

Chương 1: Các khái niệm chung

1. Các khái niệm trong hệ thống truyền thông
 1. Mô hình hệ thống truyền thông
 2. Các vấn đề cơ bản của hệ thống truyền tin
 3. Mô hình của nguồn tin
 4. Mô hình của kênh tin
2. Các phép biến đổi thông tin
 1. Rời rạc hóa nguồn liên tục
 2. Độ đo thông tin
 3. Mã hóa
 4. Điều chế, giải điều chế

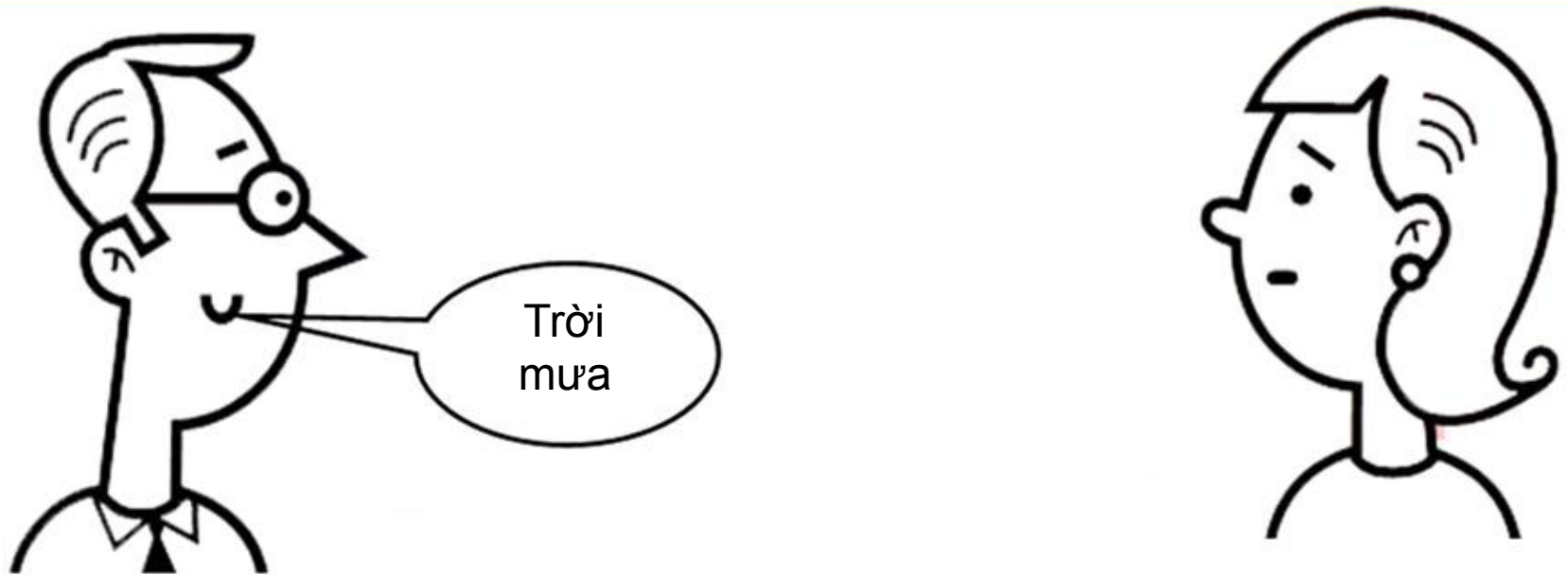
Thông tin và truyền tin

- Thông tin: cảm nhận, cảm hiểu về thế giới xung quanh
- Tín hiệu: vật chất có mang thông tin và phù hợp với môi trường lan truyền
- Môi trường truyền: Môi trường tín hiệu lan truyền được qua nó và có nhiều tác động làm thay đổi tín hiệu
- Dữ liệu: thông tin được vật chất hóa
- Thông tin, dữ liệu rời rạc: tách rời, đếm được
- Thông tin, dữ liệu liên tục: hàm liên tục

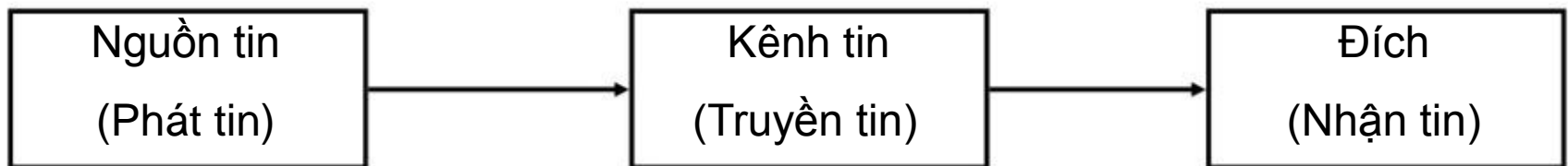
1. Mô hình hệ thống truyền tin

- Một số ví dụ
- Mô hình 3 khối
- Mô hình 5 khối
- Mô hình 7-9-11-13 khối

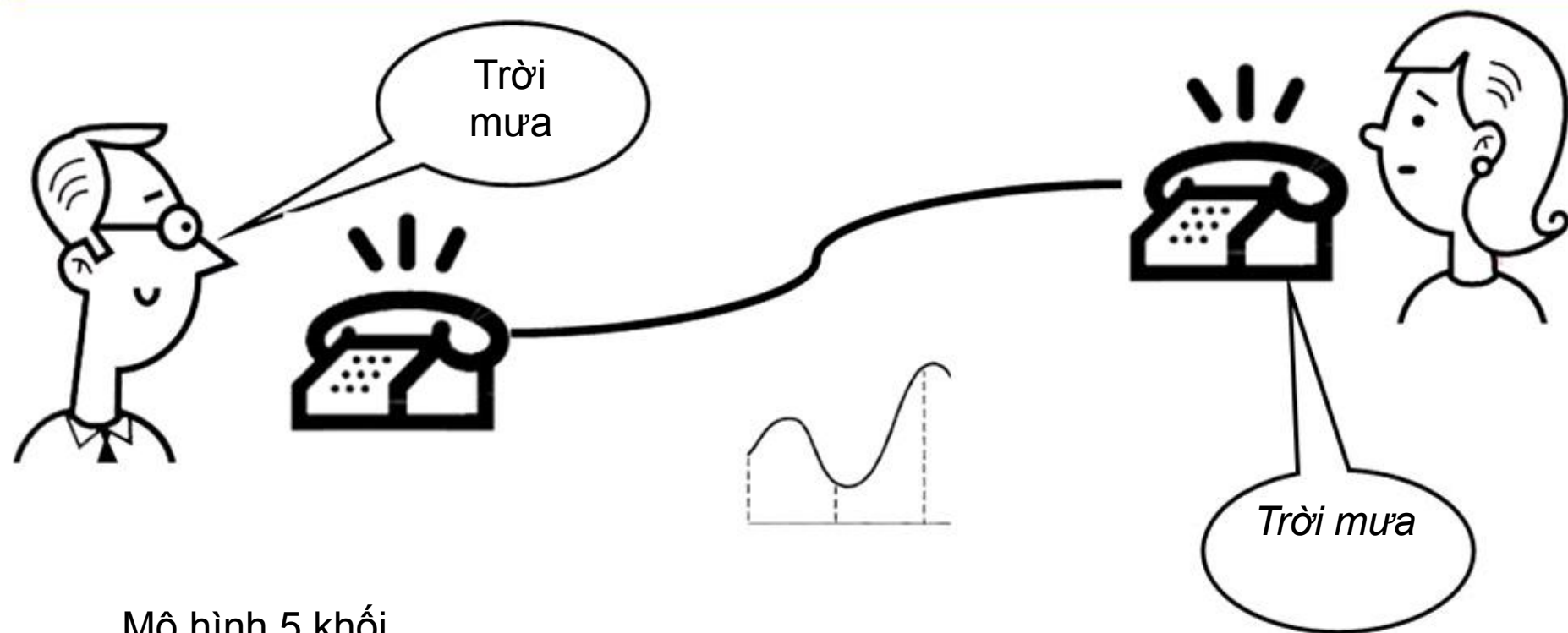
Hội thoại



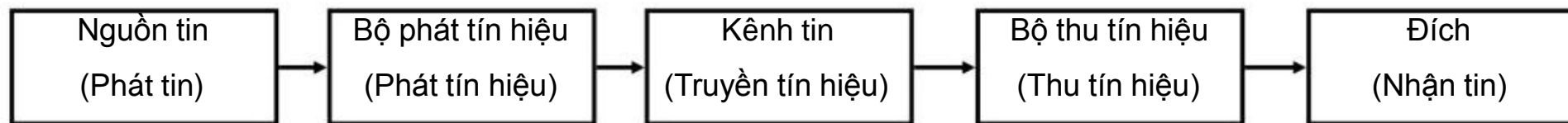
Mô hình 3 khối:



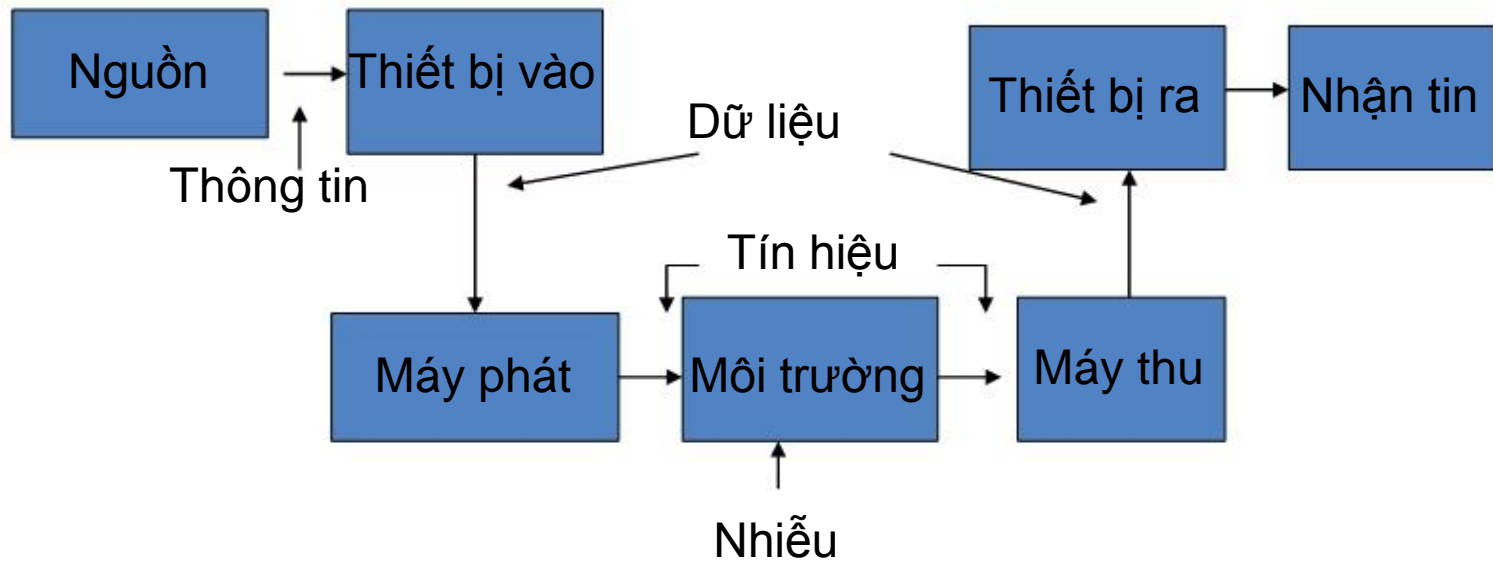
Điện thoại



Mô hình 5 khối



Mô hình 7 Khối



Mô hình 7 khối

- Thiết bị vào: Thực hiện vật chất hóa thông tin và chuyển thông tin thành dữ liệu.
- Máy phát: chuyển dữ liệu thành tín hiệu
- Máy thu: nhận tín hiệu và chuyển nó thành dữ liệu
- Thiết bị ra: chuyển ngược dữ liệu thành thông tin chuyển cho nhận tin

Mô hình 7 khối

- Vật chất hóa thông tin: Gắn thông tin vào một vật được gọi là vật mang. Kết quả là dữ liệu. Có 2 giải pháp:
- A: Mã hóa: dùng các dấu hiệu để biểu diễn thông tin -> kết quả là các mã. Ví dụ dùng hai chữ số 0 hoặc 1 để biểu diễn thông tin.
- B: Điều chế: làm thay đổi tham số của một quá trình vật lý dùng làm vật mang. Ví dụ khi nói con người đã làm thay đổi luồng không khí biến thiên gần rằng cửa thành dạng biến thiên phức tạp theo từng âm được nói-> kết quả là âm thanh

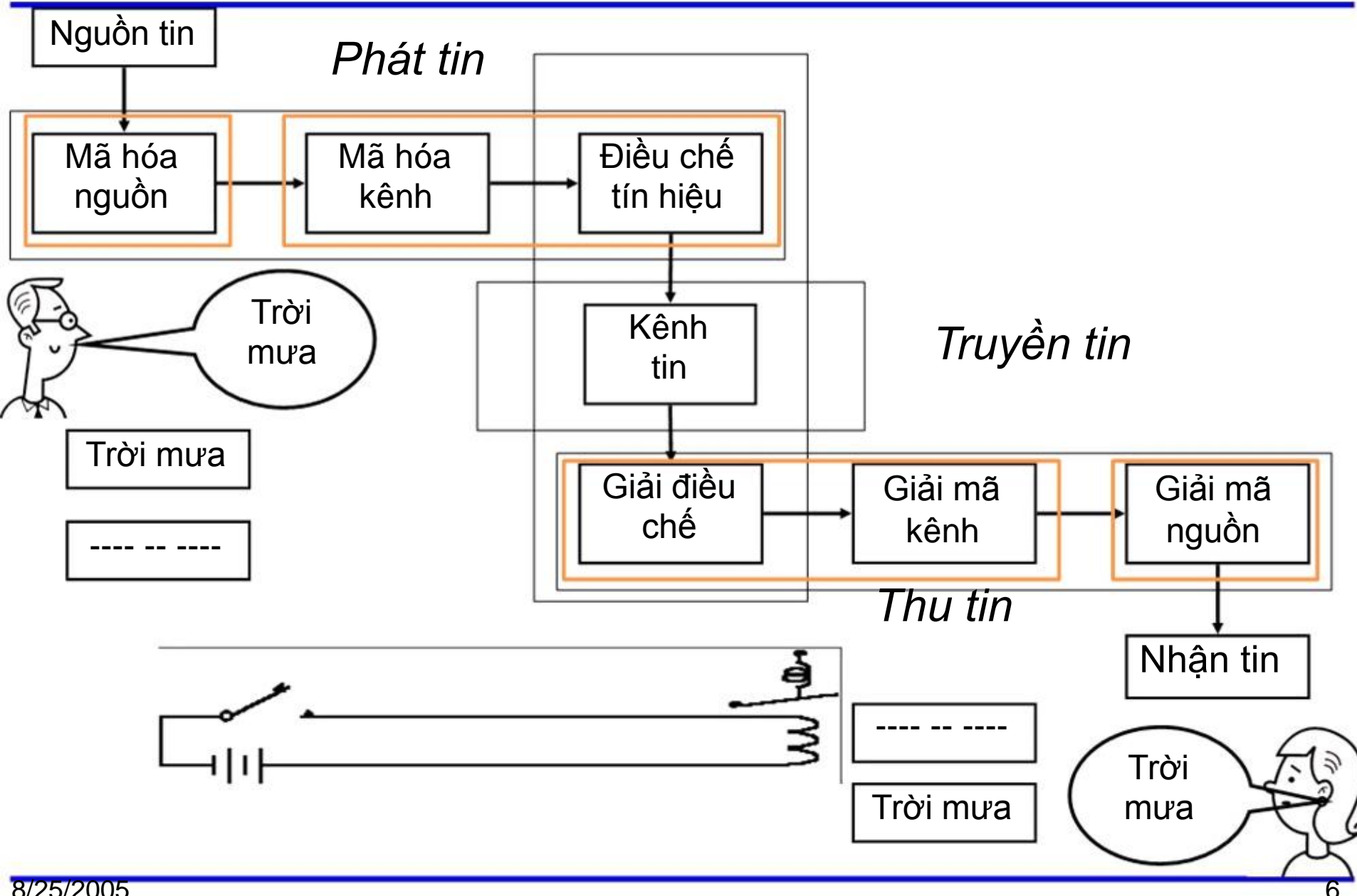
Mô hình 7 khối

- Thiết bị vào sẽ thực hiện mã hóa hoặc điều chế tùy trường hợp cụ thể
- Thiết bị ra thực hiện việc chuyển ngược dữ liệu thành thông tin qua phép giải mã hoặc giải điều chế

Mô hình 7 khối

- Máy phát chuyển dữ liệu thành tín hiệu để có vật mang phù hợp tốt với yêu cầu truyền. Ví dụ truyền âm thanh đi trăm km.
- Để chuyển dữ liệu thành tín hiệu máy phát cũng sử dụng phép mã hóa hoặc điều chế
- Máy thu thực hiện nhận lấy tín hiệu từ môi trường và chuyển ngược nó thành dữ liệu
- Phép toán chuyển ngược này sẽ được gọi là giải mã hoặc giải điều chế

Mô hình hệ thống truyền tin



Nguồn tin

- Là nơi sản sinh ra thông tin
 - thông tin số (điện báo, luồng dữ liệu từ máy tính):
Nguồn rời rạc
 - thông tin liên tục: các bộ cảm biến, các nguồn audio video: Nguồn liên tục
- Đặc trưng bằng một tập hợp các bản tin có thể và khả năng xuất hiện của các bản tin đó
- Bản tin gồm nhiều phần tử cơ sở: các tin
- Trong quá trình truyền tin, nguồn có thể truyền đi một chuỗi các tin (bản tin).
- Có thể coi nguồn = tập các tin và khả năng xuất hiện tại mỗi thời điểm của mỗi tin

Thiết bị mã hóa kênh

- Đưa ra một số thông tin dự trữ (dự thừa) để chống nhiễu, tăng độ tin cậy truyền tin
- Ví dụ khi truyền 1 bit 0(1)
 - Tín hiệu có thể bị thay đổi do nhiễu hoặc do tiếng ồn
 - Bit nhận được có thể bị sai nhầm thành 1(0)
 - Sử dụng thêm một số bit bổ sung phục vụ cho việc phát hiện và/hoặc sửa lỗi

Ví dụ truyền giá trị 0 hoặc 1.

Để chống nhiễu, truyền 00/11 hoặc 000/111

Thiết bị điều chế

- Chuyển đổi tín hiệu thành tín hiệu điện phù hợp với kênh truyền tin
 - Ví dụ: Điều chế theo tần số, theo biên độ, theo góc pha
- Điều chế nhị phân: 0 và 1 tương ứng với hai tín hiệu $s_0(t)$ và $s_1(t)$:
 - Điều chế khóa dịch biên độ, điều chế khóa dịch pha, điều chế khóa dịch tần số

Kênh tin

- ☞ Là môi trường vật lý truyền tín hiệu từ nguồn đến đích
- ☞ Môi trường truyền tin có dây, không dây
 - II Cáp đôi, cáp đồng trục, cáp quang, sóng vô tuyến
- ☞ Trong môi trường truyền tin có
 - II Tiếng ồn sinh ra bởi các nguồn tín hiệu khác
 - II Nhiễu sinh ra bởi các dao động sẵn có trong môi trường
 - II Méo sinh ra bởi sự thay đổi tham số theo tín hiệu
- ☞ Như vậy:
 - II Tín hiệu trên kênh = tín hiệu + nhiễu
 - II Kênh tin đặc trưng bởi tín hiệu và tạp nhiễu

Phía thu tin

- Giải điều chế

- II Xử lí tín hiệu đã bị biến đổi sau khi truyền

- ⑨ Lọc nhiễu, chỉnh méo,

- II Lọc các thành phần tín hiệu phục vụ cho việc truyền tin

- Giải mã kênh

- II Xây dựng lại thông tin trước khi điều chế căn cứ vào

- ⑨ thông tin dự trữ

- ⑨ phương thức mã hóa kênh

- ⑨ Lọc bỏ các thông tin phục vụ cho việc truyền tin

- Giải mã nguồn

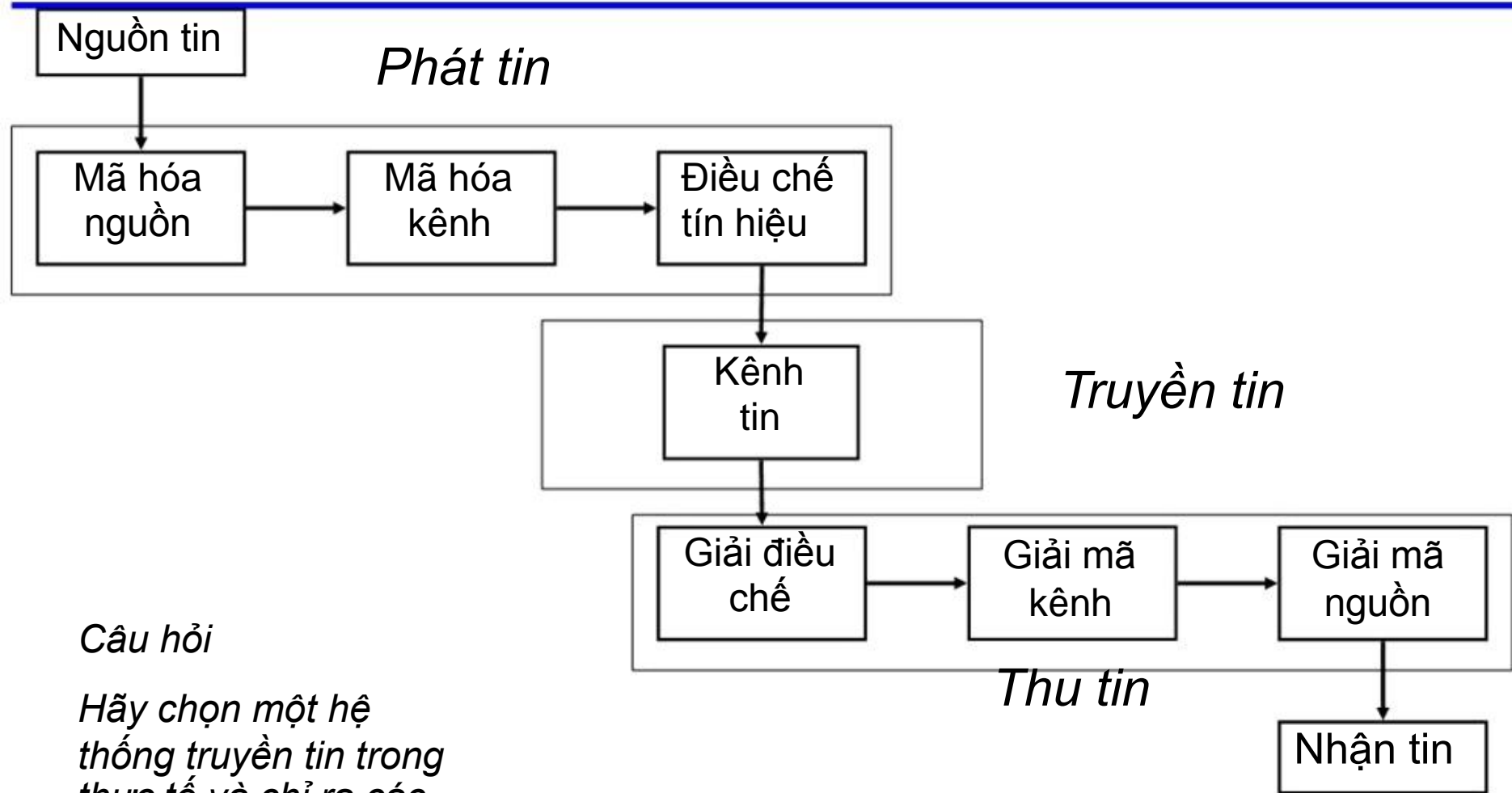
- ⑨ Biến đổi thông tin thành dữ liệu cần thiết

- ⑨ Phát hiện và phục hồi lỗi

- Đích

- ⑨ Nhận thông tin chuyển đến

Mô hình hệ thống truyền tin



Câu hỏi

Hãy chọn một hệ thống truyền tin trong thực tế và chỉ ra các khối chức năng!

2. Yêu cầu cơ bản của HTTT

II Tốc độ truyền tin

⑨ Lượng thông tin hệ thống có khả năng truyền trong một đơn vị thời gian

II Độ chính xác truyền tin

⑨ Truyền tin với sai số nhỏ tùy ý

3. Mô hình toán học của nguồn tin

- Nguồn tin nguyên thủy
- Nguồn tin liên tục
- Nguồn tin rời rạc
- Mô hình toán học của nguồn tin rời rạc

Nguồn tin nguyên thủy

- Tập hợp những tin nguyên thủy, chưa qua phép biến đổi nhân tạo

- II Tiếng nói

- II Hình ảnh

- II Thông số khí tượng

- ⑨ Nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, có mưa/không mưa,

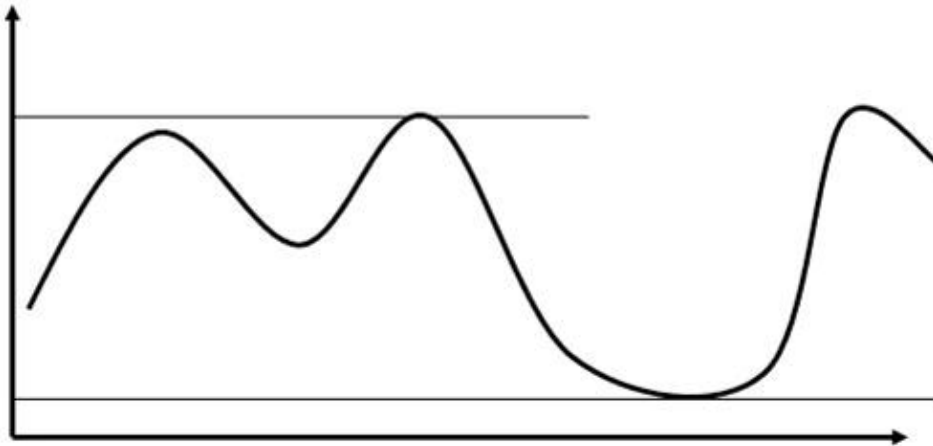
- Phản ánh một (nhiều) tính chất của một quá trình tự nhiên

- Thông thường, các tin nguyên thủy có thể nhận giá trị liên tục theo thời gian, theo mức

- Biểu diễn bằng một hàm số theo thời gian $S(t)$

Nguồn tin liên tục:

- Hàm $s(t)$ có thể nhận các giá trị bất kỳ trong khoảng max và min, tại một thời điểm bất kỳ trong một khoảng thời gian nào đó



Nguồn tin rời rạc

☞ Tin nguyên thủy có thể được đưa trực tiếp vào kênh, cũng có thể được rời rạc hóa

• Nguồn tin rời rạc

➤ dữ liệu chỉ nhận những giá trị xác định tại những thời điểm xác định.

➤ Ví dụ: bảng chữ cái, các bức điện, các lệnh điều khiển

• Phân biệt nguồn rời rạc/liên tục và kênh rời rạc/liên tục.

➤ Nguồn rời rạc có số lượng tin hữu hạn (đếm được)

➤ Nguồn liên tục có số lượng tin vô hạn (không đếm được)

Mô hình toán học của nguồn tin

- Nguồn tin phản ánh tính chất của một quá trình tự nhiên
- Có thể coi nguồn tin là một quá trình ngẫu nhiên
- Nguồn tin=tập hợp các tin có thể+khả năng xuất hiện của mỗi bản tin
- Khả năng xuất hiện=cấu trúc thống kê, xác định bằng quy luật thống kê của quá trình
- Như vậy, nguồn tin=tập các tin+cấu trúc thống kê

Mô hình toán học của nguồn tin rời rạc

• Bảng tin

- Một dãy các ký hiệu liên tiếp nhau
- Các ký hiệu thuộc cùng một bộ chữ $A = a_i$
- Vô hạn hoặc hữu hạn $x = (x_0 x_1 x_2 \dots)$

• Bảng tin trong thực tế là hữu hạn

- Tạo ra một bộ n chiều x^*

• Tính chất thống kê của nguồn đặc trưng bằng

- Tập hợp các x^* (X^*)
- Xác suất xuất hiện của x^* : $p(x^*)$
- Kết quả: một trường xác suất ($X^*, p(x^*)$)

Trường hợp đặc biệt:

⑨ Nếu các ký hiệu xuất hiện độc lập, chỉ cần $(A, p(a_i))$ là đủ

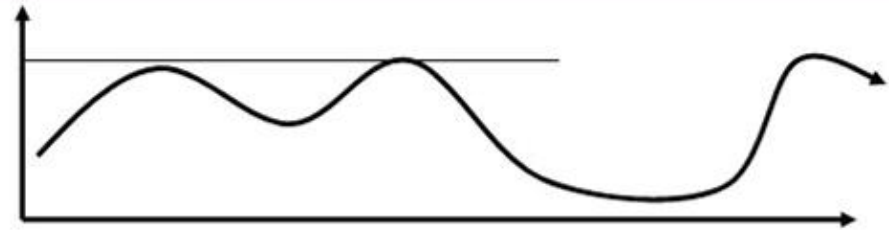
• Ví dụ: Mô hình của phép gieo xúc xắc

Các loại nguồn tin

- Quá trình ngẫu nhiên liên tục

- II Liên tục theo thời gian và theo mức

- II Tiếng nói, các tín hiệu thông thường



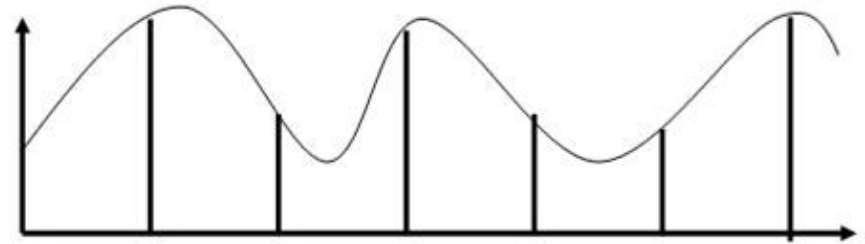
- Quá trình ngẫu nhiên rời rạc

- II Liên tục theo thời gian, rời rạc theo mức: Ngôn ngữ, điện tín, các lệnh điều khiển mức



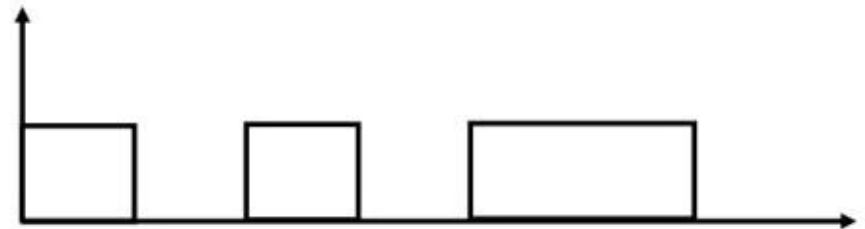
- II Liên tục theo mức, rời rạc theo thời gian

- ⑨ Nhiệt độ từng ngày, điều chế bằng xung, ...

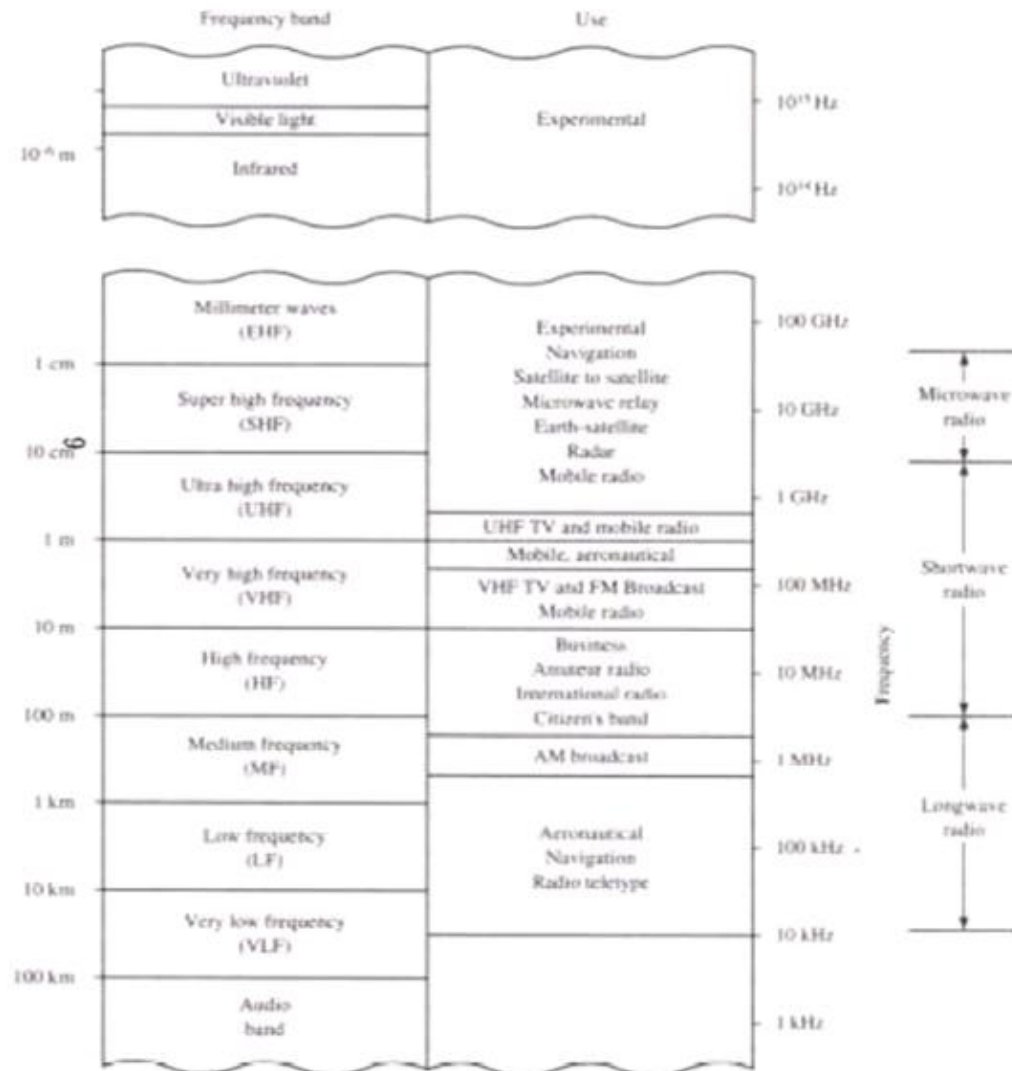


Dãy xung ngẫu nhiên rời rạc

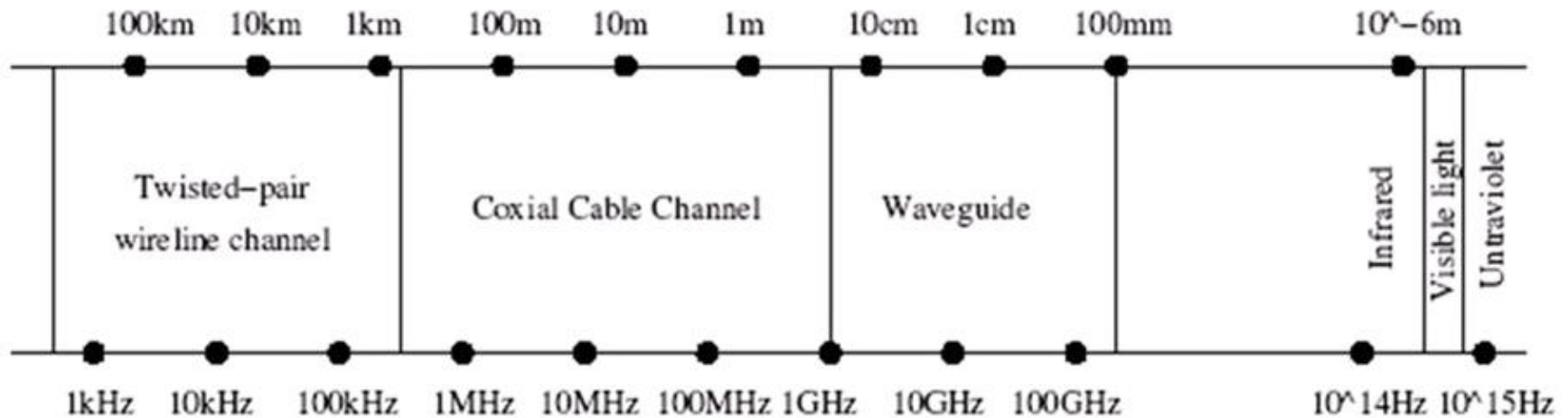
- II Tín hiệu số



4. Kênh tin và mô hình kênh



Kênh tin và mô hình kênh



Mô hình kênh tin

- Kênh tin: nơi lan truyền tín hiệu + tạp nhiễu

Kênh tin đặc trưng bởi tạp nhiễu

Bản chất của tạp nhiễu

- II Va chạm giữa các hạt vật chất

- II Ảnh hưởng của các lực khác trong môi trường

- Tạp nhiễu có hai loại chính

- II Gây ra do sự thay đổi thông số của môi trường truyền tin (hệ số khuếch đại, điện trở,) còn gọi là nhiễu nhân

- II Gây ra do các nguồn tín hiệu khác (nguồn công nghiệp, các máy phát, ảnh hưởng của các quá trình truyền tín hiệu khác), còn gọi là nhiễu cộng

- Mô hình toán học của kênh tin phải phản ánh các loại tạp nhiễu đó

Mô hình kênh tin tổng quát

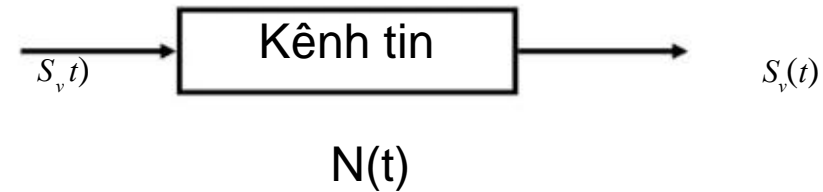
- Mô hình mạng 2 cửa

- II Tín hiệu đầu vào

- II Tín hiệu đầu ra

- II Hàm truyền đơn vị

- Ảnh hưởng của nhiễu



$$S_r(t) = S_v(t) + N(t)$$

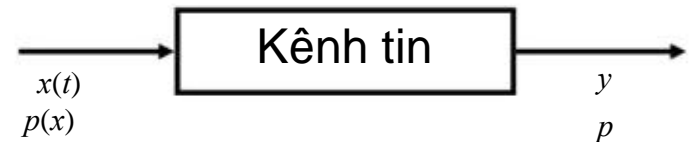
$$S(t) = S_v(t) * N(t)_r$$

- Kênh tin được đặc trưng bởi $N(t)$, $H(t)$

- Về phương diện thông tin, kênh có thể được đặc trưng bởi $p(y|x)$

- II Kênh lý tưởng $p(y|x)=1$

- II Kênh không lý tưởng $p(y|x)<1$



Mô hình kênh nhiễu cộng

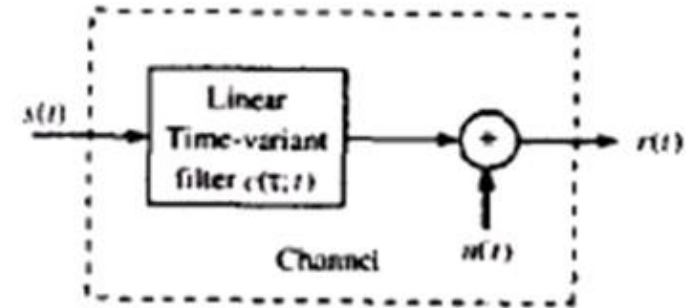
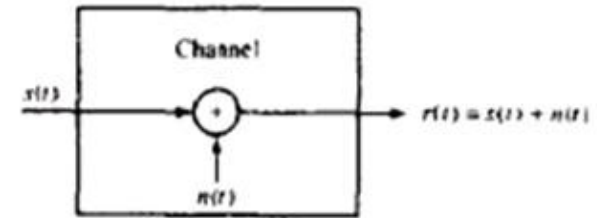
- Tín hiệu đầu vào bị nhiễu ảnh hưởng
- Tín hiệu bị suy yếu khi đi qua môi trường truyền tin
- Đây là mô hình được sử dụng rộng rãi
- Đơn giản
- Dễ tính toán

$$r(t) = \alpha s(t) + n(t)$$

Mô hình bộ lọc tuyến tính

☞ Kênh tin lọc chỉ cho một số tín hiệu với dải tần số xác định đi qua, với hàm đặc tính xung $c(t)$

☞ Mô hình bộ lọc tuyến tính với $c(t)$ thay đổi theo thời gian và theo tần số



$$r(t) = s(t) \star c(t) + n(t) = \int_{-\infty}^{\infty} c(\tau) s(t - \tau) d\tau + n(t)$$

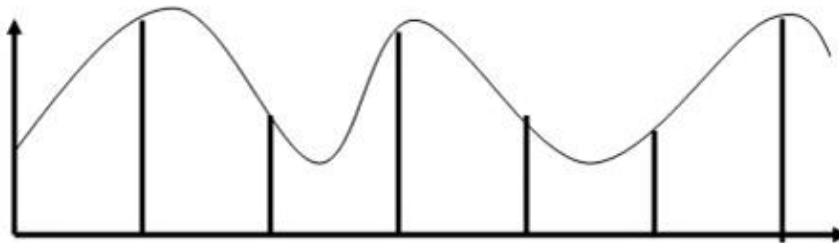
$$r(t) = s(t) \star c(t; \tau) + n(t)$$

5. Rời rạc hóa nguồn liên tục

- Dữ liệu xử lý có thể là rời rạc hoặc liên tục
- Các thiết bị xử lý thông tin nói chung chỉ xử lý dữ liệu rời rạc
- Thông tin rời rạc thuận lợi hơn cho các phép biến đổi thông tin tiếp theo
 - II Mã hóa
 - II Điều chế
 - II
- Cần chuyển đổi dữ liệu liên tục thành rời rạc:
 - II Rời rạc hóa nguồn liên tục
- Thao tác
 - II Rời rạc theo thời gian: lấy mẫu
 - II Rời rạc theo mức: lượng tử hóa

Lấy mẫu

- Trích những giá trị của hàm số tại các thời điểm xác định
- Vấn đề:
 - II Thay thế một hàm số bằng một tập các mẫu
 - II Không mất mát thông tin
 - ⑨ Đảm bảo tái tạo lại hàm ban đầu
 - II Định lý (Shannon/Nyquist)
 - II Một hàm $s(t)$ có phổ hữu hạn, không có thành phần tần số lớn hơn f có thể thay thế bằng các mẫu lấy tại các thời điểm cách nhau một khoảng $< 1/2f$

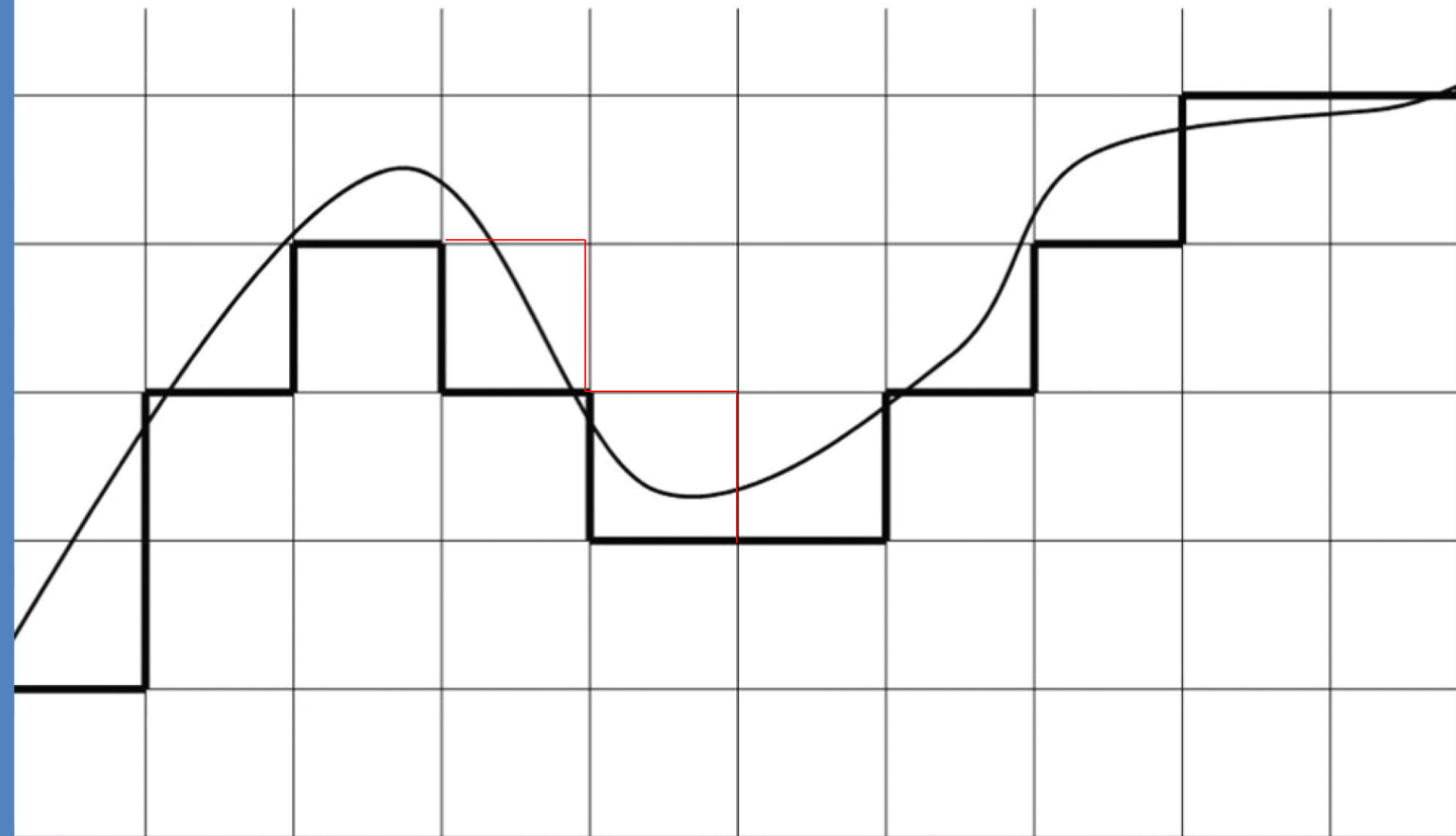


Lượng tử hóa

- Xấp xỉ các giá trị liên tục bằng một dãy các mức
- Sai số so với hàm số ban đầu gọi là sai số lượng tử
- Giá trị của hàm số sau khi lượng tử hóa có thể biểu thị bằng một ký hiệu trong bảng chữ cái hữu hạn
- Bảng tin của nguồn khi đó cũng trở thành một dãy hữu hạn
- Hàm số sau khi lấy mẫu và lượng tử hóa sẽ trở thành rời rạc
- Quá trình lượng tử hóa được coi là phép biến đổi tương đương (không làm mất thông tin) với một hệ thống truyền tin nếu

II Sai số lượng tử nhỏ hơn sai số gây ra do tạp nhiễu

Rời rạc hóa nguồn liên tục



Ví dụ: Rời rạc hóa tín hiệu tiếng nói

- Tín hiệu tiếng nói:
 - ▮ tần số tối đa 4000Hz
 - ▮ Khả năng phân biệt của tai người: $\sim 1\%$
- Tần số lấy mẫu $2 \times 4000\text{Hz} = 8000\text{Hz}$ (lần /s)
- Khoảng cách giữa các mức: 1% biên độ tối đa
- Số mức : 100 để đảm bảo tái tạo lại cường độ tiếng nói
- 100 mức mã hóa cần 7 bit. Vậy cần $8 \times 7 = 56\text{kbps}$ để truyền tín hiệu tiếng nói bằng tín hiệu số

6. Độ đo thông tin

- Yêu cầu độ đo
 - II Tương ứng với đại lượng cần đo
 - II Không âm
 - II Tuyến tính: độ đo của tổng bằng tổng các độ đo
- Độ đo thông tin
 - II Tin càng hiếm càng chứa nhiều thông tin
 - II Xác suất xuất hiện càng nhỏ thông tin càng nhiều
 - II Vậy độ đo là hàm của nghịch đảo xác suất : $f(1/p(x))$
 - II Tin không có thông tin khi chúng ta biết trước (xác suất xuất hiện=1)
 - II Tuyến tính
 - ⑨ Xác suất xuất hiện đồng thời của hai tin độc lập x, y : $p(x)p(y)$
 - ⑨ $f(1/(p(x).p(y))))=f(1/p(x))+f(1/p(y))$
 - ⑨ $f=\log(1/p(x))=-\log(p(x))$
- Đơn vị đo khác nhau tùy vào cơ sở
 - II 2: bit
 - II E: nat
 - II 10: Harley
- Lượng tin của bản tin
 - II Lượng tin của từng ký hiệu
 - ⑨ $I(a_i)=\log m$
 - II Lượng tin của n ký hiệu xuất hiện trong bản tin
 - ⑨ $I(x)=n \log m$
- Lượng tin trong một tin còn phụ thuộc vào sự độc lập giữa các ký hiệu (xác suất có điều kiện)

7. Mã hóa

- Biến đổi cấu trúc thông tin của nguồn
 - Giữ nguyên lượng tin
 - Thay đổi các chỉ tiêu kỹ thuật của tập tin có thể cho phù hợp với đặc tính kênh
 - (chống nhiễu, tốc độ lập tin)
- Ví dụ: rời rạc hóa nguồn liên tục

Ví dụ:

II Nguồn tin A có 4 ký tự a_1, a_2, a_3, a_4 , đẳng xác suất

II Lượng tin của mỗi ký hiệu là $I(a_i) = -\log_2(1/4)$

II Thực hiện phép mã hóa

⑨ $A_1 \quad b_1b_1$

⑨ $A_2 \quad b_1b_2$

⑨ $A_3 \quad b_2b_1$

⑨ $A_4 \quad b_2b_2$

II Có nguồn tin mới gồm 2 ký hiệu

II Lượng tin của mỗi tin trong B bằng lượng tin của tin tương ứng trong A

⑨ $2 \quad (-\log_2 1/2) = 2 \text{ bit}$

Mã hóa

• Nguồn A gồm m ký hiệu (cơ số m), các tin có độ dài n . Mã hóa thành nguồn B có m' ký hiệu (cơ số m'), độ dài n'

• Mục đích: tích $m'n'$ có giá trị nhỏ nhất

• Điều kiện đảm bảo lượng tin (hai nguồn tin đều dùng các ký hiệu đẳng xác suất)

$$\text{II } I(x) = n \log m = I(y) = n' \log m'$$

• Với mỗi tin mới, cần n' ký hiệu, mỗi ký hiệu cần m' giá trị

• Để tối ưu $m'n'$ cần có giá trị nhỏ nhất

$$\text{II } M'n' = m' I(y) / \log m' = m' I(x) / \log m'$$

• Hàm này đạt giá trị nhỏ nhất khi $m=e$, có nghĩa là cơ số 2 hoặc 3

8. Điều chế-giải điều chế

- Chuyển thông tin sang dạng năng lượng thích hợp với kênh tin
 - II Ít tổn hao
 - II Ít nhiễu
 - Nguyên tắc điều chế
 - II Thay đổi một trong các thông số của tín hiệu theo thông tin
 - Điều chế tín hiệu liên tục
 - II Điều tần, điều biên, điều pha, độ rộng, điều chế đơn biên
 - II PAM (điều chế biên độ xung), PCM (điều chế mã xung), điều chế delta: rời rạc hóa tín hiệu liên tục
 - II Điều chế trải phổ: điều chế sử dụng tín hiệu có phổ giống nhiễu
- Điều chế tín hiệu rời rạc
- II Khóa dịch pha, tần số, biên độ, vị sai
- Giải điều chế: điều chế ngược.
 - II Lọc (tách sóng) theo tần số, biên độ, pha

Tại đây thường có thêm lọc nhiễu và sửa méo

Chương 1: Các khái niệm chung

1. Mô hình hệ thống truyền thông
2. Các vấn đề cơ bản của hệ thống truyền tin
3. Mô hình toán học của nguồn tin
4. Mô hình toán học của kênh tin
5. Rời rạc hóa nguồn liên tục
6. Độ đo thông tin
7. Mã hóa
8. Điều chế, giải điều chế