

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**DƯƠNG THANH TÙNG**

**ĐÁNH GIÁ ĐỊNH LƯỢNG KHẢ NĂNG CHỐNG LẠI MẤT  
MÁT GÓI TIN CỦA THUẬT TOÁN MÃ HÓA ILBC  
TRONG CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN THOẠI**

Ngành: Công nghệ thông tin  
Chuyên ngành: Truyền dữ liệu và Mạng máy tính  
Mã số:

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ  
NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**Hà Nội - 2016**

# MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1 – TỔNG QUAN VỀ MÃ HÓA TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN THOẠI .....	2
1. 1. Âm thanh thoại và quá trình số hóa tín hiệu âm thanh .....	2
1.1.1. Âm thanh thoại.....	2
1.1.2. Số hóa âm thanh thoại .....	2
1. 2. Tổng quan về hệ thống thông tin thoại.....	2
1.2.1. Giới thiệu về hệ thống thông tin thoại .....	2
1.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng trong hệ thống thông tin thoại .....	3
1. 3. Mã hóa – giải mã tín hiệu âm thanh trong hệ thống thông tin thoại.....	3
1.3.1. Chức năng của bộ mã hóa – giải mã trong hệ thống thoại .....	3
1.3.2. Các phương pháp mã hóa âm thoại.....	3
1.3.2.1. Phương pháp mã hóa dạng sóng (Waveform coding) .....	3
1.3.2.2. Phương pháp mã hóa tiếng nói Vocoder .....	3
1.3.2.3. Phương pháp mã hóa lai (Hybrid coding) .....	3
1. 4. Đánh giá chất lượng âm thanh thoại .....	3
1.4.1. Các yêu cầu đối với một bộ mã hóa âm thoại.....	4
1.4.2. Các tham số liên quan đến chất lượng thoại.....	4
1.4.3. Các phương pháp đánh giá chất lượng thoại phổ biến .....	4
CHƯƠNG 2 – ILBC CODEC .....	6
2. 1. Giới thiệu về iLBC Codec và kỹ thuật xử lý tiếng nói dựa trên mã hóa dự đoán tuyến tính.....	6
2.1.1. Giới thiệu iLBC Codec .....	6
2.1.2. Kỹ thuật xử lý tiếng nói dựa trên mã hóa dự đoán tuyến tính.....	6
2. 2. Quá trình mã hóa iLBC Codec (Encoder).....	9
2.2.1. Tổng quan về quá trình mã hóa iLBC Codec .....	9
2.2.2. Các nguyên tắc mã hóa .....	9
2. 3. Quá trình giải mã iLBC Codec (Decoder).....	10
2.3.1. Tổng quan về quá trình giải mã iLBC Codec .....	10
2.3.2. Các nguyên tắc giải mã .....	10

CHƯƠNG 3 – ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG LẠI MẤT MÁT GÓI TIN TRÊN ĐƯỜNG TRUYỀN THOẠI.....	12
3. 1. <b>Khái niệm chống mất mát gói tin trên đường truyền thoại</b> .....	12
3. 2. <b>Phân loại kỹ thuật chống mất mát gói tin</b> .....	12
3.2.1. <i>Kỹ thuật phục hồi mất gói từ phía gửi</i> .....	12
3.2.2. <i>Kỹ thuật bù mất gói từ phía nhận</i> .....	12
3. 3. <b>Đánh giá khả năng chống lại mất mát gói tin của iLBC Codec</b> .....	13
3.3.1. <i>Phân tích khả năng chống mất gói tin của iLBC Codec</i> .....	13
3.3.2. <i>Phương pháp đánh giá khả năng chống mất mát gói tin của iLBC Codec</i> .....	14
CHƯƠNG 4 – ĐÁNH GIÁ BẰNG THỰC NGHIỆM .....	16
4. 1. <b>Quá trình thực hiện</b> .....	16
4. 2. <b>Kết quả của quá trình thực nghiệm</b> .....	18
KẾT LUẬN .....	21
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	22

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

STT	KÍ HIỆU	Ý NGHĨA
1	ACELP	Algebraic Code Excited Linear
2	AMR-WB	Adaptive Multi-Rate Wideband
3	AMDF	Average Magnitude Difference
4	CELP	Code Excited Linear Predictive
5	EMBSD	Enhanced Modified Bark Spectral
6	FEC	Forward Error Correction
7	IP	Internet Protocol
8	LAN	Local Area Network
9	LPC	Linear Predictive Coding
10	LTP	Long-Term Predictive
11	LSP	Line Spectrum Pair
12	LSF	Line Spectral Frequency
13	MOS	Mean Opinion Score
14	MMSE	Minimum of Mean Squared Error
15	MSE	Mean Squared Error
16	MNB	Measuring Normalizing Blocks
17	PEAQ	Perceptual Evaluation of Audio
18	PESQ	Perceptual Evaluation of Speech
19	PSQM	Perceptual Speech Quality
20	PAMS	Perceptual Assesment of Speech
21	RELp	Residual-Excited Linear
22	RTP	Real-Time Protocol
23	RMSE	Root Mean Square Energy
24	SNR	Signal-to-Noise Ratio
25	STP	Short-Term Predictive
26	TCP	Transmission Control Protocol
27	VoIP	Voice Over Internet Protocol

## LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay, nhu cầu liên lạc của con người càng trở nên phổ biến và rộng khắp, các yêu cầu về loại hình dịch vụ thông tin ngày càng phong phú. Điều này đòi hỏi các thiết bị cũng như các dịch vụ lan truyền thông tin phải phát triển để đáp ứng được sự nhanh nhạy, chính xác của thông tin. Tuy nhiên các dịch vụ này lại chiếm rất nhiều băng thông đường truyền và đôi khi chất lượng thông tin không được tốt do nhiều các yếu tố khách quan tác động đến. Để sử dụng một cách hiệu quả nhất cơ sở hạ tầng viễn thông, kỹ thuật chuyển mạch gói đã ra đời. Trong các hệ thống thông tin thoại, yếu tố mất mát gói tin có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng dịch vụ. Có rất nhiều giải thuật với mục đích giải quyết vấn đề mất gói được áp dụng ở bộ phát để tạo dư thừa cho việc mất gói, hoặc ở bộ thu để che dấu các gói bị mất. Các bộ xử lý này được gọi chung là Codec. Mỗi Codec lại có một đặc điểm riêng, bù đắp cho nhau nhưng tựu trung lại là cân bằng được giữa yếu tố băng thông yêu cầu và chất lượng gói tin sau quá trình giải mã. Để làm rõ một khía cạnh của vấn đề này, tôi đã lựa chọn việc tìm hiểu ILBC Codec, đánh giá yếu tố chống mất mát gói tin của nó và so sánh với một số Codec tương tự khác.

Bố cục bài luận văn được chia thành 4 chương, với nội dung cốt lõi tập trung vào 3 vấn đề chính:

- **Phần 1:** Giới thiệu tổng quan về mã hóa tín hiệu âm thanh trong các hệ thống thông tin thoại.
- **Phần 2:** Trình bày khái niệm về bộ mã hóa và giải mã tín hiệu thoại nói chung và iLBC Codec nói riêng. Các thuật toán xử lý tín hiệu thoại dựa trên mã hóa dự đoán tuyến tính và quá trình thực hiện việc mã hóa, giải mã tín hiệu của iLBC Codec.
- **Phần 3:** Đánh giá khả năng chống lại mất mát gói tin của các Codec, cụ thể là phân tích các đặc trưng của iLBC Codec về kỹ thuật mã hóa, giải mã nhằm bù mất gói trên đường truyền thoại. Cuối cùng là đánh giá định lượng khả năng bù mất gói của các Codec bằng thực nghiệm, thực hiện trên phần mềm mô phỏng Matlab và Simulink.

## CHƯƠNG 1 – TỔNG QUAN VỀ MÃ HÓA TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN THOẠI

### 1.1. Âm thanh thoại và quá trình số hóa tín hiệu âm thanh

#### 1.1.1. Âm thanh thoại

Âm thanh là các dao động cơ học của các phần tử, nguyên tử hay các hạt vật chất lan truyền trong không gian, được cảm nhận trực tiếp qua tai người bởi sự va đập vào màng nhĩ và kích thích bộ não. Tín hiệu âm thanh được chia thành 2 loại dựa trên dải tần:

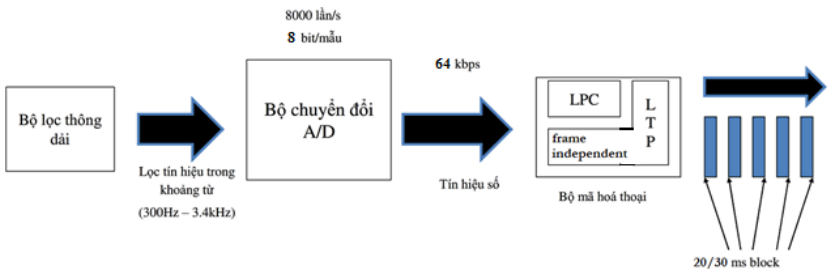
- Âm thanh dải tần cơ sở (âm thanh thoại): dải tần từ 300 Hz đến 4 kHz.

- Âm thanh dải rộng: có dải tần số từ 100Hz - 20kHz.

Trong bài luận văn chỉ đề cập đến âm thanh thoại.

#### 1.1.2. Số hóa âm thanh thoại

Đầu tiên, tiếng nói được microphone biến đổi sang tín hiệu điện ở dạng tương tự. Để giảm lượng dữ liệu cần thiết tương ứng với sóng âm, tín hiệu được cho qua bộ lọc thông dải trong khoảng tần số từ 300 Hz đến 3,4 kHz. Sau đó, tín hiệu này được biến đổi sang tín hiệu số bằng bộ biến đổi A/D dùng kỹ thuật điều chế xung mã PCM với tần số lấy mẫu là 8kHz và mã hoá mỗi mẫu bằng 8 bit. Do đó, luồng tín hiệu số sau khi được biến đổi có tốc độ 64kbps.



Hình 1.1 – Số hóa và mã hóa tín hiệu thoại

### 1.2. Tổng quan về hệ thống thông tin thoại

#### 1.2.1. Giới thiệu về hệ thống thông tin thoại

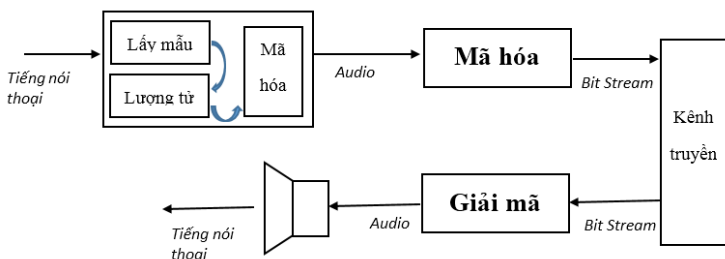
Hệ thống thông tin thoại là một tập hợp tất cả những thành phần tham gia hình thành nên một mô hình truyền – nhận các tín hiệu âm thoại.

### 1.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng trong hệ thống thông tin thoại

- a. Độ trễ (Delay)
- b. Sự biến thiên độ trễ (Jitter)
- c. Sự mất mát gói tin (Packet Losses)

## 1.3. Mã hóa – giải mã tín hiệu âm thanh trong hệ thống thông tin thoại

### 1.3.1. Chức năng của bộ mã hóa – giải mã trong hệ thống thoại



Hình 1.4: Sơ đồ khối đơn giản hóa của bộ mã hóa – giải mã thoại

### 1.3.2. Các phương pháp mã hóa âm thoại

#### 1.3.2.1. Phương pháp mã hóa dạng sóng (Waveform coding)

##### a. Mã hóa trong miền thời gian:

- Mã hóa điều chế xung mã PCM
- Mã hóa dự đoán – điều chế xung mã sai phân DPCM
- Mã hóa dự đoán thích nghi – điều chế xung mã sai phân thích nghi ADPCM

##### b. Mã hóa trong miền tần số

#### 1.3.2.2. Phương pháp mã hóa tiếng nói Vocoder

- Nguyên lý mã hóa Vocoder dựa trên bộ mô phỏng hệ thống nguồn phát âm của con người, tạo ra âm thanh tiếng nói từ tập các tham số.

#### 1.3.2.3. Phương pháp mã hóa lai (Hybrid coding)

- Sử dụng mô hình phát âm của người tương tự như Vocoder, nhưng sử dụng các tín hiệu kích thích.

## 1.4. Đánh giá chất lượng âm thanh thoại

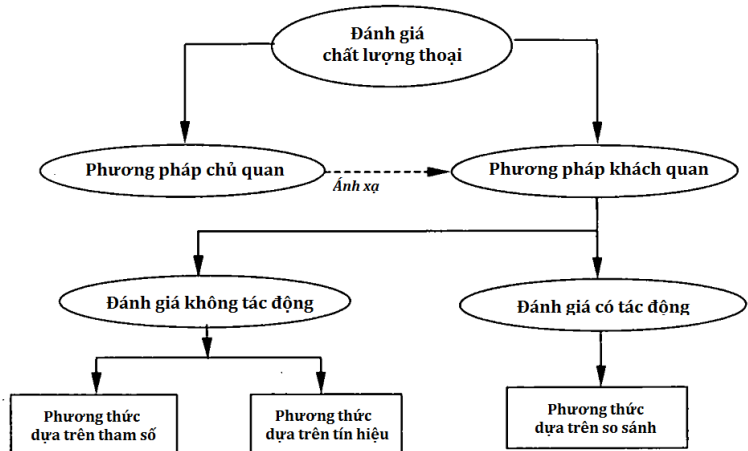
#### 1.4.1. Các yêu cầu đối với một bộ mã hóa âm thoại

- Tốc độ bit thấp, chất lượng thoại cao
- Cường độ mạnh ở trong kênh truyền nhiều
- Kích thước bộ nhớ và độ phức tạp tính toán thấp
- Độ trễ mã hóa thấp và khả năng cắt bỏ khoảng lặng

#### 1.4.2. Các tham số liên quan đến chất lượng thoại

- Tham số đánh giá cường độ âm lượng/tổng hao tổng thể OLR (Overall Loudness Rating).
- Độ trễ, tiếng vọng (echo), cắt ngưỡng (clipping).
- Các tính chất liên quan đến độ nhạy tần số.
- Nhiễu xuyên âm, nhiễu nền.

#### 1.4.3. Các phương pháp đánh giá chất lượng thoại phổ biến



Hình 1.6 - Phân loại các phương pháp đánh giá chất lượng thoại

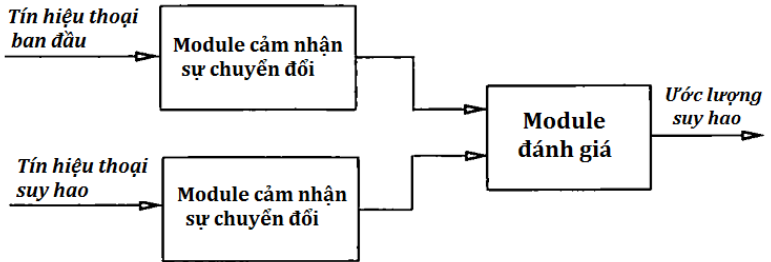
##### a. Các phương pháp đánh giá chủ quan:

Việc đánh giá MOS gồm 12-24 người tham gia lắng nghe riêng biệt, và đưa ra thang điểm từ 1-5. Sau đó, trung bình cộng điểm của từng người chính là giá trị MOS.

##### b. Các phương pháp đánh giá khách quan:

- **Phương pháp đánh giá có tác động (Intrusive method):** dựa trên việc so sánh tín hiệu thoại truyền dẫn với một tín hiệu chuẩn đã biết. Mô hình chính của phương pháp này như sau:





Hình 1.7 – Mô hình đánh giá chất lượng thoại có tác động

• **Phương pháp đánh giá không tác động (Non-Intrusive method):** Đặc trưng của phương pháp này có thể kể đến đó là phương pháp đánh giá sử dụng mô hình E (E-model). Ánh xạ giữa R-factor của E-model và MOS score:

R	Mức độ hài lòng của người sử dụng	MOS
100		
94		4.4
90	Rất hài lòng	4.3
80	Hài lòng	4.0
70	Một số người không hài lòng	3.6
60	Nhiều người không hài lòng	3.1
50	Hầu hết không hài lòng	2.6
0	Không khuyến nghị	1.0

Giá trị mặc định →

Hình 1.8 – Ánh xạ thang điểm giữa R-factor và MOS

Ngoài phương pháp MOS được kê ra ở trên, có thể sử dụng phương pháp tổng quát, áp dụng cho nhiều trường hợp đánh giá sai số, đó là phương pháp tính sai số toàn phương trung bình MSE (Mean Squared Error) để đánh giá chất lượng tín hiệu. MSE có một điểm giống với phương pháp đánh giá khách quan không tác động (Intrusive method), đó là điều so sánh giữa tín hiệu ban đầu và tín hiệu sau khi suy hao bởi quá trình truyền trong hệ thống. Tuy nhiên, MSE hiệu quả hơn trong việc đánh giá chi tiết về khả năng chống mất mát gói tin thoại sau khi nhận được của hệ thống.

## CHƯƠNG 2 – ILBC CODEC

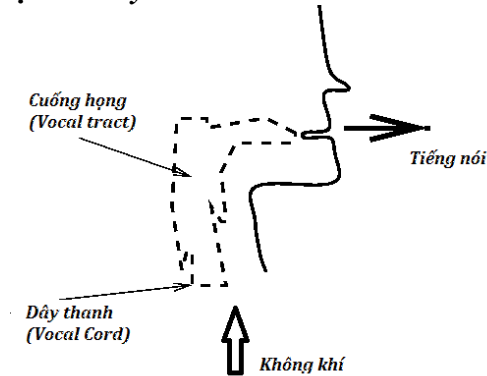
### 2.1. Giới thiệu về iLBC Codec và kỹ thuật xử lý tiếng nói dựa trên mã hóa dự đoán tuyến tính

#### 2.1.1. Giới thiệu iLBC Codec

iLBC (internet Low Bitrate Codec) là một bộ mã hóa – giải mã tín hiệu âm thanh thoại, thích hợp sử dụng trong các dịch vụ thoại trên nền IP (VoIP). Codec giúp cải thiện chất lượng thoại tốt hơn trong mạng IP khi xảy ra các vấn đề về trễ hoặc mất gói tin, bằng tính năng chống mất mát gói tin trên đường truyền. iLBC được thiết kế cho môi trường thoại băng tần hẹp, với tần số lấy mẫu là 8 kHz. Nó cũng sử dụng phương pháp mã hóa dự đoán tuyến tính độc lập theo khối (Block-independent Linear Predictive Coding) và hỗ trợ hai loại frame của chuỗi tín hiệu với kích cỡ: 20ms ở tốc độ 15,2kbps và 30ms ở tốc độ 13,33kbps.

#### 2.1.2. Kỹ thuật xử lý tiếng nói dựa trên mã hóa dự đoán tuyến tính

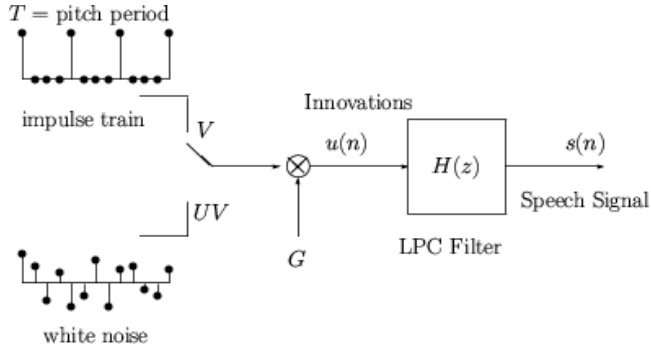
##### Mô hình dự đoán tuyến tính



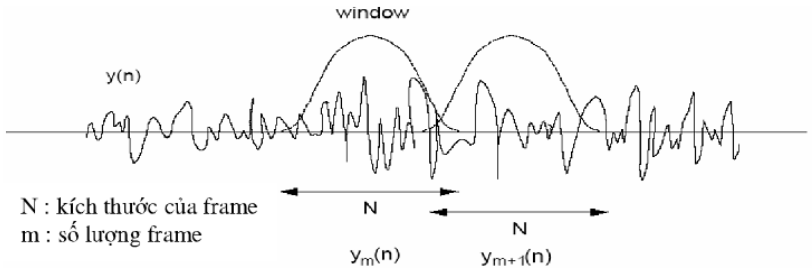
Hình 2.3 - Mô hình vật lý của cơ quan phát âm người

Mối quan hệ giữa mô hình vật lý và mô hình toán học nhằm mô phỏng cách tạo tiếng nói người:

Bộ máy phát âm (Cuồng hợng)	$\Leftrightarrow H(z)$ (Bộ lọc LPC)
Không khí	$\Leftrightarrow u(n)$ (Kích thích)
Dao động của dây thanh âm	$\Leftrightarrow V$ (Âm hữu thanh)
Chu kỳ dao động của dây thanh âm	$\Leftrightarrow T$ (Chu kỳ cao độ)
Phụ âm sát và phụ âm bật	$\Leftrightarrow UV$ (Âm vô thanh)
Độ lớn không khí	$\Leftrightarrow G$ (Độ lợi)



Hình 2.4 - Mô hình tổng hợp tiếng nói bằng phương pháp LPC  
Kỹ thuật phân khung Framing, Overlap-Adding trong xử lý tín hiệu tiếng nói

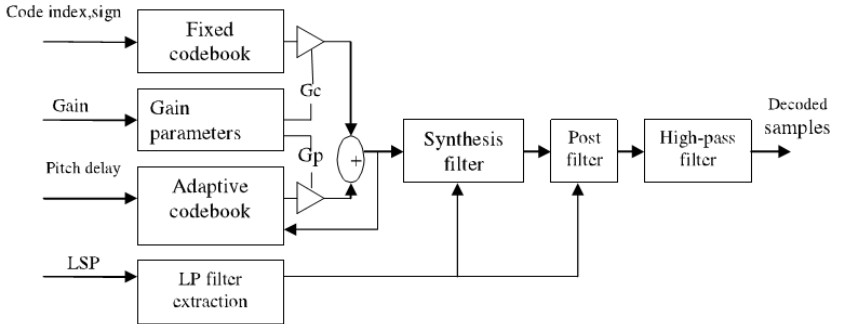


Hình 2.5 - Phân tích tín hiệu tiếng nói thành các frame  
Phương pháp phân tích mã hóa dự đoán tuyến tính

Tín hiệu tiếng nói thay đổi theo thời gian, ứng với một đoạn tiếng nói ngắn (gọi là segment hay frame), tiếng nói được xem là tín hiệu dừng. Xét một frame tiếng nói, tiếng nói đầu ra được mô tả bằng công thức [2, tr.10]:

$$s(n) = Gu(n) - \sum_{k=1}^M a_k s(n-k)$$





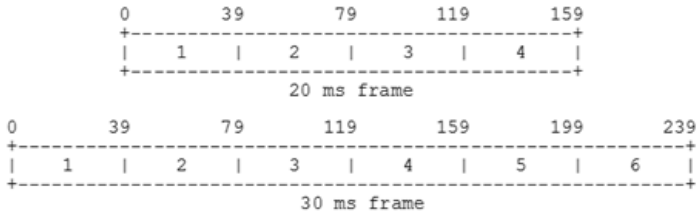
Hình 2.8 - Bộ giải mã CELP

## 2.2. Quá trình mã hóa iLBC Codec (Encoder)

### 2.2.1. Tổng quan về quá trình mã hóa iLBC Codec

Đầu vào của bộ mã hóa theo tiêu chuẩn là tín hiệu PCM được lấy mẫu đều ở tần số 8kHz, mã hóa mỗi mẫu với 16 bit. Tín hiệu được chia thành các block chứa 160/240 mẫu tương ứng với các frame là 20ms/30ms.

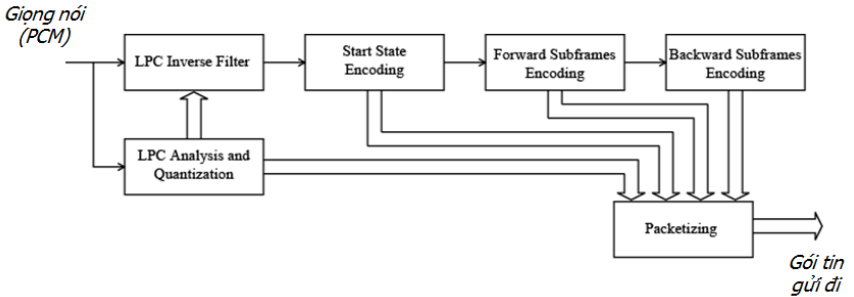
Mỗi block lại được chia thành 4/6 block con (sub-block) liên tiếp nhau (tương ứng với frame 20ms/30ms), mỗi block con có 40 mẫu.



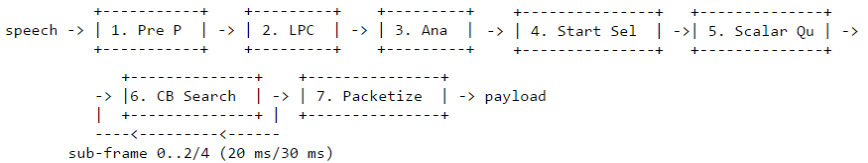
Hình 2.9 – Phân chia mẫu trong một frame của thuật toán iLBC

### 2.2.2. Các nguyên tắc mã hóa

iLBC Codec được mã hóa theo sơ đồ sau:



Hình 2.10 – Sơ đồ mã hóa của iLBC Codec

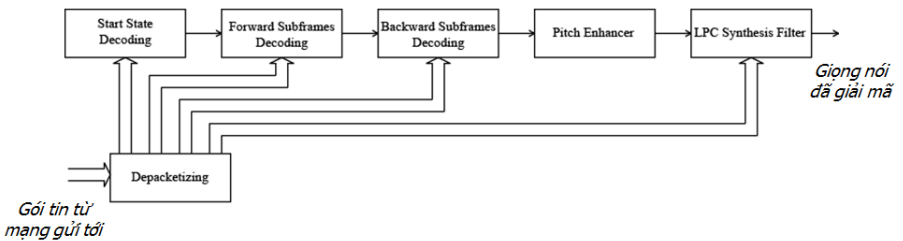


Hình 2.11 – Các bước mã hóa của iLBC Codec

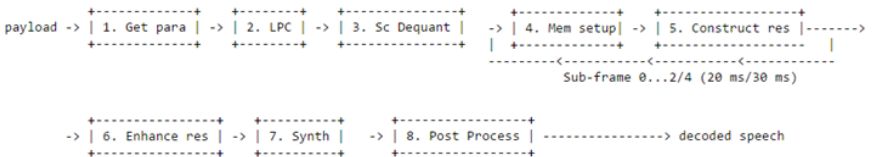
### 2. 3. Quá trình giải mã iLBC Codec (Decoder)

#### 2.3.1. Tổng quan về quá trình giải mã iLBC Codec

Sơ đồ tổng quan quá trình giải mã iLBC Codec:



Hình 2.13 - Sơ đồ giải mã của iLBC Codec



Hình 2.14 – Các bước giải mã của iLBC Codec

#### 2.3.2. Các nguyên tắc giải mã

Bước 1: Xây dựng bộ lọc LPC.

Bước 2: Xây dựng trạng thái khởi đầu.

Bước 3: Thực hiện liên tục việc kích thích giải mã.

*Bước 4: Giải mã bằng mã thích ứng nhiều giai đoạn: xây dựng tín hiệu kích thích được giải mã.*

*Bước 5: Che giấu gói tin mất mát (Packet Loss Concealment).*

*Bước 6: Tăng cường residual signal:*

Sau tất cả 6 bước trên, tín hiệu sẽ được khôi phục trở lại như lúc ban đầu ở phía bên gửi đi.

## CHƯƠNG 3 – ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG LẠI MẤT MẮT GÓI TIN TRÊN ĐƯỜNG TRUYỀN THOẠI

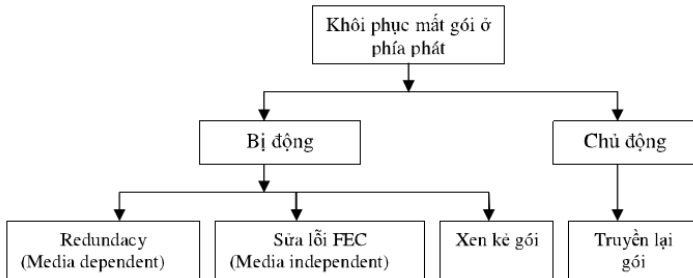
### 3. 1. Khái niệm chống mất mát gói tin trên đường truyền thoại

Là khả năng sử dụng các phương thức để chống việc mất gói xảy ra. Có 2 phương thức: gửi kèm gói tin và che giấu gói tin bị mất.

### 3. 2. Phân loại kỹ thuật chống mất mát gói tin

#### 3.2.1. Kỹ thuật phục hồi mất gói từ phía gửi

Kỹ thuật này có thể phân chia như theo hình dưới đây:



Hình 3.1 - Phân loại kỹ thuật phục hồi mất gói từ phía phát

#### a. Truyền gói lại

#### b. Sửa lỗi phía trước (FEC-Forward Error Correction)

#### c. Kỹ thuật sắp xếp xen kẽ (Interleaving)

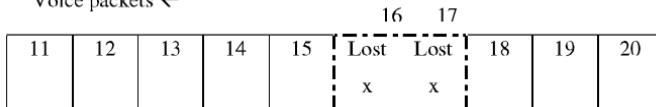
#### 3.2.2. Kỹ thuật bù mất gói từ phía nhận

Kỹ thuật này tạo ra sự thay thế gói bị mất bởi gói tương tự nguyên bản.

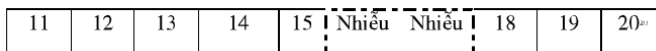
#### a. Bù mất gói bằng kỹ thuật chèn (Insertion)

Cơ chế khôi phục mất gói này có các loại:

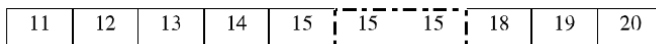
Voice packets ←



(a) Các gói nhận được có chỉ thị mất gói



(b) Khôi phục bằng thay thế nhiều nên

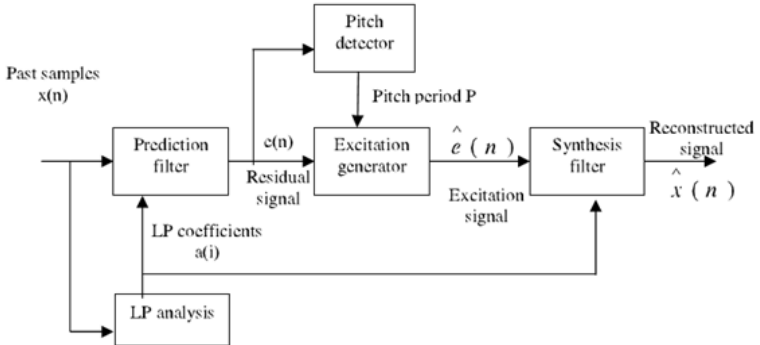


(c) Khôi phục bằng lặp lại gói trước đó



Hình 3.5 - Kỹ thuật phục hồi mất gói từ phía thu theo cơ chế chèn  
b. Bù mất gói dựa vào mô hình LP

Kỹ thuật này dùng mô hình dự đoán tuyến tính LP (Linear Prediction) của quá trình tạo tiếng nói.



Hình 3.6 – Sơ đồ thuật toán bù mất gói dựa vào mô hình LP  
c. Bù mất gói dùng dự đoán tuyến tính đệ quy

### 3.3. Đánh giá khả năng chống lại mất gói tin của iLBC Codec

#### 3.3.1. Phân tích khả năng chống mất gói tin của iLBC Codec

##### a. Mã hóa dự đoán tuyến tính dài hạn theo khung độc lập

Bản chất của codec là mã hóa dự đoán tuyến tính (LPC) và mã hóa tín hiệu suy hao (residual signal) dựa trên block sử dụng một bảng mã thích ứng (codebook) (giống kỹ thuật CELP).

iLBC sử dụng một bảng mã thích ứng được gắn với trạng thái khởi đầu các đoạn đã được giải mã, độc lập với việc tiếp nhận hoặc việc mất gói tin trước đó.

##### b. Chọn và mã hóa trạng thái khởi đầu

Đối với phương pháp mã hóa tuyến tính dài hạn độc lập giữa các frame thì việc mã hóa trạng thái khởi đầu khá là quan trọng, vì trạng thái khởi đầu sẽ chứa đựng ít nhất một tần số pitch pulse quan trọng.

##### c. Mã hóa

Quá trình mã hóa Codec theo từng frame với 160/240 mẫu/frame, và các frame này được độc lập với nhau trong suốt quá trình xử lý của hệ thống.

##### d. Giải mã

Đầu tiên, bộ giải mã giải mã trạng thái khởi đầu, tiếp đó là các subframe trước (theo thời gian) và cuối cùng là các subframe sau (theo thời gian). Trước khi lọc tổng hợp, bộ mã hóa thực hiện lọc sau tần số cơ bản (pitch post filtering) trong vùng residual signal. Khi một gói tin không nhận đúng thời điểm đã định, quá trình chống mất mát gói tin (Packet Loss Concealment) được thực hiện. Việc chống mất mát này cũng được thực hiện trong miền kích thích LPC.

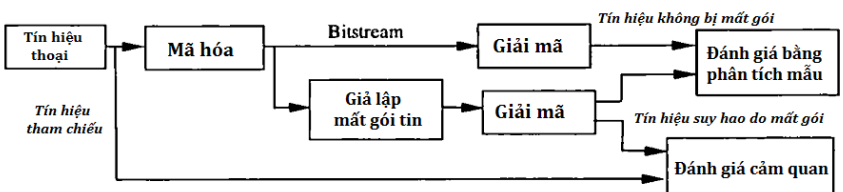
### 3.3.2. Phương pháp đánh giá khả năng chống mất mát gói tin của iLBC Codec

#### a. Phương pháp đánh giá

Sử dụng phương pháp sai số toàn phương trung bình MSE (Mean Squared Error). MSE là một khái niệm trong thống kê học, nghĩa là sai số toàn phương trung bình, của một phép ước lượng là trung bình của bình phương các sai số, tức là sự khác biệt giữa các ước lượng và những gì được đánh giá.

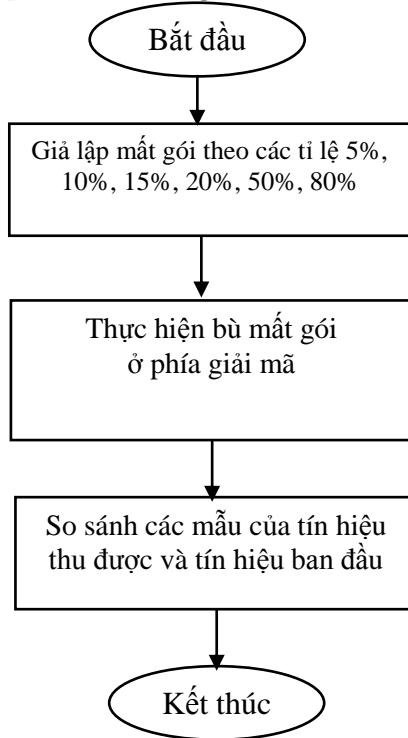
MSE là trung bình  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n$  của bình phương các sai số  $(\hat{Y}_i - Y_i)^2$ . Đây là định lượng dễ dàng tính được cho một mẫu cụ thể.

Như vậy, có thể nói đơn giản rằng việc đánh giá khả năng chống mất mát gói tin của iLBC Codec bằng phương pháp MSE chính là dựa vào sự so sánh giữa file ban đầu và file sau khi truyền qua hệ thống truyền tin thoại. Dễ dàng nhận thấy là nếu trên đường truyền xảy ra lỗi, các gói tin bị mất mát hoặc không đến được bên nhận, thì tín hiệu thoại ban đầu và tín hiệu sau khi giải mã sẽ có những sai khác nhau về mặt thuộc tính. Công việc đánh giá bây giờ bằng phương pháp MSE là so sánh các thuộc tính này của các tín hiệu trước và sau để đưa ra nhận định. Độ lệch về thuộc tính giữa tín hiệu ban đầu và tín hiệu sau giải mã cùng với tỉ lệ mất gói tương ứng sẽ nói lên được khả năng bù mất gói của Codec. Sơ đồ thực hiện việc đánh giá như sau:



Hình 3.10 – Sơ đồ đánh giá khả năng chống mất gói của Codec theo phương pháp MSE

**b. Các bước mô phỏng và đánh giá**



Hình 3.11 – Mô phỏng quá trình chống mất gói tín

**c. Nhận xét**

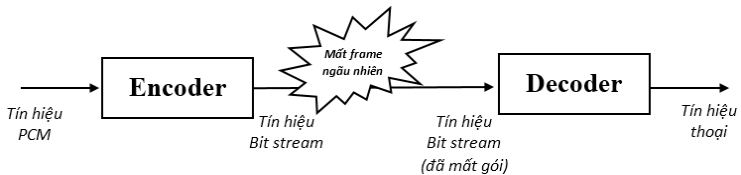
Việc đánh giá định lượng khả năng mất gói tín với phương pháp đánh giá cảm quan không cho kết quả lượng hóa chính xác. Do vậy quá trình thực nghiệm sẽ chỉ dựa trên phương pháp đánh giá bằng phân tích mẫu. Phương pháp đánh giá cảm quan chỉ để kiểm tra lại phương pháp đánh giá phân tích mẫu.

## CHƯƠNG 4 – ĐÁNH GIÁ BẰNG THỰC NGHIỆM

Để phục vụ cho việc đánh giá bằng thực nghiệm, tôi sử dụng các công cụ sau:

- Phần mềm Matlab để tính toán, giả lập.
- Chương trình mã hóa và giải mã tín hiệu âm thanh sử dụng giải thuật iLBC, G.711.

Sơ đồ thực nghiệm như sau:



Hình 4.1 - Sơ đồ khối thực nghiệm việc mất gói tin

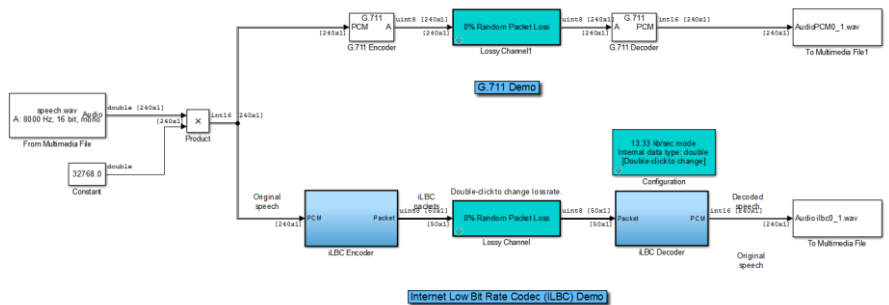
Quá trình thực nghiệm được làm theo các bước sau:

- Sử dụng ứng dụng Simulink mô phỏng một hệ thống mã hóa và giải mã file âm thanh sau khi đã làm mất gói tin một cách ngẫu nhiên.
- Các giá trị gói tin bị mất được tính theo phần trăm số mẫu trong gói tin ban đầu, lần lượt là 5%, 10%, 15%, 20%, 50%, 80%.
- Sau các bước trên, tất cả các giá trị đo đạc được từ số lượng gói tin bị mất ảnh hưởng tới số mẫu/frame của âm thanh ban đầu và âm thanh sau khi được khôi phục sẽ được tính toán giá trị sai số, dựa theo công thức sai số trung bình bình phương MSE (Mean Squared Error).
- Đánh giá và vẽ biểu đồ so sánh dựa trên các giá trị MSE thu được ở trên.

### 4. 1. Quá trình thực hiện

Thực nghiệm được thực hiện trên file âm thanh thoại ban đầu là file PCM, có định dạng .wav, được mã hóa đều 16 bit với tần số lấy mẫu là 8kHz, tên là *Speech.wav*.

File thực nghiệm sẽ được mã hóa ở dạng frame 30ms đối với iLBC Codec (Do iLBC hỗ trợ hai loại kích cỡ frame là 30ms và 20ms). Sơ đồ mô phỏng mã hóa và giả lập mất gói được thực hiện trên Simulink như sơ đồ sau:



File âm thanh ban đầu sẽ được đưa đồng thời qua 2 bộ mã hóa tương ứng với 2 Codec G.711 và iLBC. Đầu ra của 2 bộ mã hóa này là các chuỗi bit stream, được đưa qua module giả lập mất gói (Loss Channel) với tỉ lệ mất gói có thể tùy chỉnh. Ứng với từng tỉ lệ mất gói tin, bộ giải mã của 2 Codec sẽ cho ra các file âm thanh đã được bù mất gói tương ứng.

Thực hiện nhập các tỉ lệ phần trăm mất gói vào cửa sổ Lossy Channel để thu được các file âm thanh được giải mã tương ứng. Mỗi file thu được sẽ được đặt tên theo một nguyên tắc chung. Ví dụ, ứng với tỉ lệ mất gói là 20% thì file giải mã của iLBC Codec thu được sẽ là *ilbc20\_1.wav*, của G.711 Codec sẽ là *pcm20\_1.wav*. Phần “\_1” trong tên của file giải mã là thứ tự thực nghiệm giải mã (lần một là “\_1”, lần hai là “\_2”).

Với hai file âm thanh đầu vào, sử dụng phần mềm Matlab để phân tích các mẫu trên hai file đó và tính giá trị MSE giữa chúng:

```

Editor - D:\Dropbox\LUANVAN\demo\msecalculate.m
fftcompare.m  msecalculate.m  +
1 - clear
2 - clc
3 - run=1;
4 - codec='ilbc';
5 - addpath('D:\Dropbox\LUANVAN\demo');
6 - x = audioread('speech.wav');
7 - x=abs(fft(x));
8 - maxx=max(x);
9 - length = length(x);
10
11 - packetLoss=[5, 10, 15, 20, 50, 80];
12 - for i = 1 : 6
13 -     loss=packetLoss(i);
14 -     filename=strcat(codec,num2str(loss),'_',num2str(run), '.wav');
15 -     y = audioread(filename);
16 -     y(length + 1:end) = [];
17 -     y=abs(fft(y));
18 -     MSE = sum((y - x).^2)/length;
19 -     MSE = MSE/maxx * 100;
20 -     disp(strcat(codec,' ',filename,' ', num2str(loss), ' ', num2str(MSE)));
21
22 - end
23

```

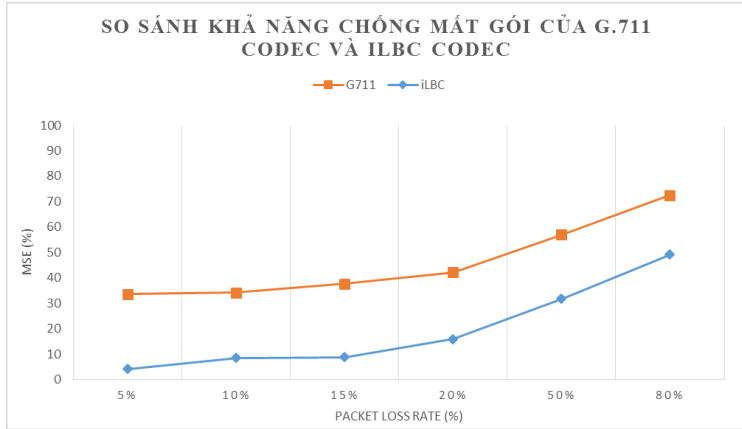
Hình 4.3 – Tính giá trị MSE của 2 file âm thanh

## 4. 2. Kết quả của quá trình thực nghiệm

Các giá trị MSE thực nghiệm thu được ở bảng dưới đây:

PLR	LẦN 1		LẦN 2		LẦN 3		TRUNG BÌNH	
	G.711	iLBC	G.711	iLBC	G.711	iLBC	G.711	iLBC
5%	33.178	3.59	34.0962	3.963	33.4435	4.782	33.5726	4.1117
10%	34.4731	10.3979	35.4731	8.6858	32.6413	6.5793	34.1958	8.5543
15%	37.0358	8.2565	39.9381	9.0378	36.1626	9.2011	37.7122	8.8318
20%	42.8885	17.8741	41.2652	10.1482	42.4233	19.5354	42.1923	15.8526
50%	57.6702	39.0521	54.3549	23.03	58.7473	32.9715	56.9241	31.6845
80%	71.1384	48.4524	72.9959	47.7667	73.5138	51.2692	72.5494	49.1628

Kết quả cuối cùng thu được được mô tả ở đồ thị dưới đây. Các thành phần phần trăm mất gói được biểu diễn ở trục hoành, trục tung là các giá trị MSE tương ứng. Các giá trị mất gói lần lượt là 5%, 10%, 15%, 20%, 30% và 50%.



*Hình 4.4 – Kết quả thực nghiệm khả năng chống mất gói của G.711 Codec và iLBC Codec*

Nhìn vào đồ thị ta có một số kết luận sau:

- Trong điều kiện mất gói tin càng nhiều (từ 5% đến 80%, tính từ trái qua phải), thì đồ thị có xu hướng đi lên trên, hay giá trị sai số trung bình bình phương MSE của các Codec cũng tăng lên, tức là khả năng khôi phục các frame bị mất của các Codec sẽ giảm dần theo phần trăm mất gói.
- Trong điều kiện mất gói dưới 15%, giá trị MSE của từng Codec chênh lệch nhau không nhiều (đồ thị không đi lên quá nhanh), điều đó có nghĩa là khi lượng gói tin của từng Codec bị mất dưới 15%, khả năng khôi phục của Codec hoạt động tốt, các gói tin được phục hồi gần giống với gói tin ban đầu nhất. Khi tỉ lệ mất gói trên 15%, đồ thị có xu hướng đi lên nhanh hơn.
- Xét về tổng thể thì giá trị MSE của iLBC Codec thấp hơn của G.711 Codec, dù ở điều kiện mất gói như thế nào. Ví dụ, ở lần thực nghiệm thứ nhất:
  - + Tỉ lệ mất gói 5%:  $MSE_{G.711}(33.178) > MSE_{iLBC}(3.59)$
  - + Tỉ lệ mất gói 10%:  $MSE_{G.711}(34.4731) > MSE_{iLBC}(10.3979)$

Do đó có thể nói ngoài ưu điểm tốc độ bit sử dụng thấp hơn, khả năng bù mất gói của iLBC Codec cũng tốt hơn G.711 Codec.



## KẾT LUẬN

Việc tiết kiệm băng thông đường truyền và nâng cao chất lượng hệ thống thoại là điều quan trọng mà các nhà sản xuất thiết bị, nhà cung cấp dịch vụ cần phải quan tâm. Tuy nhiên, khi truyền thoại trên mạng chuyên mạch gói, do thoại là dịch vụ thời gian thực nên nó yêu cầu thời gian trễ và tỷ lệ mất gói rất thấp. Mất gói lớn xảy ra làm chất lượng hội thoại kém đi, gây khó chịu cho người sử dụng. Vì vậy, việc nghiên cứu và áp dụng các biện pháp để chống mất mát gói tin, nâng cao chất lượng hệ thống thông tin thoại trong mạng IP là điều rất cần thiết.

Qua quá trình tìm hiểu, luận văn đã thực hiện được một số công việc sau:

- Trình bày lý thuyết về hệ thống thông tin thoại, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn thoại, cùng các phương pháp đánh giá chất lượng tiếng nói chủ quan và khách quan.

- Trình bày về hai kỹ thuật mã hóa tiếng nói thường được dùng trong mạng IP: CELP và LPC.

- Tìm hiểu được thuật toán mã hóa, giải mã và phân tích được khả năng chống mất gói của iLBC Codec.

- Đánh giá định lượng khả năng chống mất gói của iLBC Codec so với G.711 Codec bằng ngôn ngữ Matlab và ứng dụng Simulink; thực hiện đánh giá định lượng bằng phương pháp đánh giá khách quan và kiểm nghiệm lại bằng phương pháp đánh giá chủ quan.

Tuy nhiên, việc thực hiện bù mất gói mới chỉ thực hiện giải quyết đối mất frame, và chỉ đánh giá được khả năng chống mất mát gói tin do mất ngẫu nhiên các frame (packet loss rate). Do vậy, hướng phát triển của đề tài trong tương lai sẽ là:

- Thực hiện các phương pháp đánh giá chống mất mát gói tin theo vị trí mất gói (packet loss location), kích cỡ mất gói (packet loss size) và mẫu gói tin bị mất (packet loss pattern).

- Thực hiện các phương pháp đánh giá do mất gói tin theo chùm (bursty loss).

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

### **TÀI LIỆU TIẾNG VIỆT:**

1. Nguyễn Đại Hòa (2013), *Nghiên cứu kỹ thuật mã hóa tiếng nói trong di động*, Đồ án tốt nghiệp Đại học, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Khoa Viễn thông 2.
2. Trương Lê Phương Anh (2011), *Nâng cao chất lượng thoại trên mạng IP bằng kỹ thuật bù mất gói*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, ĐH Đà Nẵng.
3. *Các biện pháp đảm bảo chất lượng dịch vụ*, Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên, Khoa Công nghệ thông tin.
4. Nguyễn Thị Ngọc Diệp, *Thuật toán xử lý tiếng nói trong Speech Enhancement và đánh giá tính hiệu quả của thuật toán*, ĐH Bách khoa Đà Nẵng, Khoa Điện tử viễn thông.

### **TÀI LIỆU TIẾNG ANH:**

5. S. Andersen - Aalborg University; A. Duric, Telio, H. Astrom, R. Hagen, W. Kleijn, J. Linden (December 2004), *Internet Low Bit Rate Codec (iLBC)*, Request for Comments: 3951, Global IP Sound.
6. A. Duric, Telio, S. Andersen - Aalborg University (December 2004), *Real-time Transport Protocol (RTP) Payload Format for internet Low Bit Rate Codec (iLBC) Speech*, Request for Comments: 3952.
7. S. V. Andersen, W. B. Kleijn, R. Hagen, J. Linden, M. N. Murthi, J. Skoglund, *iLBC - A linear predictive coder with robustness to packet losses*, Department of Communication Technology - Aalborg University, Denmark; Global IP Sound - Stockholm, Sweden and San Francisco, USA.
8. Wai C. Chu, *Speech Coding Algorithms – Foundation and Evolution of Standardized Coders*, Mobile Media Laboratory, DoCoMo USA Labs, San Jose, California.
9. A. M. Kondoz, *Digital Speech - Coding for Low Bit Rate Communication Systems*, University of Surrey, UK.
10. Lingfen Sun (January 2004), *Speech quality prediction for voice over internet protocol networks*, Doctor of

Philosophy, School of Computing, Communications and Electronics Faculty of Technology.

**11.** Lijing Ding and Rafik A. Goubran (2003), *Assessment of Effects of Packet Loss on Speech Quality in VoIP*, Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University.

**12.** Wenyu Jiang, Henning Schulzrinne (June 2002), *Comparisons of FEC and Codec Robustness on VoIP quality and bandwidth efficiency*, Columbia University, Department of Computer Science.

**13.** Lingfen Sun; Emmanuel Ifeachor (2012), *Impact of Packet Loss Location on Perceived Speech Quality*, University of Plymouth.

**14.** Alexander F. Ribadeneira (2007), *An analysis of the MOS under conditions of Delay, Jitter and Packet Loss and an Analysis of the Impact of Introducing Piggybacking and Reed Solomon FEC for VoIP*, Master of Science, College of Arts and Sciences, Georgia State University.

**15.** Muhammad Azam (October 2011), *Methods for Recovery of Missing Speech Packets*, Master of Science, Blekinge Institute of Technology.

**16.** Nam In Park, Hong Kook Kim, Min A Jung, Seong Ro Lee, Seung Ho Choi (2011), *Burst Packet Loss Concealment Using Multiple Codebooks and Comfort Noise for CELP-Type Speech Coders in Wireless Sensor Networks*, Paper, Gwangju Institute of Science and Technology (GIST), Mokpo National University, Seoul National University of Science and Technology.

**17.** Artur Janicki, Bartłomiej Ksiezak, *Packet Loss Concealment Algorithm for VoIP Transmission in Unreliable Networks*, Institute of Telecommunications, Warsaw University of Technology.

**18.** Mohamed CHIBANI (2007), *Increasing the Robustness of CELP Speech Codecs against Packet Losses*, Université de Sherbrooke, Québec, Canada.