

Chương 2. Kênh & Mã hóa nguồn

Câu 1.14: Nêu định nghĩa và tính chất của khả năng thông qua của nguồn rời rạc.

Câu 1.15: Phát biểu định lý mã hóa thứ nhất của Shannon.

Câu 1.16: Nêu 2 yêu cầu của phép mã hóa tối ưu

Câu 1.18: Trong phần mã hóa nguồn – Nén dữ liệu, chúng ta nói rằng các bộ mã sử dụng cho nén dữ liệu thường là các bộ mã không đều. Hãy giải thích một cách rõ ràng nhất có thể về kết luận trên.

Câu 2.9:

a. Hãy cho biết nhược điểm của mã Huffman khi sử dụng cho mục đích nén dữ liệu?

b. Cho hai bộ mã khác nhau dùng để mã hóa cho các ký tự a, b, c, d. Trong bảng, p_i là xác suất xuất hiện của mỗi ký tự. Hỏi chiều dài trung bình để mã hóa cho một ký tự trong mỗi bộ mã là bao nhiêu?

a_i	$c_1(a_i)$	$c_2(a_i)$	p_i
a	1000	0	$\frac{1}{2}$
b	0100	10	$\frac{1}{4}$
c	0010	110	$\frac{1}{8}$
d	0001	111	$\frac{1}{8}$

Câu 2.11: Một nguồn rời rạc gồm N tin tức $X = (x_1, x_2, \dots, x_{N-2}, x_{N-1}, x_N)$, với $N \geq 3$ và xác suất xuất hiện các tin tức tương ứng là $(2^{-1}, 2^{-2}, \dots, 2^{-(N-2)}, 2^{-(N-1)}, 2^{-(N-1)})$.

a. Hãy xây dựng một mã Huffman nhị phân cho nguồn rời rạc trên.

b. Hãy đánh giá hiệu quả của mã Huffman nhị phân vừa xây dựng được.

Câu 2.12: Cho một nguồn rời rạc với xác suất xuất hiện các sự kiện như sau $(1/3, 1/3, 1/4, 1/12)$.

a. Hãy xây dựng hai mã Huffman nhị phân có độ dài các từ mã tương ứng là $(1, 2, 3, 3)$ và $(2, 2, 2, 2)$.

b. Hãy so sánh hiệu quả của hai mã Huffman nhị phân vừa xây dựng được.



Lý thuyết thông tin – Đức Huy

Câu 2.18: Tính độ rộng giải thông của 1 kênh vô tuyến truyền hình truyền hình ảnh đen trắng với $5 \cdot 10^5$ điểm ảnh (pixel)/ảnh; 25 ảnh/s và có 8 mức sáng đồng xác suất, với tỉ số tín/tạp $\frac{S}{N} = \frac{\sigma_s^2}{\sigma_F^2} = 15$. Coi rằng ảnh vô tuyến truyền hình xem như 1 dạng tạp âm trắng.

Câu 2.19: Tín hiệu thoại có băng tần $W = 3,4$ kHz.

a. Tính khả năng thông qua của kênh với điều kiện $SNR = 30$ dB

b. Tính SNR tối thiểu cần thiết để kênh có thể truyền tín hiệu thoại số có tốc độ 4800bps.

Câu 3.2: Bộ mã nào dưới đây có thể hoặc không thể là mã Huffman của bất kỳ một nguồn rời rạc nào? Nếu không thể thì giải thích tại sao? Nếu có thể thì hãy cho ví dụ một nguồn tin tương ứng với bộ mã đó. Chú ý, mỗi câu đã liệt kê toàn bộ các từ mã (cách nhau bởi dấu phẩy) trong một bộ mã

a. 0, 10, 111, 101

b. 00, 010, 011, 10, 110

c. 1, 000, 001, 010, 011

Câu 3.5:

a. Tính entropy của một nguồn rời rạc không nhớ gồm 5 ký tự $\{A, B, C, D, E\}$ với các xác suất tương ứng $\{1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/16\}$.

b. Xác định lượng thông tin chứa trong chuỗi phát đi DADED.

c. Xây dựng cây mã hóa Huffman cho nguồn 5 ký tự này.

Câu 3.11: Hãy thực hiện mã hoá Huffman cho nguồn rời rạc A sau:

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{32} & \frac{1}{32} & \frac{1}{32} & \frac{1}{64} & \frac{1}{128} & \frac{1}{128} \end{pmatrix}$$

Đánh giá hiệu quả của phép mã hoá

Hãy thực hiện giải mã cho dãy bit nhận được có dạng: 1011001110101 ...

Câu 3.12: Hãy thực hiện mã hóa Huffman cho nguồn rời rạc sau :

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 \\ 0,25 & 0,20 & 0,15 & 0,12 & 0,10 & 0,05 & 0,08 & 0,05 \end{pmatrix}$$

Đánh giá hiệu quả của phép mã hóa

Hãy thực hiện giải mã cho dãy bit nhận được có dạng : 11001110101000111...



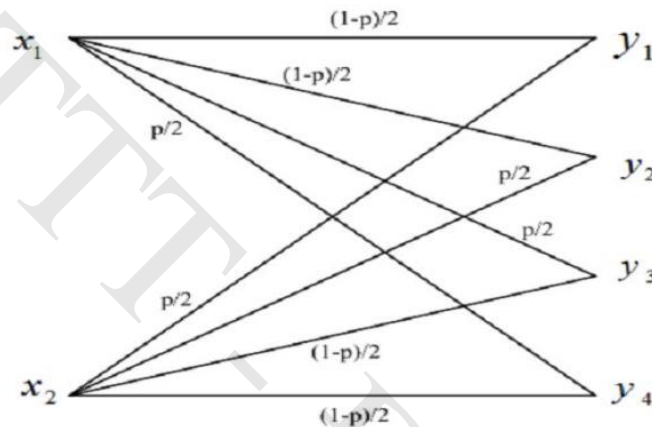
Lý thuyết thông tin – Đức Huy

Câu 3.15: Cho kênh nhiễu Gaussian trắng cộng có đầu ra $Y = X + N$ ở đó X là đầu vào kênh và N là nhiễu với hàm phân bố xác suất Gauss $f(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_n^2}} \cdot e^{-n^2/2\sigma_n^2}$. Giả sử X cũng

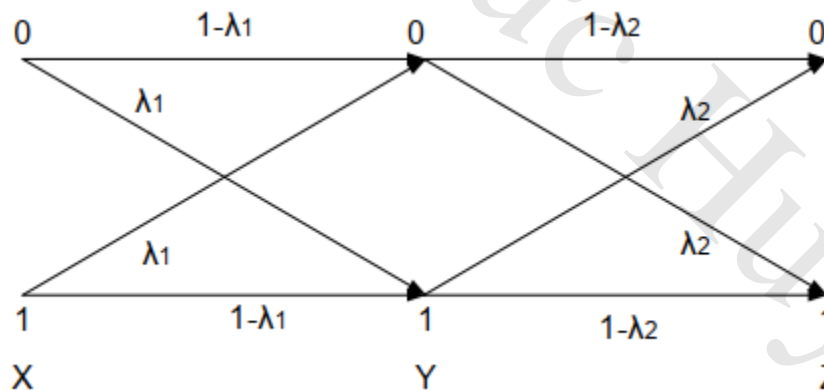
có phân bố Gauss giống như N với $E(X) = 0$; $E(X^2) = \sigma_x^2$.

- Tính entropy vi phân của nhiễu N
- Tính lượng thông tin chéo $I(X, Y)$

Câu 3.19: Cho sơ đồ kênh rời rạc không nhớ như hình vẽ, tính dung lượng của kênh :



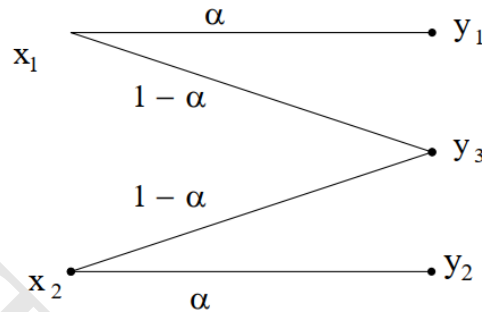
Câu 3.20: Tính khả năng thông qua C_1 của kênh $X \rightarrow Y$ và khả năng thông qua C_2 của kênh $Y \rightarrow Z$, khả năng thông qua C_3 của kênh $X \rightarrow Z$.



Lý thuyết thông tin – Đức Huy

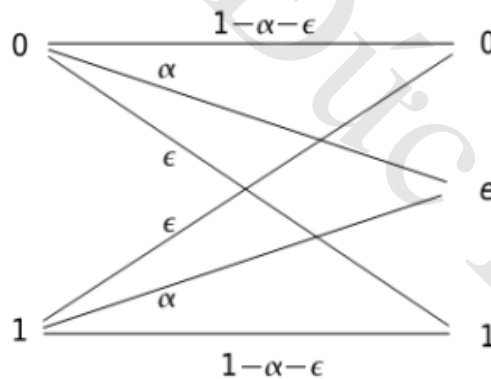
Câu 3.21: Cho sơ đồ kênh rời rạc không nhớ (DMC) như hình vẽ. Biết thời hạn các ký hiệu phát X_1 và X_2 đều là T_p .

- Hãy tính dung lượng của kênh.
- Khảo sát sơ bộ (phác họa biến thiên) dung lượng kênh theo giá trị của α .
- Giải thích rõ ý nghĩa của các cực đại, cực tiểu (nếu có).



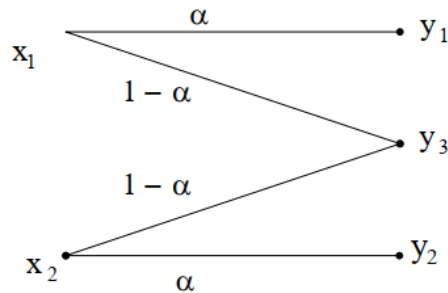
Câu 3.22: Cho sơ đồ kênh rời rạc không nhớ (DMC) như hình vẽ. Biết thời hạn các ký hiệu phát 0 và 1 đều là T_p .

- Hãy tính dung lượng của kênh.
- Trong trường hợp kênh nhị phân đối xứng ($\alpha = 0$) dung lượng kênh bằng bao nhiêu?



Lý thuyết thông tin – Đức Huy

Câu 4.3: Cho sơ đồ kênh rời rạc như hình vẽ dưới đây trong đó nguồn tín hiệu phát gồm $X = (x_1, x_2)$. Biết xác suất phát các tín hiệu $p(x_1) = p(x_2) = 0,5$



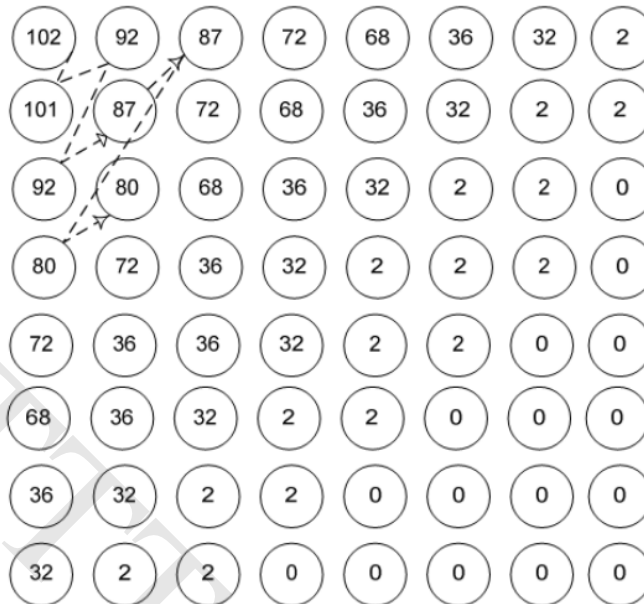
- Hãy tính $H(X)$.
- Hãy tính $p(X = x_n, Y = y_m)$, với $n = 1, 2$ và $m = 1, 2, 3$ để từ đó tính $H(X, Y)$ dưới dạng hàm số của α .
- Hãy tính $p(Y = y_m)$, với $m = 1, 2, 3$ để từ đó tính $H(Y)$ dưới dạng hàm số của α .
- Hãy tính $I(X, Y)$ dưới dạng hàm số của α ? Hãy xác định giá trị của α khi $I(X, Y)$ đạt giá trị cực đại và khi $I(X, Y)$ đạt giá trị cực tiểu? Hãy cho biết ý nghĩa trực quan của các kênh ứng với các giá trị cực trị của $I(X, Y)$?

Câu 4.5: Một văn bản được viết từ các ký tự từ $x_1 \div x_{14}$, biết tần suất xuất hiện của các ký tự trong văn bản lần lượt là: 1200; 2400; 9600; 2400; 9600; 2400; 1200; 9600; 9600; 38400; 9600; 9600; 9600; 38400 (lần).

- Hãy thực hiện mã hóa Huffman cho văn bản.
- Đánh giá hiệu quả của phép mã hóa xây dựng trong câu a.
- Kiểm tra bất đẳng thức kẹp về độ dài trung bình từ mã. Có nhận xét gì?
- Hãy tính tỷ số nén thu được khi sử dụng bộ mã xây dựng ở phần a so với khi sử dụng mã ASCII với độ rộng 1 Byte.



Câu 4.6: Giá trị mức xám của một khối (block) ảnh 8×8 như trong ma trận sau.



102	92	87	72	68	36	32	2
101	87	72	68	36	32	2	2
92	80	68	36	32	2	2	0
80	72	36	32	2	2	2	0
72	36	36	32	2	2	0	0
68	36	32	2	2	0	0	0
36	32	2	2	0	0	0	0
32	2	2	0	0	0	0	0

Người ta cần thực hiện nén ảnh này. Một cách đơn giản nhất là áp dụng cách mã hóa các mức xám theo phương pháp mã hóa Huffman

- Hãy xây dựng bộ mã biểu diễn các giá trị mức xám của ảnh theo phương pháp mã hóa Huffman
- Đánh giá tính hiệu quả của bộ mã thu được.
- Giả sử ảnh được quét zig-zag theo đường đứt nét, với dãy bit nhận được như sau 0100110100111010101 ... hãy khôi phục lại các giá trị mức xám của góc ảnh ứng với dãy bit đã cho.
- So với việc mã hóa trực tiếp các giá trị mức xám bằng mã ASCII (độ rộng 1 byte), phương pháp mã hóa Huffman tiết kiệm được bao nhiêu phần trăm dung lượng

