



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038786

(51)⁷ G10L 19/005

(13) B

(21) 1-2018-01337

(22) 22/01/2014

(62) 1-2015-02812

(86) PCT/SE2014/050068 22/01/2014

(87) WO2014/123471 14/08/2014

(30) 61/760,814 05/02/2013 US; 61/761,051 05/02/2013 US; 61/760,822 05/02/2013 US

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/06/2018 363A

(73) TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (SE)

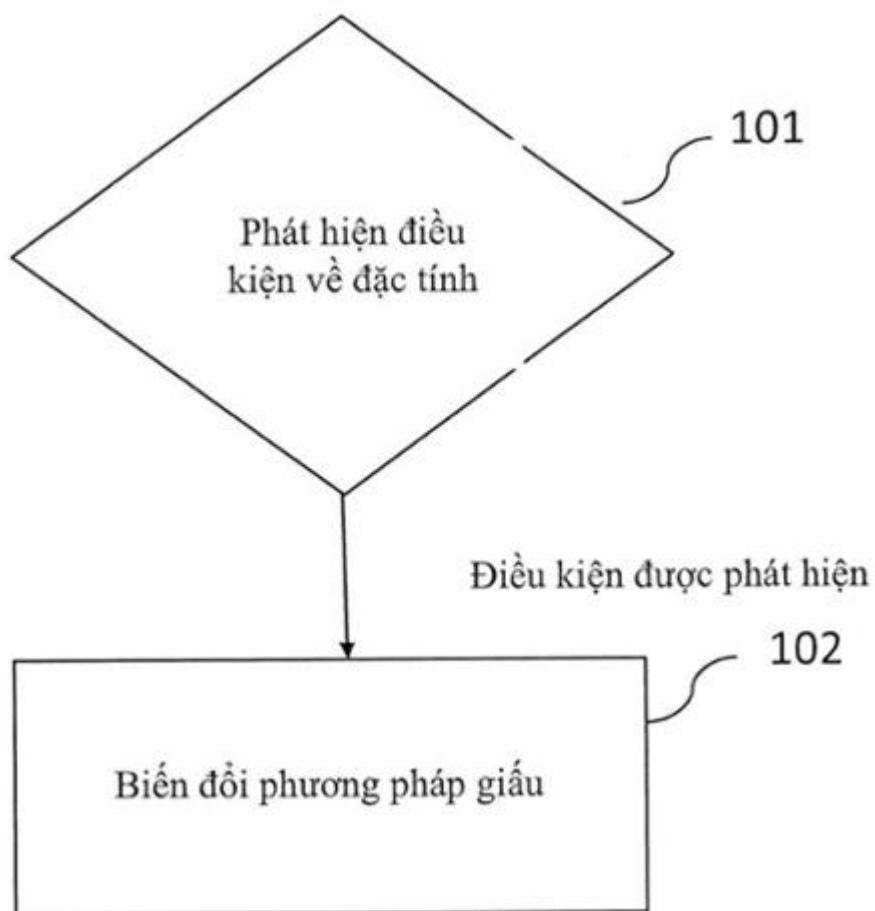
SE-164 83 Stockholm, Sweden

(72) BRUHN, Stefan (DE); SVEDBERG, Jonas (SE).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP GIẤU KHUNG AUDIO BỊ MẤT CỦA TÍN HIỆU AUDIO ĐƯỢC NHẬN, BỘ GIẢI MÃ VÀ BỘ NHẬN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị điều khiển phương pháp giấu đối với khung audio bị mất của tín hiệu audio nhận được được bộc lộ theo một phương án để làm ví dụ của sáng chế. Phương pháp đối với bộ giải mã để giấu khung audio bị mất bao gồm bước phát hiện về đặc tính của tín hiệu audio được nhận và được tái tạo từ trước, hoặc về đặc tính thống kê của các việc mất khung được quan sát, điều kiện nhờ đó việc thay thế khung bị mất khiến cho chất lượng bị làm giảm một cách tương đối. Trong trường hợp, điều kiện như vậy được phát hiện, phương pháp giấu được sửa đổi bằng cách điều chỉnh một cách chọn lựa pha hoặc độ lớn phổ của phổ khung thay thế.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị điều khiển phương pháp giấu đổi với khung audio bị mất của tín hiệu audio nhận được.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông audio thông thường truyền các tín hiệu tiếng nói và audio trong các khung, nghĩa là phía gửi thứ nhất bố trí tín hiệu trong các khúc hoặc các khung ngắn từ 20 miligiây đến 40 miligiây chẳng hạn mà sau đó được mã hóa và được truyền dưới dạng đơn vị logic trong một gói truyền chẳng hạn. Bộ nhận giải mã một trong số các đơn vị này và tái tạo các khung tín hiệu tương ứng, mà theo thứ tự cuối cùng là đầu ra dưới dạng chuỗi liên tục của các mẫu tín hiệu được tái tạo. Trước khi mã hóa, thường có bước chuyển từ tương tự sang số (analog to digital: A/D) mà chuyển đổi tín hiệu tiếng nói hoặc audio tương tự từ micrô thành chuỗi các mẫu audio. Ngược lại, ở đầu nhận, thường có bước chuyển từ số sang tương tự D/A cuối cùng mà chuyển đổi chuỗi các mẫu tín hiệu số được tái tạo thành tín hiệu tương tự liên tục theo thời gian đối với việc phát lại của loa phóng thanh.

Tuy nhiên, hệ thống truyền như vậy đối với các tín hiệu tiếng nói và audio có thể chịu các lỗi truyền, mà có thể dẫn tới tình huống trong đó một hoặc một số khung được truyền không khả dụng ở bộ nhận đối với việc tái tạo. Trong trường hợp đó, bộ giải mã phải tạo ra tín hiệu thay thế cho mỗi trong số các khung được xóa, nghĩa là, các khung không khả dụng. Việc này được làm ở bộ phận được gọi là giấu lỗi hoặc mất khung của bộ giải mã tín hiệu phía bộ nhận. Mục đích của việc giấu việc mất khung là để khiến việc mất khung càng không thể nghe thấy càng tốt và do đó làm giảm bớt tác động của việc mất khung trên chất lượng tín hiệu được tái tạo càng nhiều càng tốt.

Các phương pháp giấu việc mất khung thông thường có thể phụ thuộc vào kết cấu hoặc cấu trúc của bộ lập giải mã, ví dụ bằng cách áp dụng dạng lặp lại của các

thông số của bộ lập giải mã được nhận từ trước. Các kỹ thuật lặp lại thông số như vậy rõ ràng phụ thuộc vào các thông số cụ thể của bộ lập giải mã được sử dụng và do đó không thể dùng được một cách dễ dàng cho các bộ lập giải mã khác có kết cấu khác. Các phương pháp giấu việc mất khung hiện tại có thể ví dụ áp dụng khái niệm phong tỏa và ngoại suy các thông số của khung nhận được trước đó để tạo ra khung thay thế cho khung bị mất.

Các phương pháp giấu việc mất khung theo tình trạng kỹ thuật kết hợp với một số sơ đồ xử lý việc mất nhóm tín hiệu truyền. Nói chung, sau một số lượng mất khung trong hàng, tín hiệu được tổng hợp được làm suy giảm cho đến khi tín hiệu này bị câm một cách hoàn toàn sau các nhóm lỗi dài. Ngoài ra, các thông số mã hóa mà về cơ bản được lặp lại và được ngoại suy được biến đổi sao cho việc làm suy giảm được hoàn thành và các đỉnh quang phổ đó được làm dẹt.

Các kỹ thuật giấu việc mất khung theo tình trạng kỹ thuật hiện thời thường áp dụng khái niệm phong tỏa và ngoại suy các thông số của khung nhận được từ trước để tạo ra khung thay thế cho khung bị mất. Nhiều bộ lập giải mã tiếng nói dưới dạng thông số như các bộ lập giải mã dự báo tuyến tính kiểu AMR hoặc AMR-WB thường phong tỏa các thông số nhận được từ trước hoặc sử dụng một số phép ngoại suy của chúng và sử dụng bộ giải mã với chúng. Về bản chất, nguyên lý này là để có chế độ định trước dùng cho việc mã hóa/giải mã và để áp dụng chế độ tương tự với các thông số được phong tỏa hoặc được ngoại suy. Các kỹ thuật giấu việc mất khung của AMR và AMR-WB có thể được coi là đại diện. Các kỹ thuật này được chỉ ra chi tiết trong các bản mô tả tiêu chuẩn tương ứng.

Nhiều bộ lập giải mã không thuộc loại các bộ lập giải mã audio áp dụng cho việc mã hóa các kỹ thuật miền tần số. Điều này có nghĩa là sau khi một số miền tần số chuyển đổi chế độ mã hóa được áp dụng trên các thông số phổ. Bộ giải mã tái tạo phổ tín hiệu từ các thông số nhận được và cuối cùng thì chuyển đổi phổ này ngược trở lại thành tín hiệu thời gian. Thông thường, tín hiệu thời gian được tái tạo khung liên tiếp. Các khung như vậy được kết hợp bằng cách bổ sung chồng các kỹ thuật thành tín hiệu được tái tạo cuối cùng. Ngay cả trong trường hợp các bộ lập giải mã audio, việc giấu lỗi theo tình trạng kỹ thuật thường áp dụng kỹ thuật tương tự hoặc ít nhất là chế độ giải mã tương tự đối với các khung bị mất. Các thông số miền tần số từ khung nhận được

từ trước bị phong tỏa hoặc được ngoại suy một cách thích hợp và sau đó được sử dụng trong việc chuyển đổi miền tần số sang thời gian. Các ví dụ về các kỹ thuật như vậy được bố trí các bộ lặp giải mã audio 3GPP theo các tiêu chuẩn 3GPP.

Các giải pháp theo tình trạng kỹ thuật hiện thời đối với việc giấu việc mất khung thường phải chịu các tác động làm giảm về chất lượng. Vấn đề chính là kỹ thuật phong tỏa và ngoại suy thông số và tái áp dụng chế độ của cùng bộ giải mã ngay cả cho các khung bị mất không luôn luôn đảm bảo quá trình tiến triển tín hiệu trôi chảy và chân thực từ các khung tín hiệu được giải mã từ trước đến khung bị mất. Việc này thường dẫn đến các gián đoạn tín hiệu có thể nghe thấy được với tác động về chất lượng tương ứng.

Các sơ đồ mới đối với việc giấu việc mất khung cho các hệ thống truyền tiếng nói và audio được mô tả. Các sơ đồ mới cải thiện chất lượng trong trường hợp việc mất khung vượt quá chất lượng đạt được bởi các kỹ thuật giấu việc mất khung theo giải pháp kỹ thuật đã biết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp để điều khiển sơ đồ giấu việc mất khung và tốt hơn là phương pháp này có liên quan được sử dụng sao cho chất lượng âm thanh đạt được tốt nhất có thể của tín hiệu được tái tạo. Các phương pháp này hướng tới việc tối ưu hóa chất lượng của việc tái tạo đồng thời liên quan đến đặc tính của tín hiệu và đặc tính của việc phân phối tạm thời của các việc mất khung. Các trường hợp có vấn đề cụ thể đối với việc giấu việc mất khung để tạo ra chất lượng tốt là các trường hợp khi tín hiệu audio có các đặc tính biến đổi mạnh như các lúc kích hoạt hoặc các lúc đền bù năng lượng hoặc nếu nó rất dao động về phổ. Trong trường hợp đó, các phương pháp giấu được mô tả có thể lặp lại sự kích hoạt, sự đền bù hoặc sự dao động về phổ dẫn đến các độ lệch lớn từ tín hiệu gốc và việc mất chất lượng tương ứng.

Trường hợp có vấn đề khác là nếu các nhóm mất khung xảy ra trong hàng. Về mặt khái niệm, sơ đồ cho việc giấu việc mất khung theo các phương pháp được mô tả có thể giải quyết các trường hợp như vậy, mặc dù nó thể hiện rằng các thành phần la

về âm gây nhiễu có thể vẫn xuất hiện. Mục đích khác của các phương án theo sáng chế là để giảm bớt các thành phần lạ như vậy đến độ cao nhất có thể.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp đối với bộ giải mã của việc giấu khung audio bị mất bao gồm việc phát hiện về đặc tính của tín hiệu audio được nhận và được tái tạo từ trước, hoặc về đặc tính thống kê của các việc mất khung được quan sát, điều kiện nhờ đó sự thay thế khung bị mất khiến cho chất lượng bị làm giảm một cách tương đối. Trong trường hợp, điều kiện như vậy được phát hiện, việc biến đổi phương pháp giấu bằng cách điều chỉnh một cách chọn lọc pha hoặc độ lớn phổ của phổ khung thay thế.

Theo khía cạnh thứ hai, bộ giải mã được tạo cấu hình để thực hiện việc giấu khung audio bị mất, và bao gồm bộ điều khiển được tạo cấu hình để phát hiện về đặc tính của tín hiệu audio được nhận và được tái tạo từ trước, hoặc về đặc tính thống kê của các việc mất khung được quan sát, điều kiện nhờ đó việc thay thế khung bị mất khiến cho chất lượng bị làm giảm một cách tương đối. Trong trường hợp, điều kiện như vậy được phát hiện, bộ điều khiển được tạo cấu hình để biến đổi phương pháp giấu bằng cách điều chỉnh một cách chọn lựa pha hoặc độ lớn phổ của phổ khung thay thế.

Bộ giải mã có thể được thực hiện trong thiết bị, như ví dụ điện thoại di động chẳng hạn.

Theo khía cạnh thứ ba, bộ nhận bao gồm bộ giải mã theo khía cạnh thứ hai được mô tả ở trên.

Theo khía cạnh thứ tư, chương trình máy vi tính được xác định để giấu khung audio bị mất, và chương trình máy vi tính bao gồm các lệnh mà khi chạy bởi bộ xử lý khiến cho bộ xử lý giấu khung audio bị mất, theo khía cạnh thứ nhất được mô tả ở trên.

Theo khía cạnh thứ năm, sản phẩm chương trình máy vi tính bao gồm phương tiện đọc được bằng máy vi tính lưu trữ chương trình máy vi tính theo khía cạnh thứ tư được mô tả ở trên.

Ưu điểm của một phương án nhằm vào việc điều khiển các sự làm thích ứng, các phương pháp giấu việc mất khung cho phép giảm bớt tác động nghe thấy được của việc mất khung trong việc truyền các tín hiệu tiếng nói và audio được mã hóa thậm chí

còn vượt tiếp chất lượng đạt được bởi chỉ các phương pháp giấu được mô tả. Ưu điểm chung của các phương án là để tạo ra quá trình tiến triển trôi chảy và chân thực của tín hiệu được tái tạo ngay cả đối với các khung bị mất. Tác động nghe thấy được của các việc mất khung được làm giảm mạnh so với việc sử dụng các kỹ thuật theo tình trạng kỹ thuật đã biết.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn về các phương án để làm ví dụ theo sáng chế, hiện tại có thể tham chiếu đến phần mô tả sau liên quan đến các hình vẽ kèm theo trong đó:

Fig.1 thể hiện hàm cửa sổ hình chữ nhật.

Fig.2 thể hiện sự kết hợp của cửa sổ Hamming với cửa sổ hình chữ nhật.

Fig.3 thể hiện một ví dụ của phổ độ lớn của hàm cửa sổ.

Fig.4 minh họa phổ vạch của tín hiệu hình sin để làm ví dụ với tần số f_k .

Fig.5 thể hiện phổ của tín hiệu hình sin được tạo cửa sổ với tần số f_k .

Fig.6 minh họa các khúc tương ứng với độ lớn của các điểm lưới của DFT, dựa vào khung phân tích.

Fig.7 minh họa việc khớp của đường parabol qua các điểm lưới P1, P2 và P3 của DFT.

Fig.8 minh họa việc khớp của búp chính của phổ cửa sổ.

Fig.9 minh họa việc khớp của hàm xấp xỉ búp chính P qua các điểm lưới P1 và P2 của DFT.

Fig.10 là lưu đồ minh họa một phương pháp để làm ví dụ theo các phương án của sáng chế để điều khiển phương pháp giấu cho khung audio bị mất của tín hiệu audio nhận được.

Fig.11 là lưu đồ minh họa phương án để làm ví dụ khác theo các phương án của sáng chế để điều khiển phương pháp giấu cho khung audio bị mất của tín hiệu audio nhận được.

Fig.12 minh họa phương án để làm ví dụ khác theo sáng chế.

Fig.13 thể hiện một ví dụ của thiết bị theo một phương án của sáng chế.

Fig.14 thể hiện ví dụ khác của thiết bị theo một phương án của sáng chế.

Fig.15 thể hiện ví dụ khác của thiết bị theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sơ đồ điều khiển mới đối với các kỹ thuật giấu việc mất khung mới được mô tả bao gồm các bước sau như được thể hiện trên Fig.10. Cần phải lưu ý rằng phương pháp này có thể được thực hiện trong bộ điều khiển trong bộ giải mã.

1. Phát hiện các điều kiện về các đặc tính của tín hiệu audio được nhận và được tái tạo từ trước hoặc về các đặc tính thống kê của các việc mất khung được quan sát nhờ đó việc thay thế khung bị mất theo các phương pháp được mô tả khiến cho chất lượng bị làm giảm một cách tương đối, 101.
2. Trong trường hợp, điều kiện như vậy được phát hiện ở bước 1, biến đổi phần tử của các phương pháp theo đó phổ khung thay thế được tính toán theo $Z(m) = Y(m) \cdot e^{j\theta_k}$ bằng cách điều chỉnh một cách chọn lựa các pha hoặc các độ lớn phổ, 102.

Phân tích hình sin

Bước thứ nhất của kỹ thuật giấu việc mất khung nhờ đó kỹ thuật điều khiển mới có thể được áp dụng bao gồm công đoạn phân tích hình sin cục bộ của tín hiệu nhận được từ trước. Mục đích của công đoạn phân tích hình sin này là để tìm ra các tần số của các đường hình sin chính của tín hiệu đó, và giả thiết ưu tiên là tín hiệu này gồm có số lượng giới hạn các đường hình sin độc lập, nghĩa là tín hiệu này là tín hiệu đa sin thuộc loại sau:

$$s(n) = \sum_{k=1}^K a_k \cdot \cos(2\pi \frac{f_k}{f_s} \cdot n + \varphi_k).$$

Trong phương trình này, K là số lượng của các đường hình sin mà tín hiệu được giả sử bao gồm. Đối với mỗi trong số các đường hình sin với chỉ số $k = 1 \dots K$, a_k là biên độ, f_k là tần số, và φ_k là pha. Tần số mẫu được gọi là f_s và chỉ số thời gian của các mẫu tín hiệu rời rạc về thời gian $s(n)$ là n .

Điều quan trọng chính là cần tìm ra các tần số của các đường hình sin càng chính xác càng tốt. Trong khi tín hiệu hình sin lý tưởng sẽ có phổ vạch với các tần số tuyến tính f_k , tìm ra các trị số đúng của chúng về nguyên tắc sẽ yêu cầu thời gian đo vô hạn. Do đó, thực tế là khó để tìm ra các tần số này vì chúng có thể chỉ được ước tính dựa trên khoảng đo ngắn, mà tương ứng với khúc tín hiệu được sử dụng cho công đoạn phân tích hình sin được mô tả trong bản mô tả này; khúc tín hiệu này sau đây được gọi

là khung phân tích. Khó khăn khác là tín hiệu này về thực tế có thể là biến đổi tạm thời, nghĩa là các thông số của phương trình nêu trên biến đổi theo thời gian. Do đó, một mặt mong muốn sử dụng khung phân tích dài làm cho phép đo chính xác hơn; mặt khác khoảng đo ngắn sẽ là cần thiết để giải quyết tốt hơn với các sự biến đổi tín hiệu có thể. Giải pháp tốt là sử dụng độ dài khung phân tích theo thứ tự từ 20 miligiây đến 40 miligiây chẳng hạn.

Khả năng ưu tiên để nhận biết các tần số của các đường hình sin f_k là thực hiện việc phân tích miền tần số của khung phân tích. Về mặt này, khung phân tích được chuyển đổi thành miền tần số, nghĩa là thông qua DFT hoặc DCT hoặc các chuyển đổi miền tần số tương tự. Trong trường hợp, DFT của khung phân tích được sử dụng, phổ được ước tính bởi:

$$X(m) = DFT(w(n) \cdot x(n)) = \sum_{n=0}^{L-1} e^{-j\frac{2\pi}{L}mn} \cdot w(n) \cdot x(n).$$

Trong phương trình này $w(n)$ biểu thị hàm cửa sổ nhờ đó khung phân tích có độ dài L được tách và được đo. Các hàm cửa sổ thông thường ví dụ là các cửa sổ hình chữ nhật mà bằng 1 khi $n \in [0 \dots L-1]$ và nếu không thì bằng 0 như được thể hiện trên Fig.1. Giả sử rằng trong bản mô tả này các chỉ số thời gian của tín hiệu audio nhận được từ trước được đặt sao cho khung phân tích được tham chiếu bởi các chỉ số thời gian $n=0 \dots L-1$. Các hàm cửa sổ khác mà có thể thích hợp hơn cho việc phân tích phổ là, ví dụ, cửa sổ Hamming, cửa sổ Hanning, cửa sổ Kaiser hoặc cửa sổ Blackman. Hàm cửa sổ mà được tìm ra cần phải là hữu dụng cụ thể là sự kết hợp của cửa sổ Hamming với cửa sổ hình chữ nhật. Cửa sổ này có hình dáng cạnh nâng dần như nửa trái của cửa sổ Hamming có độ dài $L1$ và hình dáng cạnh hạ xuống như nửa phải của cửa sổ Hamming có độ dài $L1$ và giữa các cạnh nâng dần và hạ xuống này, cửa sổ bằng 1 đối với độ dài $L-L1$, như được thể hiện trên Fig.2.

Các đỉnh của phổ độ lớn của khung phân tích được tạo cửa sổ $|X(m)|$ cấu thành xấp xỉ của các tần số hình sin cần thiết f_k . Độ chính xác của xấp xỉ này tuy nhiên được giới hạn bởi khoảng không tần số của DFT. Với DFT với độ dài khối L , độ chính xác được giới hạn là $\frac{f_s}{2L}$.

Các kinh nghiệm cho thấy rằng độ chính xác này có thể quá thấp trong phạm vi của các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Độ chính xác được cải thiện có thể thu được dựa trên các kết quả của việc xem xét sau:

Phổ của khung phân tích được tạo cửa sổ được ước tính bởi việc cuộn phổ của hàm cửa sổ với phổ vạch của tín hiệu mô hình hình sin $S(\Omega)$, tiếp đó được làm mẫu ở các điểm lưới của DFT:

$$X(m) = \int_{2\pi} \delta(\Omega - m \cdot \frac{2\pi}{L}) \cdot (W(\Omega) * S(\Omega)) \cdot d\Omega.$$

Bằng cách sử dụng biểu thức phổ của tín hiệu mô hình hình sin, biểu thức này có thể được viết dưới dạng

$$X(m) = \frac{1}{2} \int_{2\pi} \delta(\Omega - m \cdot \frac{2\pi}{L}) \cdot \sum_{k=1}^K a_k \cdot \left((W(\Omega + 2\pi \frac{f_k}{f_s}) \cdot e^{-j\varphi_k} + W(\Omega - 2\pi \frac{f_k}{f_s}) \cdot e^{j\varphi_k}) \right) \cdot d\Omega.$$

Do đó, phổ làm mẫu được ước tính bởi

$$X(m) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K a_k \cdot \left((W(2\pi(\frac{m}{L} + \frac{f_k}{f_s})) \cdot e^{-j\varphi_k} + W(2\pi(\frac{m}{L} - \frac{f_k}{f_s})) \cdot e^{j\varphi_k}) \right),$$

với $m=0 \dots L-1$.

Dựa trên sự xem xét này có thể giả sử rằng các đỉnh được quan sát về phổ độ lớn của khung phân tích xuất phát từ tín hiệu hình sin được tạo cửa sổ với K đường hình sin mà các tần số hình sin đúng được tìm ra ở vùng xung quanh của các đỉnh.

Để m_k bằng trị số DFT (điểm lưới) của đỉnh thứ k được quan sát, sau đó tần số tương ứng là $\hat{f}_k = \frac{m_k}{L} \cdot f_s$ mà có thể được coi là xấp xỉ của tần số hình sin đúng f_k . Tần số hình sin đúng f_k có thể được giả sử nằm trong khoảng $\left[(m_k - \frac{1}{2}) \cdot \frac{f_s}{L}, (m_k + \frac{1}{2}) \cdot \frac{f_s}{L} \right]$.

Để rõ ràng, cần phải lưu ý rằng việc cuộn của phổ của hàm cửa sổ với phổ của phổ vạch của tín hiệu mô hình hình sin có thể được hiểu dưới dạng sự chồng của các phiên bản được dịch tần của phổ hàm cửa sổ, nhờ đó các tần số dịch là các tần số của các đường hình sin. Sự chồng này tiếp theo được làm mẫu ở các điểm lưới DFT. Các bước này được minh họa bởi các hình vẽ sau. Fig.3 thể hiện một ví dụ của phổ độ lớn của hàm cửa sổ. Fig.4 thể hiện phổ độ lớn (phổ vạch) của tín hiệu hình sin để làm ví dụ với đường hình sin độc lập của tần số. Fig.5 thể hiện phổ độ lớn của tín hiệu hình sin được tạo cửa sổ mà sao chép và chồng lên phổ cửa sổ được dịch tần ở các tần số

của đường hình sin. Các khúc trên Fig.6 tương ứng với độ lớn của các điểm lưới của DFT của đường hình sin được tạo cửa sổ mà thu được bằng cách tính toán DFT của khung phân tích. Cần phải lưu ý rằng tất cả phổ có tính chu kỳ với thông số tần số được bình thường hóa Ω , trong đó $\Omega = 2\pi$ mà tương ứng với tần số mẫu f_s .

Thảo luận trước đó và sự minh họa trên Fig.6 cho rằng xấp xỉ tốt hơn của các tần số hình sin đúng có thể chỉ được tìm ra qua việc làm tăng độ phân giải của việc tìm kiếm qua độ phân giải tần số của sự chuyển đổi miền tần số được sử dụng.

Một cách ưu tiên để tìm ra các xấp xỉ tốt hơn của các tần số f_k của các đường hình sin là áp dụng phép nội suy parabol. Một phương án như vậy là khớp các đường parabol qua các điểm lưới của phổ độ lớn DFT mà bao quanh các đỉnh và tính toán các tần số tương ứng phụ thuộc vào các điểm tối đa của đường parabol. Sự chọn lựa thích hợp cho bậc của các đường parabol là 2. Về chi tiết, quy trình sau có thể được áp dụng:

1. Nhận biết các đỉnh của DFT của khung phân tích được tạo cửa sổ. Việc tìm kiếm đỉnh sẽ đưa ra số lượng các đỉnh K và các chỉ số DFT tương ứng của các đỉnh. Việc tìm kiếm đỉnh thông thường có thể được thực hiện trên phổ độ lớn DFT hoặc phổ độ lớn DFT lôgarit.
2. Đối với mỗi đỉnh k (với $k = 1 \dots K$) với chỉ số DFT tương ứng m_k khớp đường parabol qua ba điểm $\{P1; P2; P3\} = \{(m_k - 1, \log(|X(m_k - 1)|)); (m_k, \log(|X(m_k)|)); (m_k + 1, \log(|X(m_k + 1)|))\}$. Việc này dẫn đến các hệ số parabol $b_k(0), b_k(1), b_k(2)$ của đường parabol được xác định bởi

$$p_k(q) = \sum_{i=0}^2 b_k(i) \cdot q^i.$$

Việc khớp của đường parabol này được minh họa trên Fig.7.

3. Đối với mỗi trong số K đường parabol tính toán chỉ số tần số được nội suy $\hat{m}_k$ tương ứng với trị số q nhờ đó đường parabol đạt trị số lớn nhất. Sử dụng $\hat{f}_k = \hat{m}_k \cdot f_s / L$ dưới dạng xấp xỉ đối với tần số hình sin f_k

Phương pháp được mô tả tạo ra các kết quả tốt nhưng có thể có một số giới hạn vì các đường parabol không xấp xỉ hình dạng của búp chính của phổ độ lớn $|W(\Omega)|$ của hàm cửa sổ. Sơ đồ thay thế làm việc này là việc ước lượng tần số được làm tăng bằng cách sử dụng xấp xỉ búp chính, được mô tả như sau. Ý tưởng chính của việc

thay thế này là để khớp hàm $P(q)$, mà xấp xỉ búp chính của $|W(\frac{2\pi}{L} \cdot q)|$, qua các điểm lưới của phổ độ lớn DFT mà bao quanh các đỉnh và để tính toán các tần số tương ứng phụ thuộc vào các cực đại của hàm. Hàm $P(q)$ có thể giống với phổ độ lớn được dịch tần $|W(\frac{2\pi}{L} \cdot (q - \hat{q}))|$ của hàm cửa sổ. Nhằm đơn giản hóa về số, tuy nhiên tốt hơn là nên ví dụ là đa thức mà cho phép tính toán không phức tạp trị số cực đại của hàm. Quy trình chi tiết sau có thể được áp dụng:

1. Nhận biết các đỉnh của DFT của khung phân tích được tạo cửa sổ. Việc tìm kiếm đỉnh sẽ đưa ra số lượng K đỉnh và các chỉ số DFT tương ứng với các đỉnh. Việc tìm kiếm đỉnh thông thường có thể được làm trên phổ độ lớn DFT hoặc phổ độ lớn DFT lôgarit.
2. Dẫn xuất hàm $P(q)$ mà xấp xỉ phổ độ lớn $|W(\frac{2\pi}{L} \cdot q)|$ của hàm cửa sổ hoặc của phổ độ lớn lôgarit $\log|W(\frac{2\pi}{L} \cdot q)|$ đối với khoảng đã cho (q_1, q_2) . Việc chọn lựa hàm xấp xỉ xấp xỉ búp chính phổ cửa sổ được minh họa trên Fig.8.
3. Đối với mỗi đỉnh k (với $k = 1 \dots K$) với chỉ số DFT tương ứng m_k khớp hàm dịch tần $P(q - \hat{q}_k)$ qua hai điểm lưới DFT mà bao quanh đỉnh đúng được mong chờ của phổ liên tục của tín hiệu hình sin được tạo cửa sổ. Do đó, nếu $|X(m_k - 1)|$ lớn hơn $|X(m_k + 1)|$ khớp $P(q - \hat{q}_k)$ qua các điểm $\{P_1; P_2\} = \{(m_k - 1, \log(|X(m_k - 1)|)); (m_k, \log(|X(m_k)|))\}$ và nếu không thì qua các điểm $\{P_1; P_2\} = \{(m_k, \log(|X(m_k)|)); (m_k + 1, \log(|X(m_k + 1)|))\}$. $P(q)$ có thể nhằm đơn giản hóa được chọn cần phải là đa thức bậc 2 hoặc bậc 4. Việc này khiến cho việc xấp xỉ ở bước 2, việc tính toán hồi quy tuyến tính đơn và việc tính toán của $\hat{q}_k$ không phức tạp. Khoảng (q_1, q_2) có thể được chọn cần phải cố định và giống nhau đối với tất cả các đỉnh, ví dụ $(q_1, q_2) = (-1, 1)$, hoặc có khả năng thích ứng được.

Theo phương án thích ứng được, khoảng có thể được chọn sao cho hàm $P(q - \hat{q}_k)$ khớp búp chính của phổ hàm cửa sổ trong phạm vi của các điểm lưới DFT tương ứng $\{P_1; P_2\}$. Quy trình khớp được xem trên Fig.9.

4. Đối với mỗi trong số K thông số dịch tần $\hat{q}_k$ nhờ đó phổ liên tục của tín hiệu hình sin được tạo của số được mong muốn có đỉnh của tín hiệu này tính toán theo $\hat{f}_k = \hat{q}_k \cdot f_s / L$ dưới dạng xấp xỉ đối với tần số hình sin f_k .

Có nhiều trường hợp mà tín hiệu được truyền là hài hòa nghĩa là tín hiệu này bao gồm các sóng hình sin, các tần số của các sóng này là đa nguyên trong số một số tần số cơ sở f_0 . Đây là trường hợp khi tín hiệu rất định kỳ như ví dụ đối với tiếng nói được tạo giọng hoặc các âm được duy trì liên tục của một số nhạc cụ. Điều này có nghĩa là các tần số thuộc mô hình hình sin theo các phương án không độc lập nhưng tốt hơn là có mối quan hệ hài hòa và xuất phát từ cùng tần số cơ sở. Tính đến đặc tính hài hòa này có thể vì vậy cải thiện việc phân tích các tần số hợp thành hình sin về thực chất.

Một khả năng nâng cao được phác thảo như sau:

1. Kiểm tra có phải tín hiệu là hài hòa hay không. Việc này có thể ví dụ được thực hiện bằng cách đánh giá tính chu kỳ của tín hiệu trước khi mất khung. Một phương pháp đơn giản là để thực hiện việc phân tích sự tương quan tuần tự của tín hiệu. Điểm tối đa của hàm tương quan tuần tự như vậy đối với một số độ trễ thời gian $\tau > 0$ có thể được sử dụng dưới dạng điểm chỉ báo. Nếu trị số của điểm tối đa này vượt quá ngưỡng đã cho, tín hiệu này có thể được coi là điều hòa. Độ trễ thời gian tương ứng τ tiếp theo tương ứng với khoảng tín hiệu mà có liên quan đến tần số cơ sở qua $f_0 = \frac{f_s}{\tau}$.

Nhiều phương pháp mã hóa tiếng dự đoán tuyến tính áp dụng việc dự đoán cao độ gọi là vòng hở hoặc vòng kín hoặc việc mã hóa CELP bằng cách sử dụng các sách mã thích ứng. Các thông số tích lũy cao độ và trễ cao độ được kết hợp nhận được bằng các phương pháp mã hóa như vậy cũng là các chỉ báo hữu ích nếu tín hiệu là hài hòa và, một cách tương ứng, đối với độ trễ thời gian.

Phương pháp tiếp theo để thu được f_0 được mô tả bên dưới.

2. Đối với mỗi chỉ số hài hòa j trong phạm vi số nguyên $1 \dots J_{max}$ kiểm tra có phải có đỉnh trong phổ độ lớn DFT (lôgarit) của khung phân tích ở vùng lân cận của tần số hài hòa $f_j = j \cdot f_0$. Vùng lân cận của f_j có thể được xác định dưới dạng phạm vi delta xung

quanh f_j trong đó delta tương ứng với độ phân giải tần số của DFT $\frac{f_s}{L}$, nghĩa là khoảng $\left[j \cdot f_0 - \frac{f_s}{2 \cdot L}, j \cdot f_0 + \frac{f_s}{2 \cdot L} \right]$.

Trong trường hợp đỉnh như vậy với tần số hình sin được ước lượng tương ứng $\hat{f}_k$ là hiện tại, thay thế $\hat{f}_k$ bởi $\hat{f}_k = j \cdot f_0$.

Đối với quy trình hai bước đã cho ở trên cũng có khả năng để thực hiện việc kiểm tra có phải tín hiệu là hài hòa và việc nhận được tần số cơ sở hoàn toàn và có khả năng trong kiểu lặp đi lặp lại mà không cần sử dụng các chỉ báo từ một số phương pháp riêng biệt. Một ví dụ đối với kỹ thuật như vậy được cho như sau:

Đối với mỗi $f_{0,p}$ ngoài tập trị số ứng cử $\{f_{0,1} \dots f_{0,P}\}$ áp dụng bước thủ tục 2, mặc dù không thay thế $\hat{f}_k$ nhưng với việc đếm bao nhiêu đỉnh DFT có mặt trong vùng lân cận xung quanh các tần số hài hòa, nghĩa là các bội số nguyên của $f_{0,p}$. Nhận biết tần số cơ sở $f_{0,pmax}$ nhờ đó số lượng lớn nhất của các đỉnh tại hoặc xung quanh các tần số hài hòa thu được. Nếu số lượng lớn nhất của các đỉnh này vượt quá ngưỡng đã cho, thì tín hiệu được giả sử là hài hòa. Trong trường hợp đó, $f_{0,pmax}$ có thể được giả sử là tần số cơ sở nhờ đó bước 2 tiếp theo được thực hiện dẫn tới các tần số hình sin được nâng cao $\hat{f}_k$. Tuy nhiên, phương án thay thế ưu tiên hơn thứ nhất là để tối ưu hóa tần số cơ sở f_0 dựa trên các tần số đỉnh $\hat{f}_k$ mà đã được tìm ra để trùng khớp với các tần số hài hòa. Giả sử tập M hài hòa, nghĩa là các bội số nguyên $\{n_1 \dots n_M\}$ của một số tần số cơ sở mà đã được tìm ra trùng khớp với một số tập đỉnh phổ M với các tần số $\hat{f}_{k(m)}$, $m = 1 \dots M$, tiếp theo tần số cơ sở (được tối ưu) cơ bản $f_{0,opt}$ có thể được tính toán để tối thiểu hóa sai số giữa các tần số hài hòa và các tần số đỉnh phổ. Nếu sai số cần phải được tối thiểu hóa là sai số bình phương trung bình $E_2 = \sum_{m=1}^M (n_m \cdot f_0 - \hat{f}_{k(m)})^2$, thì tần số

$$\text{cơ sở tối ưu được tính toán dưới dạng } f_{0,opt} = \frac{\sum_{m=1}^M n_m \cdot \hat{f}_{k(m)}}{\sum_{m=1}^M n_m^2}.$$

Tập ban đầu của các trị số ứng cử $\{f_{0,1} \dots f_{0,P}\}$ có thể thu được từ các tần số của các đỉnh DFT hoặc các tần số hình sin được ước lượng $\hat{f}_k$.

Khả năng tiếp theo để cải thiện độ chính xác của các tần số hình sin được ước lượng $\hat{f}_k$ là xem xét quá trình tiến triển theo thời gian của chúng. Đối với khía cạnh này, các ước lượng của các tần số hình sin từ nhiều trong số các khung phân tích có thể được kết hợp ví dụ thông qua việc tính trung bình hoặc việc dự đoán. Trước khi tính trung bình hoặc dự đoán, việc theo dõi đỉnh có thể được áp dụng mà kết nối các đỉnh phổ được ước lượng với các hình sin cơ bản giống nhau tương ứng.

Áp dụng mô hình hình sin

Các ứng dụng mô hình hình sin để thực hiện thao tác giấu việc mất khung được mô tả trong bản mô tả này có thể được mô tả như sau.

Giả sử rằng khúc tín hiệu được mã hóa đã cho có thể không được tái tạo bởi bộ giải mã vì thông tin được mã hóa tương ứng không khả dụng. Hơn nữa, giả sử rằng phân tín hiệu trước khúc này là khả dụng. Để $y(n)$ với $n = 0 \dots N-1$ là khúc không khả dụng nhờ đó khung thay thế $z(n)$ phải được tạo ra và $y(n)$ với $n < 0$ là tín hiệu được giải mã từ trước khả dụng. Tiếp theo, trong bước thứ nhất, khung nguyên mẫu của tín hiệu khả dụng có độ dài L và chỉ số bắt đầu n_{-1} được tách ra với hàm cửa sổ $w(n)$ và được chuyển đổi trong miền tần số, ví dụ thông qua DFT:

$$Y_{-1}(m) = \sum_{n=0}^{L-1} y(n - n_{-1}) \cdot w(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{L}nm}$$

Hàm cửa sổ có thể là một trong số các hàm cửa sổ được mô tả ở trên trong phép phân tích hình sin. Tốt hơn là, để tiết kiệm độ phức tạp về số, khung được chuyển đổi miền tần số nên giống với khung được sử dụng trong quá trình phân tích hình sin.

Trong bước tiếp theo, giả sử mô hình hình sin được áp dụng. Theo đó, DFT của khung nguyên mẫu có thể được viết dưới dạng:

$$Y_{-1}(m) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K a_k \cdot \left(W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} + \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{-j\varphi_k} + W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} - \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{j\varphi_k} \right) .$$

Bước tiếp theo là để nhận ra rằng phổ của hàm cửa sổ được sử dụng chỉ có sự đóng góp đáng kể trong phạm vi tần số gần không. Như được minh họa trên Fig.3, phổ độ lớn của hàm cửa sổ là lớn đối với các tần số gần không và nhỏ trong các trường hợp còn lại (trong phạm vi tần số được bình thường hóa từ $-\pi$ đến π , tương ứng với một nửa

tần số mẫu). Do đó, dưới dạng một đại lượng xấp xỉ, giả sử rằng phổ cửa sổ $W(m)$ không phải bằng không chỉ đối với khoảng $M = [-m_{min}, m_{max}]$, với m_{min} và m_{max} là các số dương nhỏ. Cụ thể là, đại lượng xấp xỉ của phổ hàm cửa sổ được sử dụng sao cho đối với mỗi k , các đóng góp của các phổ cửa sổ được dịch chuyển trong biểu thức trên hoàn toàn không bị chồng lấp. Do đó, trong biểu thức trên đối với mỗi chỉ số tần số, luôn chỉ có ở mức tối đa sự đóng góp từ một số hạng, nghĩa là từ một phổ cửa sổ được dịch chuyển. Điều này có nghĩa là biểu thức ở trên làm giảm thành biểu thức xấp xỉ sau:

$$\tilde{Y}_{-1}(m) = \frac{x_k}{2} \cdot W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} - \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{j\varphi_k} \text{ đối với } m \text{ không âm } \in M_k \text{ và đối với mỗi } k.$$

Trong bản mô tả này, M_k chỉ báo khoảng nguyên

$M_k = [\text{round}\left(\frac{f_k}{f_s} \cdot L\right) - m_{min,k}, \text{round}\left(\frac{f_k}{f_s} \cdot L\right) + m_{max,k}]$, trong đó $m_{min,k}$ và $m_{max,k}$ hoàn thành ràng buộc được giải thích ở trên sao cho các khoảng không chồng lấp. Sự chọn lựa thích hợp đối với $m_{min,k}$ và $m_{max,k}$ là để thiết lập chúng đến trị số nguyên nhỏ δ , ví dụ $\delta = 3$. Tuy nhiên, nếu các chỉ số DFT đề cập đến hai tần số hình sin bên cạnh f_k và

f_{k+1} nhỏ hơn 2δ , thì δ được thiết lập thành $\text{floor}\left(\frac{\text{round}\left(\frac{f_{k+1}}{f_s} \cdot L\right) - \text{round}\left(\frac{f_k}{f_s} \cdot L\right)}{2}\right)$ sao cho nó được

đảm bảo rằng các khoảng không chồng lấp. Đây (floor) hàm $(\cdot)$ là số nguyên gần nhất đối với hàm argument mà nhỏ hơn hoặc bằng với nó. Round là làm tròn.

Bước tiếp theo theo phương án này là áp dụng mô hình hình sin theo biểu thức ở trên và làm tiến triển K đường hình sin của nó đúng thời hạn. Giả định rằng các chỉ số thời gian của khúc được xóa bỏ so với các chỉ số thời gian của khung nguyên mẫu khác bởi n_{-1} mẫu có nghĩa là các pha của các đường hình sin thúc đẩy bởi

$$\theta_k = 2\pi \cdot \frac{f_k}{f_s} n_{-1}.$$

Do đó, phổ DFT của mô hình hình sin được làm tiến triển được cho bởi:

$$Y_0(m) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K a_k \cdot \left(W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} + \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{-j(\varphi_k + \theta_k)} + W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} - \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{j(\varphi_k + \theta_k)} \right).$$

Một lần nữa, áp dụng đại lượng xấp xỉ theo đó các phổ hàm cửa sổ được dịch chuyển không chồng lấp là:

$$\tilde{Y}_0(m) = \frac{a_k}{2} \cdot W\left(2\pi\left(\frac{m}{L} - \frac{f_k}{f_s}\right)\right) \cdot e^{j(\varphi_k + \theta_k)} \text{ đối với } m \text{ không âm} \in M_k \text{ và đối với mỗi } k.$$

So sánh DFT của khung nguyên mẫu $Y_{-1}(m)$ với DFT của mô hình hình sin được làm tiến triển $Y_0(m)$ bằng cách sử dụng đại lượng xấp xỉ, nhận ra rằng phổ độ lớn vẫn không biến đổi trong khi pha được dịch chuyển bởi $\theta_k = 2\pi \cdot \frac{f_k}{f_s} n_{-1}$, đối với mỗi $m \in M_k$. Do đó, các hệ số phổ tần số của khung nguyên mẫu trong vùng lân cận của mỗi hình sin được biến đổi tỷ lệ với tần số hình sin f_k và độ chênh thời gian giữa khung audio bị mất và khung nguyên mẫu n_{-1} .

Do đó, theo phương án, khung thay thế có thể được tính toán bởi biểu thức sau:

$$z(n) = IDTF\{Z(m)\} \text{ với } Z(m) = Y(m) \cdot e^{j\theta_k} \text{ đối với } m \text{ không âm} \in M_k \text{ và đối với mỗi } k.$$

Phương án cụ thể nhằm vào sự ngẫu nhiên hóa về pha đối với các chỉ số DFT không phụ thuộc vào khoảng bất kỳ M_k . Như được mô tả ở trên, các khoảng M_k , $k = 1 \dots K$ phải được thiết lập sao cho chúng hoàn toàn không chồng lấp mà được thực hiện bằng cách sử dụng một số thông số δ mà điều khiển kích thước của các khoảng. Có thể xảy ra rằng δ là nhỏ so với khoảng cách tần số của hai hình sin lân cận. Do vậy, trong trường hợp đó xảy ra việc có khoảng trống giữa hai khoảng. Vì vậy, đối với các chỉ số DFT tương ứng m không có sự chuyển dịch pha theo biểu thức ở trên $Z(m) = Y(m) \cdot e^{j\theta_k}$ được xác định. Sự chọn lựa thích hợp theo phương án này là để sắp xếp ngẫu nhiên pha đối với các chỉ số này, dẫn đến $Z(m) = Y(m) \cdot e^{j2\pi \text{rand}(\cdot)}$, trong đó hàm $\text{rand}(\cdot)$ trở lại thành một số số ngẫu nhiên.

Đã nhận ra lợi ích đối với chất lượng của các tín hiệu được tái tạo để tối ưu hóa kích thước của các khoảng M_k . Cụ thể là, các khoảng này nên được làm lớn hơn nếu tín hiệu rất có âm, nghĩa là khi nó có các đỉnh phổ rõ ràng và phân biệt. Đây là trường hợp chẳng hạn khi tín hiệu là hài hòa với tính chu kỳ rõ ràng. Trong các trường hợp khác, nơi mà tín hiệu có kết cấu phổ ít rõ ràng hơn với các đại lượng tối đa của phổ rộng hơn, đã nhận ra rằng bằng cách sử dụng các khoảng nhỏ dẫn đến chất lượng tốt hơn. Việc nhận ra này dẫn tới sự cải thiện tiếp theo theo đó kích thước bên trong được làm thích ứng theo các đặc tính của tín hiệu. Một cách nhận ra là sử dụng bộ phát hiện âm điệu hoặc tính chu kỳ. Nếu bộ phát hiện này nhận ra tín hiệu là có âm, thông

số δ điều khiển kích thước bên trong được thiết lập đến trị số tương đối lớn. Nếu không thì, thông số δ được thiết lập đến các trị số nhỏ hơn tương đối.

Dựa trên phần mô tả nêu trên, các phương pháp giấu việc mất khung audio bao gồm các bước sau:

1. Phân tích khúc tín hiệu khả dụng, được tổng hợp từ trước để thu được các tần số hình sin cấu thành f_k theo mô hình hình sin, một cách tùy ý bằng cách sử dụng việc ước lượng tần số được làm tăng.
2. Chia tách khung nguyên mẫu y_{-1} từ tín hiệu khả dụng được tổng hợp từ trước và tính toán DFT của khung đó.
3. Tính toán độ dịch pha θ_k đối với mỗi đường hình sin k đáp lại tần số hình sin f_k và quá trình tiến triển về thời gian $n-1$ giữa khung nguyên mẫu và khung thay thế. Một cách tùy ý, trong bước này, kích thước của khoảng M có thể được làm thích ứng đáp lại âm điệu của tín hiệu audio.
4. Đối với mỗi đường hình sin k thúc đẩy pha của khung nguyên mẫu DFT với θ_k một cách chọn lựa đối với các chỉ số DFT liên quan đến vùng lân cận xung quanh tần số hình sin f_k .
5. Tính toán DFT ngược của phổ thu được ở bước 4.

Việc phân tích và phát hiện tín hiệu và đặc tính mất khung

Các phương pháp được mô tả ở trên dựa trên giả sử rằng các đặc tính của tín hiệu audio không thay đổi một cách đáng kể trong suốt khoảng thời gian ngắn từ khung tín hiệu được nhận và được tái tạo từ trước và khung bị mất. Trong trường hợp đó, đây là sự chọn lựa rất tốt để duy trì phổ độ lớn của khung được tái tạo từ trước và để làm tiến triển các pha của các bộ phận chính hình sin được phát hiện trong tín hiệu được tái cấu trúc từ trước. Tuy nhiên, có các trường hợp mà sự giả sử này là sai mà chẳng hạn là các sự chuyển tiếp với các sự thay đổi năng lượng đột ngột và các sự thay đổi phổ đột ngột.

Phương án thứ nhất của bộ phát hiện sự chuyển tiếp theo sáng chế có thể vì vậy dựa trên các thay đổi năng lượng trong tín hiệu được tái tạo từ trước. Phương pháp này, được minh họa trên Fig.11, tính toán năng lượng ở phần trái và phần phải của một số khung phân tích 113. Khung phân tích có thể là giống với khung được sử dụng cho phép phân tích hình sin được mô tả ở trên. Phần (cả trái hoặc phải) của khung phân

tích có thể là nửa trước hoặc là nửa sau một cách tương ứng của khung phân tích hoặc ví dụ một phần tư trước hoặc một phần tư sau một cách tương ứng của khung phân tích, 110. Việc tính toán năng lượng tương ứng được thực hiện bằng cách cộng lại các hình vuông của các mẫu trong các khung cụ bộ này:

$$E_{left} = \sum_{n=0}^{N_{part}-1} y^2(n - n_{left}), \text{ and } E_{right} = \sum_{n=0}^{N_{part}-1} y^2(n - n_{right}).$$

Trong đó, $y(n)$ biểu thị khung phân tích, n_{left} và n_{right} biểu thị các chỉ số khởi đầu tương ứng của các khung cục bộ mà cả hai có kích thước N_{part} .

Hiện tại, các năng lượng khung cục bộ bên trái hoặc bên phải được sử dụng cho việc phát hiện tính gián đoạn của tín hiệu. Việc này được thực hiện bằng cách tính toán tỷ lệ

$$R_{l/r} = \frac{E_{left}}{E_{right}}.$$

Tính gián đoạn với việc làm giảm năng lượng đột ngột (sự đền bù) có thể được phát hiện nếu tỷ lệ $R_{l/r}$ vượt quá một số ngưỡng (ví dụ 10), 115. Một cách tương tự, tính gián đoạn với việc làm tăng năng lượng đột ngột (sự kích hoạt) có thể được phát hiện nếu tỷ lệ $R_{l/r}$ dưới một số ngưỡng khác (ví dụ 0,1), 117.

Trong ngữ cảnh các phương pháp giấu được mô tả ở trên, đã nhận ra rằng tỷ lệ năng lượng được xác định ở trên có thể trong nhiều trường hợp là chỉ báo rất không nhạy cảm. Cụ thể là, ở các tín hiệu thực và đặc biệt là âm nhạc, có các trường hợp mà âm ở một số tần số nổi lên một cách đột ngột trong khi một số âm khác ở một số tần số khác dừng một cách đột ngột. Phân tích khung tín hiệu như vậy với tỷ lệ năng lượng được xác định ở trên trong trường hợp bất kỳ sẽ dẫn đến kết quả phát hiện sai đối với ít nhất một trong số các âm vì bộ phát hiện này là không nhạy cảm đối với các tần số khác nhau.

Giải pháp đối với vấn đề này được mô tả trong phương án sau. Việc phát hiện sự chuyển tiếp hiện tại được thực hiện trong mặt phẳng tần số thời gian. Khung phân tích lại được tách thành khung phần trái và khung phần phải, 110. Mặc dù hiện nay, hai khung cục bộ này (sau khi tạo cửa sổ thích hợp với ví dụ cửa sổ Hamming, 111) được chuyển đổi trong miền tần số, ví dụ thông qua DFT N_{part} điểm, 112.

$$Y_{left}(m) = DFT\{y(n - n_{left})\}_{N_{part}} \text{ và}$$

$$Y_{right}(m) = DFT\{y(n - n_{right})\}_{N_{part}}, \text{ với } m = 0 \dots N_{part} - 1.$$

Hiện tại, việc phát hiện sự chuyển tiếp có thể được thực hiện với tần số một cách chọn lựa đối với mỗi ngăn DFT với chỉ số m . Bằng cách sử dụng các năng lượng của các phổ độ lớn của khung phần trái và phần phải, đối với mỗi chỉ số m DFT, tỷ lệ năng lượng tương ứng có thể được tính toán [13] là

$$R_{l/r}(m) = \frac{|Y_{left}(m)|^2}{|Y_{right}(m)|^2}.$$

Các kinh nghiệm cho thấy rằng việc phát hiện sự chuyển tiếp chọn lựa tần số với độ phân giải ngăn DFT tương đối không chính xác do các dao động thống kê (các sai số ước lượng). Đã nhận ra rằng chất lượng của thao tác được nâng cao hơn khi khiến việc phát hiện sự chuyển tiếp chọn lựa tần số trên cơ sở các dải tần. Để $I_k = [m_{k-1} + 1, \dots, m_k]$ chỉ rõ khoảng thứ k^{th} , $k = 1 \dots K$, phủ các ngăn DFT từ $m_{k-1} + 1$ đến m_k , sau đó các khoảng này xác định K dải tần. Việc phát hiện sự chuyển tiếp chọn lựa nhóm tần số hiện tại có thể dựa trên tỷ lệ thông thạo dải giữa các năng lượng dải tương ứng của khung phần trái và khung phần phải:

$$R_{l/r,band}(k) = \frac{\sum_{m \in I_k} |Y_{left}(m)|^2}{\sum_{m \in I_k} |Y_{right}(m)|^2}.$$

Cần phải lưu ý rằng khoảng $I_k = [m_{k-1} + 1, \dots, m_k]$ tương ứng với dải tần

$$B_k = [\frac{m_{k-1}+1}{N_{part}} \cdot f_s, \dots, \frac{m_k}{N_{part}} \cdot f_s], \text{ trong đó } f_s \text{ chỉ báo tần số mẫu audio.}$$

Biên dải tần thấp hơn thấp nhất m_0 có thể được thiết lập là 0 nhưng cũng có thể được thiết lập là chỉ số DFT tương ứng với tần số lớn hơn để giảm bớt các sai số ước lượng mà tăng trưởng với các tần số thấp hơn. Biên dải tần cao hơn cao nhất m_K có thể được thiết lập thành $\frac{N_{part}}{2}$ nhưng tốt hơn là được chọn lựa để tương ứng với một số tần số thấp hơn trong đó sự chuyển tiếp vẫn có hiệu quả nghe thấy được đáng kể.

Sự chọn lựa thích hợp đối với các kích thước hoặc độ rộng dải tần này hoặc khiến chúng có kích thước bằng với ví dụ độ rộng của một vài 100 Hz. Cách ưu tiên

khác là khiến các độ rộng dải tần theo sau kích thước của các dải tới hạn của thính giác con người, nghĩa là liên quan chúng với độ phân giải tần số của hệ thống thính giác. Việc này nghĩa là một cách xấp xỉ khiến các độ rộng dải tần bằng nhau đối với các tần số lên đến 1kHz và để làm tăng chúng theo hàm mũ trên 1 kHz. Việc làm tăng theo hàm mũ có nghĩa là chẳng hạn để gấp đôi độ rộng dải tần khi gia tăng chỉ số dải k .

Như được mô tả theo phương án thứ nhất của bộ phát hiện sự chuyển tiếp mà đã dựa trên tỷ lệ năng lượng của hai khung cục bộ, tỷ lệ bất kỳ trong số các tỷ lệ liên quan tới các năng lượng dải hoặc các năng lượng ngăn DFT của hai khung cục bộ được so sánh với các ngưỡng nhất định. Ngưỡng trên tương ứng cho việc phát hiện sự đền bù 115 (tần số chọn lựa) và ngưỡng thấp hơn tương ứng cho việc phát hiện sự kích hoạt 117 (tần số chọn lựa) được sử dụng.

Chỉ báo sự phụ thuộc tín hiệu audio tiếp đó mà thích hợp cho việc làm thích ứng của phương pháp giấu việc mất khung có thể dựa trên các thông số bộ lập giải mã được truyền đến bộ giải mã. Chẳng hạn, bộ lập giải mã có thể là bộ lập giải mã đa chế độ như ITU-T G.718. Bộ lập giải mã như vậy có thể sử dụng các chế độ của bộ lập giải mã cụ thể đối với các loại tín hiệu khác nhau và việc thay đổi của chế độ của bộ lập giải mã trong khung ngay trước việc mất khung có thể được coi là một chỉ báo cho sự chuyển tiếp.

Chỉ báo hữu dụng khác đối với việc làm thích ứng của việc giấu mất khung là thông số của bộ lập giải mã liên quan đến đặc tính giọng nói và tín hiệu được truyền. Giọng nói liên quan đến tiếng nói theo chu kỳ cao mà được tạo ra thông qua việc kích thích thanh môn theo chu kỳ của miền phát âm của con người.

Chỉ báo ưu tiên tiếp theo cho dù nội dung tín hiệu được ước lượng phải là âm nhạc hoặc tiếng nói. Chỉ báo như vậy có thể thu được từ bộ phân loại tín hiệu mà có thể thường là phần của bộ lập giải mã. Trong trường hợp bộ lập giải mã thực hiện việc phân loại như vậy và khiến quyết định phân loại tương ứng khả dụng dưới dạng thông số mã hóa cho bộ giải mã, thông số này tốt hơn là được sử dụng dưới dạng chỉ báo nội dung tín hiệu cần phải được sử dụng để làm thích ứng với phương pháp giấu việc mất khung.

Chỉ báo khác tốt hơn là được sử dụng cho việc làm thích ứng của các phương pháp giấu việc mất khung là tính truyền loại của các việc mất khung. Tính truyền loại

của các việc mất khung có nghĩa là xuất hiện một số việc mất khung trong hàng, khiến cho khó cho phương pháp giấu việc mất khung sử dụng các phần tín hiệu hợp lệ được giải mã gần đây cho việc thao tác. Chỉ báo theo tình trạng kỹ thuật là số lượng n_{burst} của các việc mất khung được quan sát trong hàng. Bộ đếm này được làm tăng lên một nhờ vào mỗi việc mất khung và tái thiết lập thành không nhờ vào việc nhận khung hợp lệ. Chỉ báo này cũng được sử dụng trong ngữ cảnh của các phương án để làm ví dụ hiện thời của sáng chế.

Việc làm thích ứng phương pháp giấu việc mất khung

Trong trường hợp, các bước thực hiện ở trên chỉ ra điều kiện đề xuất việc làm thích ứng của thao tác giấu việc mất khung, việc tính toán phổ của khung thay thế được biến đổi.

Trong khi việc tính toán ban đầu của phổ khung thay thế được thực hiện theo biểu thức $Z(m) = Y(m) \cdot e^{j\theta_k}$, hiện tại việc làm thích ứng được giới thiệu việc biến đổi về cả độ lớn và pha. Độ lớn được biến đổi thông qua việc chia tỷ lệ với hai hệ số $\alpha(m)$ và $\beta(m)$ và pha được biến đổi với bộ phận pha thêm vào $\vartheta(m)$. Việc này dẫn đến việc tính toán được biến đổi sau của khung thay thế:

$$Z(m) = \alpha(m) \cdot \beta(m) \cdot Y(m) \cdot e^{j(\theta_k + \vartheta(m))}.$$

Cần phải lưu ý rằng các phương pháp giấu việc mất khung ban đầu (không được làm thích ứng) được áp dụng nếu $\alpha(m) = 1$, $\beta(m) = 1$, và $\vartheta(m) = 0$. Các trị số tương ứng này do đó là mặc định.

Mục đích chung với việc giới thiệu các sự làm thích ứng độ lớn là để tránh các thành phần lạ nghe thấy được của phương pháp giấu việc mất khung. Các thành phần lạ như vậy có thể là các âm thanh thuộc nhạc hoặc thuộc âm hoặc các âm thanh lạ nảy sinh từ các việc lặp lại của các âm thanh chuyển tiếp. Các thành phần lạ như vậy sẽ theo thứ tự dẫn đến các việc làm giảm chất lượng, việc tránh các thành phần lạ này là mục đích của các việc làm thích ứng được mô tả. Cách thích hợp đối với các việc làm thích ứng như vậy là để biến đổi phổ độ lớn của khung thay thế đến độ thích hợp.

Fig.12 minh họa một phương án của sự biến đổi phương pháp giấu. Việc làm thích ứng độ lớn, 123, tốt hơn là được thực hiện nếu bộ đếm sự mất nhóm n_{burst} vượt quá một số ngưỡng thr_{burst} , ví dụ $thr_{burst} = 3$, 121. Trong trường hợp đó, trị số nhỏ hơn 1 được sử dụng cho hệ số suy giảm, ví dụ $\alpha(m) = 0,1$.

Tuy nhiên, đã nhận ra rằng có ưu điểm khi thực hiện sự suy giảm với độ tăng lên một cách dần dần. Một phương án ưu tiên mà thực hiện việc này là xác định thông số lôgarit chỉ ra việc tăng lên lôgarit trong việc suy giảm mỗi khung, att_per_frame . Tiếp theo, trong trường hợp bộ đếm nhóm vượt quá ngưỡng, hệ số suy giảm tăng lên dần dần được tính toán theo

$$\alpha(m) = 10^{c \cdot att_per_frame \cdot (nburst - rhrburst)}.$$

Ở đây, hằng số c chỉ là hằng số chia tỷ lệ cho phép xác định thông số att_per_frame chẳng hạn về các đề xi ben (dB).

Sự làm thích ứng ưu tiên tiếp theo được thực hiện đáp lại chỉ báo dù tín hiệu được ước lượng là âm nhạc hoặc tiếng nói. Đối với nội dung âm nhạc so với nội dung tiếng nói, ưu tiên làm tăng ngưỡng thr_{burst} và làm giảm sự suy giảm mỗi khung. Việc này tương đương với việc thực hiện sự làm thích ứng của phương pháp giấu việc mất khung với độ thấp hơn. Nền tảng của kiểu làm thích ứng này là âm nhạc nói chung là ít nhạy cảm đối với các nhóm mất dài hơn hơn tiếng nói. Do đó, phương pháp giấu việc mất khung gốc, nghĩa là không bị biến đổi vẫn ưu tiên hơn đối với trường hợp này, ít nhất đối với số lượng lớn các việc mất khung trong hàng.

Việc làm thích ứng tiếp theo của phương pháp giấu đối với hệ số suy giảm độ lớn tốt hơn là được thực hiện trong trường hợp sự chuyển tiếp đã được phát hiện dựa trên chỉ báo $R_{l/r, band}(k)$ hoặc phương án khác là $R_{l/r}(m)$ hoặc $R_{l/r}$ đã vượt qua ngưỡng, 122. Trong trường hợp đó, hành động làm thích ứng thích hợp, 125, là để biến đổi hệ số suy giảm độ lớn thứ hai $\beta(m)$ sao cho tổng suy giảm được điều khiển bởi sản phẩm của hai hệ số $\alpha(m) \cdot \beta(m)$.

$\beta(m)$ được thiết lập đáp lại sự chuyển tiếp được chỉ ra. Trong trường hợp sự đền bù được phát hiện, hệ số $\beta(m)$ tốt hơn là được chọn lựa để phản ánh việc làm giảm năng lượng của sự kích hoạt. Sự chọn lựa thích hợp là thiết lập $\beta(m)$ cho thay đổi tích lũy được phát hiện:

$$\beta(m) = \sqrt{R_{l/r, band}(k)}, \text{ đối với } m \in I_k, k = 1 \dots K.$$

Trong trường hợp việc kích hoạt được phát hiện, tốt hơn là nhận ra ưu điểm để hạn chế việc làm tăng năng lượng trong khung thay thế. Trong trường hợp đó, hệ số có

thể được thiết lập đến một số trị số cố định ví dụ 1, có nghĩa là không có sự suy giảm nhưng cũng không có sự khuếch đại bất kỳ.

Trong phần trên, cần phải lưu ý rằng hệ số suy giảm độ lớn tốt hơn là được áp dụng tần số một cách chọn lựa, nghĩa là với các hệ số được tính toán một cách độc lập đối với mỗi dải tần. Trong trường hợp, phương án dải không được sử dụng, các hệ số suy giảm độ lớn tương ứng vẫn có thể thu được theo cách tương tự. $\beta(m)$ tiếp đó có thể được thiết lập một cách độc lập đối với mỗi ngăn DFT trong trường hợp việc phát hiện sự chuyển tiếp chọn lựa tần số được sử dụng trên mức ngăn DFT. Hoặc, trong trường hợp không có sự chỉ báo sự chuyển tiếp chọn lựa tần số được sử dụng ở tất cả $\beta(m)$ có thể là giống nhau một cách tổng thể đối với tất cả m .

Việc làm thích ứng ưu tiên tiếp theo của hệ số suy giảm độ lớn được thực hiện chung với sự biến đổi pha thông qua hệ số cấu thành pha bổ sung $\vartheta(m)$ 127. Trong trường hợp đối với m đã cho, sự biến đổi pha như vậy được sử dụng, hệ số suy giảm $\beta(m)$ được làm giảm thậm chí hơn nữa. Tốt hơn là, ngay cả độ biến đổi pha được tính đến. Nếu sự biến đổi pha chỉ là vừa phải, $\beta(m)$ chỉ được thu nhỏ một cách không đáng kể, trong khi nếu sự biến đổi pha là mạnh, $\beta(m)$ được thu nhỏ đến độ lớn hơn.

Mục đích chung của việc đưa vào các sự thích ứng pha là để tránh âm điệu hoặc tính chu kỳ của tín hiệu quá mạnh trong các khung thay thế được tạo ra, mà theo thứ tự sẽ dẫn đến các sự giảm sút chất lượng. Cách thích hợp cho các sự làm thích ứng như vậy là để sắp xếp ngẫu nhiên hoặc hòa trộn pha đến độ thích hợp.

Sự hòa trộn pha như vậy được thực hiện nếu hệ số cấu thành pha bổ sung $\vartheta(m)$ được thiết lập đến trị số ngẫu nhiên được đo bởi một số hệ số điều khiển: $\vartheta(m) = a(m) \cdot \text{rand}(\cdot)$.

Trị số ngẫu nhiên thu được bởi hàm $\text{rand}(\cdot)$ chẳng hạn được tạo ra bởi một số bộ tạo số ngẫu nhiên giả tạo. Trong bản mô tả này giả sử rằng đề xuất số ngẫu nhiên trong khoảng $[0, 2\pi]$.

Hệ số tỷ lệ $a(m)$ trong đẳng thức ở trên điều khiển độ nhờ đó pha gốc θ_k bị hòa trộn. Các phương án sau tập trung vào việc làm thích ứng pha thông qua việc điều khiển hệ số tỷ lệ này. Việc điều khiển hệ số tỷ lệ được thực hiện theo cách tương tự như việc điều khiển các hệ số biến đổi độ lớn được mô tả ở trên.

Theo phương án thứ nhất, hệ số tỷ lệ $a(m)$ được làm thích ứng đáp lại bộ đếm sự mất nhóm. Nếu bộ đếm sự mất nhóm n_{burst} vượt quá một số ngưỡng thr_{burst} , ví dụ $thr_{burst} = 3$, trị số lớn hơn 0 được sử dụng, ví dụ $a(m) = 0,2$.

Tuy nhiên đã nhận ra rằng có lợi khi thực hiện sự hòa trộn với độ tăng lên một cách dần dần. Một phương án ưu tiên mà thực hiện việc này là xác định thông số chỉ ra độ tăng trong sự hòa trộn mỗi khung, $dith_increase_per_frame$. Tiếp theo, trong trường hợp bộ đếm chùng vượt quá ngưỡng, hệ số điều khiển sự hòa trộn tăng lên một cách dần dần được tính toán theo phương trình

$$a(m) = dith_increase_per_frame \cdot (n_{burst} - thr_{burst}).$$

Cần phải lưu ý trong công thức trên là $a(m)$ phải được giới hạn đến trị số lớn nhất là 1 nhờ đó đạt được sự hòa trộn pha hoàn toàn.

Cần phải lưu ý rằng trị số ngưỡng mất nhóm thr_{burst} được sử dụng để khởi đầu sự hòa trộn pha có thể là ngưỡng giống với ngưỡng được sử dụng cho sự suy giảm độ lớn. Tuy nhiên, chất lượng tốt hơn có thể thu được bằng cách thiết lập các ngưỡng này đến các trị số tối ưu một cách độc lập, mà nói chung có nghĩa là các ngưỡng này có thể khác nhau.

Sự làm thích ứng ưu tiên tiếp nữa được thực hiện đáp lại chỉ báo dù tín hiệu được ước lượng là âm nhạc hoặc tiếng nói. Đối với nội dung âm nhạc so với nội dung tiếng nói, ưu tiên làm tăng ngưỡng thr_{burst} nghĩa là sự hòa trộn pha đối với âm nhạc khi so sánh với tiếng nói được thực hiện chỉ trong trường hợp các khung bị mất nhiều hơn trong hàng. Việc này tương đương với việc thực hiện sự làm thích ứng của phương pháp giấu việc mất khung đối với âm nhạc với độ thấp hơn. Nền tảng của kiểu làm thích ứng này là âm nhạc nói chung ít nhạy cảm hơn đối với các chùng mất dài hơn tiếng nói. Do đó, phương pháp giấu việc mất khung gốc, nghĩa là không bị biến đổi vẫn là ưu tiên đối với trường hợp này, ít nhất đối với số lượng lớn hơn của các việc mất khung trong hàng.

Phương án ưu tiên tiếp nữa là làm thích ứng sự hòa trộn pha đáp lại sự chuyển tiếp được phát hiện. Trong trường hợp đó, độ hòa trộn pha mạnh hơn có thể được sử dụng cho các ngăn DFT m nhờ đó sự chuyển tiếp được chỉ ra cả đối với ngăn đó, các ngăn DFT của dải tần tương ứng hoặc của toàn bộ khung.

Phần các sơ đồ được mô tả tập trung vào sự tối ưu hóa của phương pháp giấu việc mất khung đối với các tín hiệu hài hòa và cụ thể là đối với tiếng nói được tạo giọng.

Trong trường hợp các phương pháp sử dụng việc ước lượng tần số được làm tăng như được mô tả ở trên không được nhận ra, khả năng làm thích ứng khác đối với phương pháp giấu việc mất khung tối ưu chất lượng đối với các tín hiệu tiếng nói được tạo giọng để chuyển đến một số phương pháp giấu việc mất khung khác mà một cách cụ thể được thiết kế và được tối ưu hóa đối với tiếng nói hơn là đối với các tín hiệu audio nói chung chứa âm nhạc và tiếng nói. Trong trường hợp đó, chỉ báo mà tín hiệu bao gồm tín hiệu tiếng nói được tạo giọng được sử dụng để chọn lựa sơ đồ giấu việc mất khung được tối ưu giọng nói khác hơn là các sơ đồ được mô tả ở trên.

Các phương án áp dụng cho bộ điều khiển trong bộ giải mã, như được minh họa trên Fig.13. Fig.13 là sơ đồ khối dưới dạng giản đồ của bộ giải mã theo các phương án. Bộ giải mã 130 bao gồm bộ nhập 132 được tạo cấu hình để nhận tín hiệu audio được mã hóa. Hình vẽ này minh họa sự giấu việc mất khung bởi bộ giấu việc mất khung logic 134, mà chỉ báo rằng bộ giải mã được tạo cấu hình để thực hiện việc giấu khung audio bị mất, theo các phương án được mô tả ở trên. Bộ giải mã này còn bao gồm bộ điều khiển 136 để thực hiện các phương án được mô tả ở trên. Bộ điều khiển 136 được tạo cấu hình để phát hiện các điều kiện về các đặc tính của tín hiệu audio được nhận và được tái tạo từ trước hoặc về các đặc tính thống kê của các việc mất khung được quan sát nhờ đó việc thay thế của khung bị mất theo các phương pháp được mô tả khiến cho chất lượng bị làm giảm một cách tương đối. Trong trường hợp, điều kiện như vậy được phát hiện, bộ điều khiển 136 được tạo cấu hình để biến đổi công đoạn của các phương pháp giấu theo đó phổ khung thay thế được tính toán theo $Z(m) = Y(m) \cdot e^{j\theta_k}$ bằng cách điều chỉnh một cách chọn lựa các pha hoặc các độ lớn phổ. Việc phát hiện có thể được thực hiện bởi bộ phát hiện 146 và việc biến đổi có thể được thực hiện bởi bộ biến đổi 148 như được minh họa trên Fig.14.

Bộ giải mã với các bộ phận bao gồm của nó có thể được thực hiện về phần cứng. Có các biến thể số học của các chi tiết mạch mà có thể được sử dụng và kết hợp để thu được các hàm của các bộ phận của bộ giải mã. Các biến thể như vậy chứa đựng trong các phương án. Các ví dụ cụ thể của việc thực hiện phần cứng của bộ giải mã là

việc thực hiện theo công nghệ phần cứng và mạch tích hợp của bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), bao gồm cả mạch điện có mục đích chung và mạch ứng dụng cụ thể.

Bộ giải mã 150 được mô tả trong bản mô tả này mặt khác có thể được thực hiện ví dụ như được minh họa trên Fig.15, nghĩa là bởi một hoặc nhiều bộ xử lý 154 và phần mềm tương ứng 155 với bộ lưu trữ hoặc bộ nhớ 156 thích hợp vậy thì, để tái tạo tín hiệu audio, mà bao gồm việc thực hiện việc giấu việc mất khung audio theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này, như được thể hiện trên Fig.13. Tín hiệu audio được mã hóa đến nhận được bởi một đầu vào (input - IN) 152, mà bộ xử lý 154 và bộ nhớ 156 được nối. Tín hiệu audio được giải mã và tái tạo thu được từ phần mềm được xuất ra từ đầu ra (output - OUT) 158.

Công nghệ được mô tả ở trên có thể được sử dụng ví dụ ở bộ nhận, mà có thể được sử dụng ở thiết bị di động (ví dụ điện thoại di động, máy tính xách tay) hoặc thiết bị cố định, như máy vi tính cá nhân chẳng hạn.

Cần phải hiểu rằng việc chọn lựa các bộ phận hoặc môđun tương tác, cũng như việc đặt tên các bộ phận này chỉ nhằm mục đích để làm ví dụ, và có thể được tạo cấu hình theo nhiều cách khác nhau để có thể thực hiện các thao tác xử lý được bộc lộ.

Cũng nên lưu ý rằng các bộ phận hoặc các môđun được mô tả trong bản mô tả này cần được coi là các thực thể logic và không cần phải là các thực thể vật lý tách biệt. Cần phải hiểu rõ rằng phạm vi của công nghệ được bộc lộ trong bản mô tả này hoàn toàn chứa đựng các phương án khác mà có thể trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật, và phạm vi của bản mô tả này do đó không chỉ giới hạn.

Tham khảo một chi tiết về mặt cá nhân không dự định có nghĩa là "một và chỉ một" trừ phi được nêu một cách rõ ràng, nhưng tốt hơn là "một hoặc nhiều hơn". Tất cả các phương án tương đương về mặt kết cấu và chức năng với các chi tiết theo các phương án được mô tả ở trên mà được biết bởi các người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật được kết hợp một cách rõ ràng trong bản mô tả này nhằm tham khảo và do đó được dự định được bao gồm. Hơn nữa, thiết bị hoặc phương pháp không cần thiết chỉ ra mỗi và mọi vấn đề tìm thấy cần phải được giải quyết bởi công nghệ được bộc lộ trong bản mô tả này, bằng cách này nó cần phải được bao gồm.

Trong phần mô tả ở trên, nhằm mục đích giải thích và không nhằm mục đích giới hạn, các chi tiết cụ thể được trình bày như các kết cấu, các giao diện, các kỹ thuật cụ thể, v.v. để tạo ra sự hiểu biết thấu đáo về công nghệ được bộc lộ. Tuy nhiên, sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật mà công nghệ được bộc lộ có thể được thực hành theo các phương án và/hoặc các kết hợp khác của các phương án mà khác so với các chi tiết cụ thể này. Nghĩa là, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ có thể sáng chế ra các phương án khác nhau mà, mặc dù không được mô tả hoặc thể hiện một cách rõ ràng trong bản mô tả này, chứa đựng các nguyên lý của công nghệ được bộc lộ. Trong một số trường hợp, các phần mô tả chi tiết về các thiết bị, các mạch và các phương pháp đã biết được bỏ qua để không làm lu mờ phần mô tả của công nghệ được bộc lộ với chi tiết không cần thiết. Tất cả các trình bày trong bản mô tả này thể hiện các nguyên lý, các khía cạnh và các phương án của công nghệ được bộc lộ, cũng như các ví dụ cụ thể của các phương án này, được dự định để bao gồm cả các phương án tương đương về kết cấu và chức năng của chúng. Ngoài ra, dự định rằng các phương án này bao gồm cả các phương án tương đương hiện đã biết cũng như các phương án tương đương được phát triển trong tương lai, ví dụ các chi tiết bất kỳ được phát triển mà thực hiện cùng chức năng, không liên quan đến kết cấu.

Do đó, ví dụ, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ rằng các hình vẽ trong bản mô tả này có thể biểu thị các hình vẽ khái niệm của mạch minh họa hoặc các bộ phận chức năng khác bao gồm các nguyên lý của công nghệ, và/hoặc các quy trình khác nhau mà có thể biểu thị về thực chất ở phương tiện đọc được bằng máy vi tính và được thực hiện bởi máy vi tính hoặc bộ xử lý, ngay cả khi máy vi tính hoặc bộ xử lý như vậy có thể không được thể hiện một cách rõ ràng trên các hình vẽ.

Các chức năng của các chi tiết khác nhau bao gồm các nhóm chức năng có thể được tạo ra qua việc sử dụng phần cứng như phần cứng mạch và/hoặc phần cứng có thể thực hiện phần mềm dưới dạng các lệnh được mã hóa được lưu trữ trên phương tiện đọc được bằng máy vi tính. Do đó, các chức năng và các nhóm chức năng được minh họa như vậy cần phải được hiểu là hoặc được thực hiện bằng phần cứng và/hoặc thực hiện bằng máy vi tính, và do đó được thực hiện bằng máy.

Các phương án được mô tả ở trên được cần phải được hiểu dưới dạng một số ví dụ minh họa của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu là các biến đổi, các kết hợp và các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện đối với các phương án mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Cụ thể là, các giải pháp khác nhau theo các phương án khác nhau có thể được kết hợp trong các cấu hình khác, mà có thể thực hiện về mặt kỹ thuật.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giấu khung audio bị mất của tín hiệu audio được nhận, phương pháp này bao gồm các bước:

- tách khúc ra khỏi tín hiệu audio được nhận hoặc được tái tạo từ trước, trong đó khúc này được sử dụng là khung nguyên mẫu để tạo ra khung thay thế cho khung audio bị mất;
- chuyển đổi khung nguyên mẫu được tách thành đại diện miền tần số;
- thực hiện việc phân tích hình sin của khung nguyên mẫu, trong đó việc phân tích hình sin bao gồm việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin của tín hiệu audio;
- thay đổi toàn bộ các hệ số quang phổ của khung nguyên mẫu được bao gồm trong khoảng M_k quanh đường hình sin k bởi độ lệch pha tỷ lệ với tần số hình sin f_k và độ chênh thời gian giữa khung audio bị mất và khung nguyên mẫu, do đó bao gồm sự tiến hóa thời gian của các thành phần hình sin của khung nguyên mẫu, lên đến thời điểm khung audio bị mất, và duy trì độ lớn của các hệ số quang phổ đó;
- thay đổi pha của hệ số quang phổ của khung nguyên mẫu không bao gồm trong khoảng bất kỳ trong số các khoảng liên quan đến vùng quanh các đường hình sin được nhận dạng bởi trị số ngẫu nhiên, và duy trì độ lớn của hệ số quang phổ đó; và
- thực hiện việc chuyển đổi miền tần số đảo ngược của quang phổ tần số được điều chỉnh pha của khung nguyên mẫu do đó tạo ra khung thay thế cho khung audio bị mất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin còn bao gồm việc nhận dạng các tần số trong vùng lân cận của các đỉnh của quang phổ liên quan đến việc chuyển đổi miền tần số được sử dụng.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin được thực hiện với độ phân giải cao hơn độ phân giải tần số của việc chuyển đổi miền tần số được sử dụng.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin còn bao gồm phép nội suy.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó phép nội suy thuộc kiểu parabol.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, phương pháp này còn bao gồm việc tách khung nguyên mẫu ra khỏi tín hiệu được nhận hoặc được tái tạo khả dụng từ trước bằng cách sử dụng hàm cửa sổ.

7. Phương pháp theo điểm 6, phương pháp này còn bao gồm việc xấp xỉ quang phổ hàm cửa sổ sao cho quang phổ khung thay thế được bao gồm các phần không chồng hoàn toàn của quang phổ hàm cửa sổ xấp xỉ.

8. Bộ giải mã được tạo cấu hình để giấu khung audio bị mất của tín hiệu audio được nhận, bộ giải mã này bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ, bộ nhớ gồm có các lệnh có thể thực hiện bởi bộ xử lý, nhờ đó bộ giải mã được tạo cấu hình để:

- tách khúc ra khỏi tín hiệu audio được nhận hoặc được tái tạo từ trước, trong đó khúc này được sử dụng là khung nguyên mẫu để tạo ra khung thay thế cho khung audio bị mất;
- chuyển đổi khung nguyên mẫu được tách thành đại diện miền tần số;
- thực hiện việc phân tích hình sin của khung nguyên mẫu, trong đó việc phân tích hình sin bao gồm việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin của tín hiệu audio;
- thay đổi toàn bộ các hệ số quang phổ của khung nguyên mẫu bao gồm trong khoảng M_k quanh đường hình sin k bởi độ chênh pha tỷ lệ với tần số hình sin f_k và độ chênh thời gian giữa khung audio bị mất và khung nguyên mẫu, do đó làm tiến triển theo thời gian các thành phần hình sin của khung nguyên mẫu, lên đến thời điểm khung audio bị mất, và duy trì độ lớn của các hệ số quang phổ đó;
- thay đổi pha của hệ số quang phổ của khung nguyên mẫu không bao gồm trong khoảng bất kỳ trong số các khoảng liên quan đến vùng quanh các đường hình sin được nhận ra bởi trị số ngẫu nhiên, và duy trì độ lớn của hệ số quang phổ đó; và

- thực hiện việc chuyển đổi miền tần số đảo ngược của quang phổ tần số được điều chỉnh pha của khung nguyên mẫu do đó tạo ra khung thay thế cho khung audio bị mất.

9. Bộ giải mã theo điểm 8, trong đó việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin còn bao gồm việc nhận dạng các tần số trong vùng lân cận của các đỉnh của quang phổ liên quan đến việc chuyển đổi miền tần số được sử dụng.

10. Bộ giải mã theo điểm 8, trong đó việc nhận dạng các tần số của các thành phần hình sin của tín hiệu audio còn bao gồm phép nội suy parabôn.

11. Bộ giải mã theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, bộ giải mã này còn được tạo cấu hình để tách khung nguyên mẫu ra khỏi tín hiệu được nhận hoặc được tái tạo khả dụng từ trước bằng cách sử dụng hàm cửa sổ.

12. Bộ giải mã theo điểm 11, bộ giải mã này còn được tạo cấu hình để xấp xỉ quang phổ hàm cửa sổ sao cho quang phổ khung thay thế bao gồm các phần không chồng hoàn toàn của quang phổ hàm cửa sổ xấp xỉ.

13. Bộ nhận bao gồm bộ giải mã theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 12.

1/8

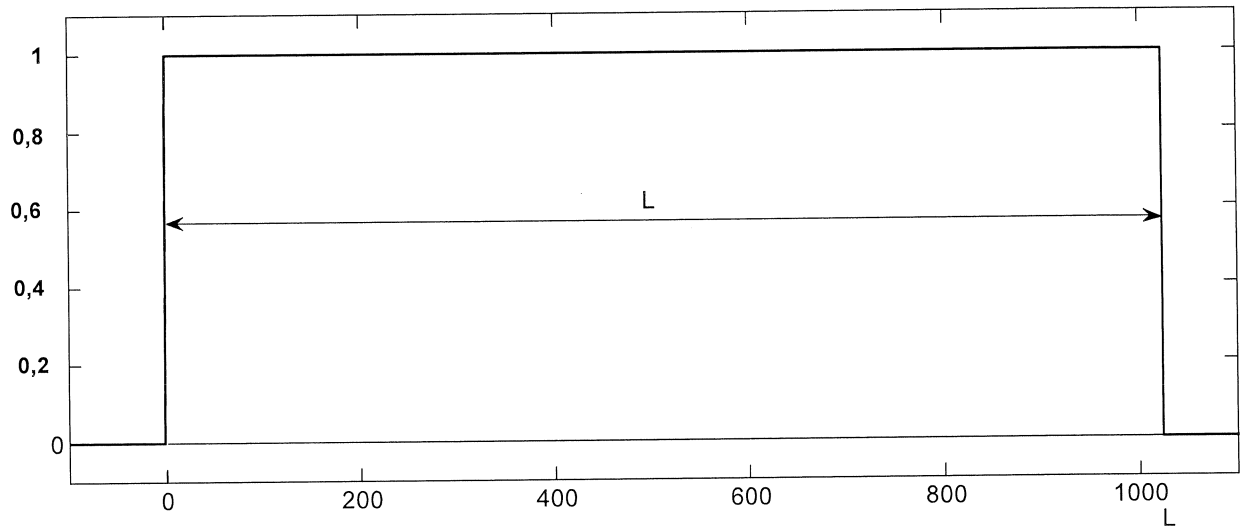


FIG. 1

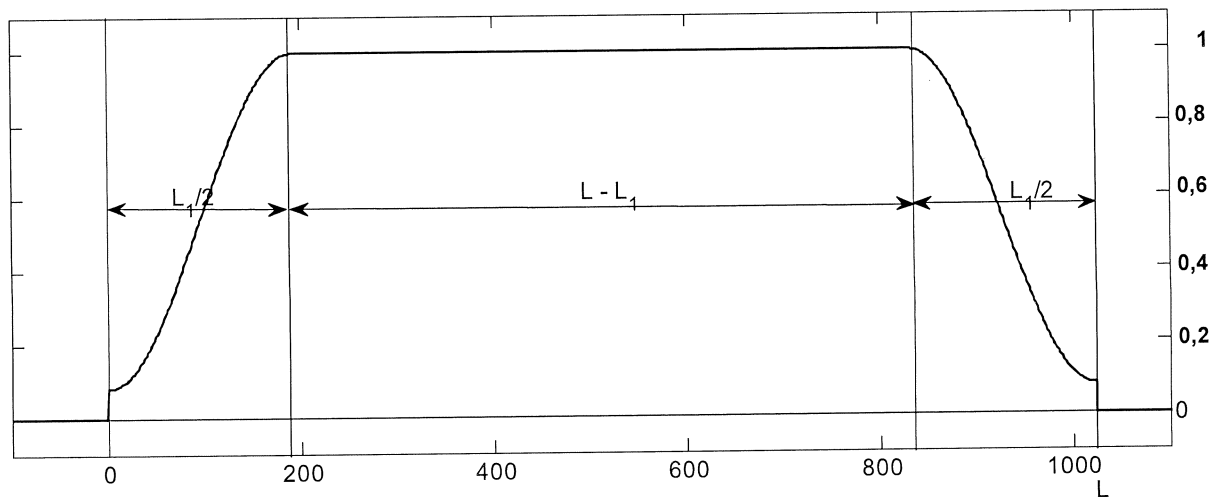


FIG. 2

2/8

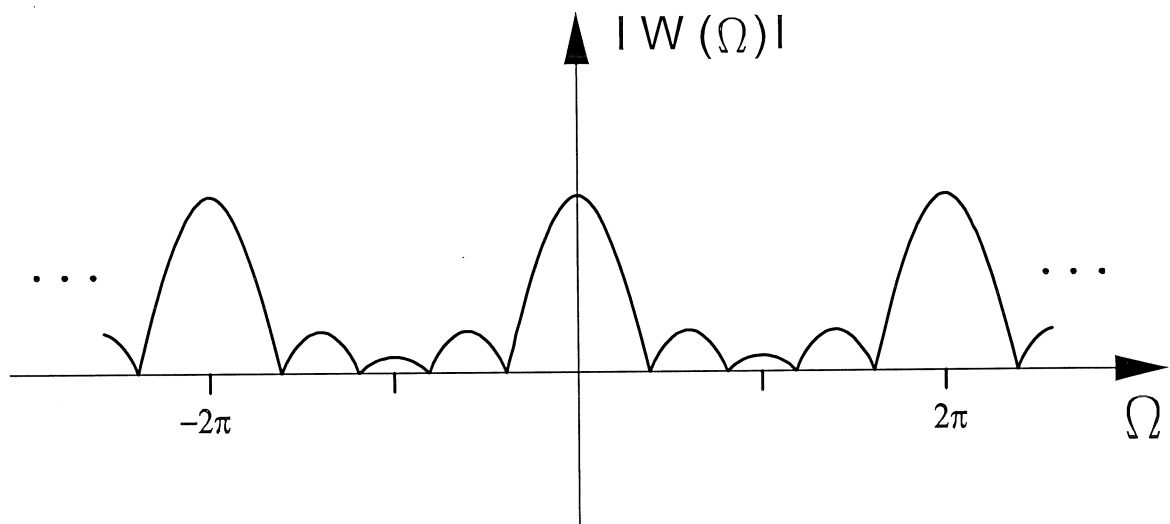


FIG. 3

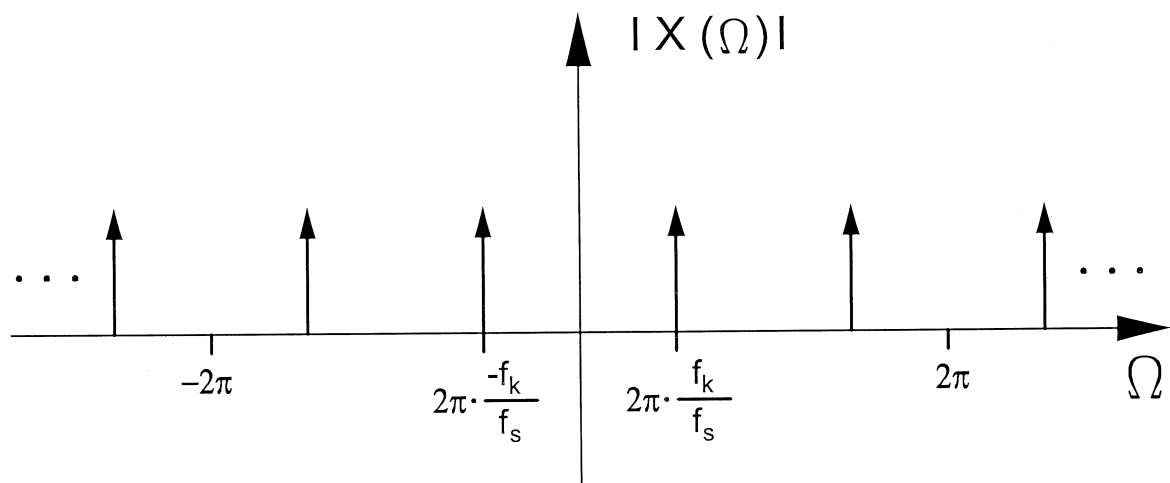


FIG. 4

3/8

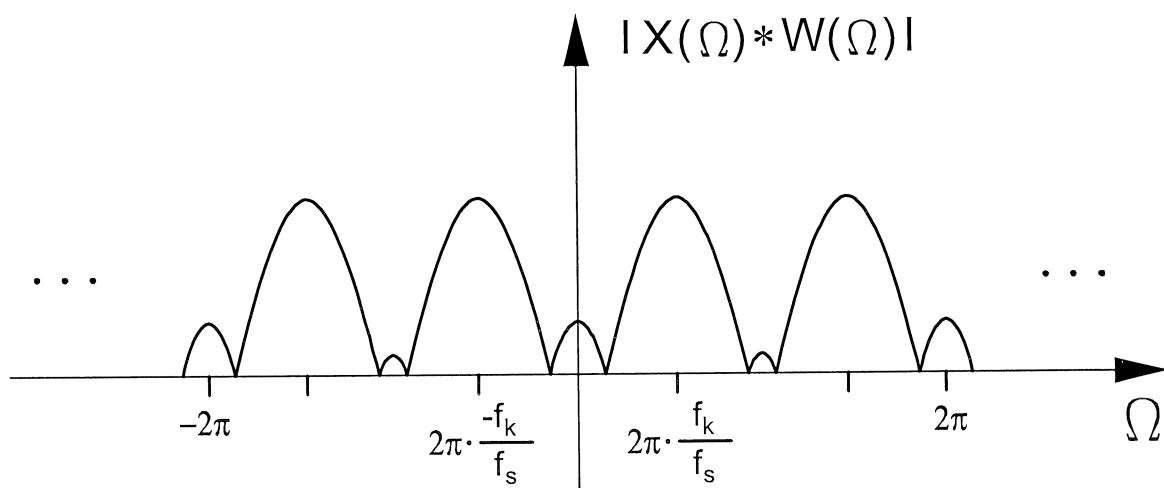


FIG. 5

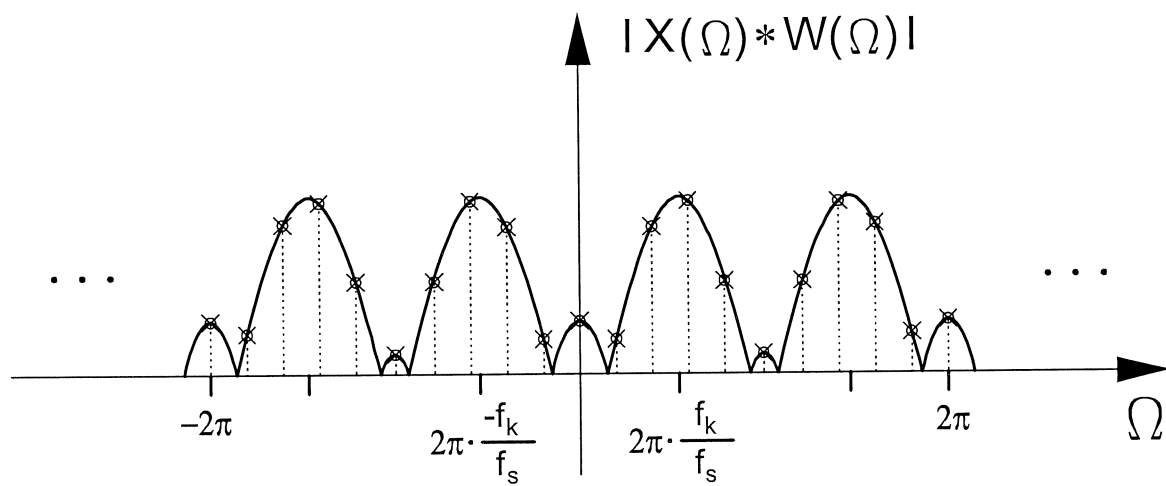
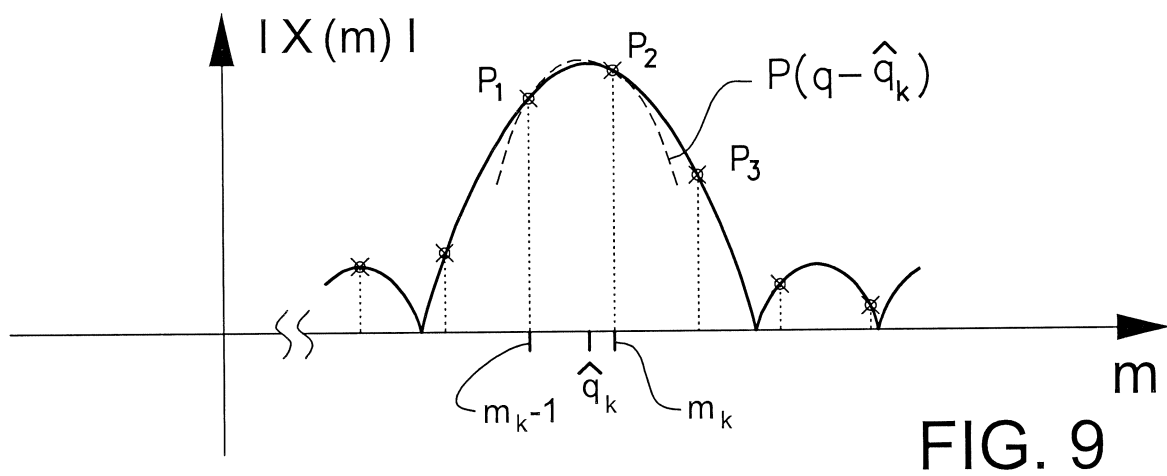
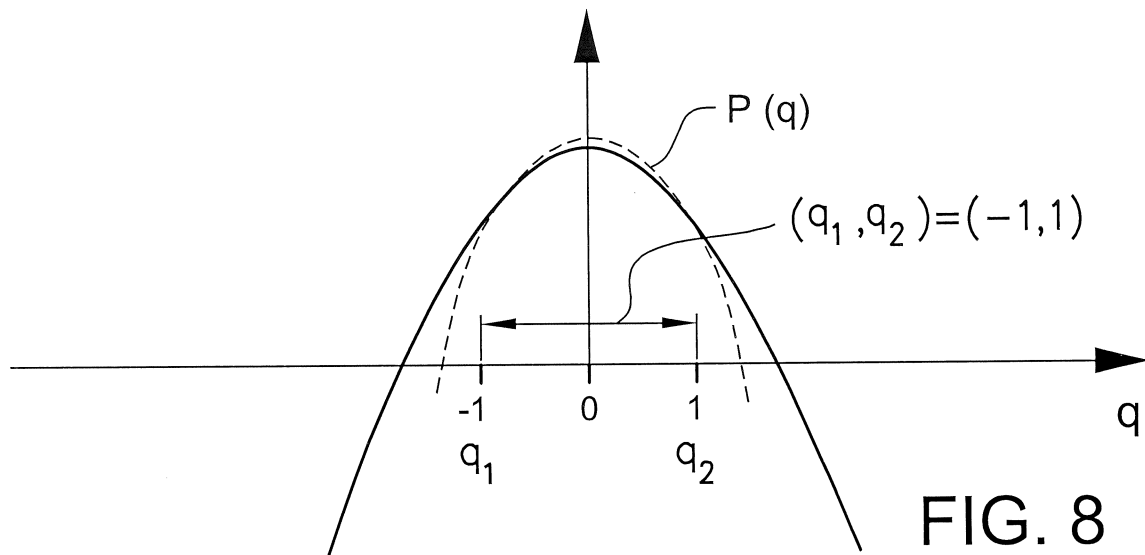
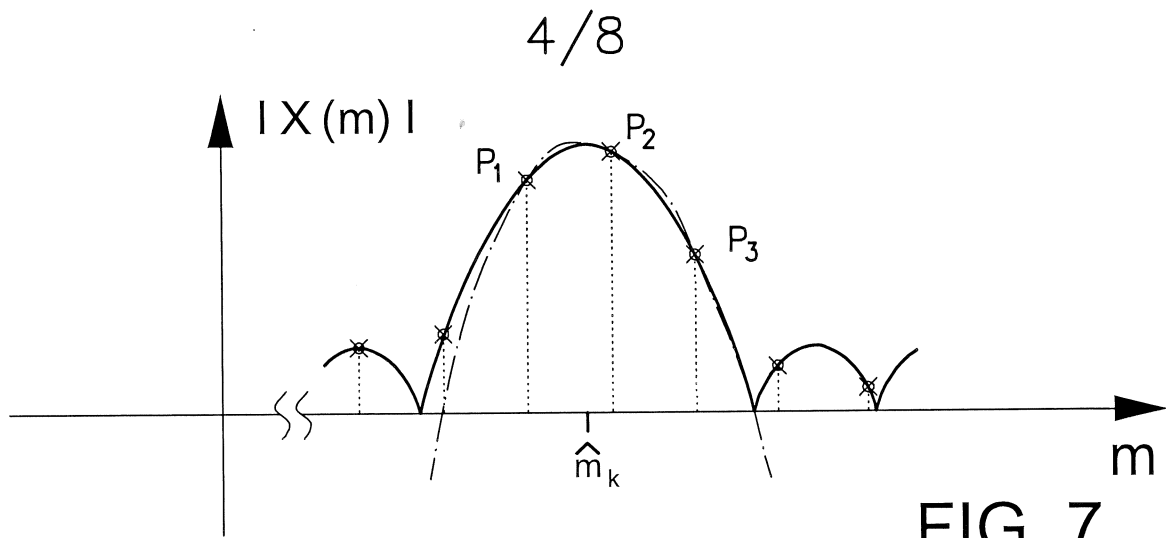


FIG. 6



5/8

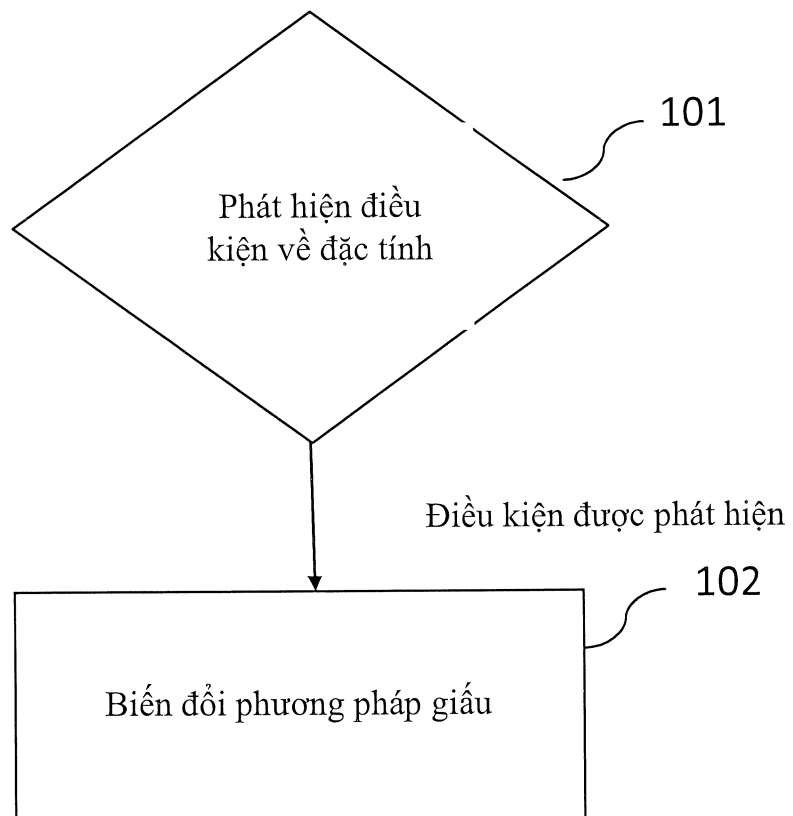


FIG. 10

6/8

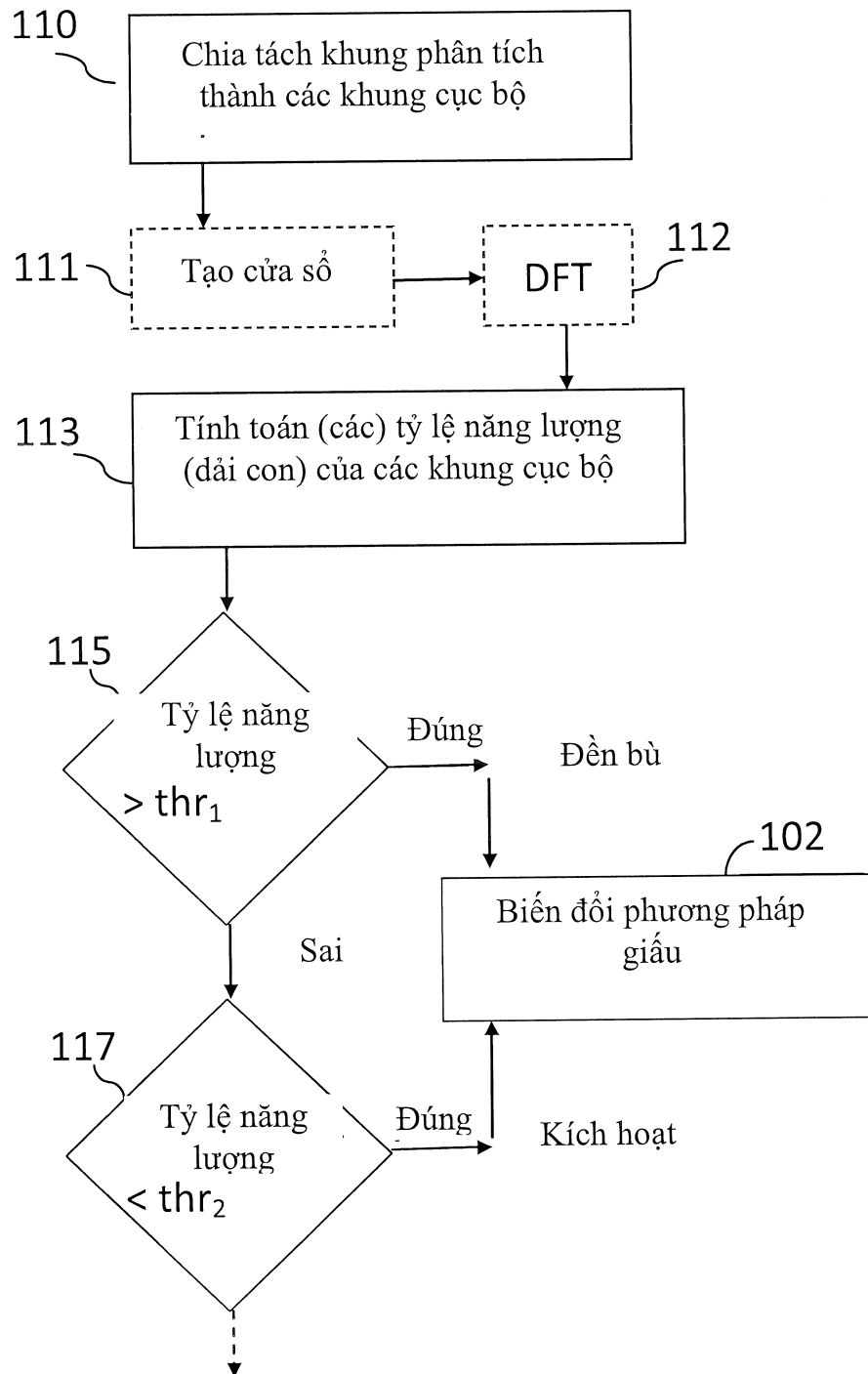


FIG. 11

7/8

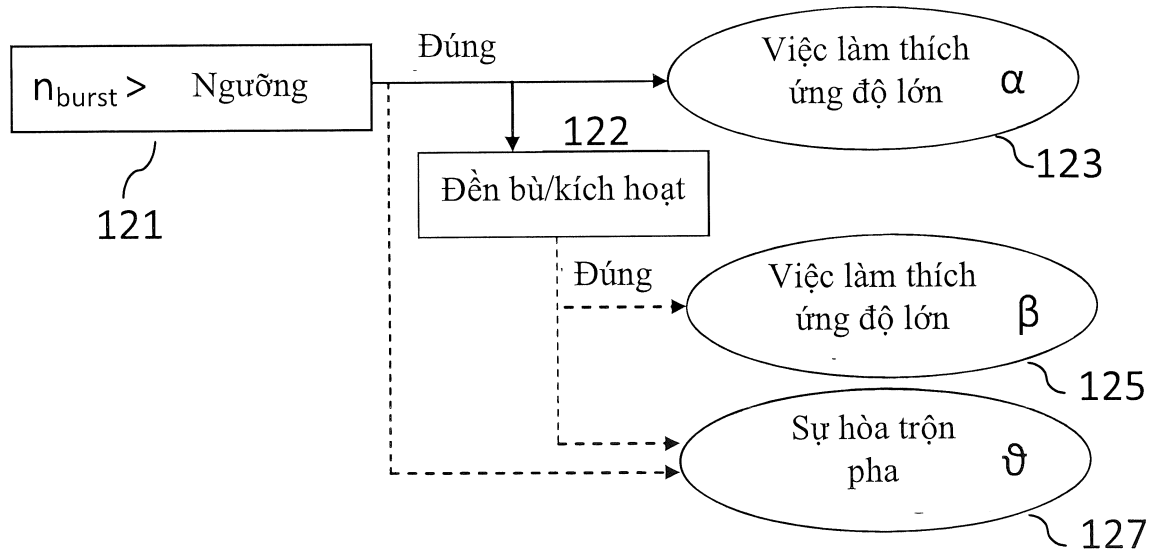


FIG. 12

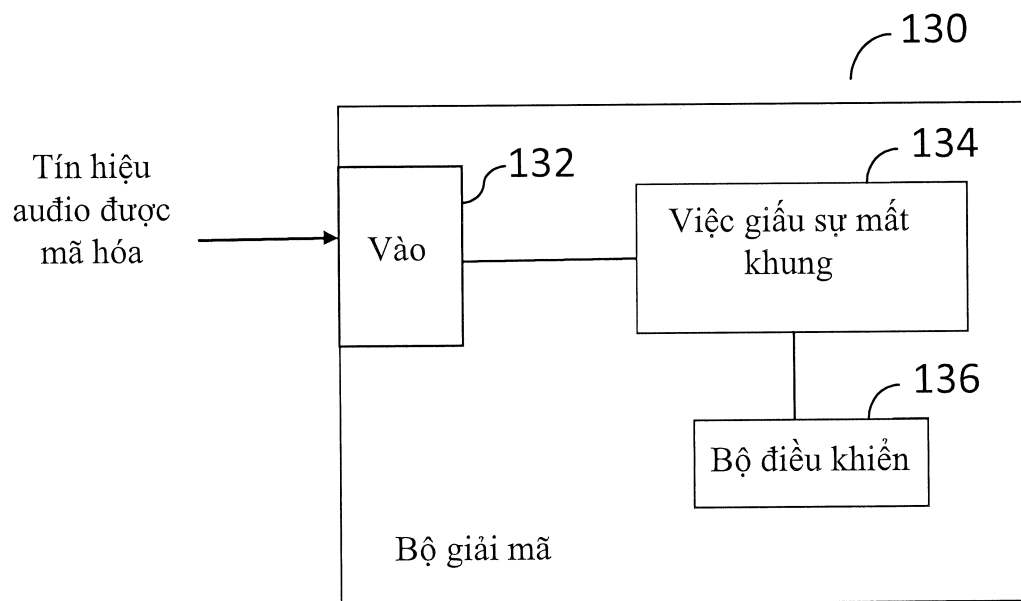


FIG. 13

8/8

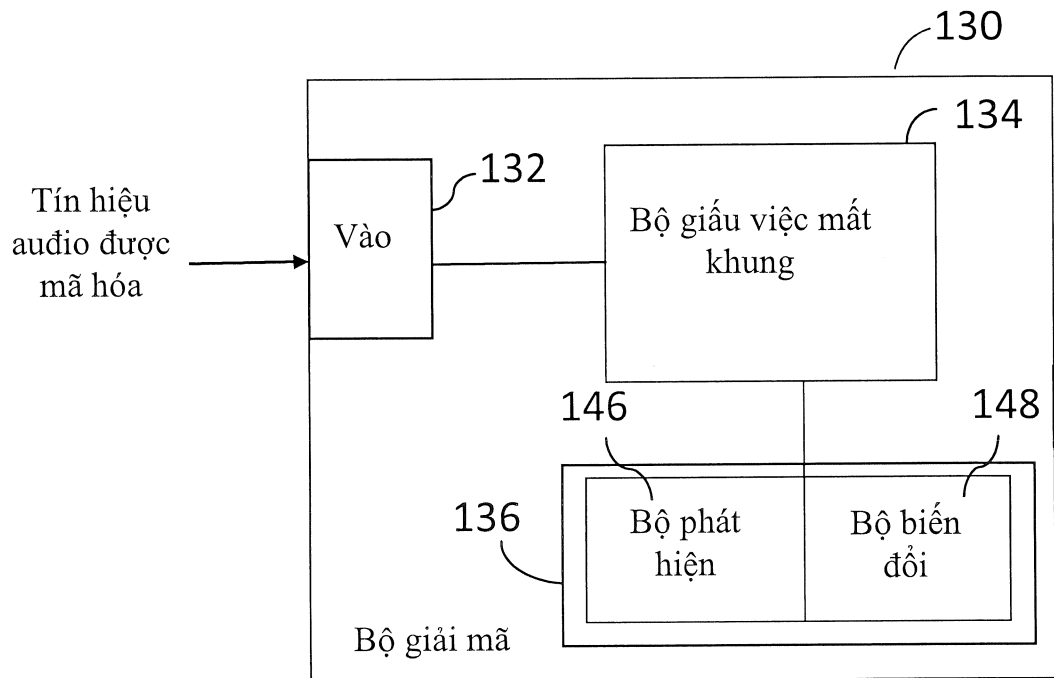


FIG. 14

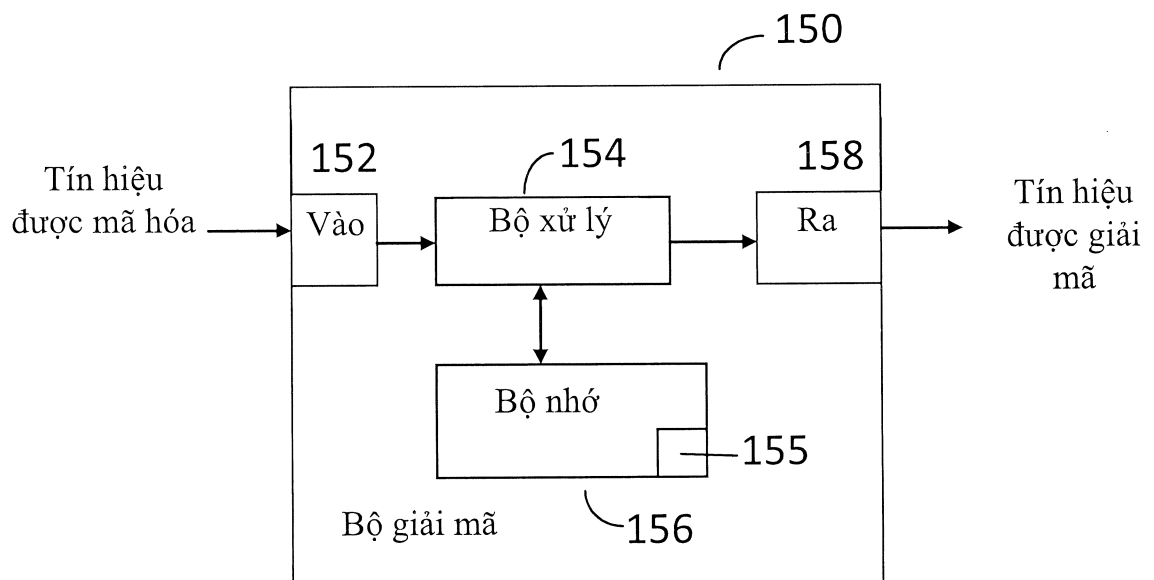


FIG. 15