

Mục lục

Tính cấp thiết.....	3
CHƯƠNG I: KIẾN THỨC CƠ SỞ ÂM THANH	4
1.1.1- Định nghĩa.....	4
1.1.2- Quá trình truyền lan của âm thanh.....	4
1.1.3- Các đại lượng vật lý của âm thanh	4
1.1.3.1- Tần số.....	4
1.1.3.2- Áp suất âm thanh	4
1.1.3.3- Tốc độ dao động âm	5
1.1.3.4- Công suất âm thanh	5
1.1.3.5- Cường độ âm thanh	5
1.1.4- Quá trình cảm thụ của tai người đối với âm thanh	5
1.1.5- Các yếu tố ảnh hưởng đến âm thanh.	6
1.1.5.1- Suy giảm năng lượng trên đường truyền lan.	6
1.1.5.2- Ảnh hưởng của thời tiết, khí hậu	6
Hiện tượng nhiễu xạ , Hiện tượng phản xạ, khúc xạ , Ảnh hưởng của sóng phản xạ tác động đến quá trình cảm thụ âm thanh.....	6
1.2- Tín hiệu âm thanh tương tự.....	6
1.2.2 Sự chuyển đổi của sóng âm thanh sang tín hiệu điện	7
1.3- Tín hiệu âm thanh số.....	7
1.3.2.1- Lấy mẫu	8
1.3.2.2- Định lý Nysquist và hiện tượng chồng phổ.....	8
1.3.2.3- Lượng tử hóa.....	9
CHƯƠNG 2: KỸ THUẬT NÉN ÂM THANH	10
2.1.1- Giới thiệu	10
2.1.2- Giải thuật nén không mất dữ liệu	10

2.1.2.1- Mã hóa Huffman.....	10
2.1.2.2- Mã hóa số học.....	10
2.1.2.3- Giải thuật Lempel-Ziv-Welch (LZW)	10
2.1.3- Giải thuật nén có mất dữ liệu.....	11
2.1.3.1- Nén âm thanh dùng mô hình tâm lý	11
2.1.3.2- Mã hóa dải con.....	11
Nguyên lý mã hóa dải con.....	11
2.1.3.3- Nén âm thanh theo chuẩn MPEG	12
2.2- Các định dạng âm thanh thực tế.....	13
2.2.1- Các định dạng âm thanh không nén : WAVE, AIFF.....	13
2.2.2.1- FLAC (Free Lossless Audio Codec)	13
2.2.2.2- ALAC (Apple Lossless Audio Codec)	13
2.2.3- Các định dạng âm thanh có nén mất dữ liệu	13
2.2.3.1- WMA (Windows Media Audio).....	13
2.2.3.2- MP3 (MPEG 1- Layer 3).....	13
2.2.3.3- AAC (Advanced Audio Coding)	14
2.2.4- Tìm hiểu về các chuẩn âm thanh HD-Audio	14
Tài liệu tham khảo.....	15

Tính cấp thiết

Sự phát triển trong ngành điện tử sản xuất các thiết bị âm thanh chuyên dụng và dân dụng đều dựa trên công nghệ số. Khi dung lượng lưu trữ và độ rộng kênh truyền số liệu được quan tâm đúng mức, tốc độ dòng số liệu của các tín hiệu âm thanh này sẽ có đủ độ lớn để giữ được mức âm thanh trung thực. Tuy nhiên, một khó khăn gặp phải đó là thời gian lưu trữ và giá thành của thiết bị sẽ tăng cao. Do đó để giảm giá thành và tốc độ lưu trữ số liệu, một phương pháp đưa ra là nén dòng số liệu audio số.

Nguyên tắc chính của các kỹ thuật nén hiện nay là giảm thông tin dư thừa và không cần thiết trong các tín hiệu âm thanh. Mã hoá dải con (SBC) được phát minh năm 1980 có ưu điểm nổi bật là nén dữ liệu với hệ số rất lớn nhưng vẫn đảm bảo chất lượng tín hiệu cho phép. Trong thực tế, tùy theo mục đích khác nhau ta phải giải quyết mâu thuẫn giữa tỷ lệ nén dữ liệu và chất lượng âm thanh sao cho vẫn đảm bảo về tiêu chuẩn phát thanh. Chính vì vậy, các vấn đề về nén và mã hoá tín hiệu âm thanh trong các thiết bị xử lý, lưu trữ truyền dẫn là vấn đề đặc biệt được quan tâm đối với ngành truyền thông nói chung và ngành phát thanh nói riêng. Xuất phát từ lý do đó, tôi chọn đề tài “Nghiên cứu và tìm hiểu âm thanh và công nghệ xử lý âm thanh trong đa phương tiện” cho nghiên cứu và báo cáo sinh hoạt học thuật của mình.

CHƯƠNG I: KIẾN THỨC CƠ SỞ ÂM THANH

1.1.1- Định nghĩa

Âm thanh là các dao động cơ học của các phân tử, nguyên tử hay các hạt làm nên vật chất và lan truyền trong vật chất như các sóng. Đối với thính giác của người, âm thanh thường là sự dao động trong dải tần số từ khoảng 20 Hz đến 20 kHz, của các phân tử không khí, và lan truyền trong không khí, va đập vào màng nhĩ, làm rung màng nhĩ và kích thích bộ não.

1.1.2- Quá trình truyền lan của âm thanh

Sóng âm thanh từ một vật thể rung động phát ra, được lan truyền trong không gian, tới tai ta làm rung động màng nhĩ theo đúng nhịp điệu rung động của vật thể đã phát ra tiếng, nhờ đó mà tai nghe được âm thanh.

Trong không khí, âm thanh lan truyền ở dạng sóng dọc

Trong chất rắn, , âm thanh truyền lan ở dạng sóng ngang. Trong môi trường chân không âm thanh không truyền lan được

1.1.3- Các đại lượng vật lý của âm thanh

1.1.3.1- Tần số

Tần số của một âm đơn là số lần dao động của khí không khí truyền dẫn âm trong một giây. Đơn vị đo tần số là Hz – Hertz ($1\text{MHz} = 1000\text{kHz} = 1000000\text{Hz}$).

1.1.3.2- Áp suất âm thanh

Độ dao động của áp suất của khí quyển khi bị sóng âm thanh tác động được gọi là áp suất âm thanh. Áp suất âm thanh hay còn gọi là thanh áp có đơn vị là Pascal [Pa] $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$. Trong trường gần, thanh áp biến đổi theo tỷ lệ nghịch với khoảng cách ($p \propto \frac{1}{r}$) và không phụ thuộc vào tần số

1.1.3.3- Tốc độ dao động âm

Khi có tác động của sóng âm thanh, các phần tử không khí dao động xung quanh vị trí cân bằng của nó. Tốc độ dao động của các phần tử không khí do tác động của âm thanh gọi là tốc độ dao động âm (ký hiệu là v [m/s]).

1.1.3.4- Công suất âm thanh

Công suất âm thanh là năng lượng âm thanh đi qua đơn vị diện tích S [m^2] trong khoảng thời gian một giây. Công suất âm thanh có thể tính bằng công thức

$$P = pvS$$

1.1.3.5- Cường độ âm thanh

Cường độ âm thanh là công suất âm thanh đi qua một đơn vị diện tích $1cm^2$ đặt vuông góc với phương truyền âm trong một đơn vị thời gian

$$I = \frac{P}{S} = pv$$

1.1.4- Quá trình cảm thụ của tai người đối với âm thanh

Tai người có thể nghe được âm thanh trong dải tần số từ 20Hz ÷ 20.000Hz. Người già nghe tiếng thanh kém hơn người trẻ. Ta có thể phân biệt được 130 mức thanh áp khác nhau, mỗi mức cách nhau 1dB. Tai người nghe nhạy với các tần số trong khoảng 500Hz ÷ 5000Hz.

1.1.5- Các yếu tố ảnh hưởng đến âm thanh.

1.1.5.1- Suy giảm năng lượng trên đường truyền lan.

Khi các nguồn âm có kích thước nhỏ hơn nhiều so với bước sóng thì đều có thể coi là những nguồn âm điểm. Nguồn âm điểm : mỗi khi khoảng cách tăng gấp đôi thì thanh áp giảm đi một nửa hoặc mức thanh áp giảm đi 6dB

Khi có nhiều nguồn âm điểm nối tiếp nhau thành một tuyến đường sẽ tạo thành nguồn âm tuyến , khi khoảng cách tăng gấp đôi thì nó chỉ giảm 3dB.

Các nguồn âm dạng như một mặt phẳng thì gọi là nguồn âm diện. Trong trường gần của các nguồn âm diện có mặt bức xạ mức âm hầu như không suy giảm theo khoảng cách

1.1.5.2- Ảnh hưởng của thời tiết, khí hậu

Tần số càng cao độ suy giảm càng lớn. Nhiệt độ và độ ẩm cũng ảnh hưởng tới sự truyền tải năng lượng âm độ ẩm và nhiệt độ tăng thì sự suy giảm năng lượng lại bớt đi.

Hiện tượng nhiễu xạ , Hiện tượng phản xạ, khúc xạ , Ảnh hưởng của sóng phản xạ tác động đến quá trình cảm thụ âm thanh

Chỉ khi nào những âm phản xạ đến sau trực âm khoảng 50ms trở lên và có cường độ đủ lớn thì tai ta mới nghe tách biệt được chúng khỏi trực âm, song các phản âm bậc 1 nằm trong khoảng thời gian nhỏ hơn 50ms vẫn có những ảnh hưởng rất lớn đến âm thanh trong phòng.

1.2- Tín hiệu âm thanh tương tự

1.2.1- Định nghĩa.

Ở dạng gốc, tín hiệu âm thanh là tín hiệu tương tự (analog), tức là tín hiệu có đường biểu diễn tần số và biên độ liên tục.

1.2.2 Sự chuyển đổi của sóng âm thanh sang tín hiệu điện

Để thực hiện chuyển đổi tín hiệu âm thanh (dạng sóng) sang tín hiệu âm thanh dạng điện thì ta sử dụng thiết bị chuyển đổi là Microphone.

1.2.3- Các thông số của tín hiệu tương tự.

1.2.3.1- Biên độ (Amplitude): Đo độ mạnh của tín hiệu (hay còn gọi là mức của tín hiệu), đơn vị là Decibel (dB) hay volts.

1.2.3.2- Tần số (Frequency): Là tốc độ thay đổi của tín hiệu trong một giây, đơn vị Hz hay số chu kỳ trong một giây

1.2.3.3- Pha (Phase): Là tốc độ thay đổi quan hệ của tín hiệu đối với thời gian, ược mô tả theo độ (degree)

1.2.4-Các hạn chế của tín hiệu tương tự

- Méo phi tuyến trong quá trình ghi âm
- Thời gian trong quá trình sao chép lưu trữ lớn.
- Tín hiệu trên tạp âm (S/N) bị hạn chế:

1.3- Tín hiệu âm thanh số

1.3.1- Định nghĩa.

Tín hiệu âm thanh số là tín hiệu gồm những mẫu được lấy ra từ tín hiệu gốc analog và số hóa theo mã quy định, vì thế nó là những tín hiệu rời rạc

1.3.2- Chuyển đổi tín hiệu âm thanh tương tự sang tín hiệu âm thanh số

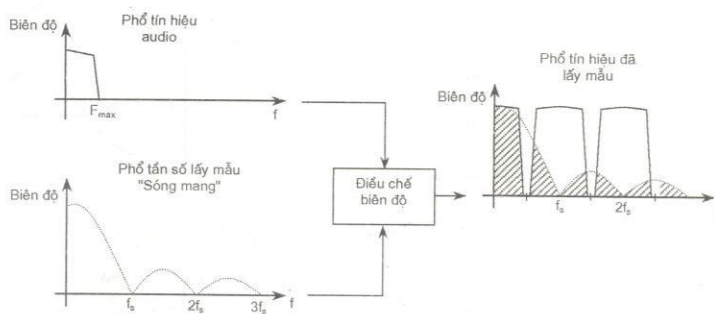
- Lấy mẫu (rời rạc hóa theo thời gian).

- Lượng tử hóa (rời rạc hóa theo biên độ).
- Mã hóa (gán giá trị nhị phân cho các mẫu)

1.3.2.1- Lấy mẫu

Lấy mẫu lý tưởng và lấy mẫu tín hiệu thực tế

Quá trình lấy mẫu lý tưởng giả thiết khoảng thời gian xung lấy mẫu gần bằng không. Tuy nhiên trong thực tế, trong thời gian cho phép của bộ chuyển đổi A/D, giá trị biên độ xung cho mỗi mẫu sẽ được duy trì đến tận thời gian mẫu tiếp theo được lấy



Hình 1.19: Quá trình lấy mẫu thực tế trong miền tần số

1.3.2.2- Định lý Nyquist và hiện tượng chồng phổ.

Để tránh hiện tượng chồng phổ, tín hiệu tương tự phải có giới hạn dải thông thích hợp nhỏ hơn hoặc bằng $f_{sa}/2$ trước khi được chuyển đổi A/D.

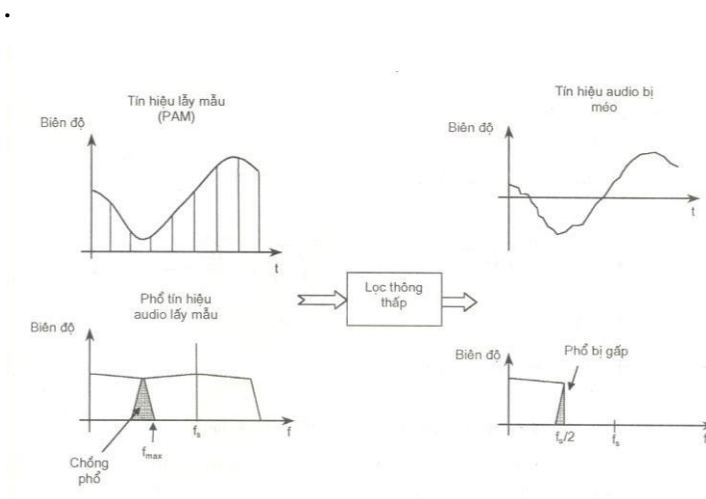
Để khôi phục đúng tín hiệu thì: $2f_M \leq f_{sa}$

- Lựa chọn hợp lý giá trị của f_s :
 - f_{sa} phải đủ lớn để biểu diễn đầy đủ tính chất của tín hiệu
 - f_{sa} quá lớn sẽ yêu cầu cao về phần cứng, tốn bộ nhớ vv...
- Giới hạn trên của f_s

Giả sử T_p : thời gian để xử lý mỗi mẫu dữ liệu (tùy thuộc vào phân cứng). $f_p = 1/T_p$: tốc độ xử lý mỗi mẫu.

Để giá trị các mẫu không chồng lên nhau thì: $f_{sa} \square f_p$

Tóm lại giá trị của f_{sa} : $2f_M \square f_{sa} \square f_p$



Hình 1.20: Méo do chồng phổ

1.3.2.3- Lượng tử hóa

Lượng tử hoá là quá trình xấp xỉ các giá trị của tín hiệu lấy mẫu $s(nT)$ bằng bội số của một giá trị q (q gọi là **bước lượng tử**). Nếu q không thay đổi thì quá trình lượng tử gọi là đồng nhất.

CHƯƠNG 2: KỸ THUẬT NÉN ÂM THANH

2.1 - Các giải thuật nén âm thanh [6]

2.1.1- Giới thiệu

2.1.2- Giải thuật nén không mất dữ liệu

Nén không mất dữ liệu cho phép khôi phục lại dòng bit những thông tin nguyên thủy sau bộ giải nén mà không gây ra tổn hao.

2.1.2.1- Mã hóa Huffman

Mã hóa Huffman là một thuật toán mã hóa dữ liệu ngẫu nhiên được sử dụng để nén không mất dữ liệu.

Ưu điểm là hệ số nén tương đối cao, phương pháp thực hiện tương đối đơn giản, đòi hỏi ít bộ nhớ, có thể xây dựng dựa trên các mảng bé hơn 64KB.

Nhược điểm của nó là phải chứa cả bảng mã vào tập tin nén thì phía nhận mới có thể giải mã được do đó hiệu suất nén chỉ cao khi ta thực hiện nén các tập tin lớn.

2.1.2.2- Mã hóa số học

Dùng mô phỏng: bắt đầu bằng việc đoán tần số của một ký hiệu. Cập nhật tần số cho mỗi ký hiệu mới.

2.1.2.3- Giải thuật Lempel-Ziv-Welch (LZW)

LZW là một phương pháp nén được phát minh bởi Lempel - Ziv và Welch. Nó hoạt động dựa trên một ý tưởng rất đơn giản là người mã hoá và người giải mã cùng xây dựng bảng mã. Bảng mã này không cần được lưu kèm với dữ liệu trong quá trình nén, mà khi giải nén, người giải nén sẽ xây dựng lại nó.

Ưu điểm của phương pháp nén LZW là bên nhận có thể tự xây dựng bảng mã mà không cần bên gửi phải gửi kèm theo bản tin nén.

Nhược điểm của thuật toán này là tốn nhiều bộ nhớ, khó thực hiện dựa trên các mảng đơn giản (bé hơn 64KB).

2.1.3- Giải thuật nén có mất dữ liệu

2.1.3.1- Nén âm thanh dùng mô hình tâm lý

“Ngưỡng nghe”: là mức mà dưới nó 1 âm thanh không thể nghe được. Hiệu ứng che (masking): là âm lớn át âm bé, âm mạnh át âm yếu.

Nghiên cứu thử nghiệm cho thấy: độ nhạy của tai khác nhau đối với các thành phần tần số khác nhau, nên có thể lợi dụng điều này để lượng tử hóa tín hiệu audio với số bit khác nhau cho mỗi băng con, dẫn đến số bit trung bình giảm xuống

2.1.3.2- Mã hóa dải con

Bộ mã hóa dải con M kênh, mỗi kênh có một hệ số phân chia n_i ($i=0,1,..M-1$). Tổ hợp $[n_0, n_1, ..., n_{M-1}]$, gọi là tổ hợp phân chia. Thành phần chính trong SBC là băng lọc nhiều nhịp phân tích và tổng hợp. Trong mỗi băng lọc có 1 bộ lọc thông thấp, 1 bộ lọc thông cao và M-2 bộ lọc thông dải. Bộ lọc phân tích chia dải tần của tín hiệu vào thành các dải con. Băng lọc tổng hợp có nhiệm vụ khôi phục lại dải tần tín hiệu vào từ các dải con

Nguyên lý mã hóa dải con

Mã hóa dải con là thuật toán được áp dụng để nén tín hiệu âm thanh, thuật toán dùng mô hình tâm lý thính giác để lượng tử hóa thích nghi chỉ những thành

phần tai người nghe được. Những thành phần tín hiệu dưới ngưỡng nghe tuyệt đối hoặc bị che bởi tín hiệu lớn hơn thì không được mã hóa

Tín hiệu âm thanh trong miền thời gian, được lấy trên những khoảng ngắn liên tiếp, đưa vào băng lọc số. Băng lọc số phân chia dải tần tín hiệu thành một số dải con nhất định. Độ rộng và phân bố của các dải con càng gần với các dải tới hạn của tai người càng tốt. Đồng thời các tín hiệu dải con lần lượt được đưa vào mô hình tâm lý thính giác. Mô hình tâm lý thính giác đánh giá phổ của từng dải con, sau đó so sánh với ngưỡng nghe để loại bỏ các thành phần mà tai người không nghe thấy *Các thông số kỹ thuật của mã hóa dải con - Số kênh:*

- Tổ hợp phân chia:

- Số bit trung bình trên một mẫu:

- Lỗi khôi phục:

2.1.3.3- Nén âm thanh theo chuẩn MPEG

Thuật toán nén âm thanh theo chuẩn MPEG bao gồm 3 bước:

Bước 1: tín hiệu audio PCM được chuyển sang miền tần số, toàn bộ dải phổ của nó được chia thành 32 băng con thông qua bộ lọc băng con

Bước 2: Với mỗi băng con ta xác định mức biên độ tín hiệu và mức nhiễu bằng mô hình tâm sinh lý nghe. Đây là thành phần chính của bộ mã hóa MPEG audio và chức năng của nó là phân tích tín hiệu vào. Mô hình tâm sinh lý nghe xác định tỷ lệ signal- mask cho mỗi băng.

Bước 3: Mỗi băng con đó được lượng tử hóa thông qua lượng tử các thành phần nghe thấy trong mỗi băng. Nó đi kèm với mã Huffman để mã hóa các giá trị phổ tín hiệu và cho nén số liệu tốt hơn và định dạng số liệu a- Chuẩn nén MPEG -1

b- Chuẩn nén MPEG -2

2.2- Các định dạng âm thanh thực tế

2.2.1- Các định dạng âm thanh không nén : *WAVE, AIFF*

Là chuẩn định dạng tập tin âm thanh do IBM và Microsoft phát triển để lưu trữ dữ liệu âm thanh trên máy tính cá nhân chạy hệ điều hành Windows. Đây là chuẩn âm thanh có chất lượng cao nhất hiện giờ.

2.2.2- Các định dạng âm thanh có nén không mất dữ liệu :

2.2.2.1- *FLAC (Free Lossless Audio Codec)*

FLAC là một kỹ thuật nén âm thanh không mất thông tin. Cũng như các kỹ thuật nén nói chung, lợi ích lớn nhất của FLAC là làm giảm đáng kể nhu cầu về khả năng đường truyền và dung lượng lưu trữ.

2.2.2.2- *ALAC (Apple Lossless Audio Codec)*

Real Audio Là định dạng độc quyền của Real Networks, được thiết kế chủ yếu cho nhạc phát trực tuyến vì có mức nén cao.

2.2.3- Các định dạng âm thanh có nén mất dữ liệu

2.2.3.1- *WMA (Windows Media Audio)*

WMA là chuẩn nén âm thanh được Microsoft phát triển, dùng cho Windows Media Player, chất lượng tương đương MP3 với bit rate thấp hơn phân nửa

2.2.3.2- *MP3 (MPEG 1- Layer 3)*

MP3 là một dạng tập tin nén bằng cách bỏ bớt đi một phần dữ liệu từ tập tin gốc của nó. Mục đích của việc này là để có được một tập tin nhạc có dung lượng nhỏ, có thể lưu trữ với số lượng lớn với chất lượng âm thanh có thể chấp-nhận-được.

2.2.3.3- AAC (Advanced Audio Coding)

Advanced Audio Coding (AAC) - (ISO 14496-3) là một định dạng âm thanh đa năng nén kiểu lossy được định nghĩa theo tiêu chuẩn MPEG-2 và được phát triển bởi liên minh Fraunhofer, Dolby, Sony và AT&T.

Trong hệ thống phát sóng audio vệ tinh sử dụng bộ nén audio số AC-3, có thể mã hóa từ kênh 1 đến 5.1 của nguồn tín hiệu audio tại đầu ra bộ mã hóa PCM tạo thành dòng bit nối tiếp, với tốc độ số liệu thay đổi trong phạm vi 32 đến 640kbit/s.

2.2.4- Tìm hiểu về các chuẩn âm thanh HD-Audio

Dolby kỹ thuật số (còn gọi là AC-3)

Dolby Digital Plus (E-AC3)

Dolby TrueHD

DTS (Digital Theatre System)

DTS-HD HR (High Resolution / DTS +)

DTS-HD MA (Master Audio / DTS + +)

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Quang Tiến -Dương Thanh Phương (2004), *Truyền hình kỹ thuật số*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật
2. Nguyễn Quốc Trung (2004), *Xử lý tín hiệu và lọc số*, Tập 1, 2 Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
3. Nguyễn Xuân Trường (2008), *Luận án Xử lý tín hiệu áp dụng trong phát thanh số*
4. *Phát thanh số - EUREKA 147*, Đài tiếng nói Việt Nam(2005)
5. Ths.Nguyễn Thanh Hải, Ths.Nguyễn Việt Anh (2005), *Lập trình Matlab và ứng dụng*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật .
6. Trần Công Chí(1999), *Âm thanh lập thể nguyên lý và công nghệ*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật
7. Nguyễn Chí Tuấn(2006) , *bài giảng Data Compression*, Đại học khoa học TN-TPHCM