



(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)



1-0026630

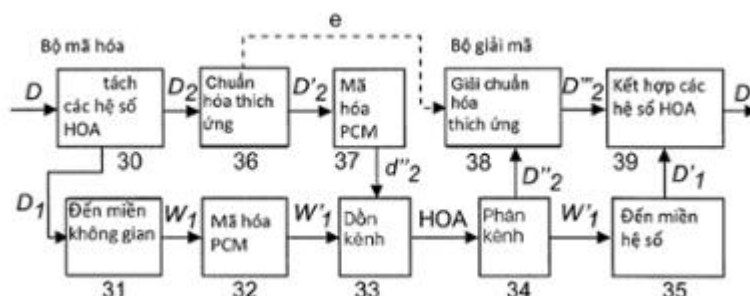
(51)⁷ G10L 19/008; H04S 3/00

(13) B

- (21) 1-2016-00140 (22) 24/06/2014
(86) PCT/EP2014/063306 24/06/2014 (87) WO2015/003900 15/01/2015
(30) 13305986.5 11/07/2013 EP
(45) 25/12/2020 393 (43) 25/05/2016 338A
(73) DOLBY INTERNATIONAL AB (SE)
Apollo Building, 3E, Herikerbergweg 1-35, 1101 CN Amsterdam Zuidoost,
Netherlands
(72) KORDON, Sven (DE); KRUEGER, Alexander (DE).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐỂ TẠO RA, TỪ DẠNG BIỂU DIỄN MIỀN HỆ SỐ CỦA CÁC TÍN HIỆU AMBISONIC BẬC CAO (HOA-HIGHER ORDER AMBISONICS), DẠNG BIỂU DIỄN MIỀN KHÔNG GIAN/HỆ SỐ ĐƯỢC TRỘN CỦA CÁC TÍN HIỆU HOA NÀY

(57) Hai dạng biểu diễn cho các tín hiệu ambisonic bậc cao (HOA - Higher Order Ambisonics) là: dạng biểu diễn miền không gian và miền hệ số. Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị để tạo ra, từ dạng biểu diễn miền hệ số, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA có thể biến đổi được. Vector của các tín hiệu miền hệ số được tách thành vector của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA không đổi và vector của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA biến đổi. Vector của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA không đổi được biến đổi thành vector tín hiệu miền không gian tương ứng. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc mã hóa chất lượng cao, mà không tạo ra các gián đoạn tín hiệu, vector của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA biến đổi được chuẩn hóa và dồn kênh một cách thích ứng với vector của các tín hiệu miền không gian.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để tạo ra từ dạng biểu diễn miền hệ số của các tín hiệu HOA, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn của các tín hiệu HOA này, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA có thể biến đổi được.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tín hiệu Ambisonic bậc cao (Higher Order Ambisonics) được biểu thị là HOA là sự mô tả về mặt toán học của trường âm thanh hai hoặc ba chiều. Trường âm thanh này có thể được bắt bởi mạng micrô, được thiết kế từ các nguồn âm thanh tổng hợp, hoặc nó là sự kết hợp của cả hai. HOA có thể được sử dụng làm định dạng truyền tải cho âm thanh vòm hai hoặc ba chiều. Tương phản với các dạng biểu diễn âm thanh vòm trên nền loa phóng thanh, ưu điểm của HOA là sự tái tạo trường âm thanh trên các phương án bố trí loa phóng thanh khác nhau. Do đó, HOA thích ứng cho dạng âm thanh phổ thông.

Độ phân giải không gian của HOA được xác định bởi bậc HOA. Bậc này xác định số lượng các tín hiệu HOA mà mô tả trường âm thanh. Có hai dạng biểu diễn cho HOA, mà được gọi lần lượt là miền không gian và miền hệ số. Trong hầu hết các trường hợp, HOA ban đầu được biểu diễn trong miền hệ số, và dạng biểu diễn như vậy có thể được biến đổi sang miền không gian bởi phép nhân ma trận (hoặc biến đổi ma trận) như được mô tả trong tài liệu EP 2469742 A2. Miền không gian bao gồm số lượng các tín hiệu giống như miền hệ số. Tuy nhiên, trong miền không gian, mỗi tín hiệu liên quan đến một hướng, trong đó các hướng được phân bố đều trên hình cầu đơn vị. Điều này tạo điều kiện thuận tiện cho việc phân tích sự phân bố không gian của dạng biểu diễn HOA. Các dạng biểu diễn miền hệ số cũng như các dạng biểu diễn miền không gian là các dạng biểu diễn miền thời gian.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trong phần sau, về cơ bản mục đích của sáng chế là sử dụng miền không gian cho sự truyền PCM của các dạng biểu diễn HOA càng xa càng tốt, để tạo ra dải động giống nhau đối với mỗi hướng. Điều này có nghĩa là các mẫu PCM của các tín hiệu HOA trong miền không gian phải được chuẩn hóa đến vùng trị số định trước. Tuy nhiên, nhược điểm của sự chuẩn hóa như vậy là dải động của các tín hiệu HOA trong miền không gian nhỏ hơn trong miền hệ số. Điều này là do ma trận biến đổi mà tạo ra tín hiệu miền không gian từ các tín hiệu miền hệ số.

Trong một số đơn sáng chế, các tín hiệu HOA được truyền trong miền hệ số, ví dụ trong quy trình xử lý được mô tả trong EP 13305558.2 trong đó toàn bộ các tín hiệu được truyền trong miền hệ số bởi vì số lượng không đổi của các tín hiệu HOA và số lượng biến đổi của các tín hiệu HOA bổ sung cần phải được truyền. Nhưng, như được đề cập ở trên và được thể hiện trong EP 2469742 A2, việc truyền trong miền hệ số là không có lợi.

Dưới dạng giải pháp, số lượng không đổi của các tín hiệu HOA có thể được truyền trong miền không gian và chỉ các tín hiệu HOA bổ sung với số lượng biến đổi được truyền trong miền hệ số. Việc truyền của các tín hiệu HOA bổ sung trong miền không gian là không thể vì số lượng biến đổi theo thời gian của các tín hiệu HOA sẽ tạo ra các ma trận biến đổi miền hệ số đến miền không gian biến đổi theo thời gian, và các gián đoạn, mà gần điểm tối ưu cho quy trình mã hóa cảm quan tiếp theo đối với các tín hiệu PCM, có thể xuất hiện trong tất cả các tín hiệu miền không gian.

Để đảm bảo việc truyền các tín hiệu HOA bổ sung này mà không vượt khỏi vùng trị số định trước, quy trình xử lý chuẩn hóa nghịch đảo được có thể được áp dụng mà được thiết kế để ngăn chặn các hiện tượng gián đoạn tín hiệu như vậy, và mà cũng đạt được khả năng truyền hiệu quả các thông số nghịch đảo.

Liên quan đến dải động của hai dạng biểu diễn HOA và sự chuẩn hóa các tín hiệu HOA cho quy trình mã hóa PCM, phần sau đây sẽ rút ra được sự chuẩn hóa như vậy sẽ diễn ra trong miền hệ số hay trong miền không gian.

Trong miền thời gian hệ số, dạng biểu diễn HOA bao gồm các khung liên tiếp của N tín hiệu hệ số $d_n(k)$, $n = 0, \dots, N - 1$, trong đó k biểu thị chỉ số mẫu và n biểu thị chỉ số tín hiệu.

Các tín hiệu hệ số này được tập hợp trong vector $\mathbf{d}(k) = [d_0(k), \dots, d_{N-1}(k)]^T$ để thu được dạng biểu diễn nén.

Sự biến đổi sang miền không gian được thực hiện bởi ma trận biến đổi $N \times N$

$$\mathbf{\Psi} = \begin{bmatrix} \psi_{0,0} & \cdots & \psi_{0,N-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \psi_{N-1,0} & \cdots & \psi_{N-1,N-1} \end{bmatrix}$$

như được xác định trong EP 12306569.0, xem định nghĩa về $\mathbf{E}_{\text{GRID}}$ liên quan đến các phương trình (21) và (22).

Vector miền không gian $\mathbf{w}(k) = [w_0(k) \dots w_{N-1}(k)]^T$ thu được từ

$$\mathbf{w}(k) = \mathbf{\Psi}^{-1} \mathbf{d}(k), \quad (1)$$

trong đó $\mathbf{\Psi}^{-1}$ là nghịch đảo của ma trận $\mathbf{\Psi}$.

Phép biến đổi ngược từ miền không gian sang miền hệ số được thực hiện bởi

$$\mathbf{d}(k) = \mathbf{\Psi} \mathbf{w}(k). \quad (2)$$

Nếu vùng trị số của các mẫu được xác định trong một miền, thì ma trận biến đổi $\mathbf{\Psi}$ tự động xác định vùng trị số của miền còn lại. Thuật ngữ (k) cho mẫu thứ k được bỏ qua trong phần sau.

Bởi vì dạng biểu diễn HOA thực tế là được tái tạo trong miền không gian, vùng trị số, độ lớn và dải động được xác định trong miền này. Dải động này được xác định bởi độ phân giải bit của quy trình mã hóa PCM. Trong đơn sáng chế này, ‘mã hóa PCM’ nghĩa là sự biến đổi của các mẫu biểu diễn dấu phẩy động thành các mẫu biểu diễn nguyên theo ký hiệu dấu phẩy tĩnh.

Đối với quy trình mã hóa PCM dạng biểu diễn HOA, các tín hiệu miền không gian N phải được chuẩn hóa đến vùng trị số $-1 \leq w_n < 1$ sao cho chúng có thể được làm tăng lên đến trị số PCM lớn nhất W_{max} và được làm tròn đến ký hiệu PCM số nguyên dấu phẩy tĩnh

$$w'_n = \lfloor w_n W_{\text{max}} \rfloor. \quad (3)$$

Chú ý: đây là dạng biểu diễn mã hóa PCM được khái quát hóa.

Vùng trị số cho các mẫu của miền hệ số có thể được tính toán bằng chuẩn vô hạn của ma trận $\mathbf{\Psi}$, mà được xác định bằng

$$\|\mathbf{\Psi}\|_{\infty} = \max_n \sum_{m=1}^N |\psi_{nm}|, \quad (4)$$

và trị số tuyệt đối lớn nhất trong miền không gian $w_{\max} = 1$ đến $-\|\Psi\|_{\infty} w_{\max} \leq d_n < \|\Psi\|_{\infty} w_{\max}$. Vì trị số $\|\Psi\|_{\infty}$ lớn hơn '1' đối với định nghĩa được áp dụng của ma trận Ψ , vùng trị số của d_n tăng lên.

Nghịch đảo có nghĩa là việc chuẩn hóa bởi $\|\Psi\|_{\infty}$ là cần thiết để mã hóa PCM các tín hiệu trong miền hệ số vì $-1 \leq d_n / \|\Psi\|_{\infty} < 1$. Tuy nhiên, sự chuẩn hóa này làm giảm dải động của các tín hiệu trong miền hệ số, mà sẽ dẫn đến tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu lượng tử hóa thấp hơn. Do đó, việc mã hóa PCM các tín hiệu miền không gian cần phải được ưu tiên.

Một vấn đề cần phải được giải quyết bởi sáng chế đó là cách thức truyền một phần các tín hiệu HOA mong muốn của miền không gian trong miền hệ số bằng cách sử dụng sự chuẩn hóa, mà không làm giảm dải động trong miền hệ số. Ngoài ra, các tín hiệu được chuẩn hóa sẽ không chứa các bước nhảy mức tín hiệu sao cho chúng có thể được mã hóa về mặt cảm quan mà không có sự tổn thất về chất lượng do bước nhảy. Vấn đề này được giải quyết bởi các phương pháp được bộc lộ trong điểm 1 và điểm 9 yêu cầu bảo hộ. Các thiết bị mà áp dụng các phương pháp này lần lượt được mô tả trong điểm 5 và điểm 11 yêu cầu bảo hộ.

Về nguyên tắc, phương pháp tạo ra theo sáng chế thích hợp để tạo ra từ dạng biểu diễn miền hệ số của các tín hiệu HOA, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn của các tín hiệu HOA, trong đó số lượng các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp, phương pháp này bao gồm các bước:

- tách vector của các tín hiệu miền hệ số HOA thành vector thứ nhất của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA không đổi và vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA biến đổi theo thời gian;
- biến đổi vector thứ nhất của các tín hiệu miền hệ số thành vector tương ứng của các tín hiệu miền không gian bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền hệ số với nghịch đảo của ma trận biến đổi;
- mã hóa PCM vector của các tín hiệu miền không gian để nhận được vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM;
- chuẩn hóa vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số bởi hệ số chuẩn hóa, trong đó sự chuẩn hóa này là chuẩn hóa thích ứng với vùng trị số hiện thời của các hệ số

HOA của vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số và trong bước chuẩn hóa này không được vượt quá vùng trị số khả dụng đối với các hệ số HOA của vector, và trong bước chuẩn hóa này, hàm chuyển tiếp liên tục đều được áp dụng cho các hệ số của vector thứ hai hiện thời để thay đổi một cách liên tục độ khuếch đại trong vector đó từ độ khuếch đại trong vector thứ hai trước đến độ khuếch đại trong vector thứ hai sau, và sự chuẩn hóa này tạo ra thông tin phụ cho việc giải chuẩn hóa ở phía bộ giải mã tương ứng;

- mã hóa PCM vector của các tín hiệu miền hệ số được chuẩn hóa để nhận được vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa;
- dồn kênh vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.

Về nguyên tắc, thiết bị tạo ra theo sáng chế thích hợp để tạo ra từ dạng biểu diễn miền hệ số của các tín hiệu HOA, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn của các tín hiệu HOA, trong đó số lượng các tín hiệu HOA có thể biến đổi theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp, thiết bị này bao gồm:

- phương tiện được làm thích ứng để tách vector các tín hiệu miền hệ số HOA thành vector thứ nhất của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA không đổi và vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số có số lượng hệ số HOA biến đổi theo thời gian;
- phương tiện được làm thích ứng để biến đổi vector thứ nhất của các tín hiệu miền hệ số thành vector tương ứng của các tín hiệu miền không gian bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền hệ số với nghịch đảo của ma trận biến đổi;
- phương tiện được làm thích ứng để mã hóa PCM vector của các tín hiệu miền không gian để nhận được vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM;
- phương tiện được làm thích ứng để chuẩn hóa vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số bởi hệ số chuẩn hóa, trong đó sự chuẩn hóa này là chuẩn hóa thích ứng với vùng trị số hiện thời của các hệ số HOA của vector thứ hai của các tín hiệu miền hệ số và trong bước chuẩn hóa này không được vượt quá vùng trị số khả dụng đối với các hệ số HOA của vector, và trong bước chuẩn hóa này, hàm chuyển tiếp liên tục đều được áp dụng cho các hệ số của vector thứ hai hiện thời để thay đổi một cách liên tục độ khuếch đại trong vector đó từ độ khuếch đại trong vector thứ hai trước đến độ khuếch

đại trong vector thứ hai sau, và sự chuẩn hóa này tạo ra thông tin phụ cho việc giải chuẩn hóa ở phía bộ giải mã tương ứng;

- phương tiện được làm thích ứng để mã hóa PCM vector của các tín hiệu miền hệ số được chuẩn hóa để nhận được vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa;
- phương tiện được làm thích ứng để dồn kênh vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.

Về nguyên tắc, phương pháp giải mã theo sáng chế thích hợp để giải mã dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn của các tín hiệu HOA được mã hóa, trong đó số lượng các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp và trong đó dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn này của các tín hiệu HOA được mã hóa đã được tạo ra theo phương pháp tạo ra theo sáng chế nêu trên, việc giải mã này bao gồm các bước:

- phân kênh vector được dồn kênh của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.
- biến đổi vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM thành vector tương ứng của các tín hiệu miền hệ số bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM này với ma trận biến đổi;
- giải chuẩn hóa vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa, trong đó bước giải chuẩn hóa này bao gồm:
 - tính toán, bằng cách sử dụng số mũ tương ứng $e_n(j-1)$ của thông tin phụ nhận được và trị số khuếch đại được tính toán đệ quy $g_n(j-2)$, vector chuyển tiếp $h_n(j-1)$, trong đó trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ cho quy trình xử lý tương ứng của vector sau của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa cần xử lý được giữ nguyên, j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA;
 - áp dụng trị số khuếch đại ngược tương ứng cho vector hiện thời của tín hiệu được mã hóa PCM và chuẩn hóa để nhận được vector tương ứng của tín hiệu được mã hóa PCM và giải chuẩn hóa;

- kết hợp vector của các tín hiệu miền hệ số và vector của các tín hiệu miền hệ số được giải chuẩn hóa để nhận được vector kết hợp của các tín hiệu miền hệ số HOA mà có thể có số lượng hệ số HOA biến đổi.

Về nguyên tắc, thiết bị giải mã theo sáng chế thích hợp để giải mã dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn của các tín hiệu HOA được mã hóa, trong đó số lượng các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp và trong đó dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn này của các tín hiệu HOA được mã hóa đã được tạo ra theo phương pháp tạo ra theo sáng chế nêu trên, thiết bị giải mã này bao gồm:

- phương tiện được làm thích ứng để phân kênh các vector được dồn kênh của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.

- phương tiện được làm thích ứng để biến đổi vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM thành vector tương ứng của các tín hiệu miền hệ số bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM này với ma trận biến đổi;

- phương tiện được làm thích ứng để giải chuẩn hóa vector của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa, trong đó việc giải chuẩn hóa này bao gồm các bước:

-- tính toán, bằng cách sử dụng số mũ tương ứng $e_n(j-1)$ của thông tin phụ nhận được và trị số khuếch đại được tính toán đệ quy $g_n(j-2)$, vector chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1)$, trong đó trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ cho quy trình xử lý tương ứng của vector sau của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa cần xử lý được giữ nguyên, j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA;

-- áp dụng trị số khuếch đại ngược tương ứng cho vector hiện thời của tín hiệu được mã hóa PCM và chuẩn hóa để nhận được vector tương ứng của tín hiệu được mã hóa PCM và giải chuẩn hóa;

- phương tiện được làm thích ứng để kết hợp vector của các tín hiệu miền hệ số và vector của các tín hiệu miền hệ số được giải chuẩn hóa để nhận được vector kết hợp của các tín hiệu miền hệ số HOA mà có thể có số lượng hệ số HOA biến đổi.

Các phương án bổ sung có lợi theo sáng chế được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc tương ứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án làm ví dụ theo sáng chế được mô tả thông qua các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 thể hiện quy trình truyền PCM của dạng biểu diễn HOA miền hệ số ban đầu trong miền không gian;

Fig.2 thể hiện quy trình truyền kết hợp của dạng biểu diễn HOA trong miền hệ số và miền không gian;

Fig.3 thể hiện quy trình truyền kết hợp của dạng biểu diễn HOA trong miền hệ số và miền không gian bằng cách sử dụng chuẩn hóa thích ứng theo khối cho các tín hiệu trong miền hệ số;

Fig.4 thể hiện quy trình xử lý chuẩn hóa thích ứng cho tín hiệu HOA $x_n(j)$ được biểu diễn trong miền hệ số;

Fig.5 thể hiện hàm chuyển tiếp được sử dụng để chuyển tiếp mượt mà giữa hai trị số khuếch đại khác nhau;

Fig.6 thể hiện quy trình xử lý giải chuẩn hóa thích ứng;

Fig.7 thể hiện phổ tần số FFT của các hàm chuyển tiếp $h_n(l)$ bằng cách sử dụng các số mũ khác nhau e_n , trong đó biên độ lớn nhất của mỗi hàm được chuẩn hóa đến 0dB;

Fig.8 thể hiện các hàm chuyển tiếp làm ví dụ cho ba vector tín hiệu liên tiếp.

Mô tả chi tiết sáng chế

Liên quan đến việc mã hóa PCM của dạng biểu diễn HOA trong miền không gian, giả sử rằng (trong dạng biểu diễn dấu phẩy động) $-1 \leq w_n < 1$ được lấp đầy sao cho quy trình truyền PCM của dạng biểu diễn HOA có thể được thực hiện như được thể hiện trên Fig.1. Bước hoặc giai đoạn biến đổi 11 ở đầu vào của bộ mã hóa HOA biến đổi tín hiệu miền hệ số d của khung tín hiệu đầu vào hiện thời thành tín hiệu miền không gian w bằng cách sử dụng phương trình (1). Bước hoặc giai đoạn mã hóa PCM 12 biến đổi các mẫu dấu phẩy động w thành các mẫu số nguyên được mã hóa PCM w'

theo ký hiệu dấu phẩy tĩnh bằng cách sử dụng phương trình (3). Ở bước hoặc giai đoạn dồn kênh 13, các mẫu w' được dồn kênh thành định dạng truyền HOA.

Bộ giải mã HOA phân kênh các tín hiệu w' ra khỏi định dạng HOA truyền nhận được trong bước hoặc giai đoạn phân kênh 14, và biến đổi lại chúng trong bước hoặc giai đoạn 15 thành các tín hiệu miền hệ số d' bằng cách sử dụng phương trình (2). Phép biến đổi ngược làm tăng dải động của d' sao cho việc biến đổi từ miền không gian thành miền hệ số luôn luôn bao gồm sự biến đổi định dạng từ số nguyên (PCM) sang dấu phẩy động.

Quy trình truyền HOA tiêu chuẩn trên Fig.1 sẽ lỗi nếu ma trận Ψ là thay đổi theo thời gian, là trường hợp nếu số lượng hoặc chỉ số của các tín hiệu HOA là thay đổi theo thời gian cho các chuỗi hệ số HOA liên tiếp, nghĩa là các khung tín hiệu đầu vào liên tiếp. Như được đề cập ở trên, một ví dụ cho trường hợp này là quy trình xử lý nén HOA được mô tả trong EP 13305558.2: số lượng tín hiệu HOA không đổi được truyền một cách liên tục và số lượng tín hiệu HOA biến đổi với các chỉ số tín hiệu thay đổi n được truyền song song. Tất cả các tín hiệu được truyền trong miền hệ số, mà gần điểm tối ưu như được giải thích ở trên.

Theo sáng chế, quy trình xử lý được mô tả liên quan đến Fig.1 được mở rộng như được thể hiện trên Fig.2.

Trong bước hoặc giai đoạn 20, bộ mã hóa HOA tách vector HOA d thành hai vector d_1 và d_2 , trong đó số lượng M các hệ số HOA đối với vector d_1 là không đổi và vector d_2 chứa số lượng biến đổi K các hệ số HOA. Bởi vì các chỉ số tín hiệu n không thay đổi theo thời gian đối với vector d_1 , quy trình mã hóa PCM được thực hiện trong miền không gian trong các bước hoặc các giai đoạn 21, 22, 23, 24 và 25 với các tín hiệu tương ứng w_1 và w'_1 được thể hiện trong đường tín hiệu dưới trên Fig.2, tương ứng với các bước/giai đoạn từ 11 đến 15 trên Fig.1. Tuy nhiên, bước/giai đoạn dồn kênh 23 nhận tín hiệu đầu vào bổ sung d''_2 và bước/giai đoạn phân kênh 24 trong bộ giải mã HOA cung cấp tín hiệu đầu ra khác d''_2 .

Số lượng hệ số HOA, hoặc kích thước, K của vector d_2 là thay đổi theo thời gian và các chỉ số của các tín hiệu HOA được truyền n có thể thay đổi theo thời gian. Điều này ngăn chặn sự truyền trong miền không gian bởi vì sẽ cần đến ma trận biến đổi thay đổi theo thời gian, mà sẽ dẫn đến các gián đoạn tín hiệu trong toàn bộ các tín hiệu

HOA được mã hóa cảm quan (bước hoặc giai đoạn mã hóa cảm quan không được mô tả trên hình vẽ). Nhưng cần tránh các gián đoạn tín hiệu như vậy bởi vì chúng sẽ làm giảm chất lượng của việc mã hóa cảm quan các tín hiệu được truyền.

Do đó, $\mathbf{d}_2$ cần phải được truyền trong miền hệ số. Do vùng trị số lớn hơn của các tín hiệu trong miền hệ số, các tín hiệu này cần phải được chia tỷ lệ trong bước hoặc giai đoạn 26 bởi hệ số $1/\|\Psi\|_\infty$ trước khi quy trình mã hóa PCM có thể được áp dụng trong bước hoặc giai đoạn 27. Tuy nhiên, nhược điểm của việc chia tỷ lệ như vậy là trị số tuyệt đối lớn nhất $\|\Psi\|_\infty$ là ước đoán trong trường hợp xấu nhất, mà trị số mẫu tuyệt đối lớn nhất sẽ không xảy ra rất thường xuyên bởi vì vùng trị số thông thường được mong chờ là nhỏ hơn. Kết quả là, độ phân giải khả dụng cho quy trình mã hóa PCM không được sử dụng một cách hiệu quả và tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu lượng tử hóa thấp.

Tín hiệu đầu ra $\mathbf{d}_2''$ của bước/giai đoạn phân kênh 24 được chia tỷ lệ ngược lại trong bước hoặc giai đoạn 28 bằng cách sử dụng hệ số $\|\Psi\|_\infty$. Tín hiệu kết quả $\mathbf{d}_2'''$ được kết hợp trong bước hoặc giai đoạn 29 với tín hiệu $\mathbf{d}_1'$, tạo ra tín hiệu miền hệ số HOA được giải mã $\mathbf{d}'$.

Theo sáng chế, hiệu quả của quy trình mã hóa PCM trong miền hệ số có thể được tăng lên bằng cách sử dụng sự chuẩn hóa thích ứng tín hiệu đối với các tín hiệu. Tuy nhiên, sự chuẩn hóa như vậy phải nghịch đảo được và liên tục đều đặn trên mỗi mẫu. Quy trình xử lý thích ứng theo khối cần thiết được thể hiện trên Fig.3. Ma trận đầu vào thứ j $\mathbf{D}(j) = [\mathbf{d}(jL+0) \cdots \mathbf{d}(jL+L-1)]$ bao gồm L vector tín hiệu HOA $\mathbf{d}$ (chỉ số j không được mô tả trên Fig.3). Ma trận $\mathbf{D}$ được tách thành hai ma trận $\mathbf{D}_1$ và $\mathbf{D}_2$ giống như trong quy trình xử lý trên Fig.2. Quy trình xử lý $\mathbf{D}_1$ trong các bước hoặc các giai đoạn từ 31 đến 35 tương ứng với quy trình xử lý trong miền không gian được mô tả trên Fig.2 và Fig.1. Nhưng việc mã hóa tín hiệu miền hệ số bao gồm bước hoặc giai đoạn chuẩn hóa thích ứng theo khối 36 mà tự động thích ứng với vùng trị số hiện thời của tín hiệu, theo sau bởi bước hoặc giai đoạn mã hóa PCM 37. Thông tin phụ cần thiết cho việc giải chuẩn hóa mỗi tín hiệu được mã hóa PCM trong ma trận $\mathbf{D}_2''$ được lưu trữ và được truyền trong vector $\mathbf{e}$. Vector $\mathbf{e} = [e_{n_1} \cdots e_{n_K}]^T$ chứa một trị số mỗi tín hiệu. Bước hoặc giai đoạn giải chuẩn hóa thích ứng tương ứng 38 của bộ giải mã ở phía nhận làm nghịch đảo quy trình chuẩn hóa của các tín hiệu $\mathbf{D}_2''$ đến $\mathbf{D}_2'''$ bằng cách

sử dụng thông tin từ vectơ được truyền $\mathbf{e}$. Tín hiệu kết quả $\mathbf{D}_2'''$ được kết hợp trong bước hoặc giai đoạn 39 với tín hiệu $\mathbf{D}_1'$, tạo ra tín hiệu miền hệ số HOA được giải mã $\mathbf{D}'$.

Trong quy trình chuẩn hóa thích ứng ở bước/giai đoạn 36, hàm chuyển tiếp liên tục đều được áp dụng cho các mẫu của khối hệ số đầu vào hiện thời để thay đổi một cách liên tục độ khuếch đại từ khối hệ số đầu vào cuối cùng đến độ khuếch đại của khối hệ số đầu vào tiếp theo. Loại quy trình xử lý này đòi hỏi độ trễ một khối bởi vì sự thay đổi của độ khuếch đại chuẩn hóa cần phải được phát hiện trước một khối hệ số đầu vào. Ưu điểm là sự điều biến biên độ được đưa vào là nhỏ, sao cho quy trình mã hóa cảm quan tín hiệu được điều biến gần như không có tác động đến tín hiệu giải chuẩn hóa.

Liên quan đến việc thực hiện chuẩn hóa thích ứng, nó được thực hiện một cách độc lập đối với mỗi tín hiệu HOA của $\mathbf{D}_2(j)$. Các tín hiệu này được biểu diễn bởi các vectơ hàng $\mathbf{x}_n^T$ của ma trận

$$\mathbf{D}_2(j) = [\mathbf{d}_2(jL + 0) \cdots \mathbf{d}_2(jL + L - 1)] = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T(j) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T(j) \\ \vdots \\ \mathbf{x}_K^T(j) \end{bmatrix},$$

trong đó n biểu thị các chỉ số của các tín hiệu HOA được truyền. $\mathbf{x}_n$ được chuyển vị bởi vì nó ban đầu là vectơ cột nhưng trong bản mô tả này đòi hỏi vectơ hàng.

Fig.4 mô tả quy trình chuẩn hóa thích ứng này ở bước/giai đoạn 36 một cách chi tiết hơn. Các trị số đầu vào của quy trình xử lý là:

- trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời $x_{n,\max,sm}(j - 2)$,
- trị số khuếch đại $g_n(j - 2)$, nghĩa là độ khuếch đại đã được áp dụng cho hệ số cuối cùng của khối vectơ tín hiệu tương ứng $\mathbf{x}_n(j - 2)$,
- vectơ tín hiệu của khối hiện thời $\mathbf{x}_n(j)$,
- vectơ tín hiệu của khối trước đó $\mathbf{x}_n(j - 1)$.

Khi bắt đầu quy trình xử lý khối thứ nhất $\mathbf{x}_n(0)$, các trị số đầu vào đệ quy được khởi đầu bởi các trị số định trước: các hệ số của vectơ $\mathbf{x}_n(-1)$ có thể được đặt là 0, trị số khuếch đại $g_n(-2)$ cần được đặt là '1', và $x_{n,\max,sm}(-2)$ cần được đặt là trị số biên độ trung bình định trước.

Sau đó, trị số khuếch đại của khối cuối cùng $g_n(j-1)$, trị số tương ứng $e_n(j-1)$ của vector thông tin phụ $e(j-1)$, trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời $x_{n,\max,sm}(j-1)$ và vector tín hiệu được chuẩn hóa $x'_n(j-1)$ là các đầu ra của quy trình xử lý.

Mục đích của quy trình xử lý này là thay đổi một cách liên tục các trị số khuếch đại áp dụng cho vector tín hiệu $x_n(j-1)$ từ $g_n(j-2)$ đến $g_n(j-1)$ sao cho trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ chuẩn hóa vector tín hiệu $x_n(j)$ đến vùng trị số thích hợp.

Trong bước hoặc giai đoạn xử lý thứ nhất 41, mỗi hệ số của vector tín hiệu $x_n(j) = [x_{n,0}(j) \dots x_{n,L-1}(j)]$ được nhân với trị số khuếch đại $g_n(j-2)$, trong đó $g_n(j-2)$ được giữ nguyên từ quy trình xử lý chuẩn hóa vector tín hiệu $x_n(j-1)$ làm cơ sở cho độ khuếch đại chuẩn hóa mới. Từ vector tín hiệu được chuẩn hóa kết quả $x_n(j)$, thu được trị số lớn nhất $x_{n,\max}$ trong số các trị số tuyệt đối trong bước hoặc giai đoạn 42 bằng cách sử dụng phương trình (5):

$$x_{n,\max} = \max_{0 \leq l < L} |g_n(j-2)x_{n,l}(j)| \quad (5)$$

Trong bước hoặc giai đoạn 43, việc làm tròn tạm thời được áp dụng cho $x_{n,\max}$ bằng cách sử dụng bộ lọc đệ quy nhận trị số trước đó $x_{n,\max,sm}(j-2)$ của trị số lớn nhất được làm tròn này, và tạo ra trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời $x_{n,\max,sm}(j-1)$. Mục đích của việc làm tròn này là để làm suy giảm việc thích ứng của độ khuếch đại chuẩn hóa theo thời gian, mà làm giảm số lần thay đổi độ khuếch đại và do đó làm giảm sự điều biến biên độ của tín hiệu. Việc làm tròn tạm thời chỉ được áp dụng nếu trị số $x_{n,\max}$ trong vùng trị số định trước. Mặt khác, $x_{n,\max,sm}(j-1)$ được đặt là $x_{n,\max}$ (nghĩa là trị số của $x_{n,\max}$ được giữ nguyên) bởi vì quy trình xử lý tiếp theo phải làm suy giảm trị số thực tế của $x_{n,\max}$ đến vùng trị số định trước. Do đó, việc làm tròn tạm thời chỉ hoạt động khi độ khuếch đại chuẩn hóa không đổi hoặc khi tín hiệu $x_n(j)$ có thể được khuếch đại mà không rời vùng trị số.

$x_{n,\max,sm}(j-1)$ được tính toán ở bước/giai đoạn 43 như sau:

$$x_{n,\max,sm}(j-1) = \begin{cases} x_{n,\max} & \text{với } x_{n,\max} \geq 1 \\ (1-a)x_{n,\max,sm}(j-1) + ax_{n,\max} & \text{các trường hợp còn lại} \end{cases}, \quad (6)$$

trong đó $0 < a \leq 1$ là hằng số suy giảm.

Để làm giảm tốc độ bit cho việc truyền vectơ $\mathbf{e}$, độ khuếch đại chuẩn hóa được tính từ trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời $x_{n,\max,sm}(j-1)$ và được truyền dưới dạng số mũ của cơ số '2'. Do đó

$$x_{n,\max,sm}(j-1) 2^{e_n(j-1)} \leq 1 \quad (7)$$

cần phải được thỏa mãn và số mũ được lượng tử hóa $e_n(j-1)$ thu được từ

$$e_n(j-1) = \left\lfloor \log_2 \frac{1}{x_{n,\max,sm}(j-1)} \right\rfloor \quad (8)$$

trong bước hoặc giai đoạn 44.

Trong các giai đoạn, mà tín hiệu được tái khuếch đại (nghĩa là trị số của tổng độ khuếch đại được làm tăng theo thời gian) để khai thác độ phân giải khả dụng để mã hóa PCM hiệu quả, số mũ $e_n(j)$ có thể bị giới hạn, (và do đó độ chênh độ khuếch đại giữa các khối liên tiếp cũng bị giới hạn,) về trị số nhỏ nhất, '1' chẳng hạn. Điều này có hai hiệu quả có lợi. Một mặt, các độ chênh khuếch đại nhỏ giữa các khối liên tiếp dẫn đến chỉ các sự điều tiết biên độ nhỏ qua hàm chuyển tiếp, làm giảm nhiễu xuyên âm giữa các dải phụ liên kề của phổ FFT (xem phần mô tả liên quan về tác động của hàm chuyển tiếp đối với quy trình mã hóa cảm quan trên Fig.7). Mặt khác, tốc độ bit để mã hóa số mũ được làm giảm bằng cách hạn chế vùng trị số của nó.

Trị số của tổng độ khuếch đại lớn nhất

$$g_n(j-1) = g_n(j-2) 2^{e_n(j-1)} \quad (9)$$

có thể được giới hạn về '1' chẳng hạn. Lý do là, nếu một trong số các tín hiệu hệ số thể hiện sự thay đổi biên độ lớn giữa hai khối liên tiếp, trong đó khối thứ nhất có các biên độ rất nhỏ và khối thứ hai có biên độ cao nhất có thể (giả định sự chuẩn hóa dạng biểu diễn HOA trong miền không gian), độ chênh khuếch đại rất lớn giữa hai khối này sẽ dẫn đến các sự điều biến biên độ lớn qua hàm chuyển tiếp, tạo ra nhiễu xuyên âm trầm trọng giữa các dải phụ liên kề của phổ FFT. Điều này có thể gây tổn hại cho quy trình mã hóa cảm quan tiếp theo được thảo luận dưới đây.

Trong bước hoặc giai đoạn 45, trị số số mũ $e_n(j-1)$ được áp dụng cho hàm chuyển tiếp để nhận được trị số khuếch đại hiện thời $g_n(j-1)$. Đối với sự chuyển tiếp liên tục từ trị số khuếch đại $g_n(j-2)$ đến trị số khuếch đại $g_n(j-1)$, hàm được mô tả trên Fig.5 được sử dụng. Quy tắc tính toán cho hàm đó là

$$f(l) = 0,25 \cos\left(\frac{\pi l}{(L-1)}\right) + 0,75 \quad (10)$$

trong đó $l = 0, 1, 2, \dots, L - 1$. Vector hàm chuyển tiếp thực tế

$$\mathbf{h}_n(j-1) = [h_n(0) \dots h_n(L-1)]^T \text{ với } h_n(l) = g_n(j-2) f(l)^{-e_n(j-1)} \quad (11)$$

được sử dụng cho sự giảm liên tục từ $g_n(j-2)$ đến $g_n(j-1)$. Đối với mỗi trị số $e_n(j-1)$, trị số $h_n(0)$ bằng $g_n(j-2)$ vì $f(0) = 1$. Trị số cuối cùng $f(L-1)$ bằng 0,5, sao cho $h_n(L-1) = g_n(j-2)0.5^{-e_n(j-1)}$ sẽ tạo ra sự khuếch đại cần thiết $g_n(j-1)$ để chuẩn hóa $\mathbf{x}_n(j)$ từ phương trình (9).

Trong bước hoặc giai đoạn 46, các mẫu của vector tín hiệu $\mathbf{x}_n(j-1)$ được tính trọng số bởi các trị số khuếch đại của vector chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1)$ để thu được

$$\mathbf{x}'_n(j-1) = \mathbf{x}_n(j-1) \otimes \mathbf{h}_n(j-1) \quad (12)$$

trong đó, toán tử ' $\otimes$ ' biểu diễn phép nhân vector theo từng phần tử của hai vector. Phép nhân này cũng có thể được xem là biểu diễn sự điều biến biên độ của tín hiệu $\mathbf{x}_n(j-1)$.

Chi tiết hơn, các hệ số của vector chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1) = [h_n(0) \dots h_n(L-1)]^T$ được nhân với các hệ số tương ứng của vector tín hiệu $\mathbf{x}_n(j-1)$, trong đó trị số $h_n(0)$ là $h_n(0) = g_n(j-2)$ và trị số $h_n(L-1)$ là $h_n(L-1) = g_n(j-1)$. Do đó, hàm chuyển tiếp giảm một cách liên tục từ trị số khuếch đại $g_n(j-2)$ đến trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ như được mô tả trong ví dụ trên Fig.8, mà thể hiện các trị số khuếch đại từ các hàm chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j)$, $\mathbf{h}_n(j-1)$ và $\mathbf{h}_n(j-2)$ mà áp dụng cho các vector tín hiệu tương ứng $\mathbf{x}_n(j)$, $\mathbf{x}_n(j-1)$ và $\mathbf{x}_n(j-2)$ đối với ba khối liên tiếp. Ưu điểm liên quan đến quy trình mã hóa cảm quan xuôi dòng đó là ở các biên khối các độ khuếch đại được áp dụng là liên tiếp: Hàm chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1)$ làm giảm một cách liên tục các độ khuếch đại cho các hệ số $\mathbf{x}_n(j-1)$ từ $g_n(j-2)$ đến $g_n(j-1)$.

Quy trình xử lý giải chuẩn hóa thích ứng ở phía bộ giải mã hoặc bộ nhận được thể hiện trên Fig.6. Các trị số đầu vào là tín hiệu được mã hóa PCM và chuẩn hóa $\mathbf{x}''_n(j-1)$, số mũ thích hợp $e_n(j-1)$, và trị số khuếch đại của khối cuối cùng $g_n(j-2)$. Trị số khuếch đại của khối cuối cùng $g_n(j-2)$ được tính toán đệ quy, trong đó $g_n(j-2)$ cần phải được khởi đầu bởi trị số định trước mà còn được sử dụng trong bộ mã hóa. Các đầu ra là trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ từ bước/giai đoạn 61 và tín hiệu được giải chuẩn hóa $\mathbf{x}'''_n(j-1)$ từ bước/giai đoạn 62.

Trong bước hoặc giai đoạn 61, số mũ được áp dụng cho hàm chuyển tiếp. Để khôi phục vùng trị số $x_n(j-1)$, phương trình (11) tính vectơ chuyển tiếp $h_n(j-1)$ từ số mũ nhận được $e_n(j-1)$, và độ khuếch đại được tính toán đệ quy $g_n(j-2)$. Độ khuếch đại $g_n(j-1)$ cho quy trình xử lý khối tiếp theo được thiết lập bằng $h_n(L-1)$.

Trong bước hoặc giai đoạn 62, độ khuếch đại nghịch đảo được áp dụng. Sự điều biến biên độ được áp dụng của quy trình xử lý chuẩn hóa được nghịch đảo bởi

$$x_n'''(j-1) = x_n''(j-1) \otimes h_n(j-1)^{-1}, \quad (13)$$

trong đó $h_n(j-1)^{-1} = \left[\frac{1}{h_n(0)} \dots \frac{1}{h_n(L-1)} \right]^T$ và ' $\otimes$ ' là phép nhân theo từng phần tử vectơ mà đã được sử dụng ở phía bộ mã hóa hoặc bộ truyền. Các mẫu của $x_n'(j-1)$ không thể được biểu diễn bởi định dạng PCM đầu vào $x_n''(j-1)$ sao cho việc giải chuẩn hóa đòi hỏi sự biến đổi sang định dạng của vùng trị số lớn hơn, ví dụ như định dạng dấu phẩy động.

Liên quan đến truyền thông tin phụ, đối với việc truyền các số mũ $e_n(j-1)$, không thể giả định rằng xác suất của chúng là đồng đều bởi vì độ khuếch đại chuẩn hóa được áp dụng sẽ là không đổi đối với các khối liên tiếp của cùng vùng trị số. Do đó, quy trình mã hóa entropy, ví dụ như mã hóa Huffman, có thể được áp dụng cho các trị số số mũ để làm giảm tốc độ dữ liệu cần thiết.

Một nhược điểm của quy trình xử lý được mô tả có thể là việc tính toán đệ quy trị số khuếch đại $g_n(j-2)$. Do đó, quy trình xử lý giải chuẩn hóa chỉ có thể bắt đầu từ phần đầu của dòng HOA.

Giải pháp cho vấn đề này là bổ sung các đơn vị truy cập vào định dạng HOA để cung cấp thông tin để tính toán $g_n(j-2)$ một cách đều đặn. Trong trường hợp này, đơn vị truy cập phải cung cấp các số mũ

$$e_{n,access} = \log_2 g_n(j-2) \quad (14)$$

cho mỗi khối thứ t sao cho $g_n(j-2) = 2^{e_{n,access}}$ có thể được tính toán và việc giải chuẩn hóa có thể bắt đầu ở mỗi khối thứ t .

Tác động đối với quy trình mã hóa cảm quan của tín hiệu chuẩn hóa $x_n'(j-1)$ được phân tích bởi trị số tuyệt đối của đáp ứng tần số

$$H_n(u) = \sum_{l=0}^{L-1} h_n(l) e^{-\frac{2\pi i l u}{L-1}} \quad (15)$$

của hàm $h_n(l)$. Đáp ứng tần số này được xác định bởi phép biến đổi hàm Fourier nhanh (Fast Fourier Transform - FFT) của $h_n(l)$ như được thể hiện trên phương trình (15).

Fig.7 thể hiện phổ FFT có độ lớn được chuẩn hóa (đến 0dB) $H_n(u)$ để lọc méo quang phổ tạo ra bởi sự điều biến biên độ. Mức giảm của $|H_n(u)|$ là tương đối dốc đối với các số mũ nhỏ và trở nên bằng phẳng đối với các số mũ lớn hơn.

Vì sự điều biến biên độ của $x_n(j-1)$ bởi $h_n(l)$ trong miền thời gian tương đương với sự nhân chập bởi $H_n(u)$ trong miền tần số, mức giảm dốc của đáp ứng tần số $H_n(u)$ làm giảm nhiều xuyên âm giữa các dải phụ liền kề của phổ FFT của $x'_n(j-1)$. Điều này liên quan lớn đến quy trình mã hóa cảm quan tiếp theo của $x'_n(j-1)$ bởi vì nhiễu xuyên âm của dải phụ có ảnh hưởng đến các đặc tính cảm quan được ước lượng của tín hiệu. Do đó, đối với mức giảm dốc của $H_n(u)$, các giả thiết mã hóa cảm quan đối với $x'_n(j-1)$ cũng hợp lệ đối với tín hiệu không chuẩn hóa $x_n(j-1)$.

Điều này thể hiện rằng đối với các số mũ nhỏ, việc mã hóa cảm quan $x'_n(j-1)$ gần như tương đương với việc mã hóa cảm quan $x_n(j-1)$ và việc mã hóa cảm quan tín hiệu chuẩn hóa gần như không ảnh hưởng đến tín hiệu được giải chuẩn hóa miễn là độ lớn của số mũ là nhỏ.

Quy trình xử lý theo sáng chế có thể được thực hiện bởi một bộ xử lý hoặc mạch điện ở phía truyền và ở phía nhận, hoặc bởi nhiều bộ xử lý hoặc mạch điện tử vận hành song song và/hoặc vận hành trên các phần khác nhau của quy trình xử lý theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo ra, từ dạng biểu diễn miền hệ số $(\mathbf{d}, \mathbf{D})$ của các tín hiệu HOA, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA này có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp, khác biệt bởi các bước sau:

tách (20, 30) vector $(\mathbf{d}, \mathbf{D})$ của các tín hiệu miền hệ số HOA thành vector thứ nhất $(\mathbf{d}_1, \mathbf{D}_1)$ của các tín hiệu miền hệ số có số lượng không đổi (M) của các hệ số HOA và vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số có số lượng biến đổi (K) theo thời gian của các hệ số HOA;

biến đổi (21, 31) vector thứ nhất $(\mathbf{d}_1, \mathbf{D}_1)$ của các tín hiệu miền hệ số thành vector tương ứng $(\mathbf{w}_1, \mathbf{W}_1)$ của các tín hiệu miền không gian bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền hệ số với nghịch đảo (Ψ^{-1}) của ma trận biến đổi (Ψ) ;

mã hóa PCM (22, 32) vector $(\mathbf{w}_1, \mathbf{W}_1)$ của các tín hiệu miền không gian để nhận được vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM;

chuẩn hóa (26, 36) vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số bởi hệ số chuẩn hóa $(1/\|\Psi\|_\infty)$, trong đó sự chuẩn hóa là chuẩn hóa thích ứng với vùng trị số hiện thời của các hệ số HOA của vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số và trong bước chuẩn hóa này, không được vượt quá vùng trị số khả dụng đối với các hệ số HOA của vector, và trong bước chuẩn hóa này, hàm chuyển tiếp liên tục đều $(h_n(j-1))$ được áp dụng cho các hệ số của vector thứ hai $(x_n(j))$, mà do đó biểu thị vector thứ hai hiện thời $(\mathbf{d}'_2, \mathbf{D}'_2)$, để thay đổi một cách liên tục độ khuếch đại trong vector thứ hai hiện thời này từ độ khuếch đại $(g_n(j-2))$ trong vector thứ hai trước đến độ khuếch đại $(g_n(j-1))$ trong vector thứ hai sau, và sự chuẩn hóa này tạo ra thông tin phụ $(\mathbf{e})$ cho việc giải chuẩn hóa ở phía bộ giải mã tương ứng;

mã hóa PCM (27, 37) vector thứ hai hiện thời $(\mathbf{d}'_2, \mathbf{D}'_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được chuẩn hóa để nhận được vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa;

đồn kênh (23, 33) vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chuẩn hóa bao gồm:

nhân (41) mỗi hệ số của vector thứ hai hiện thời ($\mathbf{D}_2, \mathbf{x}_n(j)$) với trị số khuếch đại ($g_n(j-2)$) mà được giữ nguyên từ quy trình xử lý chuẩn hóa vector thứ hai trước đó ($\mathbf{x}_n(j-1)$);

xác định (42) từ vector thứ hai được chuẩn hóa kết quả, trị số lớn nhất ($x_{n,\max}$) trong số các trị số tuyệt đối;

áp dụng (43) việc làm tròn tạm thời cho trị số lớn nhất ($x_{n,\max}$) bằng cách sử dụng bộ lọc đệ quy nhận trị số trước đó ($x_{n,\max,sm}(j-2)$) của trị số lớn nhất được làm tròn, tạo ra trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời ($x_{n,\max,sm}(j-1)$), trong đó việc làm tròn tạm thời này chỉ được áp dụng nếu trị số lớn nhất ($x_{n,\max}$) nằm trong vùng trị số định trước, nếu không thì trị số lớn nhất ($x_{n,\max}$) được giữ nguyên như nó vốn có;

tính toán (44), từ trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời ($x_{n,\max,sm}(j-1)$), độ khuếch đại chuẩn hóa dưới dạng số mũ của cơ số '2', nhờ đó thu được trị số số mũ được lượng tử hóa ($e_n(j-1)$);

áp dụng (45) trị số số mũ được lượng tử hóa ($e_n(j-1)$) cho hàm chuyển tiếp ($\mathbf{h}_n(j-1)$) để nhận được trị số khuếch đại hiện thời ($g_n(j-1)$), trong đó hàm chuyển tiếp dùng cho việc chuyển tiếp liên tục từ trị số khuếch đại trước đó ($g_n(j-2)$) đến trị số khuếch đại hiện thời ($g_n(j-1)$);

tính trọng số (46) mỗi hệ số của vector thứ hai trước đó ($\mathbf{x}_n(j-1)$) bởi hàm chuyển tiếp ($\mathbf{h}_n(j-1)$) để nhận được vector thứ hai được chuẩn hóa ($\mathbf{D}'_2$) của các tín hiệu miền hệ số.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời ($x_{n,\max,sm}(j-1)$) được tính toán bởi:

$$x_{n,\max,sm}(j-1) = \begin{cases} x_{n,\max} & \text{với } x_{n,\max} \geq 1 \\ (1-a)x_{n,\max,sm}(j-1) + ax_{n,\max} & \text{các trường hợp còn lại} \end{cases}$$

trong đó $x_{n,\max}$ biểu thị trị số lớn nhất, $0 < a \leq 1$ là hằng số suy giảm, và j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA.

4. Phương pháp theo một trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó các tín hiệu HOA được dồn kênh (23, 33) được mã hóa cảm quan.

5. Thiết bị tạo ra, từ dạng biểu diễn miền hệ số $(\mathbf{d}, \mathbf{D})$ của các tín hiệu HOA, dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp, thiết bị này bao gồm:

phương tiện (20, 30) được làm thích ứng để tách vector $(\mathbf{d}, \mathbf{D})$ của các tín hiệu miền hệ số HOA thành vector thứ nhất $(\mathbf{d}_1, \mathbf{D}_1)$ của các tín hiệu miền hệ số HOA có số lượng không đổi (M) của các hệ số HOA và vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số có số lượng biến đổi (K) theo thời gian của các hệ số HOA;

phương tiện (21, 31) được làm thích ứng để biến đổi vector thứ nhất $(\mathbf{d}_1, \mathbf{D}_1)$ của các tín hiệu miền hệ số thành vector tương ứng $(\mathbf{w}_1, \mathbf{W}_1)$ của các tín hiệu miền không gian bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền hệ số với nghịch đảo (Ψ^{-1}) của ma trận biến đổi (Ψ) ;

phương tiện (22, 32) được làm thích ứng để mã hóa PCM vector $(\mathbf{w}_1, \mathbf{W}_1)$ của các tín hiệu miền không gian để nhận được vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM;

phương tiện (26, 36) được làm thích ứng để chuẩn hóa vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số bởi hệ số chuẩn hóa $(1/\|\Psi\|_\infty)$, trong đó việc chuẩn hóa là chuẩn hóa thích ứng với vùng trị số hiện thời của các hệ số HOA của vector thứ hai $(\mathbf{d}_2, \mathbf{D}_2)$ của các tín hiệu miền hệ số và trong việc chuẩn hóa này, vùng trị số khả dụng đối với các hệ số HOA của vector không bị vượt quá, và trong sự chuẩn hóa này, hàm chuyển tiếp liên tục đều $(h_n(j-1))$ được áp dụng cho các hệ số của vector thứ hai $(x_n(j))$, do đó biểu thị vector thứ hai hiện thời $(\mathbf{d}'_2, \mathbf{D}'_2)$, để thay đổi một cách liên tục độ khuếch đại trong đó vector thứ hai hiện thời từ độ khuếch đại $(g_n(j-2))$ trong vector thứ hai trước đến độ khuếch đại $(g_n(j-1))$ trong vector thứ hai sau, và sự chuẩn hóa này tạo ra thông tin phụ (e) cho việc giải chuẩn hóa ở phía bộ giải mã tương ứng;

phương tiện (27, 37) được làm thích ứng để mã hóa PCM vector thứ hai hiện thời $(\mathbf{d}'_2, \mathbf{D}'_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được chuẩn hóa để nhận được vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa;

phương tiện (23, 33) được làm thích ứng để dồn kênh vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM và vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó việc chuẩn hóa bao gồm:

nhân (41) mỗi hệ số của vector thứ hai hiện thời $(\mathbf{D}_2, \mathbf{x}_n(j))$ với trị số khuếch đại $(g_n(j-2))$ mà được giữ nguyên từ quy trình xử lý chuẩn hóa vector thứ hai trước đó $(\mathbf{x}_n(j-1))$;

xác định (42) từ vector thứ hai được chuẩn hóa kết quả, trị số lớn nhất $(x_{n,\max})$ trong số các trị số tuyệt đối;

áp dụng (43) việc làm tròn tạm thời cho trị số lớn nhất $(x_{n,\max})$ bằng cách sử dụng bộ lọc đệ quy nhận trị số trước đó $(x_{n,\max,sm}(j-2))$ của trị số lớn nhất được làm tròn, tạo ra trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời $(x_{n,\max,sm}(j-1))$, trong đó việc làm tròn tạm thời này chỉ được áp dụng nếu trị số lớn nhất $(x_{n,\max})$ nằm trong vùng trị số định trước, nếu không thì trị số lớn nhất $(x_{n,\max})$ được giữ nguyên như nó vốn có;

tính toán (44), từ trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời $(x_{n,\max,sm}(j-1))$, độ khuếch đại chuẩn hóa dưới dạng số mũ của cơ số '2', nhờ đó thu được trị số số mũ được lượng tử hóa $(e_n(j-1))$;

áp dụng (45) trị số số mũ được lượng tử hóa $(e_n(j-1))$ cho hàm chuyển tiếp $(h_n(j-1))$ để nhận được trị số khuếch đại hiện thời $(g_n(j-1))$, trong đó hàm chuyển tiếp dùng cho việc chuyển tiếp liên tục từ trị số khuếch đại trước đó $(g_n(j-2))$ đến trị số khuếch đại hiện thời $(g_n(j-1))$;

tính trọng số (46) mỗi hệ số của vector thứ hai trước đó $(\mathbf{x}_n(j-1))$ bởi hàm chuyển tiếp $(h_n(j-1))$ để nhận được vector thứ hai được chuẩn hóa $(\mathbf{D}'_2)$ của các tín hiệu miền hệ số.

7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó trị số lớn nhất được làm tròn tạm thời hiện thời $(x_{n,\max,sm}(j-1))$ được tính toán bởi:

$$x_{n,\max,sm}(j-1) = \begin{cases} x_{n,\max} & \text{với } x_{n,\max} \geq 1 \\ ((1-a)x_{n,\max,sm}(j-1) + ax_{n,\max}) & \text{các trường hợp còn lại} \end{cases}$$

trong đó $x_{n,\max}$ biểu thị trị số lớn nhất, $0 < a \leq 1$ là hằng số suy giảm, và j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA.

8. Thiết bị theo một trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó các tín hiệu HOA được dồn kênh (23, 33) được mã hóa cảm quan.

9. Phương pháp giải mã dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA được mã hóa, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp và trong đó dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA đã mã hóa được tạo ra theo điểm 1, việc giải mã này bao gồm các bước:

phân kênh (24, 34) vector được dồn kênh của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ và các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$;

biến đổi (25, 35) vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM thành vector tương ứng $(\mathbf{d}'_1, \mathbf{D}'_1)$ của các tín hiệu miền hệ số bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM với ma trận biến đổi (Ψ) ;

giải chuẩn hóa (28, 38) vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa, trong đó bước giải chuẩn hóa này bao gồm:

tính toán (61), bằng cách sử dụng số mũ tương ứng $e_n(j-1)$ của thông tin phụ $(\mathbf{e})$ nhận được và trị số khuếch đại được tính toán đệ quy $g_n(j-2)$, vector chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1)$, trong đó trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ cho quy trình xử lý tương ứng của vector sau $(\mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa cần xử lý được giữ nguyên, j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA;

áp dụng (62) trị số khuếch đại ngược tương ứng cho vector hiện thời $(\mathbf{x}''_n(j-1), \mathbf{D}''_2)$ của tín hiệu được mã hóa PCM và chuẩn hóa để nhận được vector tương ứng $(\mathbf{x}'''_n(j-1), \mathbf{D}'''_2)$ của tín hiệu được mã hóa PCM và giải chuẩn hóa;

kết hợp (29, 39) vector $(\mathbf{d}'_1, \mathbf{D}'_1)$ của các tín hiệu miền hệ số và vector $(\mathbf{d}'''_2, \mathbf{D}'''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được giải chuẩn hóa để nhận được vector kết

hợp $(\mathbf{d}', \mathbf{D}')$ của các tín hiệu miền hệ số HOA mà có thể có số lượng hệ số HOA biến đổi.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó các tín hiệu HOA được dồn kênh (23, 33) và mã hóa cảm quan được giải mã cảm quan tương ứng trước khi được phân kênh (24, 34).

11. Thiết bị giải mã dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA được mã hóa, trong đó số lượng của các tín hiệu HOA có thể biến đổi được theo thời gian trong các khung hệ số liên tiếp và trong đó dạng biểu diễn miền không gian/hệ số được trộn $(\mathbf{d}, \mathbf{w}; \mathbf{D}, \mathbf{W})$ của các tín hiệu HOA đã mã hóa được tạo ra theo điểm 1, thiết bị giải mã này bao gồm:

phương tiện (24, 34) được làm thích ứng để phân kênh vector được dồn kênh của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ và các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$;

phương tiện (25, 35) được làm thích ứng để biến đổi vector $(\mathbf{w}'_1, \mathbf{W}'_1)$ của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM thành vector tương ứng $(\mathbf{d}'_1, \mathbf{D}'_1)$ của các tín hiệu miền hệ số bằng cách nhân vector của các tín hiệu miền không gian được mã hóa PCM với ma trận biến đổi (Ψ) ;

phương tiện (28, 38) được làm thích ứng để giải chuẩn hóa vector $(\mathbf{d}''_2, \mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa, trong đó việc giải chuẩn hóa bao gồm:

tính toán (61), bằng cách sử dụng số mũ tương ứng $e_n(j-1)$ của thông tin phụ $(\mathbf{e})$ nhận được và trị số khuếch đại được tính toán đệ quy $g_n(j-2)$, vector chuyển tiếp $\mathbf{h}_n(j-1)$, trong đó trị số khuếch đại $g_n(j-1)$ cho quy trình xử lý tương ứng của vector sau $(\mathbf{D}''_2)$ của các tín hiệu miền hệ số được mã hóa PCM và chuẩn hóa cần xử lý được giữ nguyên, j là chỉ số chạy của ma trận đầu vào của các vector tín hiệu HOA;

áp dụng (62) trị số khuếch đại ngược tương ứng cho vector hiện thời $(\mathbf{x}''_n(j-1), \mathbf{D}''_2)$ của tín hiệu được mã hóa PCM và chuẩn hóa để nhận được

vector tương ứng $(\mathbf{x}_n'''(j-1), \mathbf{D}_2''')$ của tín hiệu được mã hóa PCM và giải chuẩn hóa;

phương tiện (29, 39) được làm thích ứng để kết hợp vector $(\mathbf{d}'_1, \mathbf{D}'_1)$ của các tín hiệu miền hệ số và vector $(\mathbf{d}_2''', \mathbf{D}_2''')$ của các tín hiệu miền hệ số được giải chuẩn hóa để nhận được vector kết hợp $(\mathbf{d}', \mathbf{D}')$ của các tín hiệu miền hệ số HOA mà có thể có số lượng hệ số HOA biến đổi.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó các tín hiệu HOA được dồn kênh (23, 33) và mã hóa cảm quan được giải mã cảm quan tương ứng trước khi được phân kênh (24, 34).

13. Vật ghi lưu trữ các lệnh thực thi được, khi được thực thi, khiến cho máy vi tính thực hiện phương pháp theo điểm 9.

14. Vật ghi chứa hoặc lưu trữ, hoặc ghi trên đó, tín hiệu âm thanh kỹ thuật số được mã hóa theo phương pháp theo một trong số các điểm từ 1 đến 4.

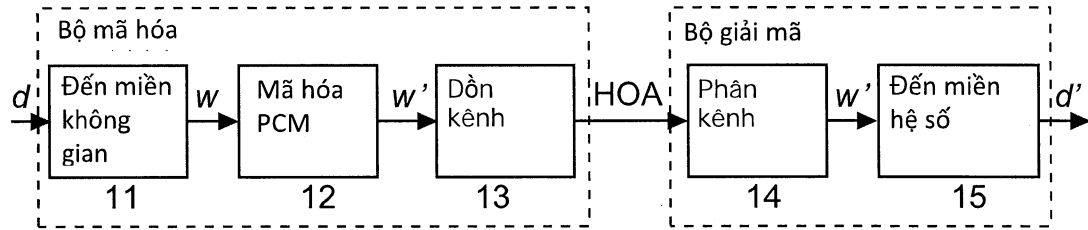


Fig. 1

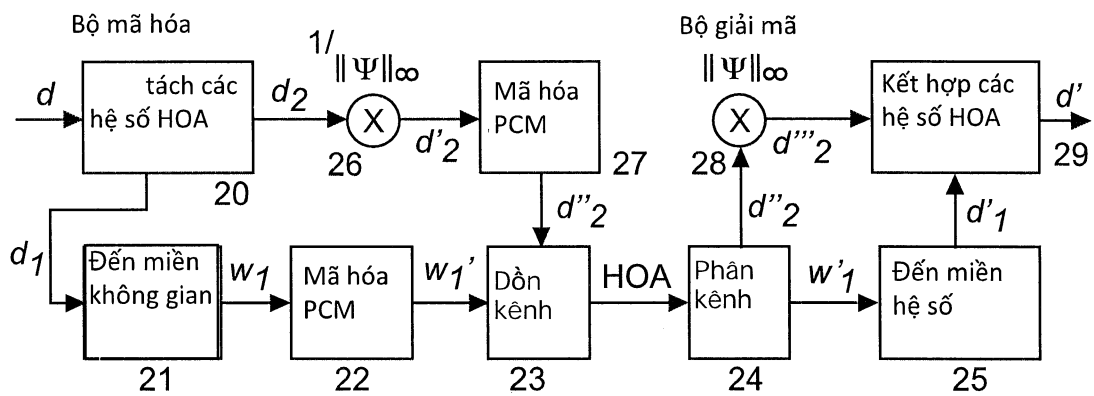


Fig. 2

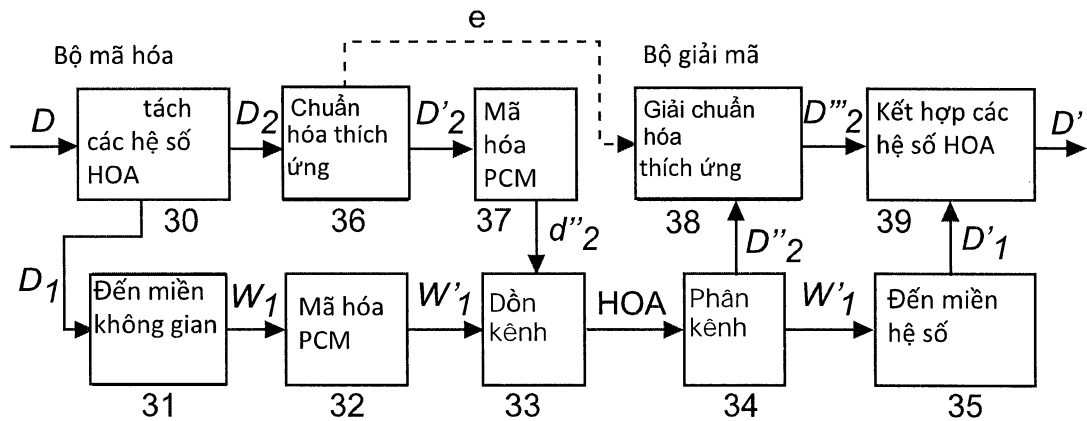


Fig. 3

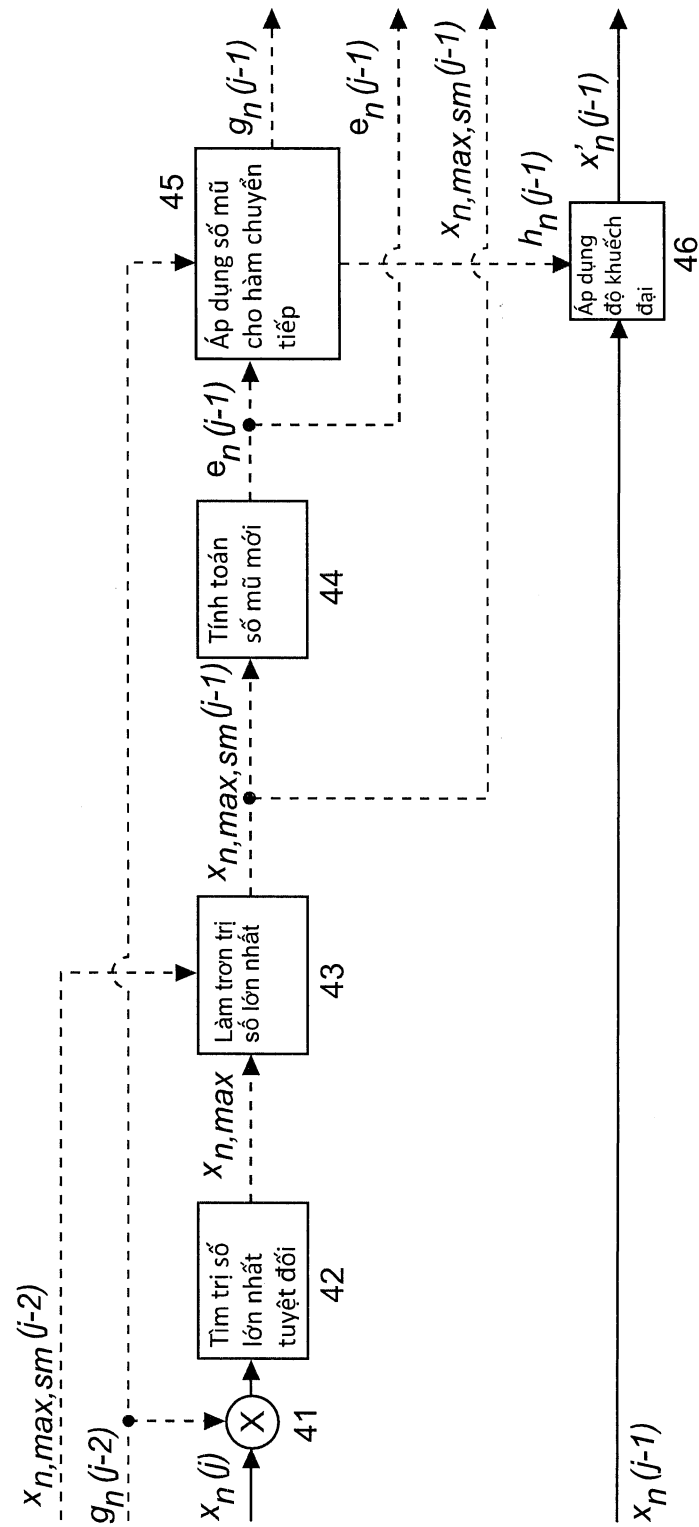


Fig. 4

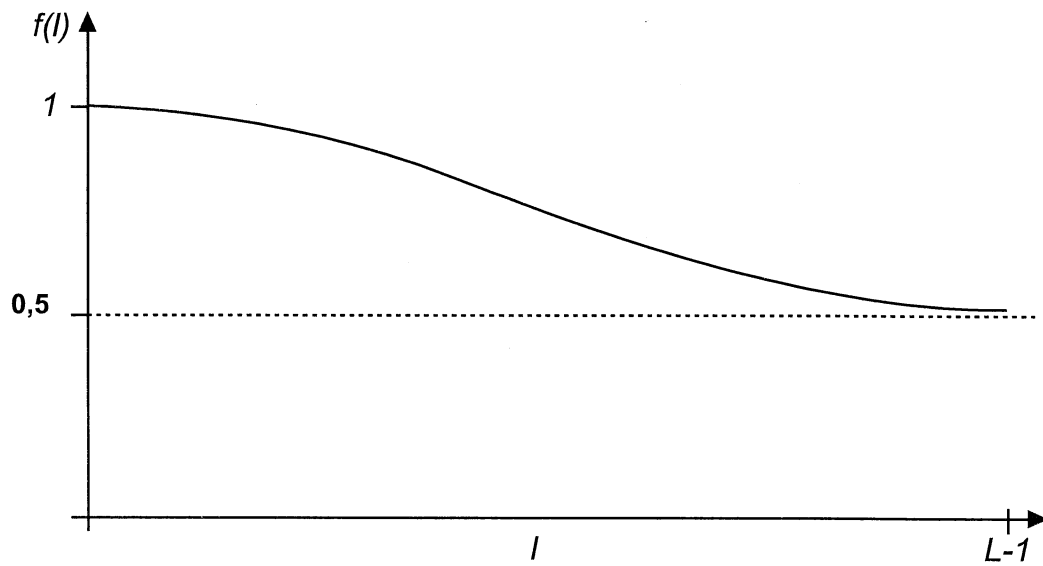


Fig. 5

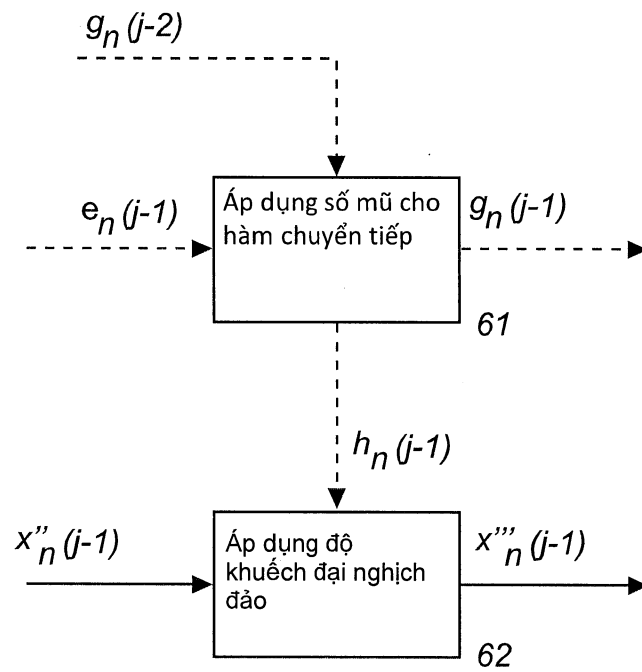


Fig. 6

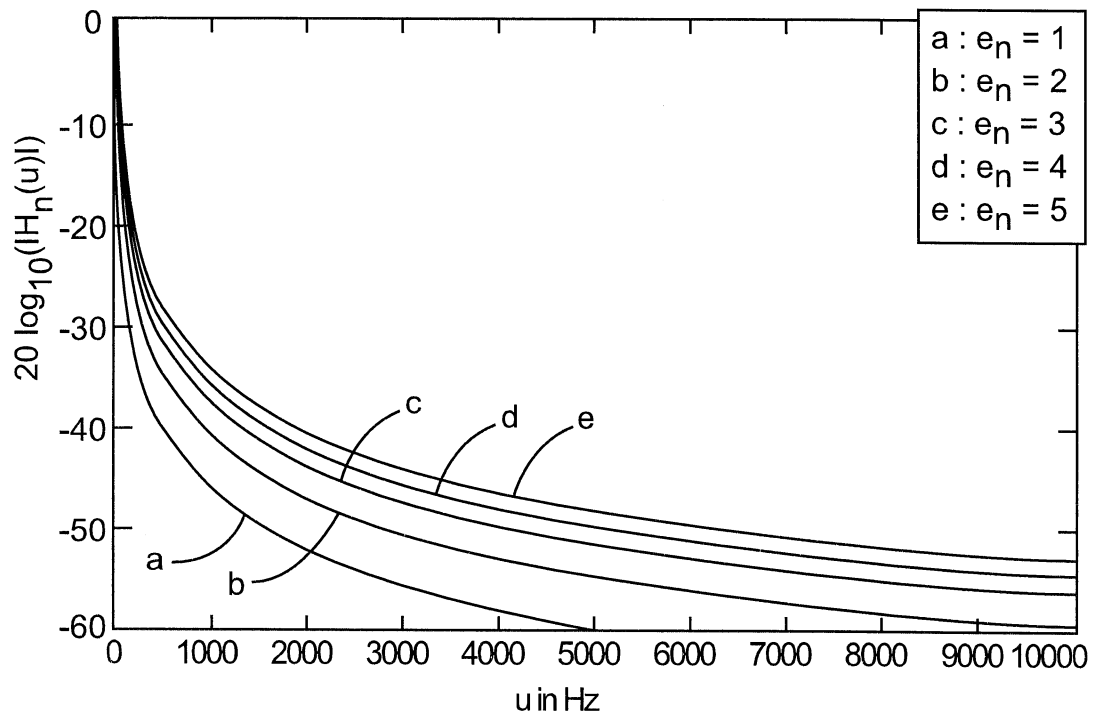


Fig. 7

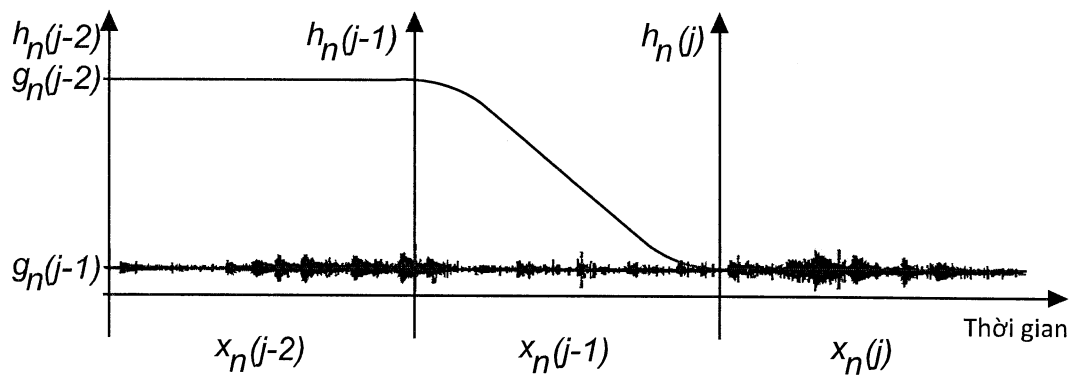


Fig. 8