\ h_4 = h_4 + h_1 + h_2 \end{array}} \left[\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

$$c_1 = i_1 G_{ht} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = i_2 \quad G_{ht} = [0101] \begin{bmatrix} 110 & 1000 \\ 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$= [110 \ 0101]$$

b)

$$H_{ht} = [I \ | \ z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{bmatrix}$$

$$S_1 = C_1' \cdot H_{ht}^T = [1011010] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [100]$$

\Rightarrow Sai 3 bit 1

$$\text{Sửa sai} \Rightarrow C_1' d = [0011010] \Rightarrow u'_1 = [1010]$$

$$S_2 = C_2' H_{ht}^T = [0011010] \begin{bmatrix} 100 \\ 010 \\ 001 \\ 110 \\ 011 \\ 111 \\ 101 \end{bmatrix} = [000]$$

\Rightarrow Không có lỗi dài

$$\Rightarrow C_2' d = C_2' = [0011010] \Rightarrow u'_2 = [1010]$$

C2) Đa thức (hệ thống)

$$(n; k) = (7; 4) \Rightarrow m = n - k = 7 - 4 = 3$$

a) $i_1 = [1101] \Leftrightarrow i_1(x) = 1 + x + x^3$

$$S_1(x) = (x^m i_1(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^3 + x^4 + x^6) \bmod (1 + x + x^3)$$

$$= 0$$

$$C_1(x) = x^m i_1(x) + S_1(x)$$

$$= x^3 + x^4 + x^6$$

$$\Rightarrow C_1 = [0001101]$$

$$i_2 = [0101] \Leftrightarrow i_2(x) = x + x^3$$

$$S_2(x) = (x^m i_2(x)) \bmod (g(x)).$$

$$= (x^4 + x^6) \bmod (1 + x + x^3)$$

$$= 1 + x$$

$$C_2(x) = x^m i_2(x) + S_2(x)$$

$$= 1 + x + x^4 + x^6$$

$$\Rightarrow C_2 = [1100101]$$

$$\text{CRC}(n; k) = (7; 4) \quad g(x) = 1 + x + x^3$$

Có dạng hệ thẳng; $d_0 = 3$

$$d_0 \geq 2t + 1$$

Với t là số lỗi phien & sửa

$$\Leftrightarrow 3 \geq 2t + 1$$

$$\Leftrightarrow t \leq 1 \Rightarrow \text{Số P.hiệu & sửa tối}$$

$$c'_1 = [1011010] \Leftrightarrow \text{đa } x_0 = 1 \text{ lỗi} \\ c'_1(x) = 1 + x^2 + x^3 + x^5$$

$$S'_1(x) = (c'_1(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (1 + x^2 + x^3 + x^5) \bmod (1 + x + x^3)$$

$$= 1$$

$$W(S'_1(x)) = 1 \leq x_0 = 1$$

$$\Rightarrow C'_{1\text{ đ}}(x) = c'_1(x) + S'_1(x)$$

$$= x^2 + x^3 + x^5$$

$$\Rightarrow C'_{1\text{ đ}} = [0011010]$$

$$\Rightarrow u'_1 = [1010]$$

ĐVQ 20193316

$$C'_2 = [001 \ 1010] \Leftrightarrow C'_2(x) = xc^2 + x^3 + x^5$$

$$S'_2(x) = (C'_2(x)) \text{mod } (g(x))$$

$$= (x^5 + x^3 + xc^2) \text{mod } (x^3 + x + 1)$$

$$= 0$$

~~W(S'_2(x))~~

\Rightarrow Không có lỗi sai

$$\Rightarrow C'_2 \neq (x) = C'_2(x) = x^2 + x^3 + x^5$$

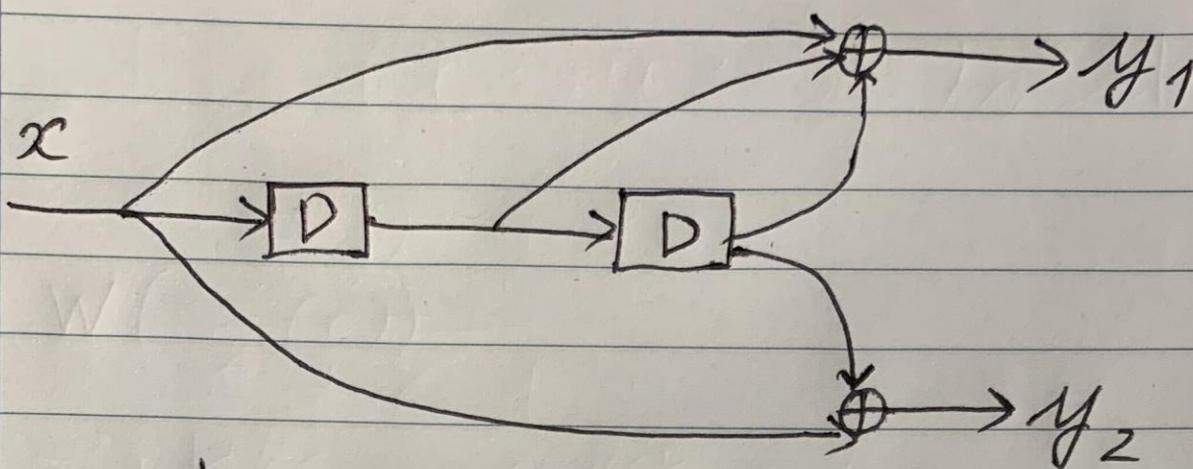
$$\Rightarrow C'_2 = [001 \ 1010]$$

$$\Rightarrow U'_2 = [1010]$$

Bài 3: ĐVQ 20193316

Mã篇章

a) Mạch tạo mã篇章:



x : bit đầu vào
2 bit

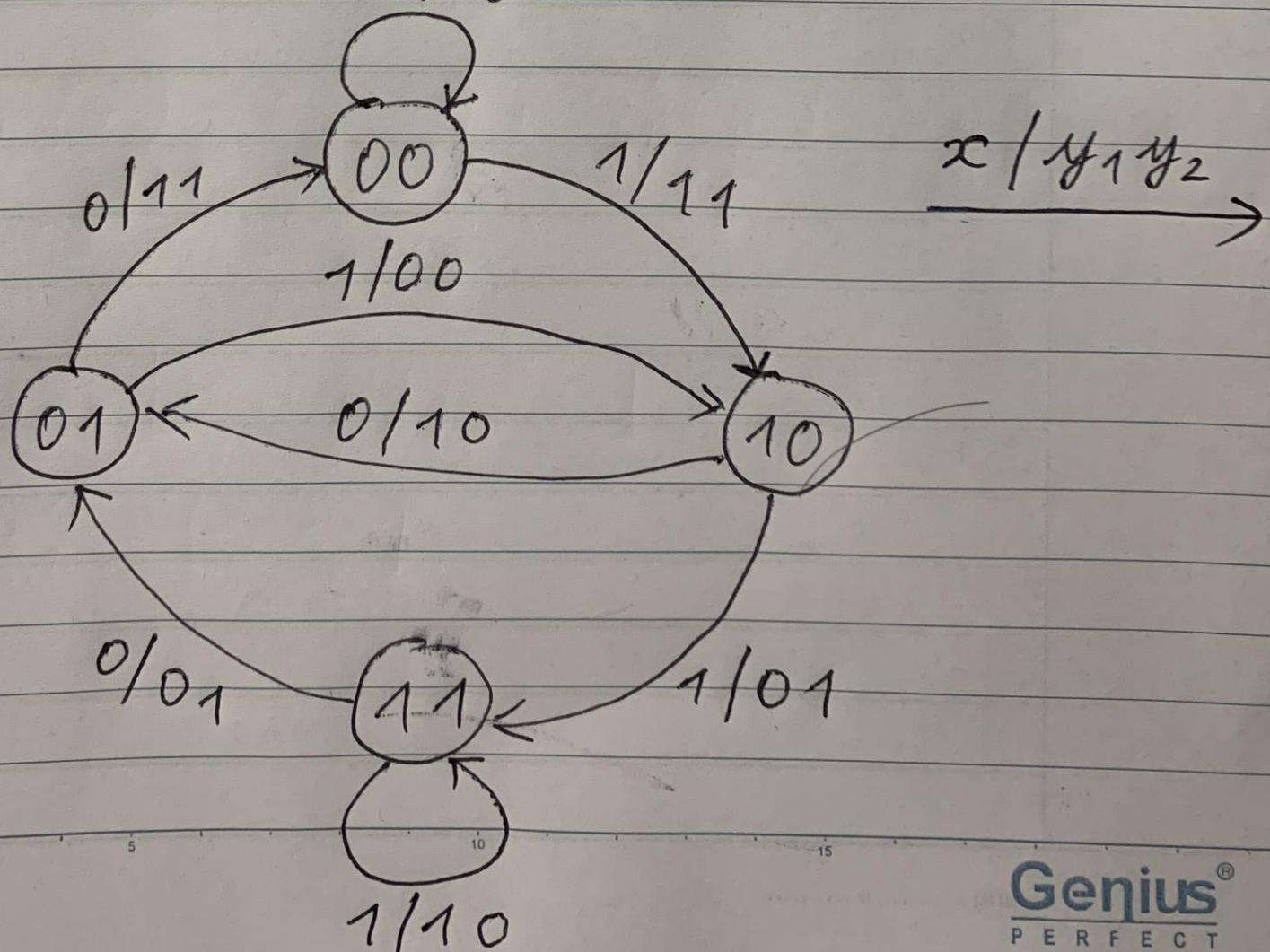
y_1, y_2 : đầu ra

(2 đầu ra $\Leftrightarrow n = 2$)

$$R = \frac{k}{n} = \frac{1}{2}$$

$\Leftrightarrow k = 1 \Leftrightarrow$ 1 đầu vào 1 bit
0/00

b)



ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÀNH CHO KHÓA HÀ NỘI
VIEN HỌC TỰ HỌC THÔNG

ĐỀ THI MÔN: CƠ SỞ TRUYỀN TIN

Lần thi: Cuối kỳ

Năm học: 2019/2020

Thời gian làm bài: 60 phút

Đề số 2 — Tổng số trang: 01

(Không được sử dụng tài liệu. Nộp bài để thi bằng

Ký duyệt

Trưởng nhóm môn học:

Bài 1: (3đ) Cho nguồn tin gồm 8 tin có xác suất tương ứng là:
(0,2; 0,11; 0,24,0,06; 0,03; 0,02; 0,18;0,16)

- Hãy mã hóa nguồn tin trên theo mã Huffman.
- Tính hệ số nén của phương pháp mã này.

Bài 2: (5đ) Cho mã khối tuyến tính (8,5) có cấu trúc như sau $I_1 I_2 I_3 P_1 P_2 P_3 P_4$. Đề xuất
quan hệ giữa các bit tin và bit kiểm tra như sau:

$$P_1 = 1 \cdot I_1 \oplus 1 \cdot I_2 \oplus 0 \cdot I_3 \oplus 1 \cdot I_4 \oplus 1 \cdot I_5$$

$$P_2 = 1 \cdot I_1 \oplus 0 \cdot I_2 \oplus 1 \cdot I_3 \oplus 1 \cdot I_4 \oplus 1 \cdot I_5$$

$$P_3 = 1 \cdot I_1 \oplus 1 \cdot I_2 \oplus 1 \cdot I_3 \oplus 0 \cdot I_4 \oplus 1 \cdot I_5$$

- Xây dựng ma trận kiểm tra H và ma trận sinh G .
- Tìm tử mã tương ứng với ban tin 10111

Bài 3: (4đ) Một mã chấp nhì phân tốc độ R=1/3 được xác định bởi các ma trận sinh như sau:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- Vẽ sơ đồ mạch lặp mã trên
- Vẽ lưu đồ trạng thái cho bộ mã
- Giả sử đầu ra thu được dòng dữ liệu 11011010911111000. Xác định dữ liệu đầu

Bài 1:

a) Gọi $P(x_1), P(x_2), P(x_3), P(x_4), P(x_5), P(x_6)$,
 $P(x_7), P(x_8)$ lần lượt là các xác suất có
 giá trị là $0,24; 0,11; 0,24; 0,06; 0,03;$
 $0,02; 0,18; 0,16$ trong nguồn X
 Mã hóa nguồn X theo Huffman:

x_i	$P(x_i)$	Tùy mã
x_3	0,24	00 ₁₀
x_1	0,2	10
x_7	0,18	010
x_8	0,16	011
x_2	0,11	110
x_4	0,06	1110 ₁₅
x_5	0,03	11110
x_6	0,02	11111

b) $\bar{l} = \sum_{i=1}^8 p(x_i) l_i = 2,72$ (bit/kh)

$H(X) = - \sum_{i=1}^8 p(x_i) \log p(x_i) = 2,685$ (bit/kh)

$K_x = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,685}{2,72} = 0,987$

$K_n = \frac{H_o(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,72} = 1,103$

Bài 2:

Thứ Ngày Ⓜ Ⓛ

Tùy mảng c có dạng: $c = [I_1 I_2 I_3 P_1 I_4 P_2 I_5 P_3]$

tạo từ $U = [I_1 I_2 I_3 I_4 I_5]$ là tùy mảng tin tức
(bỏ các bit ktra)

Ta có:

$$c = U G_{(8;5)} \Leftrightarrow [I_1 I_2 I_3 I_4 I_5] G_{(8;5)} = [I_1 I_2 I_3 P_1 I_4 P_2 I_5 P_3]$$

Viết $G_{(8;5)} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} & g_{14} & g_{15} & g_{16} & g_{17} & g_{18} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} & g_{24} & g_{25} & g_{26} & g_{27} & g_{28} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} & g_{34} & g_{35} & g_{36} & g_{37} & g_{38} \\ g_{41} & g_{42} & g_{43} & g_{44} & g_{45} & g_{46} & g_{47} & g_{48} \\ g_{51} & g_{52} & g_{53} & g_{54} & g_{55} & g_{56} & g_{57} & g_{58} \end{bmatrix}$

$$\text{TM} \Rightarrow g_{11} I_1 + g_{21} I_2 + g_{31} I_3 + g_{41} I_4 + g_{51} I_5 = I_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g_{11} = 1 \\ g_{21} = g_{31} = g_{41} = g_{51} = 0 \end{cases}$$

Tương tự ta có:

$$\begin{array}{l} \text{TM} \\ \Rightarrow \begin{cases} g_{22} = 1 \\ g_{12} = g_{32} = g_{42} = g_{52} = 0 \end{cases} \end{array}$$

$$\text{#D} \left\{ \begin{array}{l} g_{33} = 1 \\ g_{13} = g_{23} = g_{43} = g_{53} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{45} = 1 \\ g_{15} = g_{25} = g_{35} = g_{55} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{57} = 1 \\ g_{17} = g_{27} = g_{37} = g_{47} = 0 \end{array} \right.$$

Ta có: $g_{14} I_1 + g_{24} I_2 + g_{34} I_3 + g_{44} I_4$

$$+ g_{54} I_5 = P_1$$

mà $P_1 = I_1 + I_2 + I_4 + I_5$

$$\Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} g_{34} = 0 \\ g_{14} = g_{24} = g_{44} = g_{54} = 1 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{14} = g_{24} = g_{44} = g_{54} = 1 \end{array} \right.$$

Cường tử, ta có:

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{26} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{16} = g_{36} = g_{46} = g_{56} = 1 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{48} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} g_{18} = g_{28} = g_{38} = g_{58} = 1 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Ta có:

$$G \cdot H^T = 0$$

Gọi $h = [h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8]$ là 1 hàng bất kỳ của H . h trục giao với mọi vecto hàng của G

$$\Rightarrow \begin{cases} h_1 + h_4 + h_6 + h_8 = 0 \\ h_2 + h_4 + h_8 = 0 \\ h_3 + h_6 + h_8 = 0 \\ h_4 + h_5 + h_6 = 0 \\ h_4 + h_6 + h_7 + h_8 = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} h_1 = h_4 + h_6 + h_8 \\ h_2 = h_4 + h_8 \\ h_3 = h_6 + h_8 \\ h_5 = h_4 + h_6 \\ h_7 = h_4 + h_6 + h_8 \end{cases}$$

$$\text{Xét } (h_4; h_6; h_8) = (1; 0; 0)$$

$$\Rightarrow (h_1; h_2; h_3; h_5; h_7) = (1; 1; 0; 1; 1)$$

$$(h_4; h_6; h_8) = (0; 1; 0)$$

$$\Rightarrow (h_1, h_2, h_3, h_5, h_7) = (1; 0; 1; 1; 1)$$

$$(h_4; h_6; h_8) = (0; 0; 1)$$

$$\Rightarrow (h_1; h_2; h_3; h_5; h_7) = (1; 1; 1; 0; 1)$$

$$\Rightarrow H_{(8;3)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

b) $u = [10111]$

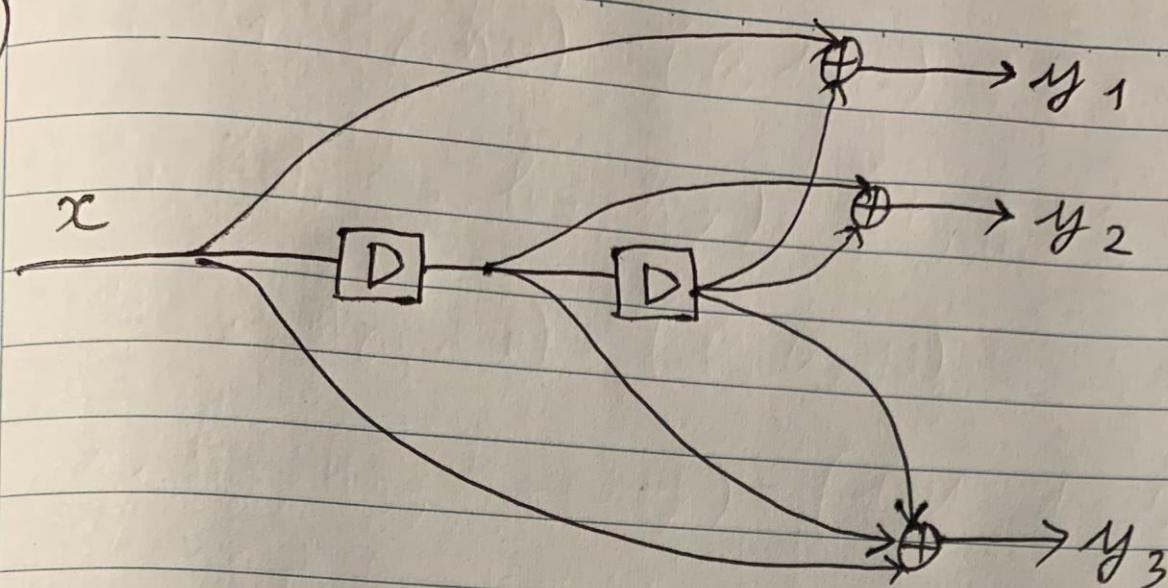
$$C = u \cdot G = [10111] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} -$$

$$= [1 \underline{0} \underline{1} \underline{1} \underline{1} \underline{0} \underline{1} \underline{1}]$$

Bài 3:

Thứ Ngày ◉ ◉

a)



x : đầu vào

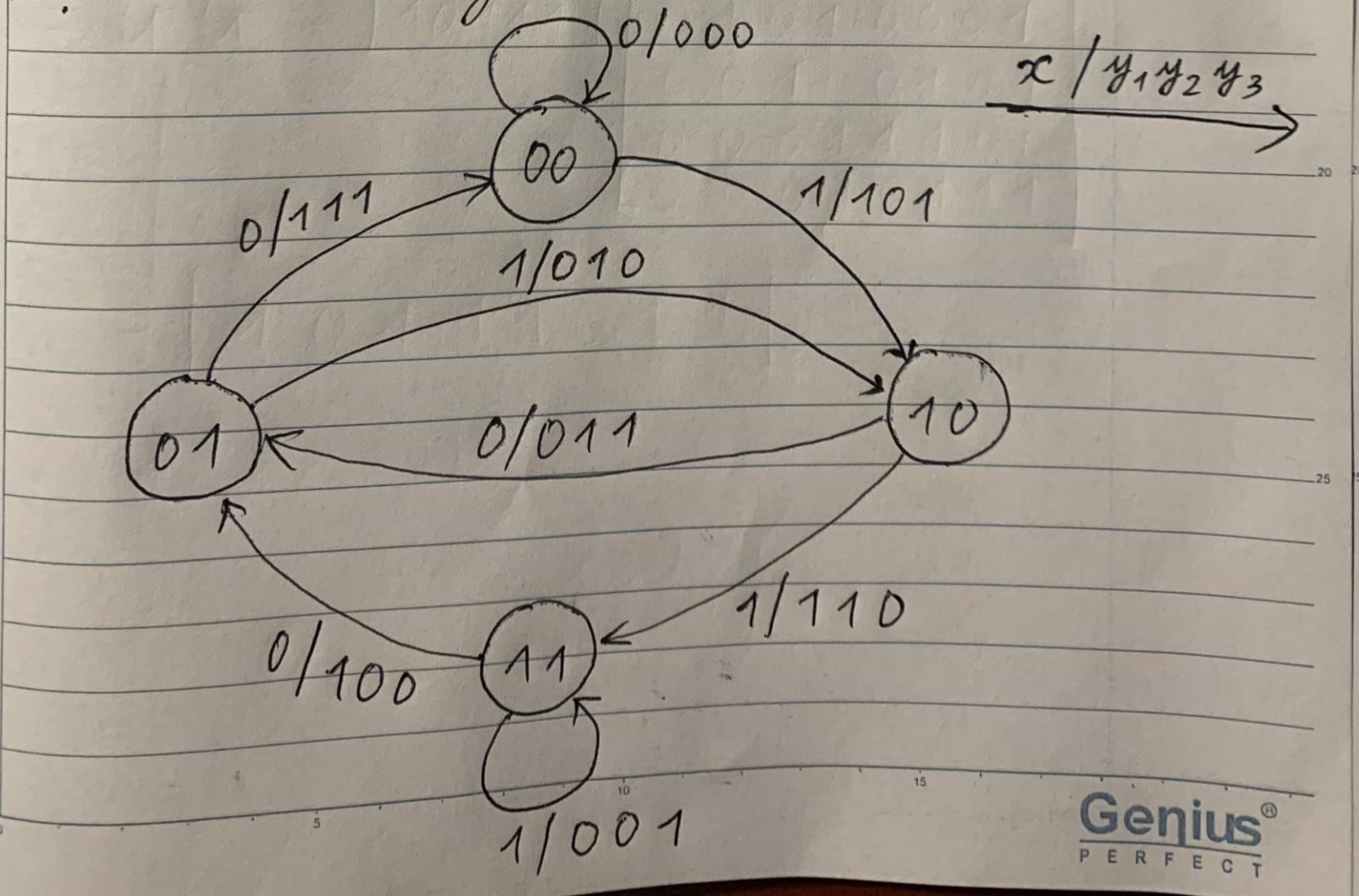
y_1, y_2, y_3 : đầu ra

Đầu ra 3 bit $\Rightarrow n = 3$

$$R = \frac{k}{n} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow k = 1 \Rightarrow$$

Đầu vào 1 bit

b) lưu đồ trạng thái:

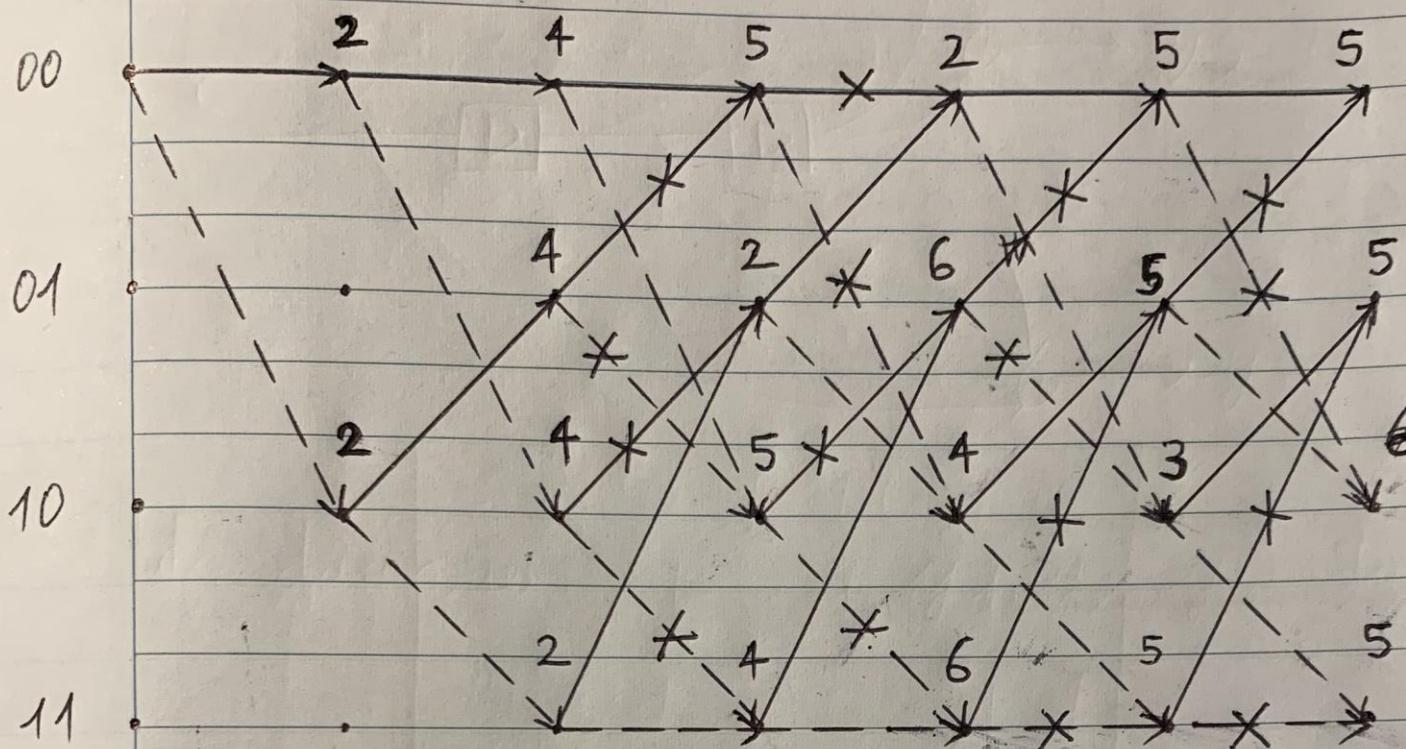


Không biết có sai chỗ nào ở lưu đồ hay $d_{hamming}$ của đồ hình viterbi không mà ý c
giải ra trường hợp đặc biệt quá :v

c) Viterbi giải mã:

$$x=0$$

$$x=1$$



Dữ liệu
nhận được

110 110 100 111 111 000

Sửa

101 110 100 111 000 000

~~Dữ liệu
đã tiếp
đến~~

101 110 100 111 101 011 hoặc

101 110 100 111 101 110 hoặc

⇒ Dữ liệu vào có thể là:

$u_1 = 110000$ hoặc

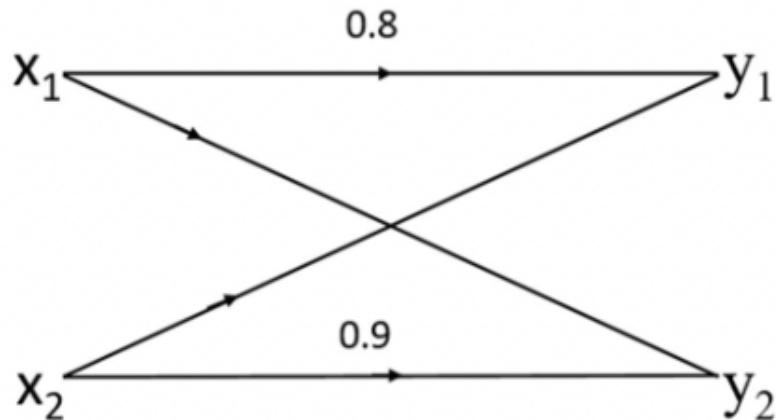
$u_2 = 110010$ hoặc

$u_3 = 110011$

ĐVQ 20193316

Trường ĐH Bách Khoa Hà Nội Viện Điện tử - Viễn thông	Đề thi môn: Cơ sở truyền tin (ET2072) Ngày thi: 20/9/2021 Thời gian làm bài: 60 phút (thời gian giao đề và thu bài 15 phút) Được dùng tài liệu
Chữ ký của trưởng nhóm môn học: 	Chữ ký của trưởng bộ môn: 

Câu 1 (3 điểm) Cho mô hình kênh truyền sau



- a. Xác định ma trận kênh truyền.
- b. Hãy tính lượng tin tương hỗ $I(X, Y)$ biết $P(x_1) = 0.4$.

Câu 2(4 điểm) Cho mã vòng CRC ($n=7$, $k=4$) với đa thức sinh $G(x) = 1 + x^2 + x^3$; Bản tin 8bit có giá trị xác lập từ 2 số cuối của mssv với mỗi chữ số biểu diễn bằng 4bit nhị phân. (VD mssv 20172805 dùng 05 thành 0000.0101 để làm chuỗi đầu vào)

- a. Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC(7,4) (mã vòng loại 1)
- b. Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.
- c. Kiểm tra chuỗi sau 1010001 có thuộc bộ mã trên không.

Câu 3 (3 điểm) Cho bộ mã chập có các thông số $M(n=2, k=1, K=3)$ được biểu diễn bằng 2 đa thức sinh như sau: $G_1(x) = x^2 + x + 1$; $G_2(x) = x + 1$.

- a. Hãy biểu diễn bộ lập mã chập trên bằng sơ đồ cấu trúc trạng thái.
- b. Hãy xác định từ mã ứng với chuỗi thông tin 101.

Đáp 1:

$$P(y_1|x_1) = 0,8 \Leftrightarrow P(y_2|x_1) = 1 - P(y_1|x_1) = 1 - 0,8 \\ = 0,2$$

$$P(y_2|x_2) = 0,9 \Leftrightarrow P(y_1|x_2) = 1 - P(y_2|x_2) = 1 - 0,9 \\ = 0,1$$

a) Ma trận kênh truyền:

$$[P(Y|X)] = \begin{bmatrix} P(y_1|x_1) & P(y_1|x_2) \\ P(y_2|x_1) & P(y_2|x_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,1 \\ 0,2 & 0,9 \end{bmatrix}$$

b) $P(x_1) = 0,4 \Leftrightarrow P(x_2) = 1 - P(x_1) = 1 - 0,4 = 0,6$

~~$I(X, Y) = H(Y)$~~

$$P(y_1) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) P(y_1|x_i) = 0,38$$

$$P(y_2) = 1 - P(y_1) = 1 - 0,38 = 0,62$$

$$H(Y) = - \sum_{j=1}^2 P(y_j) \log P(y_j) = 0,958 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(Y|X) = - \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 P(x_i, y_j) \log P(y_j|x_i)$$

$$= \sum_{i=1}^2 P(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= 0,4 (-0,8 \log 0,8 - 0,2 \log 0,2)$$

$$+ 0,6 (-0,1 \log 0,1 - 0,9 \log 0,9)$$

$$= 0,57 \text{ (bit/tt)}$$

$$I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X) = 0,958 - 0,57 = 0,388 \text{ (bit/tt)}$$

Câu 2: MSSV: 201933 16

Chuỗi đầu vào tương ứng: $u = [0001 \ 0110]$

Cách chia chuỗi tin thành 2 tin, mỗi tin có độ dài $k=4$ bit

$$\Rightarrow u_1 = [0001] ; u_2 = [0110]$$

a) Ma trận sinh:

$$G = \begin{bmatrix} G(x) \\ xG(x) \\ x^2G(x) \\ x^3G(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + x^2 + x^3 \\ x + x^3 + x^4 \\ x^2 + x^4 + x^5 \\ x^3 + x^5 + x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix} \xrightarrow{\begin{array}{l} h_1 = h_1 + h_3 + h_4 \\ h_2 = h_2 + h_4 \end{array}} \begin{bmatrix} 1000 & 101 \\ 0100 & 111 \\ 0010 & 110 \\ 0001 & 011 \end{bmatrix} = [I \ | \ Z] = G_{ht}$$

(MV dạng 1)

b) Các từ mã:

$$c_1 = u_1 G_{ht} = [0001] \begin{bmatrix} 1000 & 101 \\ 0100 & 111 \\ 0010 & 110 \\ 0001 & 011 \end{bmatrix} = [0001 \ 011]$$

$$c_2 = u_2 G_{ht} = [0110] \begin{bmatrix} 1000 & 101 \\ 0100 & 111 \\ 0010 & 110 \\ 0001 & 011 \end{bmatrix} = [0110 \ 001]$$

\Rightarrow Mã tương ứng với chuỗi đầu vào u :

$$c = [00010110110001]$$

c) Chia trân kiểm tra:

$$H_{ht} = [Z^T \mid I] = \begin{bmatrix} 1110 & 100 \\ 0111 & 010 \\ 1101 & 001 \end{bmatrix}$$

Xét từ mā $C_3 = [1010001]$

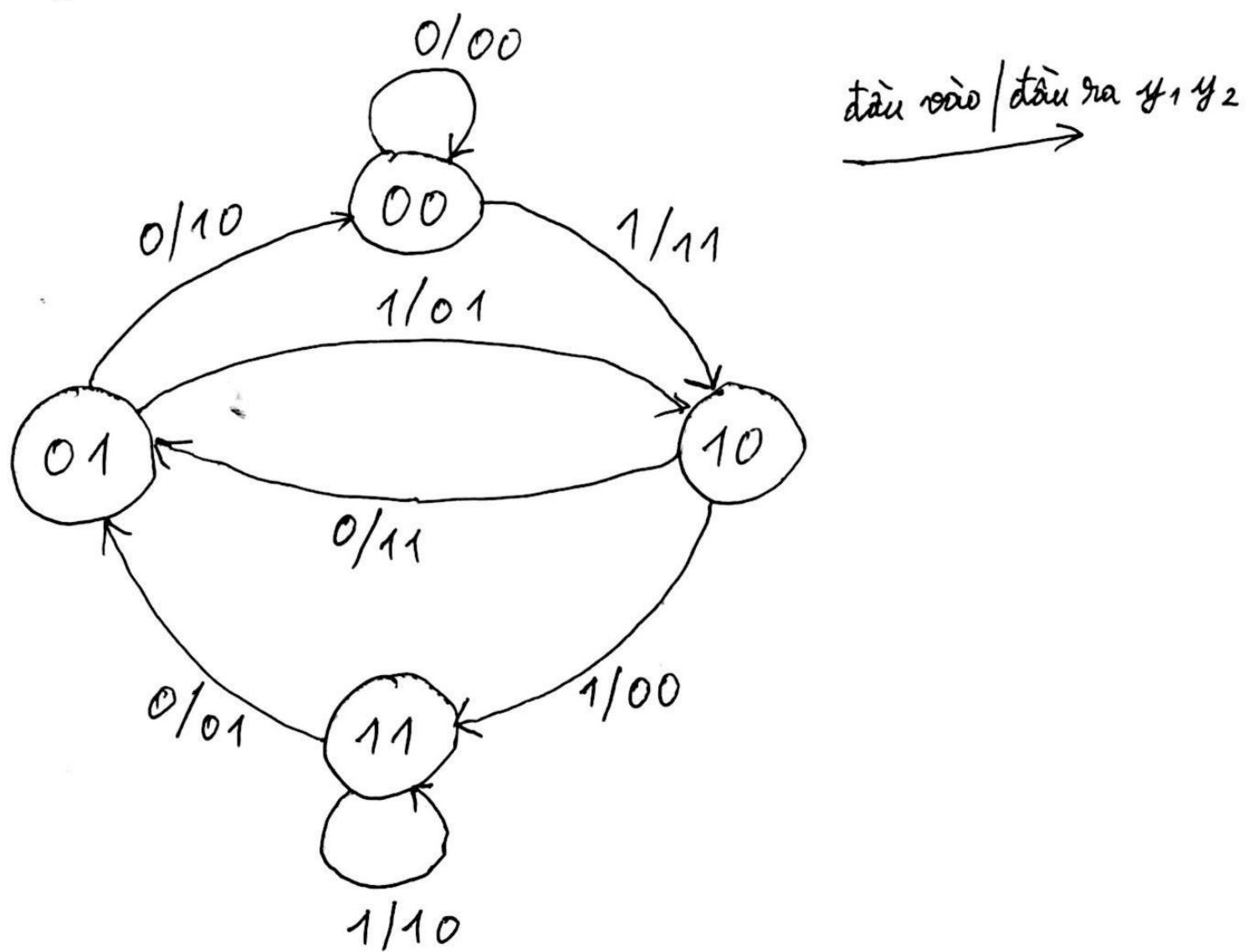
$$S_3 = C_3 H_{ht}^T = [1010001] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [010] \neq \bar{0}$$

\Rightarrow Phân tử mā không thuộc lõi mā.

Câu 3:

a) Sơ đồ cấu trúc trạng thái:

Xét đầu ra y_1, y_2 làn lượt ứng với các ta thứ sinh $G_1(x); G_2(x)$



b) Sửa vào sơ đồ cấu trúc trạng thái:

Nhập Nhập	Trạng thái hiện tại	Đầu vào	Trạng thái kế tiếp	Đầu ra
1	00	1	10	11
2	10	0	01	11
3	01	1	10	01

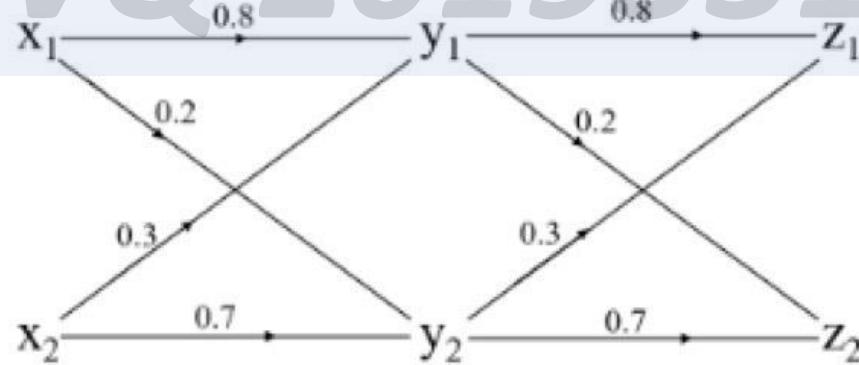
=> Mã nhị phân ứng với chuỗi đầu vào 101 là:



Scanned with CamScanner

ĐVQ 20193316

Câu 1. Cho mô hình kênh truyền sau



- Xác định ma trận kênh truyền và vẽ sơ đồ tương đương kênh truyền.
- Hãy tính thông lượng kênh truyền C.

Câu 2. Cho nguồn tin X có các lớp tin có xác suất xuất hiện như sau:

X _k	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
p(x _k)	0.16	0.2	0.15	0.05	0.1	0.14	0.15	0.05

- Hãy lập mã nguồn tối ưu nguồn tin trên theo phương pháp mã hóa Huffman
- Tính các hệ số tối ưu K_t và K_n của bộ mã.

Câu 3. Cho mã vòng CRC (n=7, k=4) với đa thức sinh G(x)= 1 + x + x³; Bản tin 8bit có giá trị xác lập từ 2 số cuối của mssv với mỗi chữ số biểu diễn bằng 4bit nhị phân. (VD mssv 20172805 dùng 05 thành 0000.0101 để làm chuỗi đầu vào)

- Viết ma trận sinh dạng hệ thống của mã vòng CRC (7,4) (mã vòng loại 1).
- Xác định từ mã tạo ra từ bản tin trên.

Gợi ý: Đa thức sinh sẽ có dạng:

$$g(x) = g_0 + g_1x + g_2x^2 + \dots + g_{n-k}x^{n-k}$$

trong đó: g₀ = g_{n-1} = 1

Ma trận sinh có dạng:

$$G_{k \times n} = \left[\begin{array}{cccccc|cccc} & & & & & & n-k+1 & & & \\ & & & & & & 0 & & & \\ & & & & & & 0 & & & \\ & & & & & & \cdots & & & \\ & & & & & & 0 & & & \\ g_0 & g_1 & g_2 & \cdots & g_{n-k} & & & & & \\ 0 & g_0 & g_1 & \cdots & g_{n-k-1} & g_{n-k} & & & & \\ 0 & 0 & g_0 & \cdots & g_{n-k-2} & g_{n-k-1} & g_{n-k} & \cdots & 0 & \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & g_0 & g_1 & g_2 & \cdots & g_{n-k} & \end{array} \right]^{k-1}$$

Ma trận sinh dạng hệ thống: Biến đổi $G_{k \times n}$ về dạng $[X_{k \times (n-k)} I_k]$ bằng phép biến đổi ma trận, ta thu được $G_{ht(k \times n)}$

Từ mã hệ thống được tạo ra khi mã hóa bản tin dùng ma trận sinh dạng hệ thống.

VD: Bản tin u (4 bit), ma trận sinh dạng hệ thống G_{ht} , từ mã hệ thống w. Ta có:

$$w = u \cdot G_{ht}$$

ĐVQ 20193316

Câu 1:

a) Tìu mô hình kênh truyền:

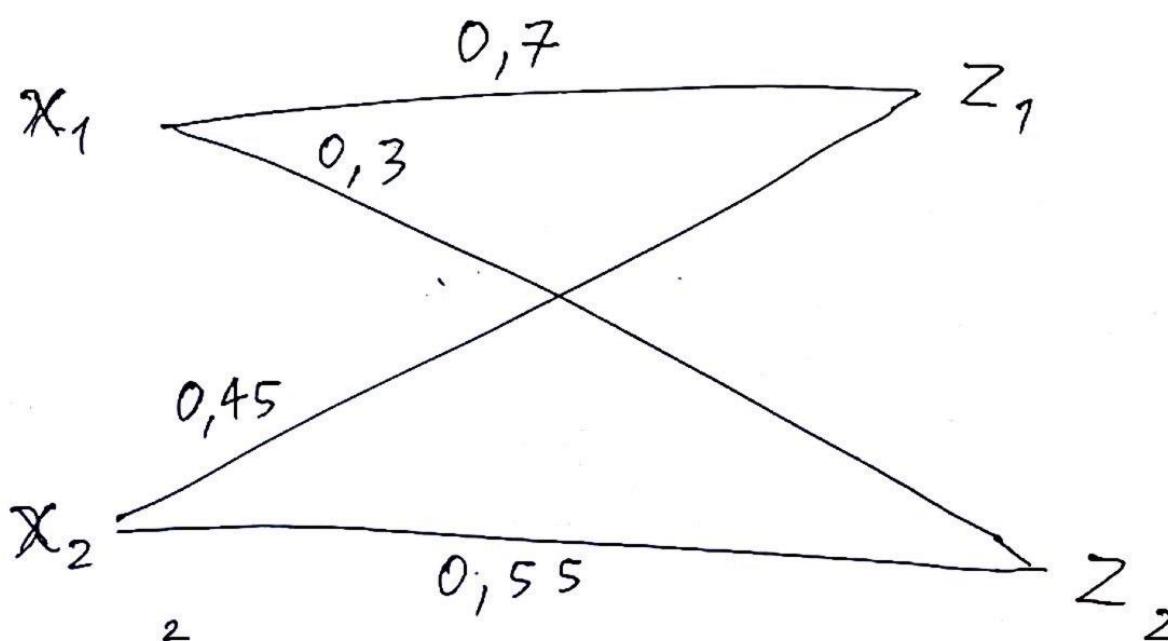
Ph¹ => Ma trận kênh truyền:

$$[Y|X] = \begin{bmatrix} P(y_1|x_1) & P(y_1|x_2) \\ P(y_2|x_1) & P(y_2|x_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,3 \\ 0,2 & 0,7 \end{bmatrix}$$

$$[Z|Y] = \begin{bmatrix} P(z_1|y_1) & P(z_1|y_2) \\ P(z_2|y_1) & P(z_2|y_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,3 \\ 0,2 & 0,7 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow [Z|X] = \begin{bmatrix} 0,8 & 0,3 \\ 0,2 & 0,7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,8 & 0,3 \\ 0,2 & 0,7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,7 & 0,45 \\ 0,3 & 0,55 \end{bmatrix}$$

=> Mô hình Sơ đồ xương đường:



$$P(z_1) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) P(z_1|x_i) = 0,7 P(x_1) + 0,45 P(x_2).$$

$$P(z_2) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) P(z_2|x_i) = 0,3 P(x_1) + 0,55 P(x_2)$$



ĐVQ 20193316

Đặt $P(x_1) = a \Rightarrow P(x_2) = 1-a$

$C = \text{INFORMATION } I(z; x)_{\max} = (H(z) - H(z|x))_{\max} \text{ (bit/s)}$

$$H(z|x) = \sum_{i=1}^2 P(x_i) H(z|x_i)$$

~~$= 0,88129$~~ ~~$\approx 0,88129$~~ +

$$= 0,88129 a + 0,99277 (1-a)$$

$$= 0,99277 - 0,11148 a \text{ (bit/xt)}$$

$$H(z) = - \sum_{j=1}^2 P(z_j) \log P(z_j)$$

~~$P(z_1) = 0,7a + 0,45(1-a)$~~
 $= 0,45 + 0,25a$

$P(z_2) = 0,3a + 0,55(1-a)$
 $= 0,55 - 0,25a \text{ (bit/xt)}$

$$\Rightarrow H(z) = -(0,45 + 0,25a) \log (0,45 + 0,25a) \\ - (0,55 - 0,25a) \log (0,55 - 0,25a)$$

~~$H(z|x)$~~

$$\Rightarrow I(z; x)_{\max} = (H(z) - H(z|x))_{\max} = 0,0467$$

$$\Leftrightarrow a = 0,5066$$

$$\Rightarrow C = 0,0467 \text{ (bit/s)}$$

ĐVQ 20193316

Câu 2:

k	$P(x_k)$	Mã hóa Huffman	Tù mờ	Độ dài lk
2	0,2		1 0	2
1	0,16	0	000	3
3	0,15	1 0	001	3
7	0,15	1 0	010	3
6	0,14	0 1	011	3
5	0,1	1	110	3
4	0,05	0 1	1110	4
8	0,05	1	1111	4

$$\bar{l} = \sum_{k=1}^8 P(x_k) l_k = 2,9 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(X) = - \sum_{k=1}^8 P(x_k) \log P(x_k) = 2,87 \text{ (bit/tt)}$$

$$K_t = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,87}{2,9} = 0,9897$$

$$K_n = \frac{H(X)_{\max}}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,9} = 1,0345$$

ĐVQ 20193316

$$(n=7; k=4) \quad G(x) = 1 + x + x^3$$

$$u = 0011.0110 \quad (\text{MSSV } 20\text{XXXX}\underline{5}4 \rightarrow 00110110)$$

$$u_1 = 0011 \quad u_2 = 0110$$

$$G_{4 \times 7} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{h_1 = h_1 + h_2}{h_3 = h_3 + h_4} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{h_1 = h_1 + h_3 + h_4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= G_{ht} = [I | X]$$

(MV ht loại 1)

$$w_1 = u_1 \cdot G_{ht} = [0011] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [0011 \ 010]$$

$$w_2 = u_2 \cdot G_{ht} = [0110] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [0110 \ 100]$$

\Rightarrow Tùy mã tương ứng với tin $u = [0011.0110]$ là:

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

Đề tự bìa

Câu 1: Cho nguồn tin:

x_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
$P(x_i)$	0,22	0,09	0,24	0,07	0,01	0,03	0,19	0,15

a) \rightarrow Shannon - Fano

b) Hé số nén

Câu 2: Mã vòng hè thông:

$$\text{CRC } (n; k) = (7; 4); g(x) = 1 + x^2 + x^3$$

a) Xác định từ mã c_i tạo từ bản tin:

$$u_1 = [1010]$$

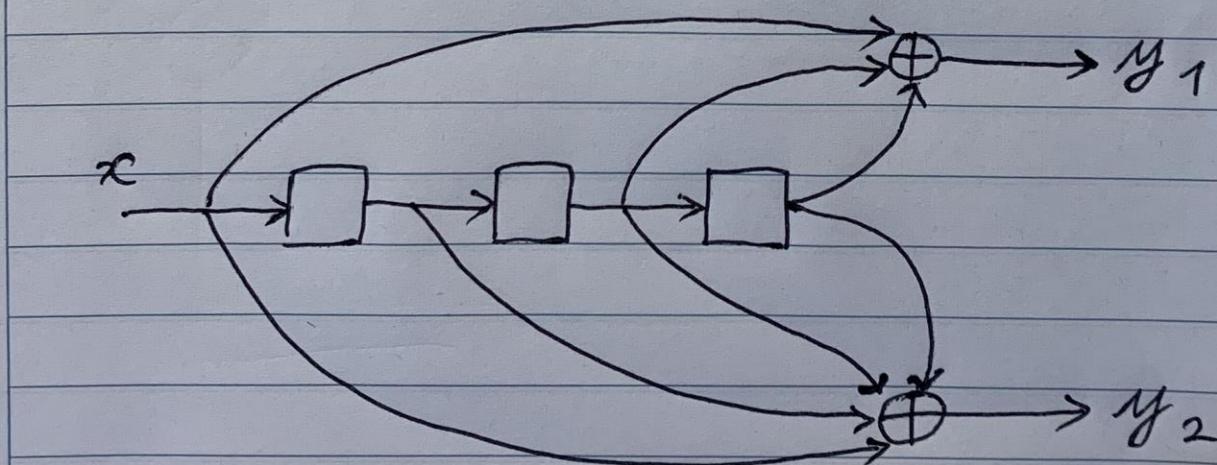
$$u_2 = [1100]$$

b) Tìm tin tương ứng với:

$$c'_1 = [1110011]$$

$$c'_2 = [1010001]$$

Câu 3:



a) Vẽ sơ đồ trạng thái

b) Tìm từ mã dài đủ của chuỗi:

$$x = 1001101$$

ĐVQ 20193316

Câu 1:

a)

x_i	$P(x_i)$					Thứ..... Ngày ◎..... ◎.....	Tùy mã	lị
x_3	0,24	0		0			00	2
x_1	0,22			1			01	2
x_7	0,19		0		0		100	3
x_8	0,15		0		1		101	3
x_2	0,09	1		0			110	3
x_4	0,07		1		0		1110	4
x_6	0,03			1		0	11110	5
x_5	0,01				1	1	11111	5

b) $\bar{l} = \sum_{i=1}^8 P(x_i) l_i = 2,69$ (bit/kh)

$$H(X) = -\sum_{i=1}^8 P(x_i) \log P(x_i) = 2,64 \text{ (bit/kh)}$$

$$K_T = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,64}{2,69} = 0,98$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{\log_2 8}{2,69} = 1,115$$

Câu 2:

$$\text{CRC}(n; k) = (7; 4) \quad g(x) = 1 + x^2 + x^3$$

Mô hình vòng hệ thống

c1:

Ma trận sinh:

$$G_{(7;4)} = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x^2+x^3 \\ x+x^3+x^4 \\ x^2+x^4+x^5 \\ x^3+x^5+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} 1011000 \\ 1110100 \\ 1100010 \\ 0110001 \end{bmatrix}$$

$$= [z | I] = G_{ht}$$

$$a) C_1 = U_1 G_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 1011000 \\ 1110100 \\ 1100010 \\ 0110001 \end{bmatrix}$$

$$= [0111010]$$

$$C_2 = U_2 G_{ht} = [1100] \begin{bmatrix} 1011000 \\ 1110100 \\ 1100010 \\ 0110001 \end{bmatrix}$$

$$= [0101100]$$

b) Ma trận kiểm tra:

$$H_{ht} = [I \mid Z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1110 \\ 010 & 0111 \\ 001 & 1101 \end{bmatrix}$$

Kiểm tra:

$$C_1' H_{ht}^T = [1110011] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [010]$$

\Rightarrow Sai ở bit 2, sửa sai:

$$C_1' d = [1010011] \Rightarrow u_1' = [0011] là tin tưởng kín.$$

Kiểm tra:

$$C_2' H_{ht}^T = [1010001] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [110]$$

\Rightarrow Sai ở bit 6, sửa sai:

$$C_2' d = [1010011] \Rightarrow u_2' = [0011] là tin tưởng kín$$

$$u_1 = [1010] \quad (n; k) = (7; 4)$$

$$\Rightarrow u_1(x) = 1 + x^2$$

$$\Rightarrow m = n - k = 7 - 4 = 3$$

(C2) a) $S_1(x) = (x^m u_1(x)) \bmod(g(x))$

$$= (x^3 + x^5) \bmod(x^3 + x^2 + 1)$$

$$= x + x^2$$

$$c_1(x) = x^m u_1(x) + S_1(x)$$

$$= x + x^2 + x^3 + x^5$$

$$\Rightarrow c_1 = [0111010]$$

$$u_2 = [1100] \Rightarrow u_2(x) = 1 + x$$

$$S_2(x) = (x^m u_2(x)) \bmod(g(x))$$

$$= (x^3 + x^4) \bmod(1 + x^2 + x^3)$$

$$= x$$

$$c_2(x) = x^m u_2(x) + S_2(x)$$

$$= x + x^3 + x^4$$

$$\Rightarrow c_2 = [0101100]$$

b) Mô hình hệ thống $(n; k) = (7; 4)$ có đặc
thí số sinh $g(x) = 1 + x^2 + x^3$

\Rightarrow Sửa Phát hiện & sửa tối đa $t_0 = 1$ lỗi.

Xét $C'_1 = [1110011] \Leftrightarrow C'_1(x) = 1 + x + x^2 + x^5 + x^6$

$$S'_1(x) = (C'_1(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^6 + x^5 + x^2 + x + 1) \bmod (x^3 + x^2 + 1)$$

$$= x$$

$$W(S'_1(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

\Rightarrow Sửa sai:

$$C'_{1\text{t}}(x) = C'_1(x) + S'_1(x)$$

$$= 1 + x^2 + x^5 + x^6$$

$$\Rightarrow C'_{1\text{t}} = [1010011] \Rightarrow U'_1 = [0011] \text{ lỗi tin}\text{ }\underline{\text{tương ứng}}$$

Xét $C'_2 = [101\ 0001] \Leftrightarrow C'_2(x) = 1 + x^2 + x^6$

$$S'_2(x) = (C'_2(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^6 + x^2 + 1) \bmod (x^3 + x^2 + 1)$$

$$= x + 1$$

$$W(S'_2(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải C'_2 1 lần

$$\Rightarrow C'_{21}(x) = x^1 \cdot C'_2(x) = 1 + x + x^3$$

$$S'_{21}(x) = (C'_{21}(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^3 + x + 1) \bmod (x^3 + x^2 + 1)$$

$$= x + x^2$$

$$W(S'_{21}(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải C'_2 2 lần

$$\Rightarrow C'_{22}(x) = x^2 \cdot C'_2(x) = x + x^2 + x^4$$

$$S'_{22}(x) = (C'_{22}(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^4 + x^2 + x) \bmod (x^3 + x^2 + 1)$$

$$= x^2 + x^3$$

$$W(S'_{22}(x)) = 2 > t_0 = 1$$

Dịch vòng phải C'_2 3 lần

$$\Rightarrow C'_{23}(x) = xc^3 C'_2(x) = x^2 + xc^3 + x^5$$

$$S'_{23}(x) = (C'_{23}(x)) \bmod (g(x))$$

$$= (x^5 + x^3 + x^2) \bmod (x^3 + x^2 + 1)$$

$$= xc$$

$$W(S'_{23}(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

\Rightarrow Sửa sai:

$$\begin{aligned} C'_{23d}(x) &= C'_{23}(x) + S'_{23}(x) \\ &= x + x^2 + x^3 + x^5 \end{aligned}$$

Dịch vòng trái C'_{23d} 3 lần:

$$\Rightarrow C'_{2d}(x) = \frac{1}{x^3} C'_{23d}(x)$$

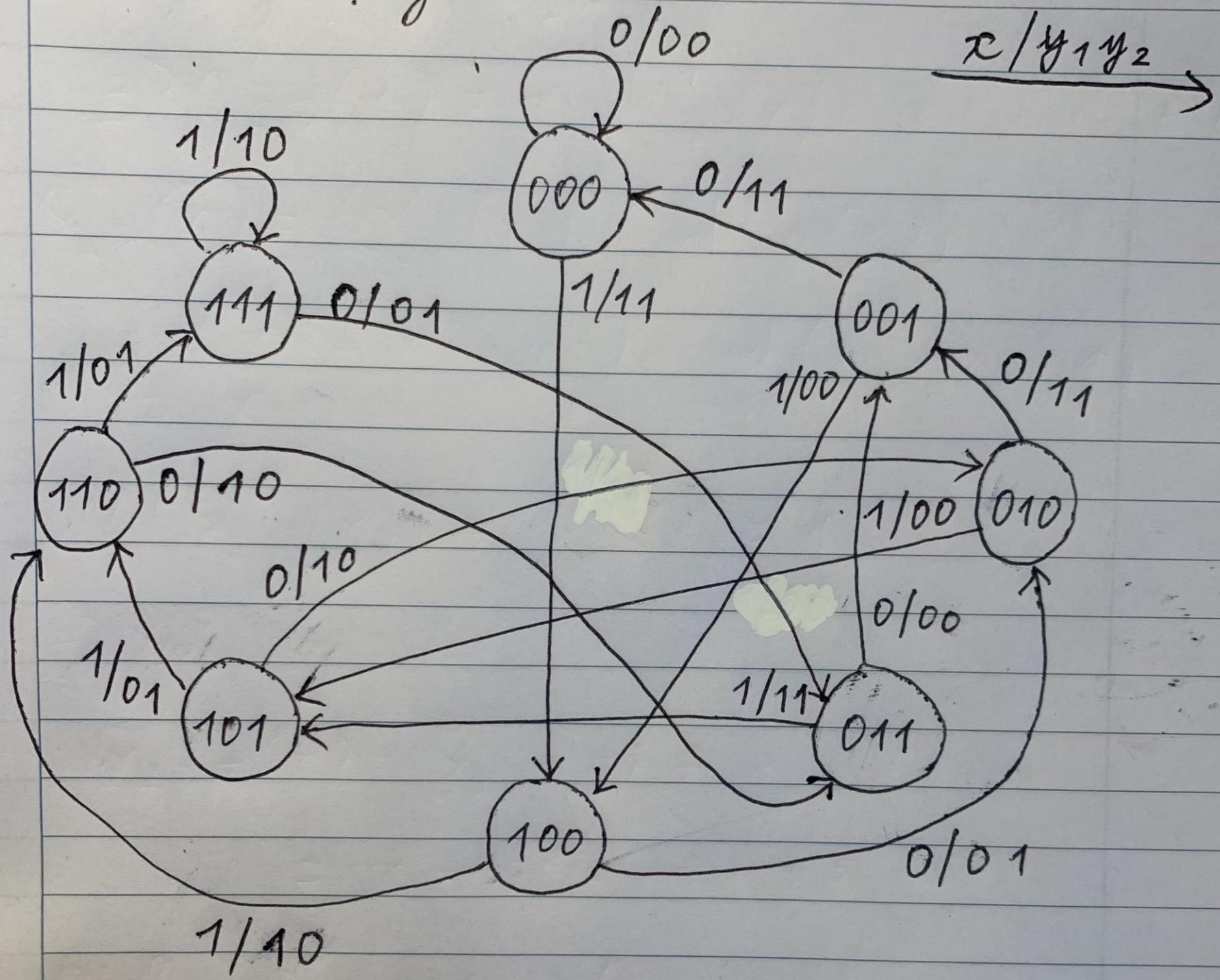
$$= 1 + x^2 + xc^5 + x^6$$

$$\Rightarrow C'_2 d = [1010011] \Rightarrow u'_2 = [0011]$$

là
tin tưởng ứng

Câu 3:

a) Sơ đồ trạng thái:

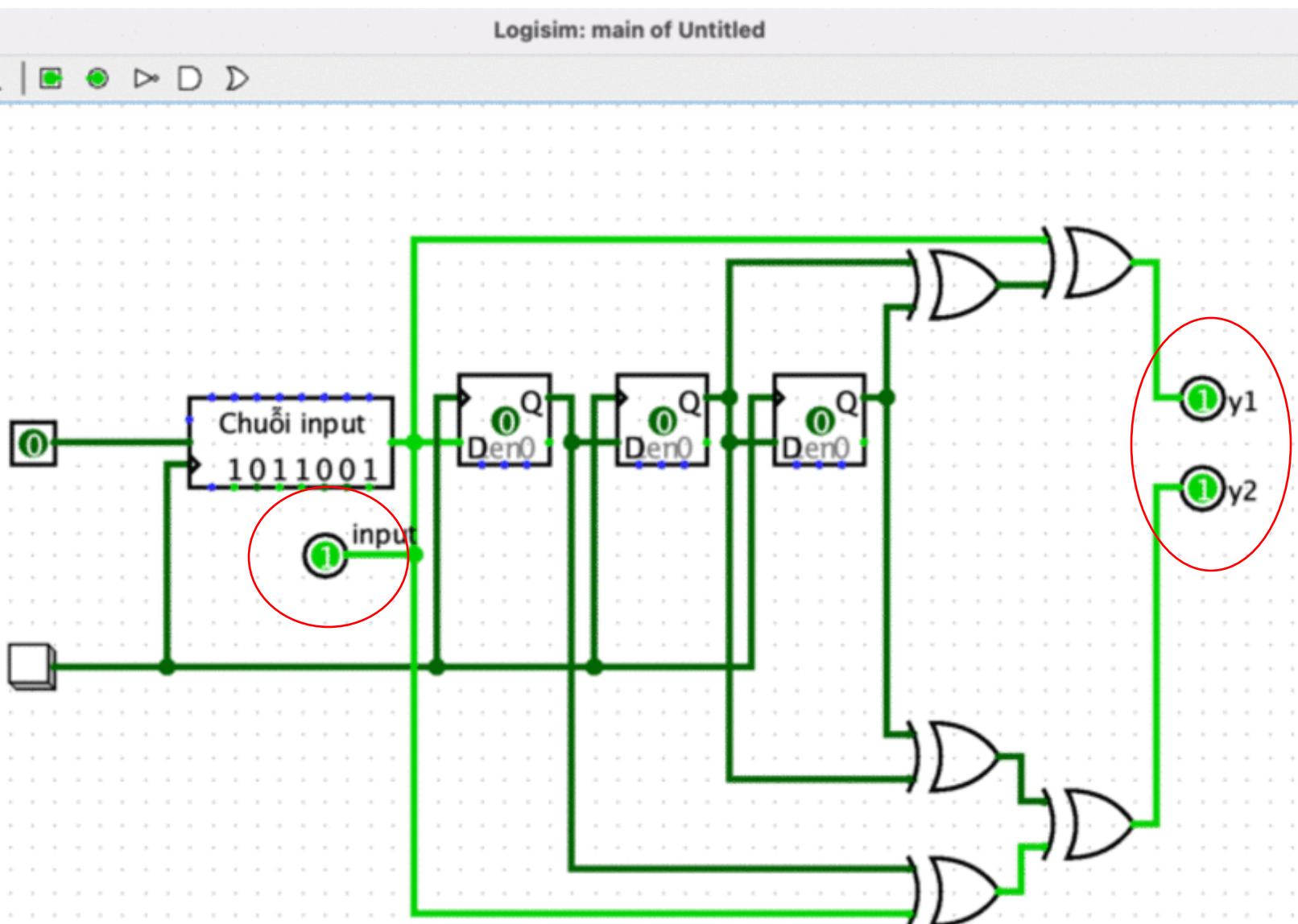


b) Tùy mã đầy đủ của chuỗi $x = 1001101$:

11 01 11 00 10 10 11

ĐVQ 20193316

Mô phỏng thử mạch lập mã trên với chuỗi input vào lần lượt 1001101:



b) Tùy mã đầy đủ của chuỗi $x = 1001101$:

Lọc mạch

11 01 11 00 10 10 11 10 || ||



ĐVQ 20193316

Câu 1: Hệ thống truyền tin có nguồn tin vào X gồm 3 tin $x_1 x_2 x_3$ đồng đẳng xác suất. Các tin được mã hoá nhị phân tới nguồn thu Y ($y_1 y_2 y_3$ tương ứng) với xác suất truyền đúng là 0,72; xác suất truyền sai là như nhau

- a) Tính $H(X|Y)$, $H(X;Y)$, $I(X;Y)$, $I(x_3|y_1)$
- b) Tìm thông lượng C biết kênh truyền có tốc độ mã $n_0=20$ (kh/s)

Câu 2: Mã khối tuyến tính hệ thống $(n;k)=(8;4)$ có đa thức sinh $g(x)=1+x+x^3+x^4$

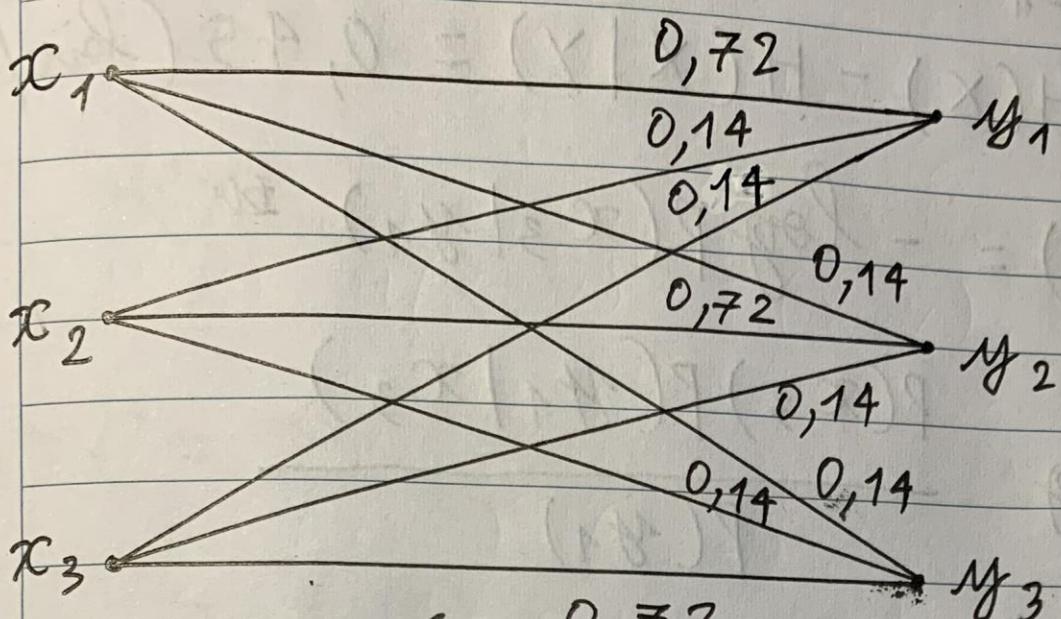
- a) Tìm từ mã tương ứng với các tin:
 $u_1=[1101] \quad u_2=[0011]$
- b) Tìm tin tương ứng với từ mã:
 $c_3=[01111010]$

Câu 3: Cho mạch lập mã với tốc độ $R=1/2$ có đa thức sinh:

$$G_1=[101] \quad G_2=[110]$$

- a) Vẽ mạch lập mã và sơ đồ chuyển trạng thái
- b) Tìm chuỗi tin tương ứng với dãy:
1110000111
- c) Tìm D_{free} dựa vào hàm truyền của bộ mã

Câu 1: Sắp đồ kênh truyền.



$$P(x_1) = P(x_2) = P(x_3) = 1/3$$

$$P(y_3 | x_3) = P(y_2 | x_2) = P(y_1 | x_1) = 0,72$$

$$P(y_2 | x_1) = P(y_2 | x_3) = P(y_1 | x_2) = P(y_1 | x_3)$$

$$= P(y_3 | x_1) = P(y_3 | x_2) = 0,14$$

$$\begin{aligned} \text{a)} H(X|Y) &= - \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 P(x_i; y_j) \log P(x_i | y_j) \\ &= - \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 P(x_i) P(y_j | x_i) \log \frac{P(x_i) P(y_j | x_i)}{\sum_{i=1}^3 P(x_i) P(y_j | x_i)} \end{aligned}$$

$$= 1,135 \quad (\text{bit/kh})$$

$$H(Y) = - \sum_{j=1}^3 P(y_j) \log P(y_j) = 1,585 \quad (\text{bit/kh})$$

$$H(X; Y) = H(X|Y) + H(Y) = 2,72 \quad (\text{bit/kh})$$

$$H(X) = - \sum_{i=1}^3 p(x_i) \log p(x_i) = 1,585 \text{ (bit/kh)}$$

$$I(X;Y) = H(X) - H(X|Y) = 0,45 \text{ (bit/kh)}$$

$$I(x_3|y_1) = -\log p(x_3|y_1)$$

$$= -\log \frac{p(x_3)p(y_1|x_3)}{p(y_1)}$$

$$= 2,8365 \text{ (bit/kh)}$$

$$\text{b) } C = n_0 I(X;Y)_{\text{max}}$$

$$= n_0 (-H(Y|X) + H(Y))_{\text{max}}$$

$$\text{Xét } p(x_1) = a; p(x_2) = b; p(x_3) = 1-a-b$$

$$H(Y|X) = \sum_{i=1}^3 p(x_i) H(Y|x_i)$$

$$= p(x_1) H(Y|x_1) + p(x_2) H(Y|x_2) + p(x_3) H(Y|x_3)$$

$$= a \cdot 1,13545 + b \cdot 1,13545$$

$$+ (1-a-b) 1,13545$$

$$= 1,13545 \neq a; b$$

$$\Rightarrow H(Y|X) = 1,13545 \neq p(x_1), p(x_2), p(x_3)$$

ĐVQ 20193316

Thứ..... Ngày ◉

$$\Rightarrow (-H(Y|X) + H(Y))_{\max}$$

$$\Leftrightarrow H(Y)_{\max}$$

$$H(Y)_{\max} = \log_2 3 \Leftrightarrow P(y_1) = P(y_2) = P(y_3) = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow C = 20 (\log_2 3 - 1,13545)$$

$$= 8,99 \text{ (bit/s)}$$

Đâu 2:

$$G_{4 \times 8} = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2 g(x) \\ x^3 g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3+x^4 \\ x+x^2+x^4+x^5 \\ x^2+x^3+x^5+x^6 \\ x^3+x^4+x^6+x^7 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{\quad} \begin{bmatrix} 1101 & 1000 \\ 1011 & 0100 \\ 1000 & 0010 \\ 0100 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$= [z | I] = G_{ht}$$

a)

$$C_1 = U_1 G_{ht} = [1101] \begin{bmatrix} 1101 & 1000 \\ 1011 & 0100 \\ 1000 & 0010 \\ 0100 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$= [00101101]$$

$$C_2 = U_2 G_{ht} = [0011] \begin{bmatrix} 1101 & 1000 \\ 1011 & 0100 \\ 1000 & 0010 \\ 0100 & 0001 \end{bmatrix}$$

$$= [11000011]$$

ĐVQ 20193316

Thứ Ngày ©.....

$$b) H_{ht} = [I \mid Z^T] = \begin{bmatrix} 1000 & 1110 \\ 0100 & 1001 \\ 0010 & 0100 \\ 0001 & 1100 \end{bmatrix}$$

$$S_3 = C_3 H_{ht}^T = [01111010] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= [0010]$$

\Rightarrow Sai 2' bit 3, sửa sai:

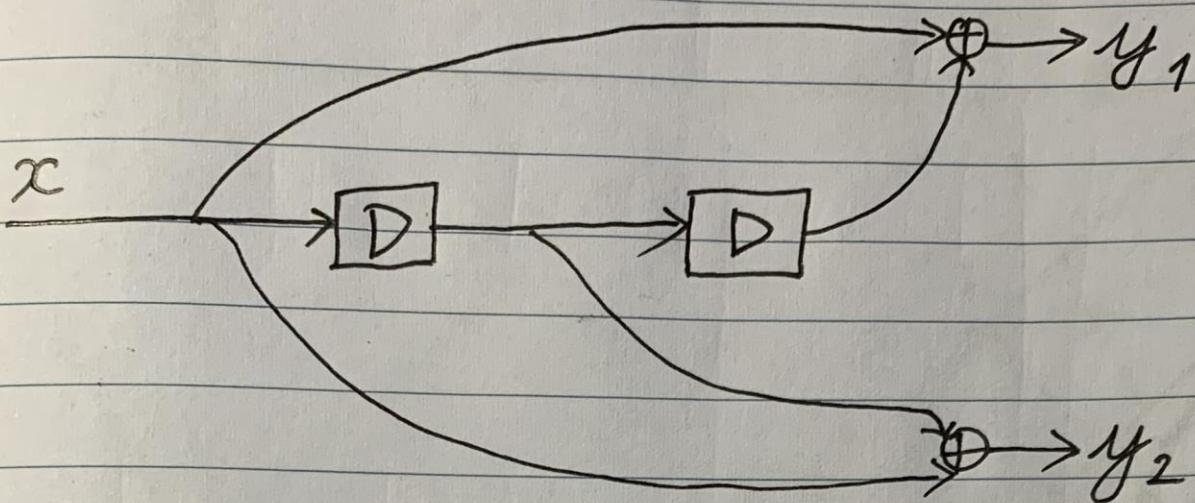
$$C_{3d} = [01011010]$$

\Rightarrow Tin U₃ = [1010] không rỗng.

ĐVQ 20193316

Câu 3:

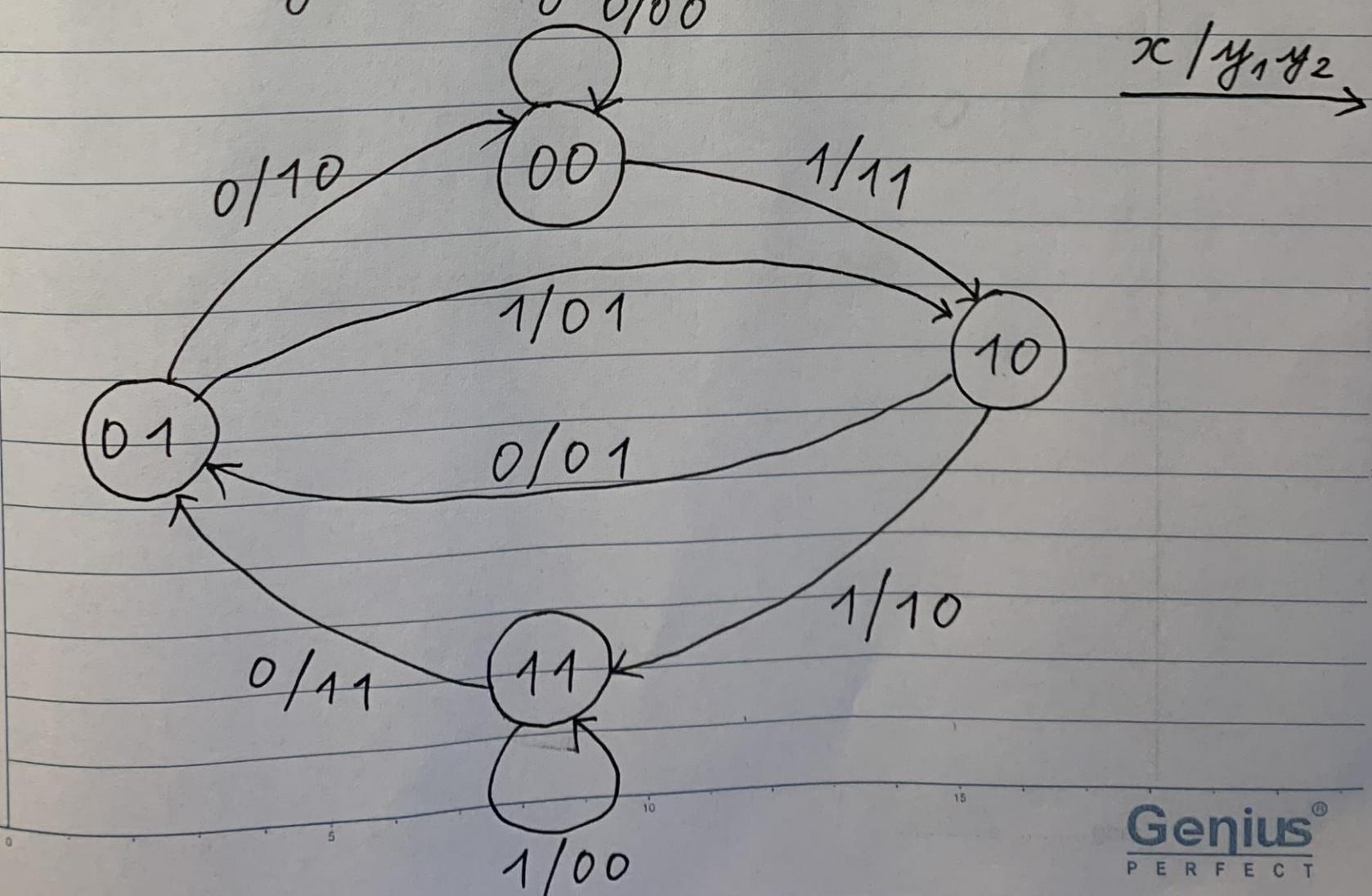
a) Mạch lặp mã:

 y_1, y_2 : Đầu ra $n = 2$ bit

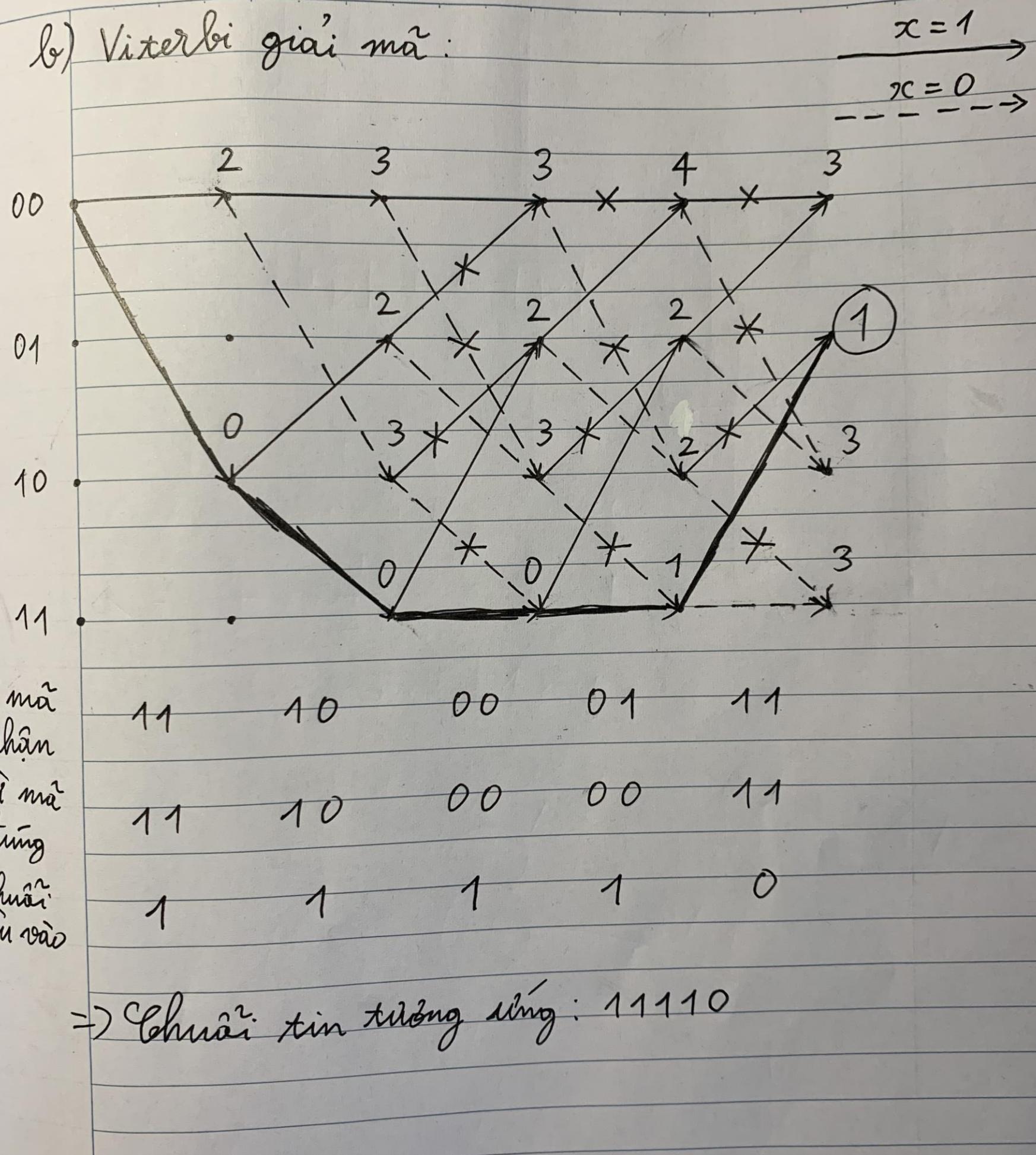
$$R = \frac{k}{n} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow k = 1$$

 $\Rightarrow x$: Đầu vào $k = 1$ bit

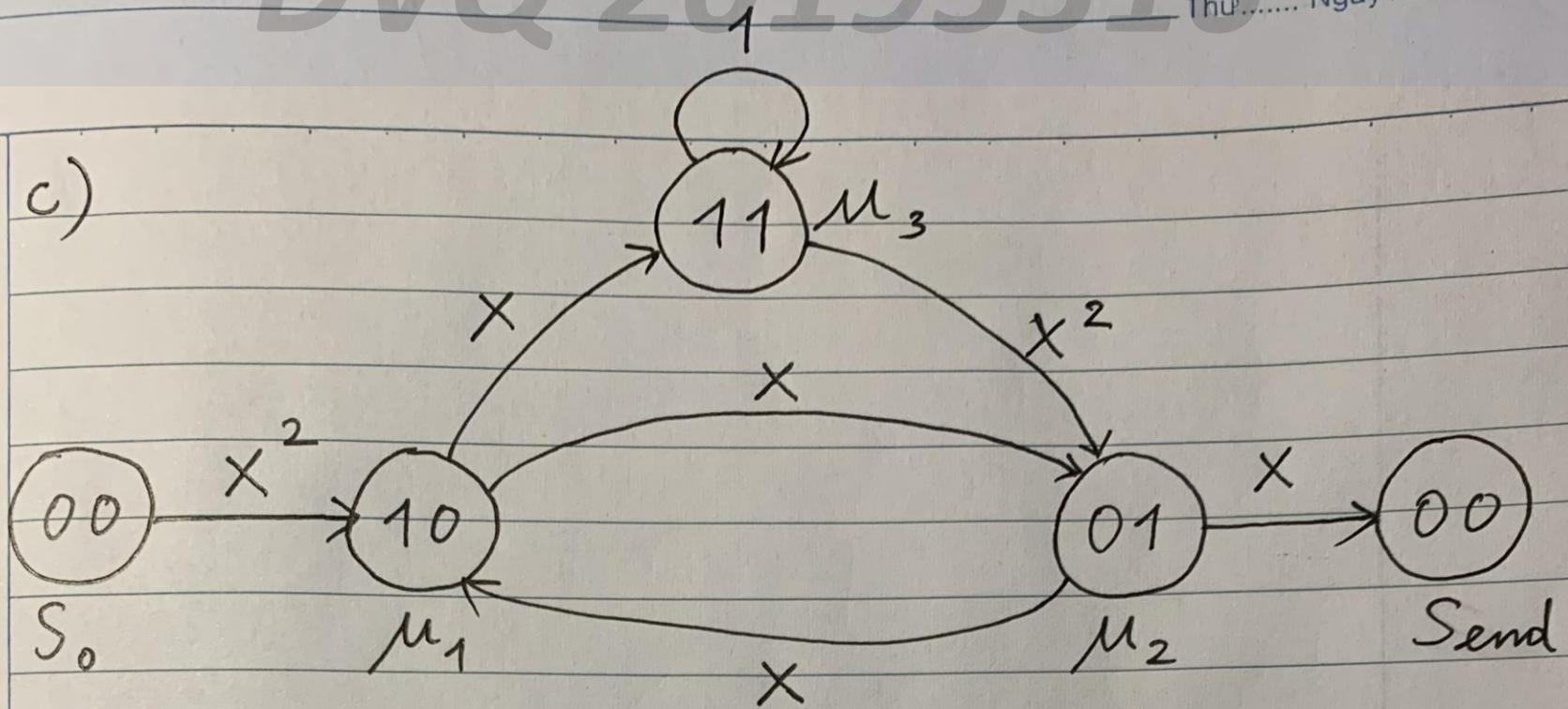
Số đồ chuyển trạng thái:



b) Viterbi giải mã:



c)



$$S_{\text{end}} = X M_2$$

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= S_0 X^2 + M_2 X \\ M_2 &= M_1 X + M_3 X^2 \\ M_3 &= M_1 X + M_3 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} M_1 - X M_2 &= S_0 X^2 \\ X M_1 - M_2 + X^2 M_3 &= 0 \\ X M_1 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

C=)

$$M_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -x & 0 \\ x & -1 & x^2 \\ x & 0 & 0 \end{vmatrix} = -x^4$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & S_0 x^2 & 0 \\ x & 0 & x^2 \\ x & 0 & 0 \end{vmatrix} = x^5 S_0$$

$$\Rightarrow M_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{x^5 S_0}{-x^4} = -S_0 x$$

$$S_{\text{end}} = x M_2 = -x^2 S_0$$

hàm truyền $F = \frac{S_{\text{end}}}{S_0} = \frac{-x^2 S_0}{S_0} = -x^2$

$$\Rightarrow D_{\text{free}} = 2$$

ĐVQ 20193316

Câu 1: Cho nguồn tin và các xác suất xuất hiện tần số ứng:

A	B	C	D	E	F	G
12	4	8	2	m	8	$2+m$

Với $m = 2$ số cuối MSSV

a) Mã hóa Huffman / Shannon - Fano b) Hs nén ($m = 16$)

Gọi $P(x_1), P(x_2), \dots, P(x_7)$ là tần số xuất hiện của các tin A, B, C, D, E, F, G trong nguồn.

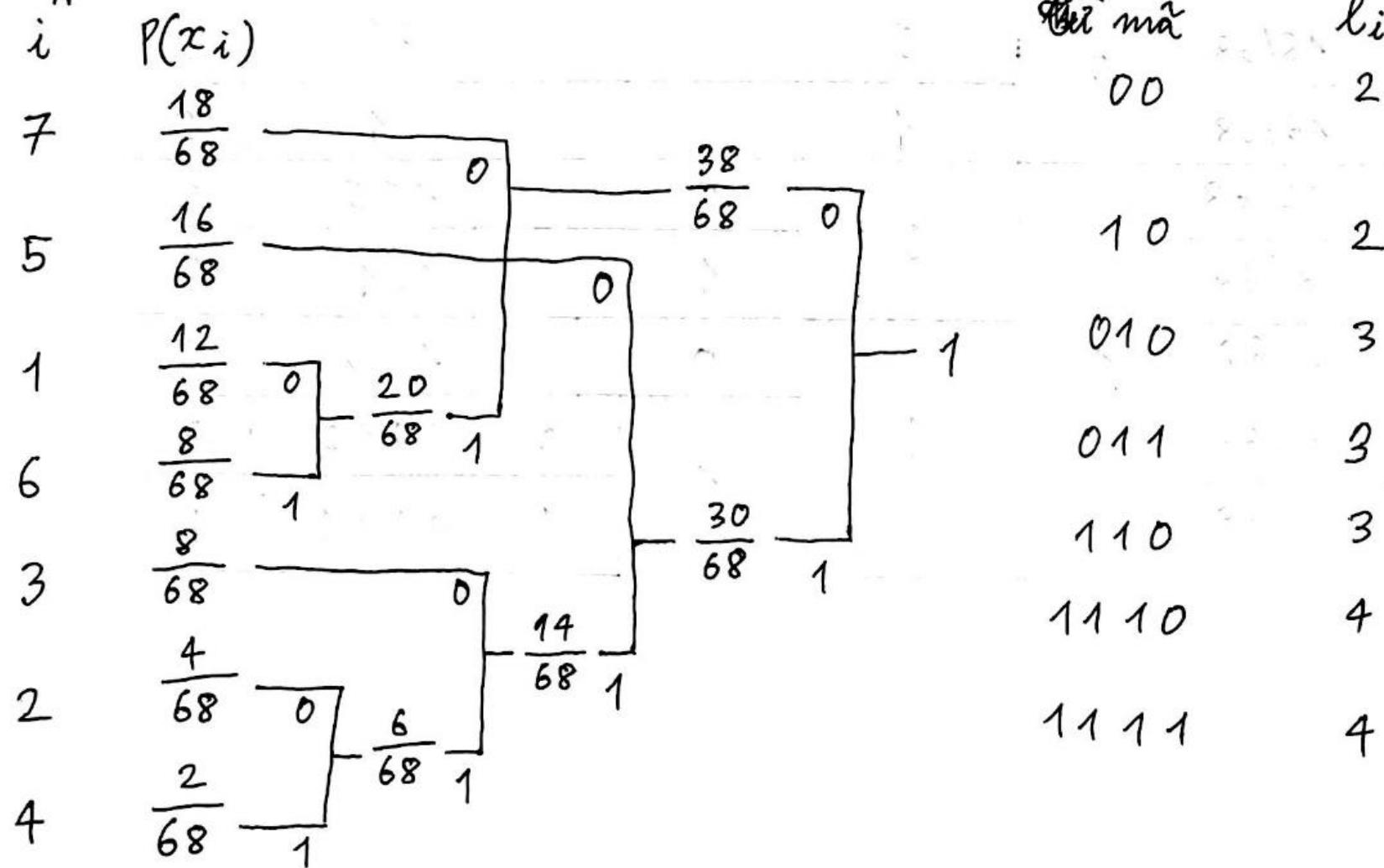
$$\Rightarrow P(x_1) = \frac{12}{68} \quad P(x_5) = \frac{16}{68}$$

$$P(x_2) = \frac{4}{68} \quad P(x_6) = \frac{8}{68}$$

$$P(x_3) = \frac{8}{68} \quad P(x_7) = \frac{18}{68}$$

$$P(x_4) = \frac{2}{68}$$

Huffman:



ĐVQ 20193316

b) $\bar{L} = \sum_{i=1}^7 p(x_i) l_i = \frac{44}{17} \approx 2,59$ (bit/tt)

$$H(X) = -\sum_{i=1}^7 p(x_i) \log p(x_i) = 2,5569$$
 (bit/tt)

H2.98' nén thông kê:

$$K_t = \frac{H(X)}{\bar{L}} = \frac{2,5569}{2,59} = 0,987$$

H2.98' nén tối ưu:

$$K_n = H(X) \frac{H_0(X)}{\bar{L}} = \frac{\log_2 7}{2,59} = 1,084$$

Shannon - Fano:

i	$p(x_i)$	Típ mã	l_i
7	18/68	0	2
5	16/68	1	2
1	12/68	0	3
6	8/68	1	3
3	8/68	0	3
2	4/68	1	4
4	2/68	0	4
		1	4

ĐVQ 20193316

Câu 2 : CRC (7; 4) $g(x) = 1 + x + x^3$

bản tin 4 bit [1010]

a) Viết MT sinh dạng hệ thống của mã vòng trên

b) Xác định từ mã tạo thành từ bản tin trên

c) Giải mã [1101000] ; [0010101] C

a) Ma trận sinh:

①

$$G = \begin{bmatrix} g(x) \\ xg(x) \\ x^2g(x) \\ x^3g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+x+x^3 \\ x+x^2+x^4 \\ x^2+x^3+x^5 \\ x^3+x^4+x^6 \end{bmatrix}$$

$$= \left[\begin{array}{l} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{array} \right] \xrightarrow{\begin{array}{l} h_3 = h_3 + h_1 \\ h_4 = h_4 + h_1 + h_2 \end{array}} \left[\begin{array}{c|l} 110 & 1000 \\ 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{array} \right] = \boxed{[z \mid I]} = G_{ht}$$

b) Xét c là từ mã tương ứng với tin $u = [1010]$

$$c = u G_{ht} = [1010] \begin{bmatrix} 110 & 1000 \\ 011 & 0100 \\ 111 & 0010 \\ 101 & 0001 \end{bmatrix} = [001 \ 1010]$$

ĐVQ 20193316

c) Xét $C_1 = [110 \ 1000]$; $C_2 = [001 \ 0101]$

$$H_{ht} = [I \ | \ Z^T] = \begin{bmatrix} 100 & 1011 \\ 010 & 1110 \\ 001 & 0111 \end{bmatrix}$$

$$d_{min} = 3$$

\Rightarrow ph´p sía t. da

$$t_0 = \frac{d_{min} - 1}{2} = 1$$

Giải: Bảng sai m  Syndrome:

S�t l�i	Vector sai ϵ	Vector Syndrome S	bit l�i
0	0000000	000	
1	1000000	100	
	0100000	010	(1)
	0010000	001	
	0001000	110	
	0000100	011	
	0000010	111	
	0000001	101	

Ca c : $S_1 = C_1 \cdot H_{ht}^T = [110 \ 1000] \begin{bmatrix} 100 \\ 010 \\ 001 \\ 110 \\ 011 \\ 111 \\ 101 \end{bmatrix} = [000]$

Từ bảng (1) \Rightarrow Vector sai tính r ng: $\epsilon_1 =$

\Rightarrow T i m  t nh

$$\Rightarrow u_1 = [1000] \quad (\text{lấy } k=4 \text{ bit cuối của t i m })$$

ĐVQ 20193316

$$S_2 = C_2 \cdot H_{ht}^T = [001 \ 0101] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [111] \neq \bar{0}$$

Tra bảng (1) \Rightarrow Vecto sai tương ứng với S_2 là ϵ_2
 $\epsilon_2 = [0000010]$

\Rightarrow Sửa sai :

$$\begin{aligned} C_2 \text{ s } &= C_2 + \epsilon_2 = [001 \ 0101] + [0000010] \\ &= [001 \ 0111] \end{aligned}$$

$\Rightarrow u_2 = [0111]$ là tin tương ứng (lấy $k = 4$ bit cuối)

ĐVQ 20193316

Hãy thực hiện mã hóa Huffman cho nguồn rác sau:

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{32} & \frac{1}{32} & \frac{1}{32} & \frac{1}{64} & \frac{1}{64} \end{pmatrix}$$

- a) Đánh giá hiệu quả của phép mã hóa
b) Giải thích dây tin nhận được sau: 1011001110101

Hãy thiết lập các từ mã cho mã ~~Xyclic~~ Xyclic (7; 3)

với đa thức sinh $g(x) = 1 + x + x^2 + x^4$ với các đa thức

$$a_1(x) = 1 + x$$

$$a_2(x) = 1 + x^2$$

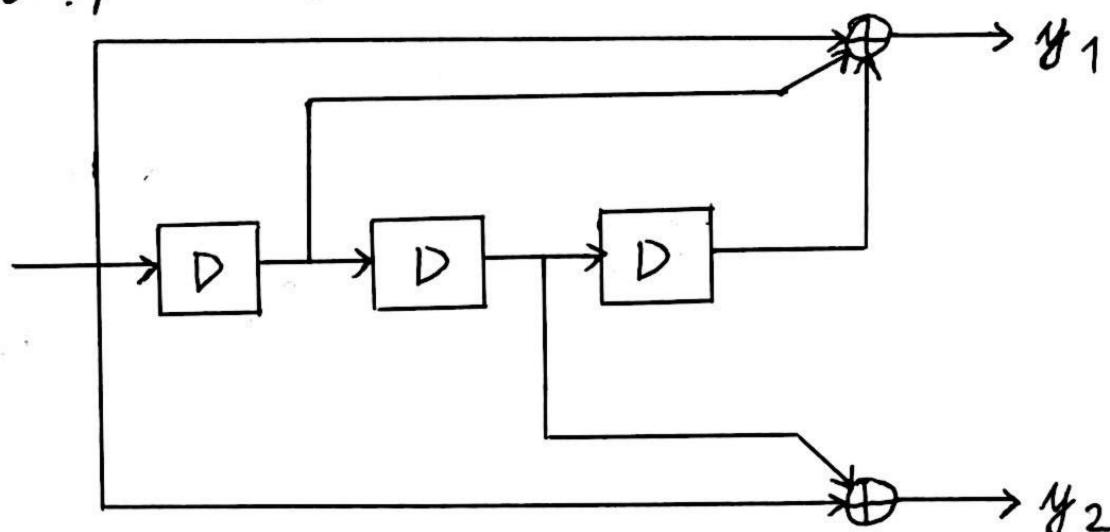
a) Nếu bộ mã không có tính hệ thống

b) Nếu bộ mã có tính hệ thống

Giai mã $C_3(x) = x + x^4 + x^6$

không hệ thống
có hệ thống

Sơ đồ mã chập như hình vẽ:



a) Vẽ sơ đồ trạng thái

DVQ 20193316

Câu 1: a)

B1: Xếp dây tin theo chiều giảm dần xác suất (hooke tông)

B2: Thuật toán

i	$P(a_i)$	Tù mã	Độ dài (li)
1	$1/4$	00	2
2	$1/4$	01	2
3	$1/8$	100	3
4	$1/8$	101	3
5	$1/8$	110	3
6	$1/32$	11100	5
7	$1/32$	11101	5
8	$1/32$	11110	5
9	$1/64$	111110	6
10	$1/64$	111111	6

```

graph TD
    Root[1] --> Node0_1[0]
    Root --> Node1_1[1]
    Node0_1 --> Node0_0[0]
    Node0_1 --> Node0_1[1]
    Node1_1 --> Node1_0[0]
    Node1_1 --> Node1_1[1]
    Node0_0 --> Node0_0_0[0]
    Node0_0 --> Node0_0_1[1]
    Node1_0 --> Node1_0_0[0]
    Node1_0 --> Node1_0_1[1]
    Node0_0_0 --> Node0_0_0_0[0]
    Node0_0_0 --> Node0_0_0_1[1]
    Node1_0_0 --> Node1_0_0_0[0]
    Node1_0_0 --> Node1_0_0_1[1]
    Node0_0_0_0 --> Node0_0_0_0_0[0]
    Node0_0_0_0 --> Node0_0_0_0_1[1]
    Node1_0_0_0 --> Node1_0_0_0_0[0]
    Node1_0_0_0 --> Node1_0_0_0_1[1]
    Node0_0_0_0_0 --> Node0_0_0_0_0_0[0]
    Node0_0_0_0_0 --> Node0_0_0_0_0_1[1]
    Node1_0_0_0_0 --> Node1_0_0_0_0_0[0]
    Node1_0_0_0_0 --> Node1_0_0_0_0_1[1]
  
```

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^{10} p(a_i) l_i = 2,78125 \text{ (bit/tt)}$$

$$H(A) = -\sum_{i=1}^{10} p(a_i) \log p(a_i)$$

$$= 2,78125 \text{ (bit/tt)}$$

$\bar{L} = H(A) \Rightarrow$ Bộ mã tối ưu tuyệt đối

$$K_t = \frac{\cancel{H(X)}}{\bar{L}} = 1$$

H(A) mới đúng,
cứ quen tay ghi
H(X) =)))

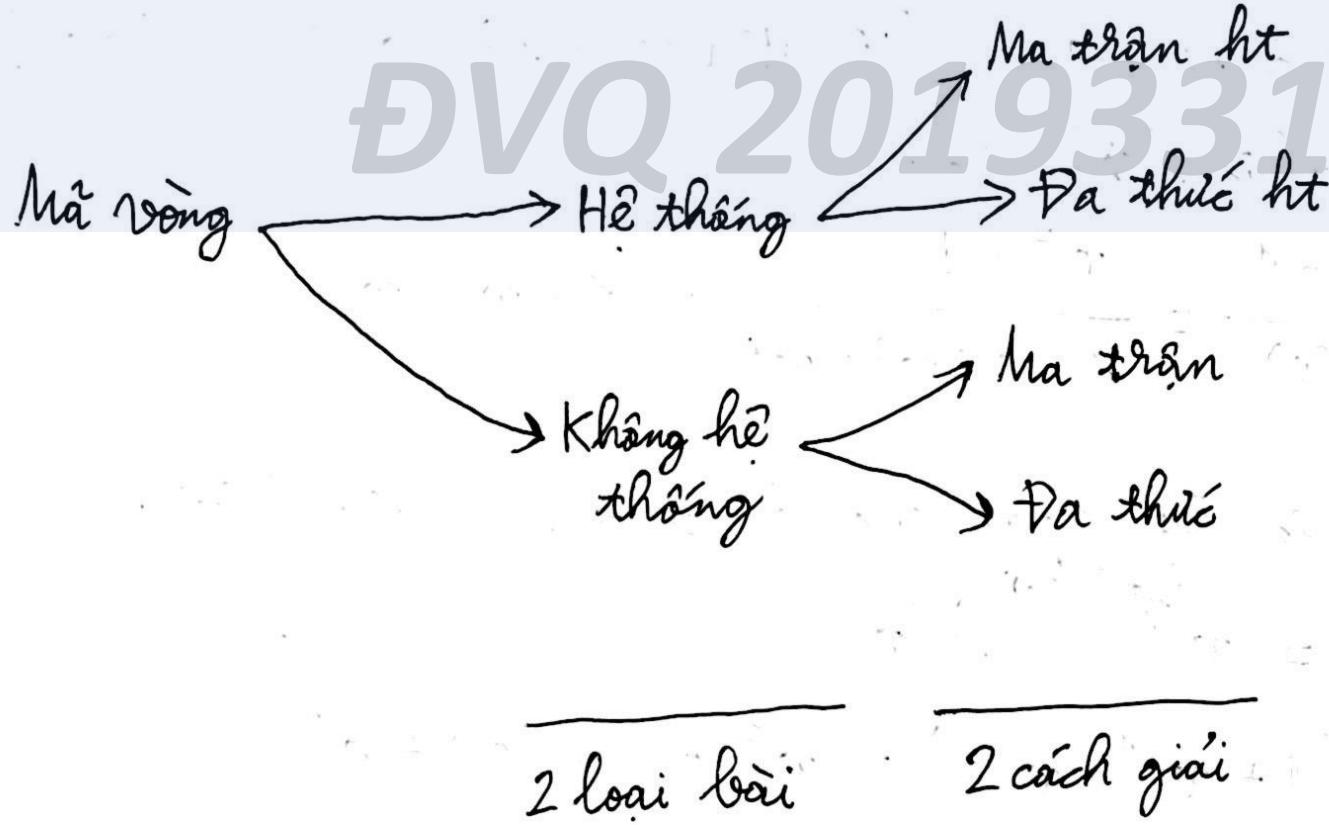
$$K_n = \frac{\cancel{H_0(X)}}{\bar{L}} = \frac{\log_2 10}{2,78125} = 1,1944$$

ĐVQ 20193316

~~Làm~~ ~~điều~~ mã hóa:

b) STT	bit vào	Tùy mã	Biến dịch:
1	1	1	x
2	0	10	x
3	1	101	a_4
4	1	1	x
5	0	10	x
6	0	100	a_3
7	1	1	x
8	1	11	x
9	1	111	x
10	0	1110	x
11	1	11101	a_7
12	0	0	x
13	1	01	a_2

=> Dãy tin tương ứng với: $a_4 a_3 a_7 a_2$



Đơn loại khẳng hệ thống: (Nên ưu tiên cách đa thức)

Cách ma trận: $C(7;3)$ $g(x) = 1+x+x^2+x^4$

$$a_1(x) = 1+x \Rightarrow a_1 = [110]$$

$$a_2(x) = 1+x^2 \Rightarrow a_2 = [101]$$

$$c_3(x) = x+x^4+x^6 \Rightarrow c_3 = [0100101]$$

a)

B1: Lập MT sinh:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 7}$$

B2: Mã hóa:

$$c_1 = a_1 G = [110] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [100 \cdot 1110]$$

$$c_2 = a_2 G = [101] \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [1101001]$$

b) Giải mã: Có hết ta cần kiểm tra xem từ m₃ có đúng Q

B1: Tính đa thức kiểm tra:

$$h(x) = \frac{x^n + 1}{g(x)} = \frac{x^7 + 1}{1 + x + x^2 + x^4} = 1 + x + x^3$$

B2: Tính đa thức dài ngắn của đa thức kiểm tra h(x):

$$h^*(x) = x^{\deg(h(x))} h(x^{-1})$$

$$= x^3 (1 + x^{-1} + x^{-3}) = 1 + x^2 + x^3$$

B3: Lập MT kiểm tra:

$$H_{4 \times 7} = \begin{bmatrix} h^*(x) \\ x h^*(x) \\ x^2 h^*(x) \\ x^3 h^*(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + x^2 + x^3 \\ x + x^3 + x^4 \\ x^2 + x^4 + x^5 \\ x^3 + x^5 + x^6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix}$$

Kiểm tra:

$$S_3 = C_3 H^T = [0100101] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [0011] \neq 0$$

\Rightarrow Từ m₃ có lỗi sai

Ta cần xem lô m₃ có thể p. hiện & sửa sai tối đa bao nhiêu?

Xét $H = \begin{bmatrix} 1011000 \\ 0101100 \\ 0010110 \\ 0001011 \end{bmatrix}$

Cần tối thiểu 4 cột để tổng = 0

VD: ④ + ⑤ + ③ + ⑦ = 0
$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow d_{\min} = 4$$

(5)

Scanned with CamScanner

$$\frac{d_{\min} - 1}{2} = 1,5 \Rightarrow$$
 bộ m₃ ph&sai t.đa
1 bit lỗi

ĐVQ 20193316

Bảng lỗi:

Số lỗi	Vector lỗi (dài n bit) ϵ	Vector Syndrome (dài n-k bit) $S = \epsilon H^T$
0	0000000	0000
1	1000000	1000
	0100000	0100
	0010000	1010
	0001000	1101
	0000100	0110
	0000010	0011
	0000001	0001

(1)

$S_3 = [0011]$, tra bảng (1) \Rightarrow Vector lỗi thông ứng:

$$\epsilon_3 = [0000010]$$

Sửa lỗi: $C_{3\text{dt}} = C_3 + \epsilon_3 = [0100101] + [0000010]$
 $= [0100111]$

Phản Lọc tin: \Leftrightarrow $u_{3\text{dt}}, G = C_{3\text{dt}}$ (Với $u_{3\text{dt}} = [abc]$)

$$\Leftrightarrow [abc] \begin{bmatrix} 1110100 \\ 0111010 \\ 0011101 \end{bmatrix} = [0100111]$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a = 0 \\ a+b = 1 \\ a+b+c = 0 \\ b+c = 0 \\ a+c = 1 \\ b = 1 \\ c = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 0 \\ b = 1 \\ c = 1 \end{cases} \Leftrightarrow u_{3\text{dt}} = [abc] = [011]$$

Là tin tương ứng với từ mã

Cách đta thíc:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad c_1(x) &= a_1(x) g(x) = (1+x)(1+x+x^2+x^4) \\ &= 1+x+x^2+x^4+x+x^2+x^3+x^5 \\ &= 1+x^3+x^4+x^5 \end{aligned}$$

$\Rightarrow c_1 = [1001110]$ là tì mă tông

$$\begin{aligned} c_2(x) &= a_2(x) g(x) = (1+x^2)(1+x+x^2+x^4) \\ &= 1+x+x^2+x^4+x^2+x^3+x^4+x^6 \\ &= 1+x+x^3+x^6 \end{aligned}$$

$\Rightarrow c_2 = [1101001]$ là tì mă tông

b) Kiểm tra đta thíc tì mă $c_3(x)$ có đúng?

(~~+) 0/1/1/0~~) \rightarrow Dùng cách chia dịch vòng ($x_0 = 1$)

$$\begin{aligned} s_3(x) &= (c_3(x)) \bmod(g(x)) = (x+x^4+x^6) \bmod(1+x+x^2+x^4) \\ &= \cancel{x} + x^2 + x^3 \end{aligned}$$

$$W(s_3(x)) = 3 > x_0 = 1$$

Dịch vòng phải c_3 1 lân

$$\Rightarrow c_{31}(x) = 1 + x^2 + x^5$$

$$\begin{aligned} s_{31}(x) &= (c_{31}(x)) \bmod(g(x)) = (1+x^2+x^5) \bmod(1+x+x^2+x^4) \\ &= 1 + x + x^3 \end{aligned}$$

$$W(s_{31}(x)) = 3 > x_0 = 1$$

Dịch vòng phải c_3 2 lân

$$\Rightarrow c_{32}(x) = (x+x^3+x^6)$$

$$\begin{aligned} s_{32}(x) &= (c_{32}(x)) \bmod(g(x)) = (x+x^3+x^6) \bmod(\dots) \\ &= 1 \end{aligned}$$

ĐVQ 20193316

$$W(S_{3,2}(x)) = 1 \leq t_0 = 1$$

$$\Rightarrow \text{Sửa sai: } C_{3,2,t}(x) = C_{3,2}(x) + S_{3,2}(x)$$
$$= x + x^3 + x^6 + 1$$
$$= 1 + x + x^3 + x^6$$

Sách vỗng trai trả lời $C_{3,2}$ 2 lần

$$\Rightarrow C_{3,t} = x + x^4 + x^5 + x^6$$

Lọc tin:

$$\text{Tin } U_{3,t} = \frac{C_{3,t}}{g(x)} = \frac{x + x^4 + x^5 + x^6}{1 + x + x^2 + x^4} = x + x^2$$

$\Rightarrow a_{3,t} = [0 \ 1 \ 1]$ là tin tương ứng

Loại có hệ thống (Nên ưu tiên cách nào bạn thích =)))

Cách mà trên hệ thống:

B1: Lập MT sinh $G = \begin{bmatrix} 1110100 \\ 0111010 \\ 0011101 \end{bmatrix}$

Biết đổi về 1 trong 2 dạng MT sinh hệ thống:

$$G_{ht} = [z | I] \text{ hoặc } G_{ht} = [I | z]$$

Dạng #2

Dạng #1

Thường sẽ đưa về $[z | I]$ tại t quen làm dài :

$$G \xrightarrow{h_3 = h_3 + h_1} \begin{bmatrix} 1110100 \\ 0111010 \\ 1101001 \end{bmatrix} = [z | I] = G_{ht}$$

B2: Mã hóa:

$$c_1 = a_1 G_{ht} = \begin{bmatrix} 110 \\ * \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1110 & 100 \\ 0111 & 010 \\ 1101 & 001 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1001 & 110 \\ * \end{bmatrix}$$

Để ý G_{ht} dạng $[z | I]$; I nằm bên phải \Rightarrow thông tin đi vào sẽ xuất hiện ở k = 3 bit bên phải của từ mã đầu ra. (*)

$$c_2 = a_2 G_{ht} = \begin{bmatrix} 101 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1110 & 100 \\ 0111 & 010 \\ 1101 & 001 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0011 & 101 \end{bmatrix}$$

Bài tập b) Giải mã

Nếu G_{ht} có dạng $[z | I]$ $\Rightarrow H_{ht}$ có dạng $[I | z^T]$

Nếu G_{ht} có dạng $[I | z]$ $\Rightarrow H_{ht}$ có dạng $[z^T | I]$

Ở trên ta đã đưa $G \rightarrow G_{ht} = [z | I]$

$$\Rightarrow \text{lập MT ktra } H_{ht} = [I | z^T] = \begin{bmatrix} 1000 & 101 \\ 0100 & 111 \\ 0010 & 110 \\ 0001 & 011 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c|c} I & z^T \end{array}$$

K. tra:

$$S_3 = C_3 H_{ht}^T = [0100101] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [0111] \neq 0$$

\Rightarrow Tùy mã có lỗi sai

$$H_{ht} = \begin{bmatrix} 1000 & 101 \\ 0100 & 111 \\ 0010 & 110 \\ 0001 & 011 \end{bmatrix}$$

Cần tối thiểu 4 cột

$$\Rightarrow d_{\min} = 4$$

$$t \leq \frac{d_{\min} - 1}{2} = 1,5$$

\Rightarrow ph& ss t.đa $t_0 = 1$ lỗi.

Lập bảng lỗi, tra bảng rồi sửa sai

$$\Rightarrow C_{3t} = [0100 \underline{111}]$$

Lọc tin: G_{ht} có dạng $\xrightarrow{[z | I]}$, I nằm bên phải

\Rightarrow Tin sẽ nằm ở k=3 bit cuối tùy mã

$\Rightarrow a_{3t} = [111]$ là tin tương ứng.

Cách đta thíc hē thóng:

a) $s_1(x) = (x^{n-k} a_1(x)) \text{ mod } (g(x))$

$$= (x^{7-3} (1+x)) \text{ mod } (1+x+x^2+x^4)$$
$$= (x^4 + x^5) \text{ mod } (1+x+x^2+x^4)$$
$$= 1+x^3$$

$$c_1(x) = x^{n-k} a_1(x) + s_1(x)$$
$$= x^{7-3} (1+x) + 1+x^3$$
$$= x^4 + x^5 + 1+x^3$$

$\Rightarrow c_1 = [1001\underline{1110}]$ là tì mōi ht tg 12ng

$$s_2(x) = (x^{n-k} a_2(x)) \text{ mod } (g(x))$$
$$= (x^{7-4} (1+x^2)) \text{ mod } (1+x+x^2+x^4)$$
$$= (x^4 + x^6) \text{ mod } (1+x+x^2+x^4)$$
$$= x^2 + x^3$$

$$c_2(x) = x^{n-k} a_2(x) + s_2(x)$$
$$= x^4 + x^6 + x^2 + x^3$$

$\Rightarrow c_2 = [001\underline{1101}]$

* Ta có thể thấy cách làm đta thíc có thông tin 3'k bit cuối của tì mōi.

Vậy mōi nêu làm đta hē thóng hay mt hē thóng
dạng $[Z | I]$ xé gióng y nhau *

(Tips)

(11)



Scanned with CamScanner

ĐVQ 20193316

b) Kiểm tra thì giông y hết, sửa sai cũng làm y như cách chia dịch vòng của cách làm ta thấy không hề thay đổi

• • • •

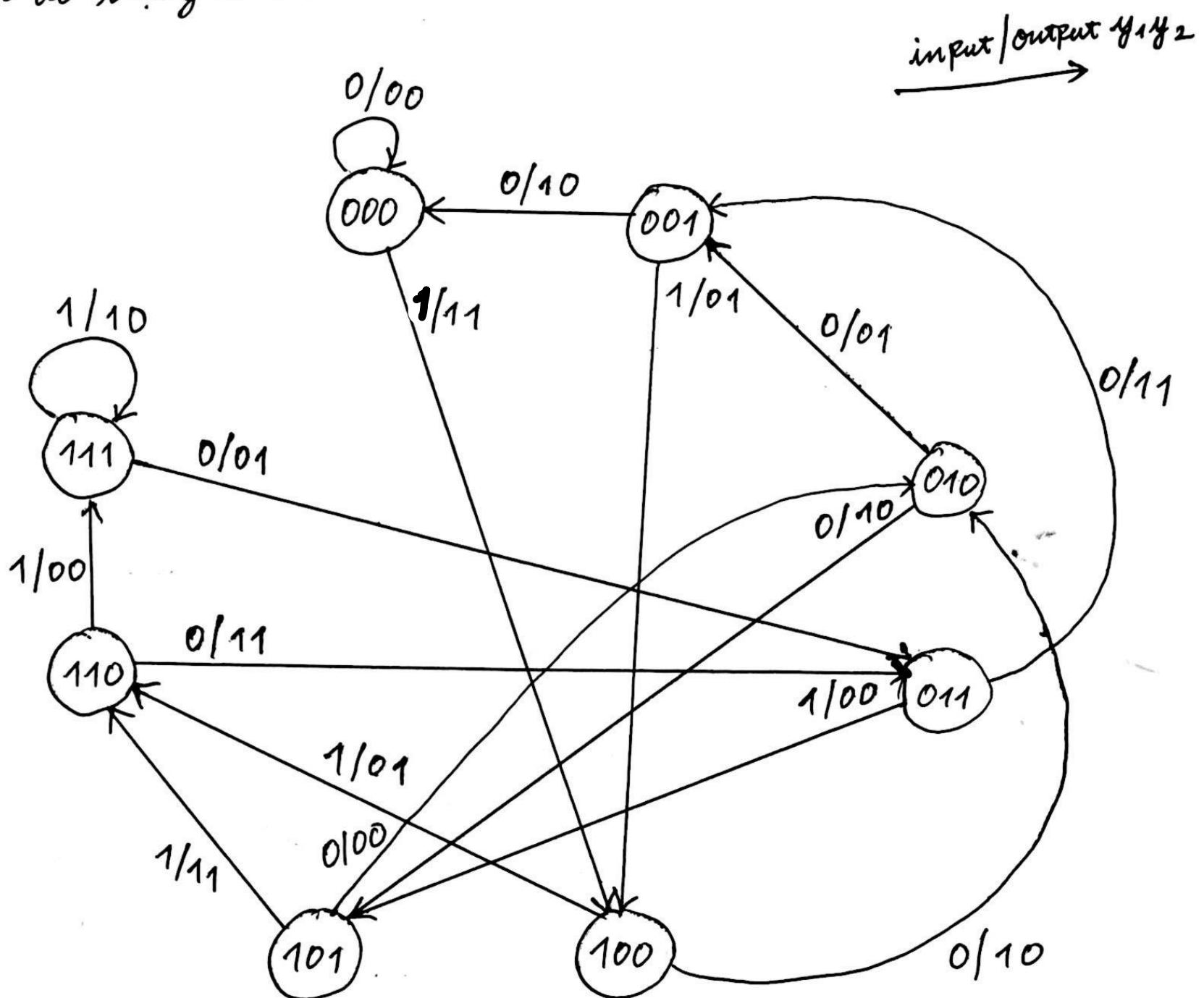
$$\Rightarrow C_3 d(x) = x + x^4 + x^5 + x^6$$

$$\Leftrightarrow C_3 d = [0 \ 1 \ 0 \ 0 \ \underline{1} \ 1]$$

Lọc tin: lấy k=3 bit cuối của từ mã

$$\Rightarrow a_3 d = [1 \ 1 \ 1] là tin tương ứng$$

a) Sơ đồ trạng thái:



Trảng nhịp:

14

ĐVQ 20193316

nhịp	bit vào	1 D D ² D ³	Y ₁ Y ₂	
0	x	0 0 0 0	0 0	
1	1	1 0 0 0	1 1	
2	0	0 1 0 0	1 0	(tìm output không ứng với chuỗi đầu vào)
3	0	0 0 1 0	0 1	
4	1	1 0 0 1	0 1	
5	1	1 1 0 0	0 1	
6.	0*	0* 1 1 0	1 1	② ↓ lọc mạch
7.	0*	0* 0* 1 1	1 1	(tìm output đầy đủ)
8.	0*	0* 0* 0* 1	1 0	
-	-	0* 0* 0* 0*	0 0	

①: Chạy nhịp: input vào, output ra không ứng

in 1 0 0 1 1
out 11 10 01 01 01

② Lọc mạch: input đúng, output vẫn ra (dù am) và trong
mạch vẫn còn lưu trữ dữ liệu, đến khi ra hết dữ liệu (0)
(trạng thái tiếp theo là 000*) thì dừng lại

⇒ Tù mờ đầy đủ không ứng chuỗi 10011 vào:

11 10 01 01 01 11 11 10

* Cân thêm K-1 = 3 nhịp phụ để lọc *



Scanned with CamScanner

Cách khác:

~~Đề~~ Chuỗi đầu vào: $u = [10011]$

$$\Rightarrow u(x) = 1 + x^3 + x^4$$

Tùy mạch lắp mà

\Rightarrow hàm truyền đầu ra $y_1: g_1(x) = 1 + x + x^3$

$\underline{y_2}: g_2(x) = 1 + x^2$

Các đầu ra sẽ là:

$$\begin{aligned} y_1(x) &= u(x) g_1(x) = (1+x^3+x^4)(1+x+x^3) \\ &= 1+x+x^3+x^3+x^4+x^6+x^4+x^5+x^7 \\ &= 1+x+x^5+x^6+x^7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_2(x) &= u(x) g_2(x) = (1+x^3+x^4)(1+x^2) \\ &= 1+x^2+x^3+x^5+x^4+x^6 \\ &= 1+x^2+x^3+x^4+x^5+x^6 \end{aligned}$$

Khi đưa ra xen kẽ, đồng ra y_1, y_2 sẽ là:

11 10 01 01 01 11 11 10

ĐVQ 20193316

Đề số: 01

Tổng số trang: 1

ĐỀ THI CUỐI KÌ 2021.1

Học phần: ET2072 – LÝ THUYẾT THÔNG TIN

Ngày thi: 17/02/2022

Thời gian làm bài: 70 phút

(Được sử dụng tài liệu. Nộp đề thi cùng với bài làm)

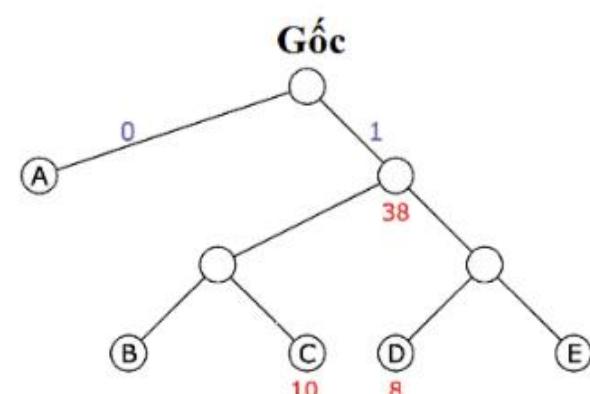
Ký
duyệt

Trưởng nhóm/Giảng viên phụ trách HP:

Khoa phụ trách HP:

Digitally signed by
phat.nguyenhuu@hust.edu.vn
DN: cn=phat.nguyenhuu@hust.edu.vn
email=phat.nguyenhuu@hust.edu.vn
Reason: I agree to specified portions of
this document
Location: Hanoi, Vietnam
Date: 2022.02.15 15:30:38 +07'00'

Bài 1: (3đ) Cho nguồn tin X rời rạc không nhớ gồm 5 tin (A, B, C, D và E) được thực hiện mã hóa theo phương pháp Huffman và biểu diễn dưới dạng cây nhị phân với tần suất xuất hiện của các tin (**C** và **D**) như hình bên. Biết tần suất xuất hiện của tin B bằng $\frac{1}{2}$ tần A và tần suất xuất hiện tin E bằng $\frac{1}{3}$ tần A.

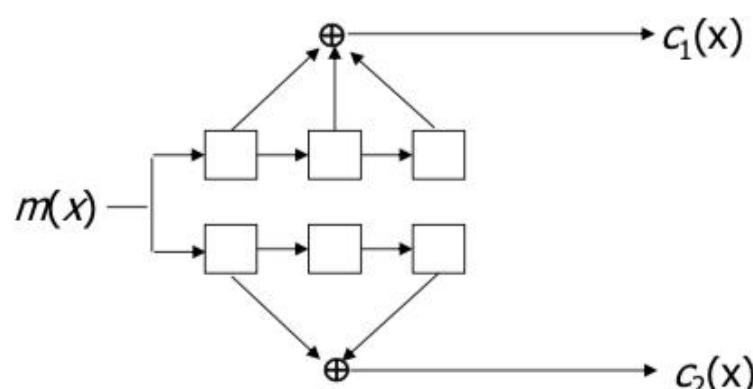


- Xác định các từ mã tương ứng cho các tin của nguồn X trên
- Tính entropy $H(X)$ và hệ số số nén cho nguồn tin trên

Bài 2: (3đ) Cho bộ mã vòng hệ thống (7,4) sửa sai một lỗi.

- Giả sử với từ mã đầu vào với $Q(x) = x^3 + 1$. Thực hiện theo mã hóa không hệ thống ta thu được từ mã đầu ra $P(x) = x^6 + x^4 + x + 1$. Xác định đa thức sinh $G(x)$ tương ứng
- Xác định từ mã đầu vào nếu ta thu được từ mã đầu ra $P(x) = x^6 + x^5 + x^2 + 1$ với đa thức sinh $G(x)$ ở câu (a)

Bài 3: (4đ) Cho mã chập có sơ đồ như hình vẽ:

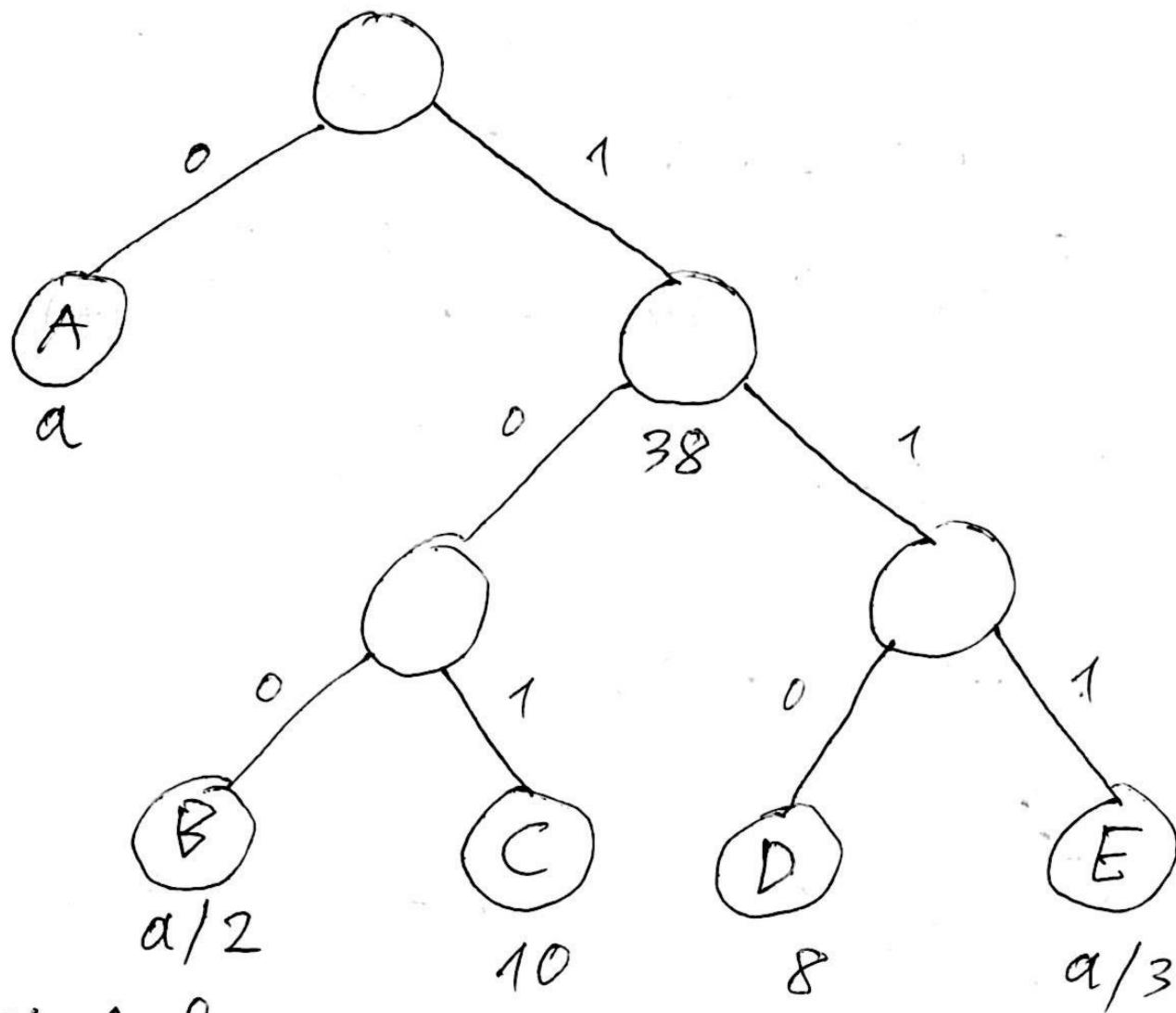


- Giả sử dữ liệu đầu vào $m(x) = [111010]$. Xác định dữ liệu đầu ra tương ứng
- Vẽ lưu đồ trạng thái cho mạch lập mã trên
- Giả sử dữ liệu đầu ra $c = [11 10 10 00 11 00]$. Xác định dữ liệu đầu vào tương ứng
- Tính khoảng cách mã D_{free} dựa trên hàm truyền của mã.

ĐVQ 20193316

Bài 1 :

a)



Gọi t. suất A là a

$$\Rightarrow t. suất B là \frac{a}{2}; E là \frac{a}{3}$$

$$Ta có: \frac{a}{2} + 10 + 8 + \frac{a}{3} = 38 \Leftrightarrow a = 24$$

Tên ký tự Tân suất Tùm đố dài li

A	24	—	0	1
B	12	—	100	3
C	10	—	101	3
D	8	—	110	3
E	8	—	111	3

Diagram illustrating the construction of the Huffman code:

```

graph LR
    Root(( )) ---|0| A((24))
    Root ---|1| Node38((38))
    A ---|0| B((12))
    A ---|1| C((10))
    Node38 ---|0| D((8))
    Node38 ---|1| E((8))
    B ---|0| B1((16))
    B ---|1| B2((22))
    C ---|0| C1((10))
    C ---|1| C2((10))
    D ---|0| D1((8))
    D ---|1| D2((62))
    E ---|0| E1((8))
    E ---|1| E2((8))
    
```

The tree is built by merging nodes with the lowest frequencies at each step. The final frequencies for the symbols are: A=24, B=12, C=10, D=8, E=8. The resulting Huffman codes are: A=0, B=100, C=101, D=110, E=111.

ĐVQ 20193316

Xác suất tương ứng:

$$P(A) = \frac{12}{62} \quad P(A) = \frac{24}{62} \quad P(B) = \frac{12}{62} \quad P(C) = \frac{10}{62}$$

$$P(D) = P(E) = \frac{8}{62}$$

$$H(X) = -\sum_{i=1}^5 P(x_i) \log P(x_i) = 2,1755 \text{ (bit/tt)}$$

$$H_0(X) = \log_2 5 = 2,322 \text{ (bit/tt)}$$

Hệ số' nén:

~~$$K_x = H(X) = 2,175$$~~

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^5 P(x_i) l_i = 2,2258 \text{ (bit/tt)}$$

Hệ số' nén:

$$K_x = \frac{H(X)}{\bar{l}} = \frac{2,1755}{2,2258} = 0,9774$$

$$K_n = \frac{H_0(X)}{\bar{l}} = \frac{2,322}{2,2258} = 1,04322$$

ĐVQ 20193316

Bài 2:

a) $G(x) = \frac{P(x)}{Q(x)} = \frac{x^6 + x^4 + x + 1}{x^3 + 1} = x^3 + x + 1$

b) $S(x) = P(x) \bmod G(x) = (x^6 + x^5 + x^2 + 1) \bmod (x^3 + x + 1)$
 $= x^2 + x + 1$

$W(S(x)) = 3 > 1$ (số lần sửa lỗi tối đa)

Dịch vòng phai $P(x)$ 1 lần

$$\Rightarrow P_1(x) = x^1 P(x) = x(x^6 + x^5 + x^2 + 1) \\ = (x^6 + x^3 + x + 1)$$

$S_1(x) = P_1(x) \bmod G(x) = (x^6 + x^3 + x + 1) \bmod (x^3 + x + 1)$
 $= x^2 + 1$

$W(S_1(x)) = 2 > 1$

Dịch vòng phai $P(x)$ 2 lần

$$\Rightarrow P_2(x) = x^2 P(x) = x^2(x^6 + x^5 + x^2 + 1) \\ = (x^4 + x^2 + x + 1)$$

$S_2(x) = P_2(x) \bmod G(x) = (x^4 + x^2 + x + 1) \bmod (x^3 + x + 1)$
 $= 1$

$W(S_2(x)) = 1 \leq 1$

\Rightarrow Sửa lỗi $P_2(x) = P_2(x) + S_2(x) = x^4 + x^2 + x + 1 + 1$
 $= x^4 + x^2 + x$

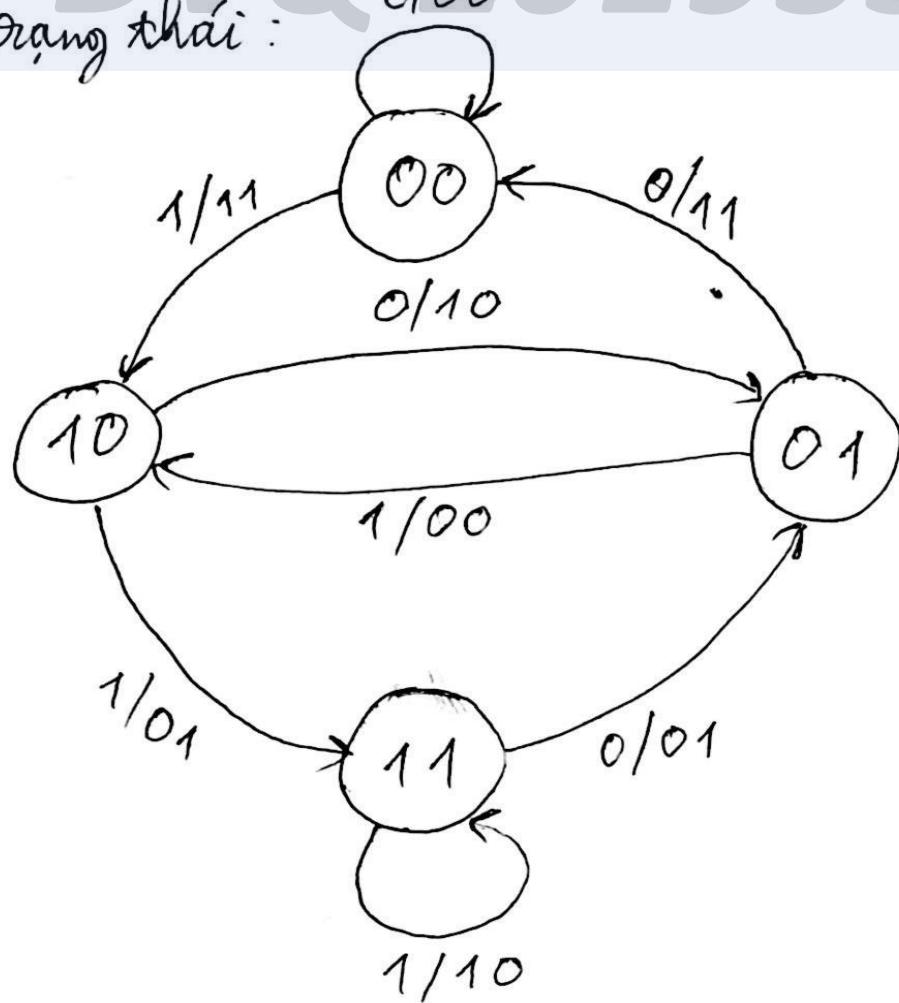
ĐVQ 20193316

Dịch vòng tròn $P_{2d}(x)$ 2 lần

$$\Rightarrow P_d(x) = x^{-2} P_{2d}(x) = x^{-2} (x^4 + x^2 + x) \\ = x^6 + x^2 + 1$$

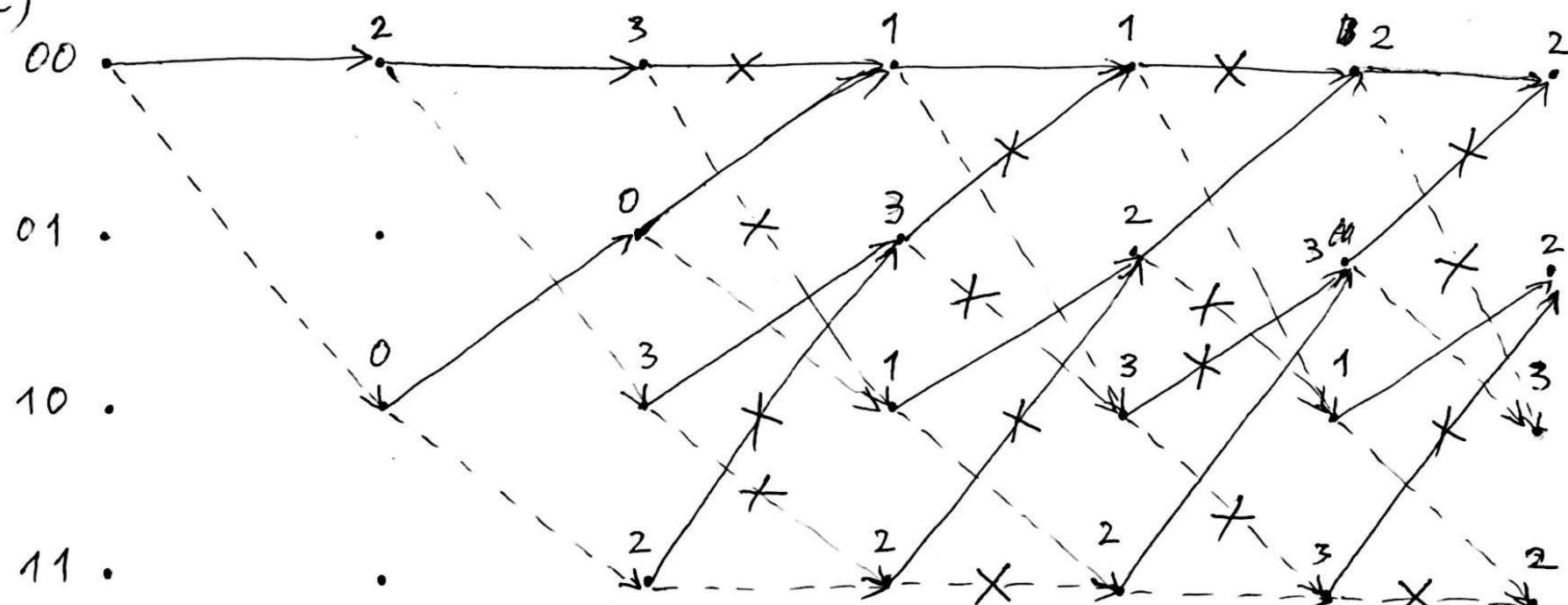
$$Q_d(x) = \frac{P_d(x)}{G(x)} = \frac{x^6 + x^2 + 1}{x^3 + x + 1} = x^3 + x + 1$$

b) lũy đồ trạng thái:



a)	x	1	1	1	0	1	0	$\xrightarrow{x=0}$
	C_1, C_2	11	01	10	01	00	10	$\xrightarrow{-x=1}$

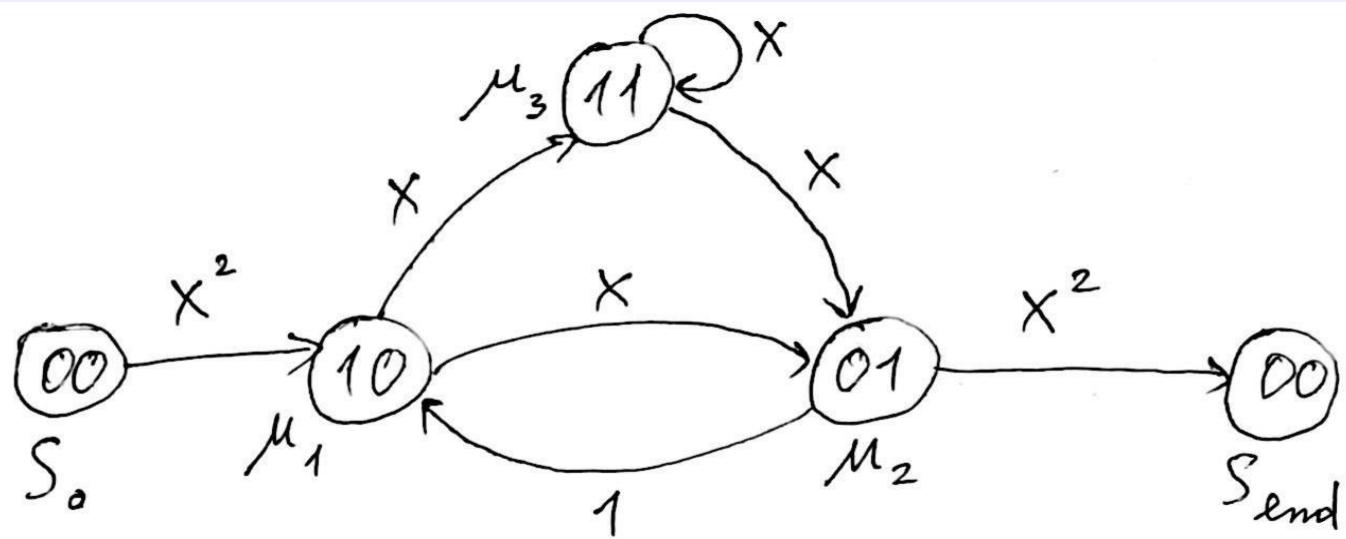
c)



c	11	10	10	00	11	00
x	1	0	1	0	0	0
	1	0	0	0	1	0
	1	0	0	0	1	1

Chuỗi input có thể là 1 trong 3 dãy trên vì đều cho dãy output sai khác so với thực tế (c) là 2 bit

ĐVQ 20193316



$$S_{\text{end}} = X^2 \mu_2$$

$$\begin{cases} \mu_1 = X^2 S_0 + 1 \mu_2 \\ \mu_2 = X \mu_1 + X \mu_3 \\ \mu_3 = X \mu_1 + X \mu_3 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \mu_1 - \mu_2 = X^2 S_0 \\ X \mu_1 - \mu_2 + X \mu_3 = 0 \\ X \mu_1 + (X-1) \mu_3 = 0 \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ X & -1 & X \\ X & 0 & X-1 \end{vmatrix} = 1 - 2X$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & X^2 S_0 & 0 \\ X & 0 & X \\ X & 0 & X-1 \end{vmatrix} = X^3 S_0$$

ĐVQ 20193316

$$\mu_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{x^3 s_o}{1-2x}$$

$$S_{end} = x^2 \mu_2 = \frac{x^5 s_o}{1-2x}$$

$$F = \frac{S_{end}}{s_o} = \frac{x^5}{1-2x} = x^5 + 2x^6 + 4x^7 + \dots$$

$$\Rightarrow D_{free} = 5$$

ĐVQ 20193316

ĐVQ 20193316

Tài liệu hay:

https://www.um.edu.mt/staff/paul.micallef/teaching2/current_courses/cce5102information_theoryandcoding

Drive A+ LTTT:

<https://drive.google.com/drive/folders/1-1GBW7hJ8OT9kH741UQFX7C9V8emZcW1?usp=sharing>

Mã Hamming:

https://vi.wikipedia.org/wiki/Mã_Hamming

Mã tích chập:

https://vi.wikipedia.org/wiki/Mã_xoắn

Mã vòng:

<https://www.slideshare.net/dotronghop/m-vng-cyclic-code>