



(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)



1-0030690

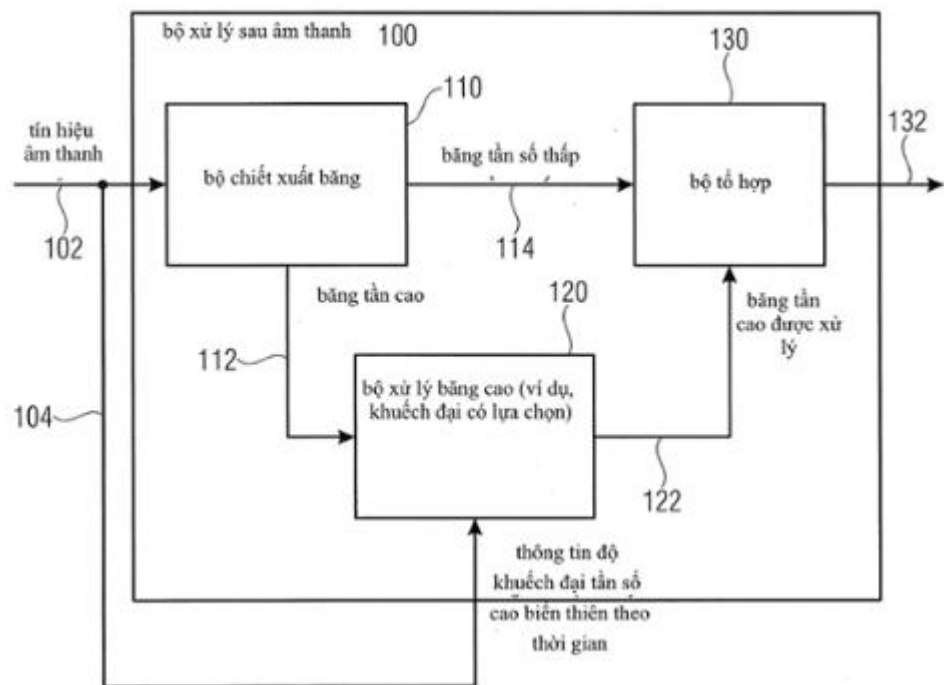
(51)⁷ H03G 3/00; H03G 5/16

(13) B

-
- (21) 1-2018-00089 (22) 10/02/2017
(86) PCT/EP2017/053068 10/02/2017 (87) WO 2017/140600 24/08/2017
(30) 16156200.4 17/02/2016 EP
(45) 25/01/2022 406 (43) 26/03/2018 360A
(73) Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE)
Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) GHIDO, Florin (RO); DISCH, Sascha (DE); HERRE, Juergen (DE); ADAMI,
Alexander (DE); REUTELHUBER, Franz (DE).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)
-

(54) BỘ XỬ LÝ SAU ÂM THANH VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SAU TÍN HIỆU ÂM THANH, BỘ XỬ LÝ TRƯỚC ÂM THANH VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ TRƯỚC TÍN HIỆU ÂM THANH, THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA TÍN HIỆU ÂM THANH, THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến bộ xử lý sau âm thanh và phương pháp xử lý sau tín hiệu âm thanh, bộ xử lý trước âm thanh và phương pháp xử lý trước tín hiệu âm thanh, thiết bị và phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh, thiết bị và phương pháp giải mã âm thanh. Bộ xử lý sau âm thanh (100) để xử lý sau tín hiệu âm thanh (102) có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) như là thông tin phụ bao gồm: bộ chiết xuất băng (110) để chiết xuất băng tần cao (112) của tín hiệu âm thanh (102) và băng tần thấp (114) của tín hiệu âm thanh (102); bộ xử lý băng cao (120) để thực hiện sự cải biên biến thiên theo thời gian của băng tần cao (112) tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) để thu được băng tần cao được xử lý (122); và bộ tổ hợp (130) để tổ hợp băng tần cao được xử lý (122) và băng tần thấp (114). Ngoài ra, bộ xử lý trước được minh họa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xử lý âm thanh, và cụ thể là xử lý âm thanh trong ngữ cảnh xử lý trước âm thanh và xử lý sau âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiếng vang trước: Vấn đề che chắn theo thời gian

Các giàn lọc truyền thống dựa trên các bộ mã hóa cảm quan như MP3 và AAC được thiết kế chủ yếu để sử dụng hiệu ứng cảm quan che chắn đồng thời, nhưng cũng phải đối mặt với khía cạnh theo thời gian của hiện tượng che: Nhiều âm được che với khoảng thời gian ngắn trước và sau quá trình biểu diễn tín hiệu che (hiện tượng che trước và che sau). Hiện tượng che trước được quan sát trong khoảng thời gian dài hơn nhiều so với hiện tượng che sau (theo thứ tự 10,0-50,0mili giây thay vì 0,5-2,0mili giây, phụ thuộc vào mức và khoảng thời gian của mạng che).

Do đó, khía cạnh theo thời gian của bước che dẫn đến một yêu cầu bổ sung cho sơ đồ mã hóa cảm quan: Để đạt được chất lượng mã hóa rõ ràng theo cảm quan, nhiều âm lượng tử hóa cũng không được vượt qua ngưỡng được che phụ thuộc vào thời gian.

Trên thực tế, yêu cầu này không dễ đạt được đối với các bộ mã hóa cảm quan do việc sử dụng phép khai triển tín hiệu quang phổ cho phép lượng tử hóa và mã hóa có nghĩa là các lỗi lượng tử hóa được đưa vào trong miền này sẽ lan ra theo thời gian sau sự khôi phục bởi giàn lọc tổng hợp (nguyên lý bất định thời gian/tần số). Đối với các thiết kế giàn lọc được sử dụng rộng rãi (ví dụ như MDCT 1024 vạch phổ) tức là nhiều âm lượng tử hóa có thể lan ra theo khoảng thời gian hơn 40mili giây tại tốc độ lấy mẫu CD. Điều này sẽ dẫn đến các vấn đề khi tín hiệu có thể được mã hóa chứa các thành phần tín hiệu mạnh chỉ trong các phần của cửa sổ giàn lọc phân tích, tức là đối với các tín hiệu tạm thời. Cụ thể, nhiều âm lượng tử hóa được lan ra trước khi sự bắt đầu của tín hiệu và trong các trường hợp cực biên có thể vượt quá các thành phần ban

đầu trong mức trong các khoảng thời gian nhất định. Một ví dụ nổi tiếng về tín hiệu va đập tới hạn là ghi âm nhạc catanhet trong đó sau khi giải mã các thành phần nhiễu âm được lượng tử hóa lan ra trong thời gian nhất định trước “sự thâm nhập” của tín hiệu ban đầu. Ví dụ nổi tiếng này thường được biết đến như là “hiện tượng tiếng vang trước”.

Do các đặc tính của hệ thống thính giác con người, các “tiếng vang trước” được che chỉ khi không có lượng đáng kể của nhiễu âm mã hóa tồn tại lâu hơn khoảng 2,0mili giây trước khi bắt đầu tín hiệu. Ngược lại, nhiễu âm mã hóa sẽ được nhận như thành phần lạ tiếng vang trước, tức là sự kiện giống như nhiễu âm ngắn trước khi bắt đầu tín hiệu. Để tránh các thành phần lạ này, cần phải chú ý duy trì các đặc tính theo thời gian thích hợp của nhiễu âm lượng tử hóa sao cho chúng vẫn sẽ đáp ứng các điều kiện che theo thời gian. Vấn đề tạo dạng nhiễu âm theo thời gian thường làm khó đạt được chất lượng tín hiệu cảm quan tốt tại các tốc độ bit thấp cho các tín hiệu tạm thời như nhạc catanhet, đàn chuông, nhiễu tam giác, v.v.

Các tín hiệu giống tiếng vỗ tay: Lớp tới hạn vô cùng của các tín hiệu

Trong khi các tín hiệu chuyển tiếp được đề cập trước có thể khởi động các tiếng vang trước trong bộ mã hóa-giải mã âm thanh cảm quan, chúng thể hiện các sự thâm nhập đơn lẻ riêng biệt, tức là có một khoảng thời gian tối thiểu nhất định cho đến khi sự thâm nhập tiếp theo xuất hiện. Do đó, bộ mã hóa cảm quan có thời gian để khôi phục từ việc xử lý sự thâm nhập cuối cùng và có thể, ví dụ, thu thập lại các bit dư để đối phó với sự thâm nhập tiếp theo (xem “hồ chứa bit” được mô tả ở dưới). Trái lại, âm thanh của khán giả vỗ tay bao gồm chuỗi ổn định các tiếng vỗ cách đều dày đặc, mỗi tiếng vỗ là một sự kiện chuyển tiếp của chính nó. Fig.11 thể hiện hình minh họa về đường bao theo thời gian tần số cao của tín hiệu tiếng vỗ tay âm lập thể. Như có thể thấy, thời gian trung bình giữa các sự kiện vỗ tiếp sau là tối thiểu dưới 10mili giây.

Do vậy, các tín hiệu tiếng vỗ tay và kiểu tiếng vỗ tay (như tiếng mưa rơi hoặc tiếng pháo hoa) tạo ra một lớp rất khó để giải mã các tín hiệu mà phổ biến trong rất nhiều bản ghi trực tiếp. Điều này cũng đúng khi sử dụng các phương pháp tham số cho mã hóa liên kết hai hoặc nhiều kênh [Hot08].

Các phương pháp thông thường để mã hóa tín hiệu chuyển tiếp

Tập hợp các kỹ thuật đã được đề xuất để tránh các thành phần lạ tiếng vang trước trong tín hiệu được mã hóa/giải mã:

Điều khiển tiếng vang trước và hồ chứa bit

Một cách để tăng độ chính xác mã hóa đối với các hệ số quang phổ của cửa sổ giàn lọc trước hết là che phần tín hiệu tạm thời (cái gọi là “điều khiển tiếng vang trước”, PEG1]). Do điều này làm tăng đáng kể lượng bit cần thiết cho việc mã hóa của các khung này, phương pháp này có thể không được áp dụng trong bộ mã hóa tốc độ bit ổn định. Đến một mức độ nhất định, các biến thiên cục bộ trong nhu cầu về tốc độ bit có thể được giải thích bằng việc sử dụng hồ chứa bit ([Bra87], [MPEG1]). Kỹ thuật này cho phép xử lý nhu cầu cao trong tốc độ bit sử dụng các bit đã được dành riêng cho việc mã hóa các khung sớm hơn trong khi tốc độ bit trung bình vẫn duy trì ổn định.

Chuyển cửa sổ thích ứng

Một chiến lược khác được sử dụng trong các bộ mã hóa-giải mã âm thanh cảm quan là chuyển cửa sổ thích ứng như được giới thiệu bởi Edler [Edl89]. Kỹ thuật này thích ứng kích thước của các cửa sổ dần lọc với các đặc tính của tín hiệu đầu vào. Trong khi các phần tín hiệu dừng sẽ được mã hóa sử dụng chiều dài cửa sổ dài, các cửa sổ ngắn được sử dụng để mã hóa các phần chuyển tiếp của tín hiệu. Bằng cách này, nhu cầu bit cao có thể được giảm xuống đáng kể do vùng mà đòi hỏi độ chính xác mã hóa cao được hạn chế về thời gian. Tiếng vang trước bị giới hạn trong thời gian một cách hoàn toàn bởi kích thước biến đổi ngắn hơn.

Tạo dạng nhiễu âm theo thời gian (Temporal Noise Shaping - TNS)

Việc tạo dạng nhiễu âm theo thời gian (Temporal Noise Shaping - TNS) được giới thiệu trong [Her96] và đặt dạng theo thời gian của nhiễu âm lượng tử hóa bằng việc áp dụng mã hóa dự báo chu trình mở dọc theo hướng tần số trên các khối thời gian trong miền quang phổ.

Biến đổi độ khuếch đại (điều khiển độ khuếch đại)

Một cách khác để tránh sự lan ra theo thời gian của nhiễu âm lượng tử hóa là áp dụng biến đổi độ khuếch đại cường độ (xử lý điều khiển độ khuếch đại) vào tín hiệu

trước khi tính toán sự khai triển quang phổ và mã hóa của nó.

Quy tắc của phương pháp này được minh họa trên Fig.12. Biến đổi của tín hiệu đầu vào được giảm bằng việc biến đổi độ khuếch đại (xử lý trước nhân) trước việc mã hóa của nó. Bằng cách này, “các đỉnh” trong tín hiệu bị suy giảm trước khi mã hóa. Các tham số của việc biến đổi độ khuếch đại được truyền dẫn trong dòng bit. Sử dụng thông tin này việc xử lý được đảo ngược ở phía bộ giải mã, tức là sau khi giải mã việc biến đổi độ khuếch đại khác khôi phục biến đổi tín hiệu ban đầu.

[Lin93] đề xuất việc điều khiển độ khuếch đại như là sự bổ sung vào bộ mã hóa âm thanh cảm quan trong đó việc biến đổi độ khuếch đại được thực hiện trên tín hiệu miền thời gian (và đối với toàn bộ phổ tín hiệu).

Việc biến đổi/ điều khiển độ khuếch đại phụ thuộc tần số đã được sử dụng trước đây trong nhiều trường hợp:

Điều khiển độ khuếch đại dựa trên bộ lọc: Trong luận văn của mình [Vau91], Vaupel nhận thấy rằng việc điều khiển độ khuếch đại toàn băng không hoạt động tốt. Để đạt được việc điều khiển độ khuếch đại phụ thuộc tần số Vaupel đề xuất cặp bộ nén và bộ lọc mở rộng mà có thể được điều khiển động trong các đặc tính độ khuếch đại của nó. Sơ đồ này được thể hiện trên các Fig.13a và 4b.

Biến thiên của đáp ứng tần số của bộ lọc được thể hiện trên Fig.13b.

Điều khiển độ khuếch đại với giàn lọc lai (như được minh họa trên Fig.14): Trong cấu hình âm thanh SSR của sơ đồ Mã hóa âm thanh tiên tiến MPEG-2[Bos96], điều khiển độ khuếch đại được sử dụng trong cấu trúc giàn lọc lai. Giai đoạn giàn lọc thứ nhất (PQF - first filterbank stage) chia tín hiệu đầu vào thành bốn băng với chiều rộng bằng nhau. Sau đó, bộ phát hiện độ khuếch đại và bộ cải biên độ khuếch đại thực hiện xử lý bộ mã hóa điều khiển độ khuếch đại. Cuối cùng, tại giai đoạn thứ hai, bốn giàn lọc MDCT riêng biệt với kích thước được giảm (256 thay vì 1024) còn chia tín hiệu kết quả và sinh ra các thành phần quang phổ mà được sử dụng cho việc mã hóa tiếp theo.

Tạo dạng đường bao được dẫn hướng là công cụ gồm có trong âm thanh nổi MPEG mà truyền dẫn các tham số đường bao theo thời gian kênh riêng lẻ và khôi

phục các đường bao theo thời gian trên phía bộ giải mã. Lưu ý rằng, trái với xử lý HREP, không có việc làm phẳng đường bao trên phía bộ mã hóa để duy trì tương thích theo chiều ngược với việc trộn giảm. Công cụ khác trong âm thanh nổi MPEG mà có chức năng thực hiện tạo dạng đường bao trong việc xử lý theo thời gian bằng con (Subband Temporal Processing - STP). Tại đây, các bộ lọc LPC theo thứ tự giảm dần được áp dụng trong phép biểu diễn dần lọc QMF của các tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật liên quan được dẫn chứng trong các công bố sáng chế WO 2006/045373 A1, WO 2006/045371 A1, WO2007/042108 A1, WO 2006/108543 A1, or WO 2007/110101 A1.

Tài liệu tham khảo

[Bos96] M. Bosi, K. Brandenburg, S. Quackenbush, L. Fielder, K. Akagiri, H. Fuchs, M. Dietz, J. Herre, G. Davidson, Oikawa: “MPEG-2 Advanced Audio Coding”, 101st AES Convention, Los Angeles 1996

[Bra87] K. Brandenburg: “OCF - A New Coding Algorithm for High Quality Sound Signals”, Proc. IEEE ICASSP, 1987

[Joh92b] J. D. Johnston, K. Brandenburg: “Wideband Coding Perceptual Considerations for Speech and Music”, in S. Furui and M. M. Sondhi, editors: “Advances in Speech Signal Processing”, Marcel Dekker, New York, 1992

[Edl89] B. Edler: “Codierung von Audiosignalen mit überlappender Transformation und adaptiven Fensterfunktionen”, Frequenz, Vol. 43, pp. 252-256, 1989

[Her96] J. Herre, J. D. Johnston: “Enhancing the Performance of Perceptual Audio Coders by Using Temporal Noise Shaping (TNS)”, 101st AES Convention, Los Angeles 1996, Preprint 4384

[Hot08] Gerard Hotho, Steven van de Par, and Jeroen Breebaart: “Multichannel coding of applause signals”, EURASIP Journal of Advances in Signal Processing, Hindawi, January 2008, doi: 10.1155, 2008:531693

[Lin93] M. Link: “An Attack Processing of Audio Signals for Optimizing the Temporal Characteristics of a Low Bit-Rate Audio Coding System”, 95th AES

convention, New York 1993, Preprint 3696

[MPEG1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG, International Standard ISO 11172-3 “Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s”

[Vau91] T. Vaupel: “Ein Beitrag zur Transformationscodierung von Audiosignalen unter Verwendung der Methode der 'Time Domain Aliasing Cancellation (TDAC)' und einer Signalkompondierung im Zeitbereich”, PhD Thesis, Universität-Gesamthochschule Duisburg, Germany, 1991

Hồ chứa bit có thể giúp xử lý các nhu cầu cao đối với tốc độ bit trong bộ mã hóa cảm quang và từ đó cải thiện chất lượng cảm quan của các tín hiệu chuyển tiếp. Tuy nhiên, trên thực tế, kích thước của hồ chứa bit phải lớn một cách phi thực tế để tránh các thành phần lạ khi các tín hiệu đầu vào mã hóa có tính chất quá ngắn mà không cần phòng ngừa thêm.

Việc chuyển cửa sổ thích ứng giới hạn nhu cầu bit của các thành phần chuyển tiếp của tín hiệu mà tiếng vang trước được giảm thông qua việc hạn chế các sự chuyển tiếp thành các khối biến đổi ngắn. Giới hạn của việc chuyển cửa sổ thích ứng được đưa ra bởi thời gian chờ và số lần lặp của nó: Chu kỳ quay vòng nhanh nhất có thể giữa các chuỗi khối ngắn đòi hỏi ít nhất ba khối (“ngắn”→”dừng”→”bắt đầu”→”ngắn”, khoảng 30,0 – 60,0mili giây cho các kích thước khối điển hình gồm 512 - 1024 mẫu) mà là quá dài so với các loại tín hiệu đầu vào nhất định bao gồm tiếng vỗ tay. Do đó, sự lan ra theo thời gian của nhiều âm lượng tử hóa đối với các tín hiệu kiểu tiếng vỗ tay chỉ có thể được tránh bằng việc lựa chọn không đổi kích thước cửa sổ ngắn, mà thường dẫn tới sự giảm trong hiệu quả mã hóa nguồn của bộ mã hóa nguồn.

TNS thực hiện việc làm phẳng theo thời gian trong bộ mã hóa và tạo dạng theo thời gian trong bộ giải mã. Về nguyên tắc, độ phân giải theo thời gian mịn một cách tùy ý là có thể. Tuy nhiên, trên thực tế, hiệu suất này bị hạn chế bởi rằng cửa sổ theo thời gian của giàn lọc mã hóa (MDCT điển hình, tức là biến đổi khối chồng lấp với 50% chồng lấp). Tuy nhiên, nhiều âm mã hóa được tạo dạng cũng xuất hiện trong hình dạng được phản chiếu tại đầu ra của giàn lọc tổng hợp.

Các kỹ thuật điều khiển độ khuếch đại bằng thông rộng bị thiếu độ phân giải quang phổ. Tuy nhiên, để thực hiện tốt cho nhiều tín hiệu, điều quan trọng là việc xử lý cải biên độ khuếch đại có thể được áp dụng một cách độc lập trong các phần khác nhau của phổ âm thanh vì các sự kiện chuyển tiếp thường chỉ chiếm ưu thế trong các phần của phổ (trên thực tế các sự kiện mà khó được mã hóa này hầu như luôn có mặt trong phần tần số cao của phổ). Một cách có hiệu quả, việc áp dụng cải biên nhân động động của tín hiệu đầu vào trước sự khai triển quang phổ của nó trong bộ mã hóa là tương đương với cải biên động của cửa sổ phân tích của giàn lọc. Phụ thuộc vào hình dạng của hàm cải biên độ khuếch đại đáp ứng tần số của các giàn lọc phân tích được thay đổi theo hàm cửa sổ hỗn hợp. Tuy nhiên, không mong muốn mở rộng đáp ứng tần số của các kênh bộ lọc tần số thấp của giàn lọc vì điều này làm tăng sự không thích ứng với việc định tỉ lệ bằng thông tới hạn.

Điều khiển độ khuếch đại sử dụng giàn lọc lại có hạn chế về độ phức tạp tính toán tăng do giàn lọc của giai đoạn thứ nhất phải đạt được độ chọn lọc đáng kể để tránh các biến dạng răng cưa sau khi phân chia sau bởi giai đoạn giàn lọc thứ hai. Ngoài ra, các tần số giao chéo giữa các băng điều khiển độ khuếch đại được cố định vào một phần tư tần số Nyquist, tức là bằng 6, 12 và 18kHz cho tốc độ lấy mẫu bằng 48kHz. Đối với hầu hết các tín hiệu, giao chéo thứ nhất tại 6kHz là quá cao để có hiệu suất tốt.

Các kỹ thuật tạo dạng đường bao được chứa trong các độ phân giải mã hóa đa kênh bán tham số như âm thanh nổi MPEG (STP, GES) được biết đến để cải thiện chất lượng cảm quan của các sự chuyển tiếp qua việc tạo dạng lại theo thời gian của tín hiệu đầu ra của các phần của nó trong bộ giải mã. Tuy nhiên, các kỹ thuật này không thực hiện làm phẳng theo thời gian trước bộ mã hóa. Do đó, tín hiệu chuyển tiếp sẽ đi vào bộ mã hóa với biến động thời gian ngắn và chịu nhu cầu tốc độ bit cao đối với ngân sách bit của bộ mã hóa.

Mục đích của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm xử lý trước âm thanh, xử lý sau âm thanh hoặc việc mã hóa âm thanh hoặc mặt khác là việc giải mã âm thanh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích nêu trên đạt được bởi bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 1, bộ xử lý trước âm thanh theo điểm 32, thiết bị mã hóa âm thanh theo điểm 53, thiết bị giải mã âm thanh theo điểm 55, phương pháp xử lý sau theo điểm 57, phương pháp xử lý trước theo điểm 58, phương pháp mã hóa theo điểm 59, và phương pháp giải mã theo điểm 60 hoặc chương trình máy tính theo điểm 61.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế là bộ xử lý sau âm thanh để xử lý sau tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ bao gồm: bộ chiết xuất băng để chiết xuất băng tần cao của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp của tín hiệu âm thanh; bộ xử lý băng cao để thực hiện sự cải biên biến thiên theo thời gian của băng tần cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu được băng tần cao được xử lý; và bộ tổ hợp để tổ hợp băng tần cao được xử lý và băng tần thấp.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế là bộ xử lý trước âm thanh để xử lý trước tín hiệu âm thanh, bao gồm bộ phân tích tín hiệu để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian; bộ chiết xuất băng để chiết xuất băng tần cao của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp của tín hiệu âm thanh; bộ xử lý băng cao để thực hiện cải biên biến thiên theo thời gian của băng cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu băng tần cao được xử lý; bộ tổ hợp để tổ hợp băng tần cao và băng tần thấp được xử lý để thu được tín hiệu âm thanh được xử lý trước; và giao diện đầu ra để tạo tín hiệu đầu ra bao gồm tín hiệu âm thanh được xử lý trước và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế là thiết bị mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh, bao gồm bộ xử lý trước của khía cạnh thứ nhất, được tạo cấu hình để tạo tín hiệu đầu ra có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ; bộ mã hóa lõi để tạo tín hiệu được mã hóa lõi và thông tin phụ lõi; và tạo tín hiệu mã được mã hóa lõi và thông tin phụ lõi; và giao diện đầu ra để tạo tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu được mã hóa lõi, thông tin phụ lõi và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian.

Khía cạnh thứ tư của sáng chế là thiết bị giải mã âm thanh, bao gồm giao diện

đầu vào để nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi, thông tin phụ lỗi và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ bổ sung; bộ giải mã lỗi để giải mã tín hiệu được mã hóa lỗi sử dụng thông tin phụ lỗi để thu tín hiệu lỗi được giải mã; và bộ xử lý sau để xử lý sau tín hiệu lỗi được giải mã sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian theo khía cạnh thứ hai ở trên.

Khía cạnh thứ năm của sáng chế là phương pháp xử lý sau tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ, bao gồm chiết xuất băng tần cao của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp của tín hiệu âm thanh; thực hiện cải biên biến thiên theo thời gian tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu được băng tần cao được xử lý; và tổ hợp băng tần cao và băng tần thấp được xử lý.

Khía cạnh thứ sáu của sáng chế là phương pháp xử lý trước tín hiệu âm thanh, bao gồm phân tích tín hiệu âm thanh để xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian; chiết xuất băng tần cao của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp của tín hiệu âm thanh; thực hiện cải biên biến thiên theo thời gian của băng cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu băng tần cao được xử lý; tổ hợp băng tần cao và băng tần thấp được xử lý để thu được tín hiệu âm thanh được xử lý trước; và tạo tín hiệu đầu ra bao gồm tín hiệu âm thanh được xử lý trước và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian.

Khía cạnh thứ bảy của sáng chế là phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh, bao gồm phương pháp xử lý trước âm thanh của khía cạnh thứ sáu, được tạo cấu hình để tạo tín hiệu đầu ra có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ; tạo tín hiệu được mã hóa lỗi và thông tin phụ lỗi; và tạo tín hiệu mã được mã hóa lỗi và thông tin phụ lỗi; và tạo tín hiệu được mã hóa bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi, thông tin phụ lỗi và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian.

Khía cạnh thứ tám của sáng chế là phương pháp giải mã âm thanh, bao gồm nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi, thông tin phụ lỗi và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ

bổ sung; giải mã tín hiệu được mã hóa lỗi sử dụng thông tin phụ lỗi để thu tín hiệu lỗi được giải mã; và xử lý sau tín hiệu lỗi được giải mã sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian theo khía cạnh thứ năm.

Khía cạnh thứ chín của sáng chế đề cập đến chương trình máy tính hoặc vật ghi lưu trữ không chuyển tiếp có chương trình máy tính được lưu trữ trên đó, khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, bất kỳ một phương pháp trong số các phương pháp theo các điểm năm, sáu, bảy hoặc tám ở trên.

Sáng chế đề cập tới việc xử lý băng cao lựa chọn băng như sự suy giảm có lựa chọn trong bộ xử lý trước hoặc khuếch đại có lựa chọn trong bộ xử lý sao để mã hóa một cách có lựa chọn lớp tín hiệu nhất định như các tín hiệu chuyển tiếp với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho băng cao. Do đó, tín hiệu được xử lý trước là tín hiệu có thông tin phụ bổ sung ở dạng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian thẳng và tín hiệu bản thân nó, sao cho lớp tín hiệu nhất định, ví dụ như các tín hiệu chuyển tiếp, không còn xảy ra trong tín hiệu được xử lý trước hoặc chỉ xảy ra với mức độ ít hơn. Trong việc xử lý sau âm thanh, hình dạng tín hiệu ban đầu được khôi phục bằng việc thực hiện phép nhân biến thiên theo thời gian của băng tần cao theo thông tin độ khuếch đại băng tần cao biến thiên theo thời gian được kết hợp với tín hiệu âm thanh như là thông tin phụ để, cuối cùng, tức là, tiếp theo chuỗi bao gồm xử lý trước, mã hóa, giải mã, và xử lý sao, người nghe không cảm nhận được chênh lệch đáng kể với tín hiệu ban đầu và, cụ thể là, không cảm nhận được tín hiệu có bản chất chuyển tiếp được giảm, mặc dù các khối mã hóa lỗi/ bộ giải mã lỗi bên trong trong đó vị trí để xử lý tín hiệu ít chuyển tiếp dẫn đến, đối với việc xử lý bộ mã hóa, một mặt lượng bit cần thiết được giảm xuống và mặt khác chất lượng âm thanh được tăng lên, do lớp các tín hiệu khó mã hóa đã được loại bỏ khỏi tín hiệu trước khi bộ mã hóa bắt đầu tác vụ của nó. Tuy nhiên, việc loại bỏ các phần tín hiệu khó mã hóa này không dẫn đến chất lượng âm thanh bị giảm xuống, do các phần tín hiệu này được khôi phục bằng việc xử lý sau tiếp theo thao tác bộ giải mã.

Trong các phương án được ưu tiên, bộ xử lý sau cũng khuếch đại các phần hơi yên lặng hơn mức nền trung bình và bộ xử lý sau suy giảm chúng. Việc xử lý bổ sung này có thể có ích cho cả các sự thâm nhập mạnh riêng lẻ và cho các phần giữa các sự

kiện chuyển tiếp liên tiếp.

Sau đây, các lợi ích cụ thể của các phương án được ưu tiên được tóm tắt.

Xử lý đường bao độ phân giải cao (HREP - High Resolution Envelope Processing) là công cụ cho việc mã hóa nâng cao các tín hiệu mà chủ yếu bao gồm các sự kiện chuyển tiếp dày đặc, ví dụ như tiếng vỗ tay, tiếng mưa rơi, v.v. Ở phía bộ mã hóa, công cụ này làm việc như một bộ xử lý trước với độ phân giải theo thời gian cao trước bộ mã hóa-giải mã âm thanh cảm quan thực tế bằng việc phân tích tín hiệu đầu vào, làm suy giảm và do đó làm phẳng theo thời gian các phần tần số cao của các sự kiện chuyển tiếp, và tạo lượng nhỏ thông tin phụ (1-4kps cho các tín hiệu âm lập thể). Tại phía bộ giải mã, công cụ này làm việc như bộ xử lý sau sau bộ mã hóa-giải mã âm thanh bằng việc tăng và theo đó tạo dạng theo thời gian phần tần số cao của các sự kiện chuyển tiếp, tận dụng thông tin phụ mà đã được tạo ra trong việc mã hóa. Lợi ích của việc áp dụng HREP là gấp đôi: HREP giảm nhẹ nhu cầu tốc độ bit trên bộ mã hóa bằng việc giảm biến của tín hiệu đầu vào; ngoài ra, HREP đảm bảo sự phục hồi đường bao thích hợp trong giai đoạn trộn (tăng) của bộ giải mã, điều này càng quan trọng nếu các kỹ thuật mã hóa đa kênh theo tham số được áp dụng trong bộ mã hóa-giải mã.

Ngoài ra, sáng chế có lợi trong việc nâng cao hiệu suất mã hóa cho các tín hiệu giống kiểu tiếng vỗ tay bằng việc sử dụng các phương pháp xử lý tín hiệu thích hợp, ví dụ, một mặt trong việc xử lý trước hoặc một mặt trong việc xử lý sau.

Lợi ích nữa của sáng chế là việc xử lý đường bao độ phân giải cao theo sáng chế (high resolution envelope processing - HREP), tức là việc xử lý trước âm thanh hoặc việc xử lý trước âm thanh giải quyết các vấn đề kỹ thuật trong tình trạng kỹ thuật bằng việc thực hiện việc làm phẳng trước trước bộ mã hóa hoặc làm phẳng nghịch đảo tương ứng theo sau bộ giải mã.

Tiếp theo, đặc trưng và các đặc tính mới của phương án của sáng chế đề cập đến xử lý tín hiệu HREP được tóm tắt và lợi ích duy nhất được mô tả.

HREP xử lý các tín hiệu âm thanh chỉ trong hai băng tần được chia bởi các bộ lọc. Điều này làm việc xử lý đơn giản và độ phức tạp tính toán và cấu trúc thấp. Chỉ băng cao được xử lý, băng thấp đi qua theo cách không đổi.

Các băng tần này được suy ra từ việc lọc thông thấp của tín hiệu đầu vào để tính toán băng thứ nhất. Băng (thứ hai) thông cao được suy ra đơn giản từ việc trừ các thành phần thông thấp từ tín hiệu đầu vào. Bằng cách này, chỉ một bộ lọc được tính toán một cách rõ ràng hơn là hai bộ mà giảm tính phức tạp. Ngoài ra, tín hiệu được lọc thông cao có thể được tính toán một cách rõ ràng và các thành phần thông thấp có thể được suy ra như là độ chênh lệch giữa tín hiệu đầu vào và tín hiệu thông cao.

Để hỗ trợ việc triển khai bộ xử lý sau phức tạp thấp, các hạn chế sau đây là có thể

- Giới hạn các kênh/các đối tượng HREP hoạt động
- Giới hạn các thừa số độ khuếch đại được truyền dẫn cực đại $g(k)$ đáng kể (các thừa số khuếch đại không đáng kể bằng 0dB giảm bớt nhu cầu cặp DFT/iDFT được kết hợp)
- Việc tính toán DFT/iDFT trong cấu trúc liên kết rải rác chia hai cơ sở 2 hiệu quả.

Trong một phương án, bộ mã hóa hoặc bộ xử lý trước âm thanh được kết hợp với bộ mã hóa lỗi được tạo cấu hình để hạn chế số lượng cực đại của các kênh hoặc các đối tượng trong đó HREP hoạt động tại cùng thời điểm, hoặc bộ giải mã lỗi được tạo cấu hình để chỉ thực hiện xử lý sau với số lượng cực đại của các kênh hoặc các đối tượng trong đó HREP hoạt động tại cùng thời điểm. Số lượng ưu tiên cho việc hạn chế các kênh và các đối tượng hoạt động là 16 và thậm chí ưu tiên hơn là 8.

Trong phương án khác, bộ mã hóa HREP hoặc bộ xử lý trước âm thanh được kết hợp với bộ mã hóa lỗi được tạo cấu hình để hạn chế đầu ra tới cực đại của các thừa số khuếch đại đáng kể hoặc bộ giải mã hoặc bộ xử lý sau được kết hợp với bộ giải mã lỗi được tạo cấu hình sao cho các thừa số độ khuếch đại không đáng kể của giá trị “1” không tính toán cặp DFT/iDFT, mà đi qua tín hiệu miền thời gian (được tạo cửa sổ) không thay đổi. Số lượng được ưu tiên cho việc hạn chế các thừa số đáng kể là 24 và thậm chí ưu tiên hơn bằng 16 mỗi khung và kênh hoặc đối tượng.

Trong phương án ưu tiên, bộ mã hóa HREP hoặc bộ xử lý trước âm thanh được kết hợp với bộ mã hóa lỗi được tạo cấu hình để tính toán DFT/iDFT trong cấu trúc liên kết rải rác chia cơ sở 2 hiệu quả hoặc bộ giải mã hóa bộ xử lý sau âm thanh với bộ giải

mã lỗi được tạo kết cấu để cũng tính toán DFT/iDFT trong cấu trúc liên kết rải rác chia cơ số 2 hiệu quả.

Bộ lọc thông thấp HREP có thể được thực thi một cách hiệu quả bằng việc sử dụng thuật toán FFT rải rác. Ở đây, ví dụ được đưa ra bắt đầu từ cấu trúc liên kết FFT cơ số 2 phân chia theo thời gian $N=8$, trong đó chỉ có $X(0)$ và $X(1)$ được cần cho việc xử lý thêm; kết quả là, $E(2)$ và $E(3)$ và $O(2)$ và $O(3)$ là không cần thiết, tiếp theo, hình dung cả DFT $N/2$ điểm có thể được chia thêm thành DFT $N/4$ điểm + các bướm tiếp theo cho mỗi DFT. Bây giờ có thể lặp lại các sự bỏ được mô tả ở trên theo cách tương tự, v.v..., như được minh họa trên Fig.15.

Trái ngược với sơ đồ điều khiển độ khuếch đại dựa trên các giàn lọc lai (trong đó việc xử lý băng giao chéo các tần số được ra lệnh bởi giai đoạn giàn lọc thứ nhất, và trên thực tế gắn liền với năng lượng của hai phân số của tần số Nyquist), tần số bị chia của HREP có thể/ đã có thể được điều chỉnh một cách tự do bằng việc thích ứng bộ lọc. Điều này cho phép việc thích ứng tối ưu với các đặc tính tín hiệu và yêu cầu tâm thính học.

Trái ngược với sơ đồ điều khiển độ khuếch đại dựa trên các giàn lọc lai, không cần các bộ lọc dài để chia các băng xử lý để tránh các vấn đề răng cưa sau giai đoạn giàn lọc thứ hai. Điều này là có thể vì HREP là bộ xử lý trước/sau đứng một mình mà không phải vận hành với giàn lọc được lấy mẫu tới hạn.

Trái ngược với các sơ đồ điều khiển độ khuếch đại khác, HREP thích ứng động với số liệu thống kê cục bộ của tín hiệu (tính toán giá trị trung bình trượt hai bên của đường bao năng lượng nền tần số cao đầu vào). Nó làm giảm biến đổi cường độ của tín hiệu đầu vào tới một phân số nhất định của kích thước ban đầu của nó (cái được gọi là thừa số alpha). Điều này cho phép việc vận hành ‘nhẹ nhàng’ của sơ đồ mà không giới thiệu các thành phần lạ bằng việc tương tác không mong muốn với bộ mã hóa-giải mã âm thanh.

Trái ngược với các sơ đồ độ khuếch đại thừa số khác, HREP có thể bù cho các hao tổn bổ sung trong biến đổi tần số bằng bộ mã hóa âm thanh tốc độ bit thấp bằng việc tạo mẫu nó như “hao tổn phân số nhất định của biến đổi năng lượng (cái được gọi là thừa số beta) và hồi phục hao tổn này.

Cặp bộ xử lý trước/sau HREP khôi phục (gần như) một cách hoàn hảo trong sự thiếu việc lượng tử hóa (tức là không có bộ mã hóa-giải mã).

Để đạt được điều này, bộ xử lý sau sử dụng độ dốc thích ứng cho bộ lọc chia phụ thuộc và thừa số trọng số khuếch đại tần số cao, và hiệu chỉnh sai số nội suy mà xảy ra trong việc khôi phục các trọng số quang phổ biến thiên theo thời gian được áp dụng vào các biến đổi T/F chồng lấp bằng việc áp dụng thừa số hiệu chỉnh trong miền thời gian.

Các việc thực thi HREP có thể chứa cái được gọi là điều khiển độ siêu khuếch đại (Meta Gain Control - MGC) mà điều khiển một cách uyển chuyển độ mạnh của hiệu ứng cảm quan được cung cấp bởi việc xử lý HREP và có thể tránh các thành phần lạ khi xử lý các tín hiệu không giống tiếng vỗ tay. Do đó, nó làm giảm các yêu cầu chính xác của việc phân loại tín hiệu đầu vào bên ngoài để điều khiển việc áp dụng HREP.

Ảnh xạ kết quả phân loại tiếng vỗ tay trên các thiết lập MGC và HREP.

HREP là bộ xử lý trước/sau đứng một mình mà bao gồm tất cả các thành phần bộ mã hóa khác gồm có các công cụ mã hóa mở rộng băng thông và theo không gian theo tham số.

HREP giảm bớt yêu cầu về bộ mã hóa âm thanh tốc độ bit thấp qua việc làm phẳng trước đường bao theo thời gian tần số cao. Một cách hiệu quả, ít khối ngấn sẽ được khởi động trong bộ mã hóa hơn và ít bộ lọc TNS hoạt động sẽ được yêu cầu hơn.

HREP cũng cải thiện việc mã hóa đa kênh theo tham số bằng việc giảm xuyên âm giữa các kênh được xử lý mà thường xảy ra do độ phân giải tín hiệu điều khiển theo thời gian bị hạn chế.

Cấu trúc liên kết bộ mã hóa: tương tác với TNS/TTS, IGF và điền đầy âm lấp thể

Định dạng dòng bit: Truyền tín hiệu HREP

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án ưu tiên của sáng chế được thảo luận sau với việc đối chiếu với

các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 minh họa bộ xử lý sau âm thanh theo phương án của sáng chế;

Fig.2 minh họa việc thực thi được ưu tiên của bộ chiết xuất băng của Fig.1;

Fig.3a là biểu diễn sơ đồ của tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ;

Fig.3b là biểu diễn sơ đồ về việc xử lý bằng bộ chiết xuất băng, bộ xử lý băng cao của bộ tổ hợp với các khối chồng lấp có vùng chồng lấp;

Fig.3c minh họa bộ xử lý sau âm thanh có bộ cộng chồng lấp;

Fig.4 minh họa việc thực thi được ưu tiên của bộ chiết xuất băng của Fig.1;

Fig.5 minh họa việc thực hiện được ưu tiên hơn của bộ xử lý sau âm thanh;

Fig.5b minh họa việc nhúng được ưu tiên của bộ xử lý sau âm thanh (audio post-processor - HREP) trong khuôn khổ của bộ giải mã âm thanh MPEG-H ba chiều;

Fig.5c minh họa việc nhúng được ưu tiên hơn của bộ xử lý sau âm thanh (audio post-processor - HREP) trong khuôn khổ của bộ giải mã âm thanh MPEG-H ba chiều;

Fig.6a minh họa phương án được ưu tiên của thông tin phục chưa thông tin vị trí tương ứng;

Fig.6b minh họa bộ chiết xuất thông tin phụ được tổ hợp với bộ giải mã thông tin phụ cho bộ xử lý sau âm thanh;

Fig.7 minh họa bộ xử lý sau âm thanh theo phương án được ưu tiên của sáng chế;

Fig.8a minh họa lưu đồ gồm các bước được thực hiện bởi bộ xử lý trước âm thanh;

Fig.8a minh họa lưu đồ gồm các bước được thực hiện bởi bộ phân tích tín hiệu của bộ xử lý trước âm thanh;

Fig.8c minh họa lưu đồ gồm quy trình được thực hiện bởi bộ phân tích tín hiệu, bộ xử lý băng cao và giao diện đầu ra của bộ xử lý trước âm thanh;

Fig.8d minh họa quy trình được thực hiện bởi bộ xử lý trước của Fig.7;

Fig.9a minh họa thiết bị mã hóa âm thanh với bộ xử lý trước âm thanh theo phương án của sáng chế;

Fig.9b minh họa thiết bị giải mã âm thanh bao gồm bộ xử lý sau âm thanh;

Fig.9c minh họa việc thực hiện được ưu tiên hơn của bộ xử lý trước âm thanh;

Fig.10a minh họa thiết bị mã hóa âm thanh với chức năng đa kênh/đa đối tượng;

Fig.10b minh họa thiết bị giải mã âm thanh với chức năng đa kênh/đa đối tượng;

Fig.10c minh họa việc thực thi khác của việc nhúng bộ xử lý trước và bộ xử lý sau và chuỗi mã hóa/giải mã;

Fig.11 minh họa về đường bao theo thời gian tần số cao của tín hiệu tiếng vỗ tay âm lập thể;

Fig.12 minh họa chức năng của việc xử lý cải biên độ khuếch đại;

Fig.13a minh họa việc xử lý điều khiển độ khuếch đại dựa trên bộ lọc;

Fig.13b minh họa các chức năng bộ lọc khác nhau cho bộ lọc tương ứng của Fig.13a;

Fig.14 minh họa điều khiển độ khuếch đại với giàn lọc lại;

Fig.15 minh họa việc thực thi của việc thực thi biến đổi Fourier kỹ thuật số rải rác;

Fig.16 minh họa khái quát kiểm tra nghe;

Fig.17a minh họa các điểm số MUSHRA tuyệt đối cho kiểm tra 128 kbps 5.1ch;

Fig.17b minh họa các điểm số MUSHRA khác nhau cho kiểm tra 128 kbps 5.1ch;

Fig.17c minh họa các điểm số MUSHRA tuyệt đối cho các tín hiệu tiếng vỗ tay kiểm tra 128 kbps 5,1ch;

Fig.17d minh họa các điểm số MUSHRA khác nhau cho các tín hiệu tiếng vỗ tay kiểm tra 128 kbps 5,1ch;

Fig.17e minh họa các điểm số MUSHRA tuyệt đối cho kiểm tra âm lập thể 48 kbps;

Fig.17f minh họa các điểm số MUSHRA khác nhau cho kiểm tra âm lập thể 48 kbps;

Fig.17g minh họa các điểm số MUSHRA tuyệt đối cho kiểm tra âm lập thể 128 kbps; và

Fig.17h minh họa các điểm số MUSHRA khác nhau cho kiểm tra âm lập thể 128 kbps.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 minh họa phương án được ưu tiên của bộ xử lý sau âm thanh 100 để xử lý sau tín hiệu âm thanh 102 có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 104 như là thông tin phụ 106 được mô tả trên Fig.3a. Bộ xử lý sau âm thanh bao gồm bộ chiết xuất băng 110 để chiết xuất băng tần cao 112 của tín hiệu âm thanh 102 và băng tần thấp 114 của tín hiệu âm thanh 102. Ngoài ra, bộ xử lý sau âm thanh theo phương án này bao gồm bộ xử lý băng cao 120 để thực hiện việc cải biên biến thiên theo thời gian của băng tần cao 112 tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 104 để thu được băng tần cao được xử lý 122. Ngoài ra, bộ xử lý sau âm thanh bao gồm bộ tổ hợp 130 để tổ hợp băng tần cao được xử lý 122 và băng tần thấp 114.

Ưu tiên hơn, bộ xử lý băng cao 120 thực hiện việc khuếch đại có lựa chọn băng tần cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho băng cụ thể này. Điều này để hoàn tác hoặc khôi phục băng tần cao ban đầu, do băng tần cao tương ứng đã bị suy giảm trước trong bộ xử lý trước âm thanh ví dụ như bộ xử lý trước âm thanh của Fig.7 mà sẽ được mô tả sau.

Cụ thể, trong phương án, bộ chiết xuất băng 110 được cung cấp tại đầu vào của nó, với tín hiệu âm thanh 102 được chiết xuất từ tín hiệu âm thanh được kết hợp với thông tin phụ. Ngoài ra, đầu ra của bộ chiết xuất băng được nối với đầu vào của bộ tổ hợp. Ngoài ra, đầu vào thứ hai của bộ tổ hợp được nối với đầu ra của bộ xử lý băng cao 120 để nạp băng tần cao được xử lý 122 vào bộ tổ hợp 130. Ngoài ra, đầu ra nữa

của bộ chiết xuất băng 110 được nối với đầu vào của bộ xử lý băng cao 120. Ngoài ra, bộ xử lý băng cao còn có đầu vào điều khiển để nhận thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như được minh họa trên Fig.1.

Fig.2 minh họa việc thực thi được ưu tiên của bộ chiết xuất băng 110. Cụ thể, bộ chiết xuất 110 bao gồm bộ lọc thông thấp 111 mà, tại đầu ra của nó, phân phối băng tần thấp 114. Ngoài ra, băng tần cao 112 được tạo ra bởi việc trừ băng tần thấp 114 khỏi tín hiệu âm thanh 102, tức là, tín hiệu âm thanh được đưa vào bộ lọc thông thấp 111. Tuy nhiên, bộ trừ 113 có thể thực hiện một số loại xử lý trước trước khi trừ theo mẫu tiêu biểu thực sự như được minh họa theo bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 121 trên Fig.4 hoặc khối tương ứng 121 trên Fig.5a. Do đó, bộ chiết xuất băng 110 có thể bao gồm, như được minh họa trên Fig.2, bộ lọc thông thấp 111 và bộ trừ được nối tiếp theo tức là bộ trừ 113 có đầu vào được nối với đầu ra của bộ lọc thông thấp 111 và có đầu vào nữa được nối với đầu vào của bộ lọc thông thấp 111.

Tuy nhiên, ngoài ra, bộ chiết xuất băng 110 có thể cũng được thực thi bằng việc sử dụng thực sự bộ lọc thông cao và bằng việc trừ tín hiệu đầu ra thông cao hoặc băng tần cao từ tín hiệu âm thanh để thu băng tần thấp. Hoặc, ngoài ra, bộ chiết xuất băng có thể được thực thi mà không có bộ trừ, tức là, bằng việc tổ hợp bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao, ví dụ theo cách của giàn lọc hai kênh. Ưu tiên hơn, bộ chiết xuất băng 110 của Fig.1 (hoặc Fig.2) được thực thi để chỉ chiết xuất hai băng, tức là, băng tần thấp đơn lẻ và băng tần cao đơn lẻ khi các băng này kéo dài qua khoảng tần số đầy đủ của tín hiệu âm thanh.

Ưu tiên hơn, tần số ngắt hoặc tần số góc của băng tần thấp được chiết xuất bởi bộ chiết xuất 110 nằm trong khoảng $1/8$ và $1/3$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh và ưu tiên bằng $1/6$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh.

Fig.3a minh họa biểu diễn sơ đồ của tín hiệu âm thanh 102 có thông tin hữu ích trong chuỗi các khối 300, 301, 302, 303, trong đó để minh họa, khối 301 được xem như là khối thứ nhất gồm các giá trị lấy mẫu và khối 302 được xem như là khối sau thứ hai gồm các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh. Khối 300 đứng trước khối thứ nhất 301 theo thời gian và khối 303 đứng sau khối 302 theo thời gian và khối thứ nhất 301 và khối thứ hai 302 liên tiếp theo thời gian với nhau. Ngoài ra, như được minh họa

bằng số tham chiếu 106 trên Fig.3a, mỗi khối kết hợp với thông tin phụ 106 bao gồm, đối với khối thứ nhất 301, thông tin độ khuếch đại thứ nhất 311 và bao gồm, đối với khối thứ hai, thông tin độ khuếch đại thứ hai 312.

Fig.3b minh họa việc xử lý của bộ chiết xuất băng 110 (và bộ xử lý băng cao 120 và bộ tổ hợp 130) trong các khối chồng lắp. Do đó, cửa sổ 313 được sử dụng để tính toán khối thứ nhất 301 chồng lắp với cửa sổ 314 được sử dụng để chiết xuất khối thứ hai 302 và cả hai cửa sổ 313 và 314 chồng lắp bên trong phạm vi chồng lắp 312.

Mặc dù việc định tỉ lệ trong các Fig.3a và 3b tóm tắt chiều dài của mỗi khối bằng một nửa kích thước của chiều dài cửa sổ, trường hợp này có thể khác, tức là, chiều dài của mỗi khối bằng kích thước với cửa sổ được sử dụng để tạo cửa sổ cho khối tương ứng. Thực tế, đây là việc thực thi được ưu tiên cho các phương án được ưu tiên tiếp theo được minh họa trên Fig.4, cụ thể, Fig.5a cho bộ xử lý sau hoặc Fig.9c cho bộ xử lý trước.

Sau đó, độ dài của phạm vi chồng lắp 321 bằng một nửa kích thước của cửa sổ tương ứng với một nửa kích thước hoặc độ dài của khối gồm các giá trị lấy mẫu.

Cụ thể, thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian được cung cấp cho chuỗi (300 đến 303) gồm các khối của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh 102 sao cho khối thứ nhất 301 của các giá trị lấy mẫu kết hợp thêm vào đó thông tin độ khuếch đại thứ nhất 311 và khối sau thứ hai 302 của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại thứ hai khác 312, trong đó bộ chiết xuất băng 110 được tạo cấu hình để chiết xuất, từ khối thứ nhất 301 của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao thứ nhất và để chiết xuất, từ khối thứ hai 302 của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ hai và băng tần cao thứ hai. Ngoài ra, bộ xử lý băng cao 120 được tạo cấu hình để cải biên băng tần cao thứ nhất sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ nhất 311 để băng tần cao được xử lý thứ nhất và để cải biên băng tần cao thứ hai sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ hai 312 để thu băng tần cao được xử lý thứ hai. Ngoài ra, bộ tổ hợp 130 sau đó được tạo cấu hình để tổ hợp băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao được xử lý thứ nhất để thu khối được tổ hợp thứ nhất và tổ hợp băng tần thấp thứ hai và băng tần cao được xử lý thứ hai để thu khối được tổ hợp thứ hai.

Như được minh họa trên Fig.3c, bộ chiết xuất băng 110, bộ xử lý băng cao 120

và bộ tổ hợp 130 được tạo cấu hình để vận hành với các khối chồng lắp được minh họa trên Fig.3b. Ngoài ra, bộ xử lý sau âm thanh 100 còn bao gồm bộ cộng chồng lắp 140 để tính toán các phần được xử lý sau bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất 301 và các mẫu âm thanh của khối thứ hai 302 trong phạm vi chồng lắp khối 321. Ưu tiên hơn, bộ cộng chồng lắp 140 được tạo cấu hình để gán trọng số các giá trị âm thanh của nửa thứ hai của khối thứ nhất sử dụng hàm giảm dần hoặc giảm dần cường độ và để gán trọng số nửa thứ nhất của khối thứ hai tiếp sau vào khối thứ nhất sử dụng hàm tăng dần cường độ hoặc tăng dần. Hàm giảm dần cường độ và hàm tăng dần cường độ có thể là các hàm tuyến tính hoặc không tuyến tính mà tăng một cách đơn điệu đối với hàm tăng dần cường độ và giảm một cách đơn điệu với hàm giảm dần cường độ.

Tại đầu ra của bộ cộng chồng lắp 140, tồn tại chuỗi các giá trị của tín hiệu âm thanh được xử lý sau, ví dụ, như được minh họa trên Fig.3a, mà hiện tại không có bất kỳ thông tin phụ nào, do thông tin phụ đã được “dùng” bởi bộ xử lý sau âm thanh 100.

Fig.4 minh họa việc thực thi được ưu tiên của bộ chiết xuất băng 110 của bộ xử lý sau âm thanh được minh họa trên Fig.1 hoặc, ngoài ra, của bộ chiết xuất băng 210 của bộ xử lý trước âm thanh 200 của Fig.7. Cả bộ chiết xuất băng 110 của Fig.1 hoặc bộ chiết xuất băng 210 của Fig.7 có thể được thực thi theo cùng một cách như được minh họa trên Fig.4 hoặc như được minh họa trên Fig.5 đối với bộ xử lý sau hoặc Fig.8c đối với bộ xử lý trước. Trong phương án, bộ xử lý sau bao gồm bộ chiết xuất băng mà có, các đặc trưng nhất định, bộ tạo cửa sổ phân tích 115 để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh sử dụng cửa sổ phân tích, trong đó các khối chồng lắp theo thời gian được minh họa trên Fig.3b bằng phạm vi chồng lắp 321. Ngoài ra, bộ chiết xuất băng 110 bao gồm bộ xử lý DFT 116 để thực hiện biến đổi Fourier rời rạc để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị quang phổ. Do đó, mỗi khối riêng lẻ gồm các giá trị lấy mẫu được chuyển đổi thành phép biểu diễn quang phổ mà là khối gồm các giá trị quang phổ. Do đó, số lượng bằng nhau của các khối gồm các giá trị quang phổ được tạo ra như thể chúng là các khối gồm các giá trị quang phổ.

Bộ xử lý DFT 116 có đầu ra được nối với đầu vào của bộ tạo dạng thông thấp 117. Bộ tạo dạng thông thấp 117 thực tế thực hiện việc lọc thông thấp, và đầu ra của

bộ tạo dạng thông thấp 117 được nối với bộ xử lý nghịch đảo DFT 118 để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp. Cuối cùng, bộ tạo cửa sổ tổng hợp 119 được cung cấp tại đầu ra của bộ xử lý nghịch đảo DFT để tạo cửa sổ chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp sử dụng cửa sổ tổng hợp. Đầu ra của bộ tạo cửa sổ tổng hợp 119 là tín hiệu thông thấp miền thời gian. Do đó, các khối 115 đến 119 tương ứng với khối 111 “bộ lọc thông thấp” của Fig.2 và các khối 121 và 113 tương ứng với “bộ trừ” 113 của Fig.2. Do đó, trong phương án được minh họa trên Fig.4, bộ chiết xuất băng còn bao gồm bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 121 để tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 102 sử dụng cửa sổ phân tích và cửa sổ tổng hợp để thu chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh. Cụ thể, bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 121 được đồng bộ hóa với bộ tạo cửa sổ phân tích 115 và/hoặc bộ tạo cửa sổ tổng hợp 119 sao cho chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp xuất ra bởi bộ tạo cửa sổ tổng hợp 119 là đồng bộ hóa theo thời gian với chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh được xuất ra bởi khối 121, mà là tín hiệu toàn băng.

Tuy nhiên, tín hiệu toàn băng bây giờ được tạo cửa sổ sử dụng bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 121 và, do đó, việc ~~trừ~~ theo mẫu được thực hiện bởi bộ trừ theo mẫu 113 trên Fig.14 để cuối cùng thu được tín hiệu băng cao. Do đó, tín hiệu băng cao là khả dụng, ngoài ra, trong chuỗi các khối, do bộ trừ theo mẫu 113 được thực hiện cho mỗi khối.

Ngoài ra, bộ xử lý băng cao 120 được tạo cấu hình để áp dụng việc cải biên cho mỗi mẫu của mỗi khối của chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông cao như được tạo bởi khối 110 trên Fig.3c. Ưu tiên hơn, việc cải biên đối với mẫu gồm khối phụ thuộc vào, một lần nữa, thông tin của khối trước đó và, một lần nữa, thông tin của khối hiện thời, thay thế hoặc ngoài ra, một lần nữa, thông tin của khối hiện thời, và, một lần nữa, thông tin của khối tiếp theo. Cụ thể, và ưu tiên hơn, việc cải biên được thực hiện bởi bộ nhân 125 của Fig.5a và việc cải biên ~~đứng trước~~ bởi khối hiệu chỉnh nội suy 124. Như được minh họa trên Fig.5a, việc hiệu chỉnh nội suy được thực hiện giữa các khối độ khuếch đại trước đó $g[k-1]$, $g[k]$ và thừa số độ khuếch đại $g[k+1]$ của khối tiếp theo theo sau khối hiện thời.

Ngoài ra, như được trình bày, bộ nhân 125 được điều khiển bởi khối bù độ khuếch đại 126 được điều khiển, một mặt, bởi β_factor 500 và, mặt khác, bởi thừa số khuếch đại $g[k]$ 104 cho khối hiện thời. Cụ thể, β_factor được sử dụng để tính toán việc cải biên thực tế được áp dụng bởi bộ nhân 125 được biểu thị như $1/gc[k]$ từ thừa số khuếch đại $g[k]$ được kết hợp với khối hiện thời.

Do đó, β_factor giải thích sự suy giảm bổ sung của việc chuyển tiếp mà được tạo mô hình xấp xỉ bởi β_factor này, trong đó sự suy giảm bổ sung của các hiện tượng chuyển tiếp là hiệu ứng lẻ của bộ mã hóa hoặc bộ giải mã mà vận hành trước bộ xử lý sau được minh họa trên Fig.5a.

Việc xử lý trước và xử lý sau được áp dụng bằng việc chia tín hiệu đầu vào thành phần thông thấp (LP) và phần thông cao (HP). Điều này có thể được hoàn thành: a) bằng việc sử dụng FFT để tính toán phần LP hoặc phần HP, b) bằng việc sử dụng bộ lọc FIR pha không để tính toán phần LP hoặc phần HP, hoặc c) bằng việc sử dụng bộ lọc IIR được áp dụng theo cho cả hai hướng, đạt được pha không, để tính toán phần LP hoặc phần HP. Phần LP hoặc phần HP đã cho, các phần khác có thể được thu được bằng phép trừ đơn giản trong miền thời gian. Độ khuếch đại vô hướng phụ thuộc thời gian được áp dụng cho phần HP, mà được cộng trở lại phần LP để tạo đầu ra được xử lý trước hoặc được xử lý sau.

Chia tín hiệu thành phần LP hoặc phần HP sử dụng FFT (các Fig.5a, 9c)

Trong việc thực thi được đề xuất, FFT được sử dụng để tính toán phần LP. Để kích thước FFT là N , cụ thể là $N = 128$. Tín hiệu đầu vào s được chia thành các khối có kích thước N , mà chồng lấp một nửa, tạo ra các khối đầu vào $ib[k][i] = s[k \times \frac{N}{2} + i]$, trong đó k là chỉ số khối và i là vị trí mẫu trong khối k . Cửa sổ $w[i]$ được áp dụng (115, 215) cho $ib[k]$, cụ thể là cửa sổ hình sin, được xác định như

$$w[i] = \sin \frac{\pi(i + 0.5)}{N}, \text{ đối } 0 \leq i < N, \text{ với}$$

và sau khi cũng áp dụng FFT (116, 216), các hệ số phức tạp $c[k][f]$ được thu như

$$c[k][f] = \text{FFT}(w[i] \times ib[k][i]), \text{ đối với } 0 \leq f \leq \frac{N}{2}.$$

Trên phía bộ mã hóa (Fig.9c) (217a), để thu được phần LP, việc nhân theo từng phần tử (217a) của $c[k][f]$ với dạng xử lý $ps[f]$ được áp dụng, bao gồm như sau:

$$ps[f] = \begin{cases} 1, & \text{đối với } 0 \leq f < lp_size \\ 1 - \frac{f - lp_size + 1}{tr_size + 1}, & \text{đối với } lp_size \leq f < lp_size + tr_size \\ 0, & \text{đối với } lp_size + tr_size \leq f \leq \frac{N}{2} \end{cases}$$

tham số $lp_size = \text{lastFFTLines}[sig] + 1 - \text{transitionWidthLines}[sig]$ biểu thị độ rộng trong các vạch phổ FFT của vùng thông thấp, và tham số $tr_size = \text{transitionWidthLines}[sig]$ biểu diễn độ rộng trong các vạch phổ FFT của vùng chuyển tiếp. Dạng của dạng xử lý được đề xuất là tuyến tính, tuy nhiên dạng tùy ý có thể được sử dụng.

Khối LP $lpb[k]$ được thu bằng việc áp dụng IFFT (218) và việc tạo cửa sổ (219) lần nữa như

$$lpb[k][i] = w[i] \times \text{IFFT}(ps[f] \times c[k][f]), \text{ đối với } 0 \leq i < N.$$

Phương trình phía trên có giá trị đối với bộ mã hóa/bộ xử lý trước của Fig.9C. Đối với bộ giải mã hoặc bộ xử lý sau, dạng xử lý thích ứng được sử dụng thay cho $ps[f]$.

Khối HP $hpb[k]$ sau đó được thu bằng phép trừ đơn giản (113, 213) trong miền thời gian như

$$hpb[k][i] = in[k][i] \times w^2[i] - lpb[k][i], \text{ đối với } 0 \leq i < N.$$

Khối đầu ra $ob[k]$ được thu bằng việc áp dụng độ khuếch đại vô hướng $g[k]$ vào khối HP như

$$225(230)$$

$$ob[k][i] = lpb[k][i] + g[k] \times hpb[k][i]$$

Khối đầu ra $ob[k]$ cuối cùng được tổ hợp sử dụng việc cộng chồng lấp với khối

đầu ra trước đó $ob[k-1]$ để tạo $\frac{N}{2}$ các các mẫu cuối cùng bổ sung như cho tín hiệu được xử lý trước o như

$$o\left[k \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k-1][j + \frac{N}{2}] + ob[k][j], \text{ với } j = \{0, \dots, \frac{N}{2} - 1\}.$$

Tất cả xử lý được thực hiện riêng biệt cho mỗi kênh đầu vào, mà được tạo chỉ số bởi sig .

Dạng khôi phục thích ứng ở phía xử lý sau (Fig.5a)

Trên phía bộ giải mã, để có sự khôi phục hoàn hảo trong vùng chuyển tiếp, dạng khôi phục thích ứng $rs[f]$ (117b) trong vùng chuyển tiếp phải được sử dụng, thay cho dạng xử lý $ps[f]$ (217b) được sử dụng ở phía bộ mã hóa, phụ thuộc vào dạng xử lý $ps[f]$ và $g[k]$ như

$$rs[f] = 1 - (1 - ps[f]) \times \frac{g[k]}{1 + (g[k] - 1) \times (1 - ps[f])}$$

Trong vùng LP, cả $ps[f]$ và $rs[f]$ bằng một, trong vùng HP $ps[f]$ và $rs[f]$ bằng không, chúng chỉ khác nhau trong vùng chuyển tiếp. Hơn nữa, khi $g[k] = 1$, sau đó một có $rs[f] = ps[f]$.

Dạng khôi phục thích ứng có thể được trừ đi bằng việc đảm bảo cường độ của vạch phổ FFT trong vùng chuyển tiếp được khôi phục sau xử lý sau, mà đưa ra hệ thức

$$(ps[f] + (1 - ps[f]) \times g[k]) \times (rs[f] + (1 - rs[f]) \times \frac{1}{g[k]}) = 1.$$

Việc xử lý tương tự như với bên xử lý sau, ngoại trừ $rs[f]$ được sử dụng thay cho $ps[f]$ như

$$lpb[k][i] = w[i] \times IFFT(rs[f] \times c[k][f]), \text{ với } i = \{0, \dots, N-1\}$$

và khối đầu ra $ob[k][i]$ được tính toán sử dụng nghịch đảo của độ khuếch đại vô hướng $g[k]$ như (125)

$$ob[k][i] = lpb[k][i] + \frac{1}{g[k]} \times hpb[k][i].$$

Hiệu chỉnh nội suy (124) trên phía xử lý sau (Fig.5a)

Nửa thứ nhất của khối đầu ra k đóng góp vào đầu ra được xử lý trước cuối cùng được đưa ra bởi $o[k \times \frac{N}{2} + j] = ob[k-1][j + \frac{N}{2}] + ob[k][j]$, với $j = \{0, \dots, \frac{N}{2}\}$. Do đó, các độ khuếch đại $g[k-1]$ và $g[k]$ được áp dụng trên phía xử lý trước được nội suy hoàn toàn do các thao tác tạo cửa sổ và chồng lấp-cộng. Cường độ của mỗi vạch phổ FFT trong vùng HP được nhân một cách hiệu quả trong miền thời gian bằng thừa số vô hướng $g[k-1] \times w^2[j + \frac{N}{2}] + g[k] \times w^2[j]$.

Tương tự, trên phía xử lý sau, cường độ của mỗi vạch phổ FFT trong vùng HP được nhân một cách hiệu quả trong miền thời gian bằng thừa số

$$\frac{1}{g[k-1]} \times w^2[j + \frac{N}{2}] + \frac{1}{g[k]} \times w^2[j].$$

Để đạt được sự khôi phục hoàn hảo, tích của số hạng trước đó,

$$corr[j] = (g[k-1] \times w^2[j + \frac{N}{2}] + g[k] \times w^2[j]) \times (\frac{1}{g[k-1]} \times w^2[j + \frac{N}{2}] + \frac{1}{g[k]} \times w^2[j]),$$

mà biểu diễn độ khuếch đại toàn miền thời gian tại vị trí j cho mỗi vạch phổ FFT trong vùng HP, nên được chuẩn hóa trong nửa thứ nhất của khối đầu ra k như

$$ob[k][j] = lpb[k][j] + \frac{1}{g[k]} \times hpb[k][j] \times \frac{1}{corr[j]}.$$

Giá trị của $corr[j]$ có thể được đơn giản hóa và được viết lại thành

$$corr[j] = 1 + \left(\frac{g[k-1]}{g[k]} + \frac{g[k]}{g[k-1]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

Nửa thứ hai của khối đầu ra k đóng góp vào đầu ra được xử lý trước cuối cùng được đưa ra bởi $o[(k+1) \times \frac{N}{2} + j] = ob[k][j + \frac{N}{2}] + ob[k+1][j]$, và sự hiệu chỉnh nội suy có thể được viết lại dựa trên các độ khuếch đại $g[k]$ và $g[k+1]$ như

$$corr[j + \frac{N}{2}] = 1 + \left(\frac{g[k]}{g[k+1]} + \frac{g[k+1]}{g[k]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

Giá trị được cập nhật cho nửa thứ hai của khối đầu ra k được đưa ra bởi

$$ob[k][j + \frac{N}{2}] = lpb[k][j + \frac{N}{2}] + \frac{1}{g[k]} \times hpb[k][j + \frac{N}{2}] \times \frac{1}{corr[j + \frac{N}{2}]}.$$

Tính toán độ khuếch đại trên phía xử lý sau (Fig.9c)

Tại phía xử lý sau, phần HP của khối k , được cho là chứa sự kiện chuyển tiếp, được điều chỉnh sử dụng độ khuếch đại vô hướng $g[k]$ để làm nó tương tự như nên trong vùng lân cận của nó. Năng lượng của vùng HP của khối k sẽ được biểu thị bởi $hp_e[k]$ và năng lượng trung bình của nền HP trong vùng lân cận của khối k sẽ được biểu thị bởi $hp_bg_e[k]$.

Tham số $\alpha \in [0, 1]$, mà điều khiển lượng điều chỉnh được xác định như

$$g_{float}[k] = \begin{cases} \frac{\alpha \times hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times hp_e[k]}{hp_e[k]}, & \text{khi } hp_e[k] \geq T_{quiet}, \\ 1, & \text{hoặc} \end{cases}$$

Giá trị của $g_{float}[k]$ được lượng tử hóa và được cắt tới phạm vi được cho phép bởi giá trị được chọn của tùy chọn cấu hình extendedGainRange để tạo chỉ số độ khuếch đại $gainIdx[k][sig]$ như

$$g_{idx} = \lfloor \log_2(4 \times g_{float}[k]) + 0.5 \rfloor + GAIN_INDEX_0dB,$$

$$gainIdx[k][sig] = \min(\max(0, g_{idx}), 2 \times GAIN_INDEX_0dB - 1).$$

Giá trị $g[k]$ được sử dụng cho việc xử lý là giá trị được lượng tử hóa, được xác định ở phía bộ giải mã như

$$g[k] = 2^{\frac{gainIdx[k][sig] - GAIN_INDEX_0dB}{4}}.$$

Khi α bằng 0, độ khuếch đại có giá trị $g_{float}[k] = 1$, do đó không có điều chỉnh được thực hiện, và khi α bằng 1, độ khuếch đại có giá trị $g_{float}[k] = hp_bg_e[k]/hp_e[k]$, do đó năng lượng được điều chỉnh được tạo để trùng với năng lượng trung bình của nền. Hệ thức trên có thể được viết lại thành

$$g_{float}[k] \times hp_e[k] = hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times (hp_e[k] - hp_bg_e[k]),$$

biểu thị rằng sự biến thiên của năng lượng được điều chỉnh $g_{float}[k] \times hp_e[k]$ quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền $hp_bg_e[k]$ được giảm với thừa số $(1 - \alpha)$. Trong hệ thống được đề xuất, $\alpha = 0.75$ được sử dụng, do đó sự biến thiên năng lượng HP của mỗi khối quanh năng lượng trung bình của nền giảm 25 % so với ban

đầu.

Sự bù độ khuếch đại (126) trên phía xử lý sau (Fig.5a)

Bộ mã hóa và bộ giải mã lỗi đưa ra sự suy giảm bổ sung của các sự kiện chuyển tiếp, mà được tạo mẫu xấp xỉ bằng việc đưa bước suy giảm bổ sung, sử dụng tham số $\beta \in [0, 1]$ phụ thuộc vào cấu hình bộ mã hóa lỗi và các đặc tính tín hiệu của khung như

$$g_{c_{float}}[k] = \frac{\beta \times hp_bg_e[k] + (1 - \beta) \times [g_{float}[k] \times hp_e[k]]}{hp_e[k]}$$

biểu thị rằng, sau khi đi qua bộ mã hóa và bộ giải mã lỗi, sự biến thiên của tín hiệu được giải mã $g_{c_{float}}[k] \times hp_e[k]$ quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền $hp_bg_e[k]$ được giảm thêm với thừa số bổ sung $(1 - \beta)$.

Chỉ sử dụng $g[k]$, α , và β , có thể tính toán ước lượng của $gc[k]$ tại phía bộ giải mã như

$$gc[k] = (1 + \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}) \times g[k] - \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}$$

Tham số $\beta_{factor} = \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}$ được lượng tử hóa thành $\beta_{factorIdx}[sig]$ và được truyền như là thông tin phụ cho mỗi khung. Độ khuếch đại được bù $gc[k]$ có thể được tính toán sử dụng β_{factor} như

$$gc[k] = (1 + \beta_{factor}) \times g[k] - \beta_{factor}$$

Điều khiển siêu khuếch đại (Meta Gain Control - MGC)

Các tín hiệu tiếng vỗ tay tại các buổi hòa nhạc trực tiếp thường không chỉ chứa tiếng vỗ tay, mà còn tiếng la hét của đám đông, tiếng huýt sáo và tiếng bước chân khán giả đi lại. Thông thường, nghệ sĩ đưa ra thông báo trong tiếng vỗ tay hoặc tiếng nhạc cụ (xử lý) âm thanh chồng lên tiếng vỗ tay được kéo dài. Ở đây, các phương pháp hiện có của việc tạo đường bao theo thời gian như STP hoặc GES có thể làm suy yếu các thành phần không phải tiếng vỗ tay này nếu được kích hoạt ngay tại khoảnh khắc của các tiếng nhiễu. Do đó, bộ phân loại tín hiệu đảm bảo ngừng hoạt động trong lúc tín hiệu như vậy. HREP cung cấp tính năng được gọi là Điều khiển siêu khuếch đại (Meta Gain Control - MGC). MGC được sử dụng để làm giảm một cách mượt mà hiệu ứng

cảm quan của xử lý HREP, tránh sự cần thiết của việc phân loại tín hiệu đầu vào rất chính xác. Với MGC, tiếng vỗ tay được trộn với môi trường xung quanh và các loại tiếng nhiễu có thể được xử lý mà không cần đưa ra các thành phần lạ không mong muốn.

Như được thảo luận ở trước, phương án được ưu tiên có thêm tham số điều khiển 807 hoặc, ngoài ra, tham số điều khiển `beta_factor` được biểu thị là 500 trên Fig.5a. Ngoài ra, hoặc thêm vào đó, các thừa số alpha hoặc beta riêng lẻ có thể được thảo luận trước khi có thể được truyền như thông tin phụ bổ sung, nhưng ưu tiên hơn là có tham số điều khiển đơn lẻ `beta_factor` mà bao gồm một mặt là beta và mặt khác là alpha, trong đó beta là tham số nằm giữa 0 và 1 và phụ thuộc vào cấu hình bộ mã hóa lõi và một cách tùy chọn phụ thuộc và các đặc tính tính hiệu, thừa số alpha xác định sự biến thiên của năng lượng phần tần số cao của mỗi khối xung quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền, và alpha là tham số nằm giữa 0 và 1. Nếu số lượng chuyển tiếp trong một khung là nhỏ, như 1-2 thì TNS có thể có khả năng bảo toàn chúng tốt hơn, và kết quả là việc suy giảm bổ sung qua bộ mã hóa và bộ giải mã cho mỗi khung có thể được giảm xuống. Do đó, bộ mã hóa tiên tiến có thể giảm nhẹ một cách tương ứng `beta_factor` để ngăn ngừa sự khuếch đại quá mức.

Nói cách khác, MGC thường cải biên độ khuếch đại được tính toán g (được biểu thị ở đây bởi `g_float[k]`) sử dụng tham số giống xác xuất p , như $g' = g^p$ mà *nén* các độ khuếch đại về 1 trước khi chúng được lượng tử hóa. Tham số `beta_factor` parameter là cơ cấu bổ sung để điều khiển *mở rộng* của các độ khuếch đại được lượng tử hóa, tuy nhiên việc thực thi hiện thời sử dụng giá trị được cố định dựa trên cấu hình bộ mã hóa lõi, như tốc độ bit.

`Beta_factor` được xác định bởi $\beta \times (1-\alpha)/\alpha$ và được tính toán ưu tiên trên phía bộ mã hóa và được lượng tử hóa, và `beta_factor` được lượng tử hóa chỉ số `betaFactorIdx` được truyền như là thông tin phụ một lần cho mỗi khung bổ sung vào thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian `g[k]`.

Cụ thể, tham số điều khiển bổ sung 807 như beta hoặc `beta_factor` 500 có độ phân giải thời gian thấp hơn độ phân giải thời gian của thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian hoặc tham số điều khiển bổ sung mà thậm chí không thay

đổi cho cấu hình bộ mã hóa lõi cụ thể hoặc mảnh âm thanh.

Ưu tiên hơn, bộ xử lý băng cao, bộ chiết xuất băng và bộ tổ hợp hoạt động trong các khối chồng lấp, trong đó phạm vi chồng lấp nằm trong khoảng 40% đến 60% của độ dài khối và ưu tiên hơn 50% phạm vi chồng lấp bằng 321 được sử dụng.

Trong các phương án khác hoặc trong các phương án tương tự, độ dài khối nằm trong khoảng 0,8mili giây đến 0,5mili giây.

Hơn nữa, ưu tiên hơn hoặc ngoài ra, việc cải biên được thực hiện bởi bộ xử lý băng cao 120 là thừa số nhân phụ thuộc thời gian được áp dụng vào mỗi mẫu gồm khối trong miền thời gian tương ứng với $g[k]$, ngoài ra tương ứng với tham số điều khiển 500 và ngoài ra phù hợp với hiệu chỉnh nội suy được đề cập đến trong ngữ cảnh của khối 124 của Fig.5a.

Ngoài ra, tần số ngắt hoặc tần số góc của băng tần thấp nằm trong khoảng $1/8$ và $1/3$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh và ưu tiên bằng $1/6$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh.

Ngoài ra, bộ tạo dạng thông thấp bao gồm 117b và 117a của Fig.5a theo phương án được ưu tiên được tạo cấu hình để áp dụng hàm tạo dạng $rs[f]$ mà phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho khối tương ứng. Việc thực thi được ưu tiên của hàm tạo dạng $rs[f]$ được đề cập trước đó, nhưng các hàm thay thế cũng có thể được sử dụng.

Hơn nữa, ưu tiên hơn, trong đó hàm tạo dạng $rs[f]$ còn phụ thuộc thêm vào hàm tạo dạng $ps[f]$ được sử dụng trong bộ xử lý trước âm thanh 200 để cải biên hoặc suy giảm băng tần cao của tín hiệu âm thanh sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho khối tương ứng. Sự phụ thuộc cụ thể của $rs[f]$ vào $ps[f]$ đã được đề cập trước đó ở Fig.5a, nhưng sự phụ thuộc khác có thể cũng được sử dụng.

Hơn nữa, như được đề cập trước trong khối 124 của Fig.5a, việc cải biên đối với mẫu gồm các khối phụ thuộc thêm vào thừa số tạo cửa sổ được áp dụng cho mẫu nhất định như được xác định bởi hàm cửa sổ phân tích hoặc hàm cửa sổ tổng hợp như được thảo luận trước đó, ví dụ, đối với thừa số hiệu chỉnh mà phụ thuộc và hàm tạo cửa sổ $w[j]$ và thậm chí ưu tiên vào bình phương của thừa số tạo cửa sổ $w[j]$.

Như đã được nêu trước đây, cụ thể trên Fig.3b, xử lý được thực hiện bởi bộ chiết xuất băng, bộ tổ hợp và bộ xử lý băng cao được thực hiện trong các khối chồng lắp sau cho phần sau của khối trước được suy ra từ các mẫu âm thanh tương tự của tín hiệu âm thanh như là phần trước của khối sau liên tiếp theo thời gian với khối trước, tức là, xử lý được thực hiện bên trong và sử dụng phạm vi chồng lắp 321. Phạm vi chồng lắp 312 này của các khối chồng lắp 313 và 314 bằng với một nửa của khối trước và khối sau có cùng độ dài như khối trước so với số lượng các giá trị mẫu và bộ xử lý sau bao gồm thêm bộ cộng chồng lắp 140 để thực hiện phép toán cộng chồng lắp như được minh họa trên Fig.3c.

Cụ thể, bộ chiết xuất băng 110 được tạo cấu hình để áp dụng độ dốc của bộ lọc chia 111 giữa phạm vi dừng và phạm vi thông của bộ lọc chia cho khối các mẫu âm thanh, trong đó độ dốc này phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian của khối các mẫu. Độ dốc này được đưa ra là độ dốc $rs[f]$ mà phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại $g[k]$ như được định rõ trước đó và như được đề cập trong nội dung của fig.5a, nhưng các sự phụ thuộc khác cũng có thể được sử dụng.

Thông thường, thông tin độ khuếch đại tần số ưu tiên có giá trị khuếch đại $g[k]$ cho khối hiện thời k , trong đó độ dốc được tăng mạnh hơn cho giá trị độ khuếch đại cao hơn so với độ tăng của độ dốc cho giá trị độ khuếch đại thấp hơn.

Fig.6a minh họa phép biểu diễn chi tiết hơn của thông tin phụ 106 của Fig.3. Cụ thể, thông tin phụ bao gồm chuỗi các chỉ số độ khuếch đại 601, thông tin chính xác độ khuếch đại 602, thông tin bù độ khuếch đại 603 và thông tin chính xác độ bù 604.

Ưu tiên hơn, bộ xử lý sau âm thanh bao gồm bộ chiết xuất thông tin phụ 610 chiết xuất tín hiệu âm thanh 102 và thông tin phụ 106 từ tín hiệu âm thanh với thông tin phụ và thông tin phụ được chuyển tiếp tới bộ giải mã thông tin phụ 620 mà tạo và tính toán độ khuếch đại được giải mã 621 và/hoặc giá trị bù độ khuếch đại được giải mã 622 dựa trên thông tin chính xác độ khuếch đại tương ứng và thông tin chính xác độ bù tương ứng.

Cụ thể, thông tin chính xác xác định số lượng các giá trị khác nhau, trong đó thông tin chính xác độ khuếch đại định rõ số lượng lớn hơn của các giá trị mà chỉ số độ khuếch đại có thể có được so sánh với thông tin chính xác độ khuếch đại thấp biểu

thị số lượng nhỏ hơn của các giá trị độ khuếch đại có thể có.

Do đó, thông tin độ khuếch đại chính xác cao có thể biểu thị số lượng cao hơn của các bit được sử dụng để truyền chỉ số độ khuếch đại so với thông tin chính xác độ khuếch đại thấp biểu thị số lượng nhỏ hơn của các bit được sử dụng để truyền thông tin độ khuếch đại. Thông tin chính xác cao có thể biểu thị 4 bit (16 giá trị cho thông tin độ khuếch đại) và thông tin độ khuếch đại thấp hơn có thể chỉ bằng 3 bit (8 giá trị) cho lượng tử hóa độ khuếch đại. Do đó, thông tin chính xác độ khuếch đại có thể, ví dụ, là cờ hiệu đơn giản biểu thị như “extendedGainRange”. Trong trường hợp sau, cờ hiệu cấu hình extendedGainRange không biểu thị chính xác hoặc thông tin chính xác nhưng các độ khuếch đại có phạm vi bình thường hoặc phạm vi được mở rộng. Phạm vi được mở rộng chứa tất cả các giá trị trong phạm vi bình thường và ngoài ra, các giá trị nhỏ hơn và lớn hơn có thể sử dụng phạm vi bình thường. Phạm vi được mở rộng mà có thể được sử dụng trong các phương án nhất định có khả năng cho phép áp dụng hiệu quả xử lý trước cường độ lớn hơn cho các sự kiện chuyển tiếp mạnh, mà nếu không có thể cắt vào phạm vi bình thường.

Tương tự, đối với sự chính xác thừa số beta, tức là, đối với thông tin chính xác bù độ khuếch đại, cờ hiệu cũng có thể được sử dụng, mà tóm tắt liệu các chỉ số beta_factor sử dụng 3 bit hoặc 4 bit, và cờ hiệu này có thể được gọi là extendedBetaFactorPrecision.

Ưu tiên hơn, bộ xử lý FFT 116 được tạo cấu hình để thực hiện biến đổi Fourier rời rạc theo khối với độ dài khối của N giá trị lấy mẫu để thu được số lượng giá trị quang phổ thấp hơn số lượng của N/2 giá trị quang phổ phức bằng việc thực hiện thuật toán biến đổi Fourier rời rạc rải rác, trong đó việc tính toán các nhánh cho các giá trị quang phổ trên tần số cực đại được bỏ qua, và bộ chiết xuất băng được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu tần số thấp bằng việc sử dụng các giá trị quang phổ lên tới phạm vi tần số bắt đầu chuyển tiếp và bằng việc gán trọng số các giá trị quang phổ bên trong phạm vi tần số chuyển tiếp, trong đó phạm vi tần số chuyển tiếp chỉ mở rộng cho đến khi tần số cực đại hoặc tần số nhỏ hơn tần số cực đại.

Quy trình này được minh họa trên Fig.15, ví dụ, trong đó các thao tác bướm được minh họa. Ví dụ được đưa ra bắt đầu từ cấu trúc liên kết FFT cơ sở 2 phân chia

theo thời gian $N=8$ điểm, trong đó chỉ có $X(0)$ và $X(1)$ được cần cho việc xử lý thêm; kết quả là, $E(2)$ và $E(3)$ và $O(2)$ và $O(3)$ là không cần thiết. Tiếp theo, tương tự các DFT $N/2$ điểm được chia thành DFT $N/4$ điểm và sau đó chia đôi mỗi DFT. Bây giờ có thể lặp lại sự bỏ qua được mô tả ở trên tương tự, như được minh họa trên Fig.15.

Tiếp theo, bộ xử lý sau trước âm thanh 200 được đề cập cụ thể trên Fig.7.

bộ xử lý trước âm thanh 200 bao gồm bộ phân tích tín hiệu 260 để phân tích tín hiệu âm thanh 202 để xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 204.

Ngoài ra, bộ xử lý trước âm thanh 200 bao gồm bộ chiết xuất băng 210 để chiết xuất băng tần cao 212 của tín hiệu âm thanh 202 và băng tần thấp 214 của tín hiệu âm thanh 202. Ngoài ra, bộ xử lý băng cao 220 được cung cấp để thực hiện sự khuếch đại biến thiên theo thời gian của băng tần cao 112 tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 204 để thu được băng tần cao được xử lý 222.

Bộ xử lý trước âm thanh 200 còn bao gồm bộ tổ hợp 230 để tổ hợp băng tần cao 222 và băng tần thấp 214 được xử lý để thu tín hiệu âm thanh được xử lý trước 232. Ngoài ra, giao diện đầu ra 250 được cung cấp để tạo tín hiệu đầu ra 252 bao gồm tín hiệu tín hiệu âm thanh được xử lý trước 232 và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 204 như là thông tin phụ 206 tương ứng với thông tin phụ 106 được trình bày trong nội dung của Fig.3.

Ưu tiên hơn, bộ phân tích tín hiệu 260 được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu âm thanh để xác định đặc tính thứ nhất trong khối thời gian thứ nhất 301 như được minh họa bởi khối 801 của Fig.8a và đặc trưng thứ hai trong khối thời gian thứ hai 302 của tín hiệu âm thanh, đặc tính thứ hai chuyển tiếp hơn đặc tính thứ nhất như được minh họa trên khối 802 của Fig.8a.

Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu 260 được tạo cấu hình để xác định thông tin độ khuếch đại thứ nhất 311 cho đặc tính thứ nhất và thông tin độ khuếch đại thứ hai 312 cho đặc tính thứ hai như được minh họa bằng khối 803 trên Fig.8a. Sau đó, bộ xử lý băng cao 220 được tạo cấu hình để suy giảm phần băng cao của khối thời gian thứ hai 302 tương ứng với thông tin độ khuếch đại thứ hai lớn hơn phần băng cao của khối

thời gian thứ nhất 301 tương ứng với thông tin độ khuếch đại thứ nhất như được minh họa trong khối 804 của Fig.8a.

Ngoài ra, bộ phân tích tín hiệu 260 được tạo cấu hình để tính toán ước số nền cho năng lượng nền của băng cao đối với một hoặc nhiều khối thời gian lân cận theo thời gian được đặt trước khối thời gian hiện thời hoặc được đặt tiếp sau khối thời gian hiện thời hoặc được đặt trước và tiếp sau khối thời gian hiện thời hoặc gồm có khối thời gian hiện thời hoặc không gồm khối thời gian hiện thời như được minh họa trên khối 805 của Fig.8b. Hơn nữa, như được minh họa trong khối 808, ước số năng lượng cho băng cao của khối hiện thời được tính toán và, như được tóm tắt trong khối 809, thừa số độ khuếch đại được tính toán một mặt sử dụng ước số nền, và mặt khác sử dụng ước số năng lượng. Do đó, kết quả của khối 809 là thừa số độ khuếch đại được minh họa bằng số tham chiếu 810 trên Fig.8b.

Ưu tiên hơn, bộ phân tích tín hiệu 260 được tạo cấu hình để tính toán thừa số độ khuếch đại 810 dựa trên phương trình được minh họa trước g_float, nhưng cách tính toán khác cũng có thể được thực hiện.

Ngoài ra, tham số alpha ảnh hưởng đến thừa số độ khuếch đại sao cho sự biến thiên năng lượng của mỗi khối quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền được giảm ít nhất 50% và ưu tiên hơn là 75%. Do đó, sự biến thiên của năng lượng thông cao của mỗi khối quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền được ưu tiên giảm 25% so với ban đầu bằng thừa số alpha.

Hơn nữa, chức năng/khối điều khiển siêu khuếch đại 806 được tạo cấu hình để tạo thừa số điều khiển p. Trong phương án, khối 806 sử dụng phương pháp phát hiện để nhận dạng các sự chuyển tiếp có thể xảy ra. Đối với mỗi khối (của ví dụ 128 mẫu), nó tạo ra thừa số “tin tưởng” giống xác suất p trong khoảng 0 và 1. Độ khuếch đại cuối cùng được áp dụng vào khối là $g' = g^p$, trong đó g là độ khuếch đại ban đầu. Khi p bằng zero, $g' = 1$, do đó không xử lý nào được áp dụng và khi p bằng một, $g' = g$, độ mạng xử lý đầy đủ được áp dụng.

MGC 806 được sử dụng để nén độ khuếch đại về 1 trước khi lượng tử hóa khi xử lý trước, để điều khiển độ mạnh của xử lý trong khoảng không thay đổi và hiệu quả đầy đủ. Tham số beta_factor (mà là tham số hóa được cải thiện của tham số beta) được

sử dụng để mở rộng các độ khuếch đại sau khi giải lượng tử hóa trong xử lý sau, và một khả năng là để sử dụng giá trị cố định cho mỗi cấu hình bộ mã hóa, được xác định bởi tốc độ bit.

Trong phương án, tham số alpha được cố định tại 0,75. Do đó, thừa số α là sự suy giảm của sự biến thiên năng lượng quanh nền trung bình, và nó được cố định trong thực thi MPEG-H đến 75%. Thừa số điều khiển p trên Fig.8b có vai trò như thừa số “tin cậy” giống xác suất p.

Và như được minh họa trên Fig.8c, bộ phân tích tín hiệu được tạo cấu hình để lượng tử hóa và chuỗi thô gồm các giá trị thông tin độ khuếch đại như chuỗi các giá trị được lượng tử hóa, và bộ xử lý băng cao 220 được tạo cấu hình để thực hiện cải biên biến đổi theo thời gian của băng cao tương ứng với chuỗi các giá trị được lượng tử hóa hơn là các giá trị không được lượng tử hóa.

Ngoài ra, giao diện đầu ra 250 được tạo cấu hình để đưa chuỗi các giá trị được lượng tử hóa vào thông tin phụ 206 như là thông tin độ khuếch đại tần số cao biến đổi theo thời gian 204 như được minh họa trên Fig.8c tại khối 814.

Hơn nữa, bộ xử lý trước âm thanh 200 được tạo cấu hình để xác định giá trị bù độ khuếch đại nữa mô tả sự tổn hao biến thiên năng lượng được đưa ra bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã được nối tiếp sau, và, ngoài ra, bộ xử lý trước âm thanh 200 lượng tử hóa 816 thông tin bù độ khuếch đại thêm này và đưa 817 thông tin bù độ khuếch đại thêm được lượng tử hóa này và, ngoài ra bộ phân tích ưu tiên được tạo cấu hình để áp dụng điều khiển độ siêu khuếch đại trong việc xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để giảm dần hoặc nâng cao dần hiệu quả của bộ xử lý băng cao trên tín hiệu âm thanh tương ứng với dữ liệu điều khiển bổ sung 807.

Ưu tiên hơn, bộ chiết xuất băng 210 của bộ xử lý trước âm thanh 200 được thực thi chi tiết hơn như được minh họa trên Fig.4 hoặc trên Fig.9c. Do đó, bộ chiết xuất băng 210 được tạo cấu hình để chiết xuất băng tần thấp sử dụng thiết bị lọc thông thấp 111 và để chiết xuất băng tần cao bằng việc trừ 113 băng tần thấp từ tín hiệu âm thanh theo cách tương tự chính xác như được đề cập trước đối với bộ xử lý sau âm thanh.

Hơn nữa, trong đó bộ chiết xuất băng 210 và bộ xử lý băng cao 220 và bộ tổ

hợp 230 được tạo cấu hình để vận hành trong các khối chồng lắp. Bộ tổ hợp 230 còn bao gồm bộ cộng chồng lắp để tính toán phần được xử lý trước bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất và các mẫu âm thanh của khối thứ hai trong phạm vi chồng lắp khối. Do đó, bộ cộng chồng lắp được kết hợp với bộ tổ hợp 230 của Fig.7 có thể được thực thi theo cách tương tự như bộ cộng chồng lắp đối với bộ xử lý sau như được minh họa trên Fig.3c với số tham chiếu 130.

Trong một phương án, đối với bộ xử lý trước âm thanh, phạm vi chồng lắp 320 nằm trong khoảng 40% độ dài khối đến 60% độ dài khối. Trong một phương án khác, độ dài khối nằm trong khoảng 0,8mili giây đến 5,0mili giây và/hoặc cải biên được thực hiện bởi bộ xử lý băng cao 220 là thừa số nhân được áp dụng cho mỗi mẫu của khối trong miền thời gian sao cho kết quả của toàn bộ xử lý trước là tín hiệu và bản chất chuyên tiếp được giảm.

Trong một phương án, tần số ngắt hoặc tần số góc của băng tần thấp nằm trong khoảng $1/8$ và $1/3$ của phạm vi tần số cực đại của tín hiệu âm thanh (202) và ưu tiên bằng $1/6$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh.

Như được minh họa, ví dụ, trên Fig.9 và như đã được thảo luận về bộ xử lý trước trên Fig.4, bộ chiết xuất băng 210 bao gồm bộ tạo cửa sổ phân tích 215 để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh sử dụng cửa sổ phân tích, trong đó các khối này chồng lắp theo theo thời gian như được minh họa bằng số tham chiếu 321 trên Fig.3b. Hơn nữa, bộ xử lý biến đổi Fourier rời rạc 216 để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị quang phổ được cung cấp và cũng được nối tiếp theo bộ tạo dạng thông thấp 217a, 217b được cung cấp, để tạo dạng mỗi khối của các giá trị quang phổ để thu chuỗi các khối được tạo dạng thông thấp của các giá trị quang phổ. Hơn nữa, bộ xử lý biến đổi nghịch đảo Fourier rời rạc 218 để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian được cung cấp và, bộ tạo cửa sổ tổng hợp 219 được nối với đầu ra của bộ xử lý biến đổi nghịch đảo Fourier rời rạc 218 để tạo chuỗi các khối cho các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp sử dụng cửa sổ tổng hợp.

Ưu tiên hơn, bộ tạo dạng thông thấp bao gồm các khối 217a, 217b áp dụng dạng thông thấp $ps[f]$ bằng việc nhân các vạch phổ FFT riêng lẻ như được minh họa bởi bộ nhân 217a. Dạng thông thấp $ps[f]$ được tính toán như được biểu thị trước đó trên

Fig.9c.

Ngoài ra, bản thân tín hiệu âm thanh, tức là, tín hiệu âm thanh toàn băng cũng được tạo cửa sổ sử dụng bộ tạo tín hiệu âm thanh 221 để thu chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh, trong đó bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh 221 này được đồng bộ hóa với bộ tạo cửa sổ phân tích 215 và/hoặc bộ tạo cửa sổ phân tích 219 sao cho chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp được đồng bộ hóa với chuỗi các khối gồm các giá trị tín hiệu âm thanh.

Hơn nữa, bộ phân tích 260 của Fig.7 được tạo cấu hình để cung cấp bổ sung tham số điều khiển 807 được sử dụng để điều khiển độ mạnh của xử lý trước trong khoảng không và đầy đủ hiệu quả, và 500, tức là β_factor như là thông tin phụ thêm, trong đó bộ xử lý băng cao 220 được tạo cấu hình để áp dụng cải biên cũng dưới sự xem xét của tham số điều khiển bổ sung 807, trong đó độ phân giải thời gian của tham số β_factor thấp hơn độ phân giải thời gian của thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian hoặc tham số điều khiển bổ sung là dừng cho một mảng âm thanh cụ thể. Như đã đề cập trước đây, tham số điều khiển giống như xác suất từ MGC được sử dụng để nén các độ khuếch đại và 1 trước khi lượng tử hóa, và nó không được truyền một cách rõ ràng như thông tin phụ.

Hơn nữa, bộ tổ hợp 230 được tạo cấu hình để thực hiện bổ sung theo mẫu của các khối tương ứng của chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp và chuỗi gồm các khối được cải biên, tức là, các khối được xử lý của các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông cao để thu chuỗi các khối gồm các giá trị tín hiệu tổ hợp như được minh họa, cho phía bộ xử lý sau, trên Fig.3c.

Fig.9a minh họa thiết bị mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh bao gồm bộ xử lý trước âm thanh 200 như được đề cập trước khi nó được tạo cấu hình để tạo tín hiệu đầu ra 252 có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như thông tin phụ. Ngoài ra, bộ mã hóa lõi 900 được cung cấp để tạo tín hiệu được mã hóa lõi 902 và thông tin phụ lõi 904. Ngoài ra, thiết bị mã hóa âm thanh bao gồm giao diện đầu ra 910 để tạo tín hiệu được mã hóa 912 bao gồm tín hiệu được mã hóa lõi 920, thông tin phụ lõi 94 và thông tin độ khuếch đại tần số biến thiên theo thời gian như thông tin phụ bổ sung 106.

Ưu tiên hơn, bộ xử lý trước âm thanh 200 thực hiện xử lý trước mỗi kênh hoặc mỗi đối tượng riêng biệt như được minh họa trên Fig.10a. Trong trường hợp này, tín hiệu âm thanh là tín hiệu đa kênh hoặc đa đối tượng. Trong phương án nữa, được minh họa trên Fig.5c, bộ xử lý trước âm thanh 200 thực hiện xử lý trước mỗi kênh vận chuyển SAOC hoặc mỗi kênh vận chuyển Ambisonic bậc cao (High Order Ambisonics - HOA) riêng biệt như được minh họa trên Fig.10a. Trong trường hợp này, tín hiệu âm thanh là kênh vận chuyển đối tượng âm thanh không gian hoặc kênh vận chuyển Ambisonic bậc cao.

Ngược lại, bộ mã hóa lõi 900 được tạo cấu hình để áp dụng xử lý bộ mã hóa đa kênh liên kết hoặc xử lý bộ mã hóa đa đối tượng lượng kết hoặc điền đầy khoảng trống bộ mã hóa hoặc xử lý mở rộng băng thông bộ mã hóa trên các kênh được xử lý trước 232.

Do đó, tiêu biểu, tín hiệu được mã hóa lõi 902 có ít kênh hơn là được đưa vào bộ mã hóa lõi đa kênh/đa đối tượng liên kết 900, do bộ mã hóa lõi 900 thường bao gồm một loại thao tác trộn giảm.

Thiết bị giải mã âm thanh được minh họa trên Fig.9b. Thiết bị giải mã âm thanh có giao diện đầu vào âm thanh 920 để nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa 912 bao gồm tín hiệu được mã hóa lõi 902, thông tin phụ lõi 904 và thông tin độ phân giải tần số cao biến thiên theo thời gian 104 như là thông tin phụ bổ sung 416. Hơn nữa, thiết bị giải mã âm thanh bao gồm bộ giải mã lõi 930 để giải mã tín hiệu được mã hóa lõi 902 sử dụng thông tin phụ lõi 904 để thu tín hiệu lõi được giải mã 102. Ngoài ra, thiết bị giải mã âm thanh có bộ xử lý trước 100 để xử lý trước tín hiệu lõi được giải mã 102 sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian 104.

Ưu tiên hơn, như được minh họa trên Fig.10b, bộ giải mã lõi 930 được tạo cấu hình để áp dụng xử lý bộ giải mã đa kênh hoặc xử lý bộ giải mã đa đối tượng hoặc xử lý bộ giải mã mở rộng băng thông hoặc xử lý bộ giải mã điền đầy khoảng trống để tạo các kênh được giải mã của tín hiệu đa kênh 102 hoặc các đối tượng được giải mã của tín hiệu đa đối tượng 102. Do đó, nói cách khác, bộ xử lý bộ giải mã liên kết 930 thường bao gồm một số loại trộn giảm để tạo, từ số lượng thấp hơn của các kênh trong tín hiệu âm thanh được mã hóa 902, số lượng cao hơn của các đối tượng/kênh riêng

biệt. Các kênh/đối tượng riêng biệt được đưa vào xử lý sau kênh-riêng biệt bằng việc xử lý sau âm thanh 100 sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho mỗi kênh hoặc mỗi đối tượng như được minh họa bằng số tham chiếu 104 trên Fig.10b. Bộ xử lý sau kênh riêng lẻ 100 xuất ra các kênh được xử lý sau mà có thể xuất ra cho bộ chuyển đổi kỹ thuật số/tương tự và loa phát thanh được nối sau đó hoặc có thể xuất ra cho một số loại xử lý hoặc lưu trữ khác hoặc bất kỳ quy trình thích hợp khác cho việc xử các đối tượng âm thanh hoặc các kênh âm thanh.

Fig.10 minh họa tình huống tương tự như những gì được minh họa trên các Fig.9a hoặc 9b, tức là, chuỗi đầy đủ bao gồm bộ xử lý trước xử lý đường bao độ phân giải cao 100 được nối với bộ mã hóa 900 để tạo ra dòng bit và dòng bit được giải mã bởi bộ giải mã 930 và đầu ra của bộ giải mã được xử lý sau bởi bộ xử lý sau bộ xử lý đường bao độ phân giải cao 100 để tạo ra tín hiệu đầu ra cuối cùng.

Các Fig.16 và các Fig.17a tới 17h minh họa kết quả kiểm tra nghe đối với việc nghe loa phát thanh kênh 5.1(128 kbps). Ngoài ra, các kết quả đối với việc nghe ống nghe âm lập thể tại chất lượng trung bình (48kbps) và cao (128 kbps) được cung cấp. Fig.16a tóm tắt các cài đặt kiểm tra nghe. Các kết quả được minh họa trên các Fig.17a đến 17h.

Trên Fig.17a, chất lượng cảm quan nằm trong khoảng từ “tốt” đến “xuất sắc”. Lưu ý rằng các tín hiệu giống tiếng vỗ tay nằm trong các mục các mục có điểm thấp trong phạm vi “tốt”.

Fig.17 minh họa rằng tất cả các mục tiếng vỗ tay thể hiện cải thiện đáng kể, trong đó không có sự thay đổi đáng kể trong chất lượng cảm quan được quan sát đối với các mục không phải tiếng vỗ tay. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Đề cập tới các Fig.17c và 17d, chỉ ra rằng chất lượng cảm quan tuyệt đối nằm trong khoảng “tốt”. Trong các chênh lệch, toàn bộ, có độ khuếch đại đáng kể của bảy điểm. Phạm vi các độ khuếch đại chất lượng riêng lẻ nằm trong khoảng từ 4 đến 9 điểm, đều là đáng kể.

Trên Fig.17e, tất cả các tín hiệu của tập hợp kiểm tra là các tín hiệu tiếng vỗ tay.

Chất lượng cảm quan nằm trong phạm vi từ “khá” đến “tốt”. Một cách nhất quán, các điều kiện “HREP” có điểm cao hơn điều kiện “NOHREP”. Trên Fig.17f, rõ ràng là, đối với tất cả các mục trừ một, “HREP” có điểm cao hơn đáng kể so với “NOHREP”. Các sự cải thiện từ 3 đến 17 điểm được quan sát. Tổng thể, có độ khuếch đại trung bình đáng kể của 12 điểm. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Đề cập tới các Fig.17g và 17h, rõ ràng rằng, trong các điểm tuyệt đối, tất cả tín hiệu có điểm nằm trong phạm vi “xuất sắc”. Trong các điểm chênh lệch, có thể thấy rõ ràng, mặc dù chất lượng cảm quan là gần như rõ ràng, đối với sáu trong số tám tín hiệu, có sự cải thiện đáng kể từ ba đến chín điểm tổng cộng bằng trung bình của năm điểm số MUSHRA. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Kết quả thể hiện rõ ràng rằng kỹ thuật HREP của phương án được ưu tiên là ưu điểm đáng kể đối với việc mã hóa các tín hiệu giống tiếng vỗ tay trong phạm vi rộng của tốc độ bit/các chất lượng tuyệt đối. Hơn nữa, nó cho thấy rằng không có sự suy yếu nào trên các tín hiệu không phải tiếng vỗ tay. HREP là công cụ để mã hóa cảm quan được cải thiện của các tín hiệu mà chủ yếu gồm nhiều sự kiện chuyển tiếp dày đặc, như tiếng tiếng vỗ tay, tiếng mưa, v.v. Lợi ích của việc áp dụng HREP là gấp đôi. HREP giảm nhẹ nhu cầu tốc độ bit trên bộ mã hóa bằng việc giảm biến của tín hiệu đầu vào; ngoài ra, HREP đảm bảo sự phục hồi đường bao thích hợp trong giai đoạn trộn (tăng) của bộ giải mã, điều này càng quan trọng nếu các kỹ thuật mã hóa đa kênh theo tham số được áp dụng trong bộ mã hóa-giải mã. Các bài kiểm tra chủ quan thể hiện sự cải thiện quanh 12 điểm số MUSHRA bởi xử lý HREP tại âm lập thể 48kbps và 7 điểm số MUSHRA tại 128 kbps đối với kênh 5.1.

Sau đây, tham chiếu đến Fig.5b một mặt minh họa việc thực thi của xử lý sau mặt khác minh họa việc xử lý trước bên trong khung bộ mã hóa/bộ giải mã âm thanh MPEG-H ba chiều. Cụ thể, Fig.5b minh họa bộ xử lý sau HREP 100 như được thực thi bên trong bộ giải mã âm thanh MPEG-H ba chiều. Cụ thể, bộ xử lý sau theo sáng chế được biểu thị bằng số tham chiếu 100 trên Fig.5b.

Có thể thấy rằng bộ xử lý HREP được nối với đầu ra của bộ giải mã lõi âm thanh ba chiều được minh họa bằng số tham chiếu 550. Ngoài ra, giữa phần tử 550 và khối 100 trong phần phía trên, các phần tử âm thanh nổi MPEG được minh họa, thực

hiện một cách điển hình trọng tăng âm thanh nổi được thực thi MPEG từ các kênh cơ sở ở đầu vào của khối 560 để thu được nhiều kênh đầu ra hơn ở đầu ra khối 560.

Ngoài ra, Fig.5b minh họa các phần tử khác ngoài phần lõi âm thanh. Trong phần kết xuất âm thanh, một mặt có `drx_1` 570 cho các kênh và mặt khác cho các đối tượng. Hơn nữa, khối chuyển đổi trước 580, bộ kết xuất đối tượng 590 và bộ giải mã siêu đối tượng 592, bộ giải mã SAOC ba chiều 594 và bộ giải mã Ambisonic bậc cao High Order Ambisonics (HOA) 596 được cung cấp.

Tất cả các phần tử nạp bộ lấy mẫu lại 582 và bộ lấy mẫu lại nạp dữ liệu đầu ra vào bộ trộn 584. Bộ trộn chuyển tiếp các kênh đầu ra của nó thành phần nạp loa phát thanh 586 hoặc phần nạp ống nghe 588 mà biểu diễn các phần tử trong “cuối của chuỗi” và mà biểu diễn việc xử lý sau bổ sung tiếp sau đầu ra bộ trộn 584.

Fig.5c minh họa việc nhúng được ưu tiên hơn của bộ xử lý sau âm thanh (audio post-processor - HREP) trong khuôn khổ của bộ giải mã âm thanh MPEG-H ba chiều; Trái ngược với Fig.5b, việc xử lý HREP cũng được áp dụng cho các kênh vận chuyển SAOC và/hoặc tới các kênh vận chuyển HOA. Các hàm khác trên Fig.5 tương tự với các hàm trên Fig.5b.

Cần lưu ý rằng các yêu cầu bảo hộ kèm theo liên quan đến bộ chiết xuất băng áp dụng cho bộ chiết xuất băng trong bộ xử lý sau âm thanh và bộ xử lý trước âm thanh cũng như khi yêu cầu bảo hộ chỉ cung cấp cho bộ xử lý sau trong số bộ xử lý sau hoặc bộ xử lý trước. Tương tự hợp lệ với bộ xử lý băng cao và bộ tổ hợp.

Tham chiếu cụ thể tới các phương án khác được minh họa trong Phụ lục và trong Phụ lục A.

Trong khi sáng chế này đã được mô tả dưới dạng một vài phương án, có các phép biến đổi, phép hoán vị và tương đương mà rơi vào trong phạm vi của sáng chế này. Cũng nên được lưu ý rằng có nhiều cách thay thế để thực hiện các phương pháp và các thành phần của sáng chế. Do đó được mong đợi rằng các yêu cầu bảo hộ được đi kèm sau đây được hiểu là bao gồm tất cả các thay đổi, biến thể và tương đương như vậy cũng như nằm trong tinh thần và phạm vi đúng của sáng chế.

Mặc dù một vài khía cạnh đã được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị, rõ ràng

rằng các khía cạnh này cũng biểu diễn sự mô tả của phương pháp tương ứng, mà khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc dấu hiệu của bước phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong ngữ cảnh của bước phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, như ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể lập trình hoặc mạch điện tử. Theo một số phương án, một số một hoặc nhiều bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bởi thiết bị như vậy.

Các tín hiệu âm thanh được mã hóa sáng tạo có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ kỹ thuật số hoặc có thể được truyền trong môi trường truyền dẫn như môi trường truyền không dây hoặc môi trường truyền có dây như Internet.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực thi nhất định, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Phương án có thể được thực hiện sử dụng vật ghi lưu trữ số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blu-Ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ số có thể có khả năng đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế bao gồm vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử, mà có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình được, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Nói chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình có tác dụng để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể ví dụ được lưu trữ trên sóng mang máy đọc được.

Các phương án khác gồm có chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên sóng mang máy đọc được.

Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là chương

trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi đã được ghi thường là hữu hình và/hoặc không chuyển tiếp.

Do đó, phương án nữa của các phương pháp theo sáng chế là dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp đã được mô tả ở đây. Ví dụ, có thể cấu hình dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu để được truyền thông qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua Liên mạng.

Phương án khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ máy tính, hoặc thiết bị logic lập trình được, được cấu hình để hoặc được làm thích ứng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác gồm có máy tính có chương trình máy tính được lắp trên máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án nữa theo sáng chế bao gồm thiết bị hoặc hệ thống được cấu hình để chuyển (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể là, ví dụ, máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, bao gồm máy chủ tệp tin để chuyển chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng cổng lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số phương án, mảng cổng lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp tốt hơn là được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Thiết bị được mô tả ở đây có thể được thực hiện sử dụng thiết bị phần cứng, hoặc sử dụng máy tính, hoặc sử dụng tổ hợp của thiết bị phần cứng và máy tính.

Các phương pháp được mô tả ở đây có thể được thực hiện sử dụng thiết bị phần cứng, hoặc sử dụng máy tính, hoặc sử dụng tổ hợp của thiết bị phần cứng và máy tính.

Các phương án được mô tả bên trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các sự biến thể và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế là chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng bản mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

Phụ lục

Mô tả các phương án khác của HREP trong Âm thanh ba chiều MPEG-H

Việc xử lý đường bao độ phân giải cao (High Resolution Envelope Processing - HREP) là công cụ cho việc mã hóa cảm quan được cải thiện của các tín hiệu mà chủ yếu bao gồm nhiều sự kiện chuyển tiếp dày đặc, ví dụ như tiếng vỗ tay, các tiếng mưa rơi, v.v. Các tín hiệu này thường khó mã hóa đối với các bộ mã hóa âm thanh, cụ thể tại tốc độ bit thấp. Kiểm tra chủ quan thể hiện sự cải thiện đáng kể xung quanh 12 điểm số MUSHRA bởi xử lý HREP tại âm lập thể 48 kbps.

Tóm tắt tổng quát

Công cụ HREP cung cấp hiệu suất mã hóa được cải thiện cho các tín hiệu mà chứa các sự kiện chuyển tiếp cách đều dày đặc, sao cho các tín hiệu tiếng vỗ tay do chúng là một phần quan trọng trong việc thu trực tiếp. Tương tự, các tiếng mưa rơi hoặc các âm thanh khác như tiếng pháo hoa có thể thể hiện các đặc tính này. Không may, lớp âm thanh này gây ra những khó khăn cho các bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện có, đặc biệt khi được mã hoá tại tốc độ bit thấp và/hoặc với các công cụ mã hóa theo tham số.

Fig.10 thể hiện dòng tín hiệu trong bộ mã hóa-giải mã HREP. Tại phía bộ mã hóa, công cụ này hoạt động như bộ xử lý trước mà làm phẳng theo thời gian tín hiệu cho các tần số cao khi tạo ra lượng nhỏ thông tin phụ (1-4kbps đối với các tín hiệu âm lập thể). Tại phía bộ giải mã, công cụ này hoạt động như bộ xử lý sau mà tạo dạng theo thời gian tín hiệu cho các tần số cao, tận dụng thông tin phụ. Lợi ích của việc áp dụng HREP là gấp đôi: HREP giảm nhẹ nhu cầu tốc độ bit trên bộ mã hóa bằng việc giảm biến của tín hiệu đầu vào; ngoài ra, HREP đảm bảo sự phục hồi đường bao thích hợp trong giai đoạn trộn (tăng) của bộ giải mã, điều này càng quan trọng nếu các kỹ thuật mã hóa đa kênh theo tham số được áp dụng trong bộ mã hóa-giải mã.

Fig 10c: Tổng quan về dòng tín hiệu trong bộ mã hóa-giải mã HREP.

Công cụ HREP hoạt động đối với tất cả các cấu hình kênh đầu vào (đơn, âm lập thể, đa kênh bao gồm 3 chiều) và cả các đối tượng âm thanh.

Trong thử nghiệm lỗi, trình bày các kết quả kiểm tra nghe MUSHRA mà thể

hiện ưu điểm của HREP khi mã hóa các tín hiệu tiếng vỗ tay. Việc cải thiện đáng kể chất lượng cảm quan được minh họa cho các trường hợp kiểm thử sau đây

- Cải thiện trung bình 7 điểm số MUSHRA cho kênh 5.1 tại 128kbit/giây
- Cải thiện trung bình 12 điểm số MUSHRA cho âm lập thể 48kbit/s
- Cải thiện trung bình 5 điểm số MUSHRA cho âm lập thể 128kbit/s

Ví dụ, thông qua việc đánh giá chất lượng cảm quan cho tín hiệu kênh 5.1 sử dụng tập hợp kiểm tra đầy đủ âm thanh nổi MPEG được biết đến rộng rãi, chứng minh rằng chất lượng tín hiệu không phải tiếng vỗ tay không bị suy yếu bởi HREP.

Mô tả chi tiết HREP

Fig.10 thể hiện dòng tín hiệu trong bộ mã hóa-giải mã HREP. Tại phía bộ mã hóa, công cụ hoạt động như bộ xử lý trước với độ phân giải theo thời gian cao trước khi bộ mã hóa giải mã âm thanh cảm quan thực tế bằng việc phân tích tín hiệu đầu vào, suy giảm và theo đó làm phẳng theo thời gian phần tần số cao của các tín hiệu chuyển tiếp, và tạo ra lượng nhỏ thông tin phụ (1-4 kbps cho tín hiệu âm lập thể). Bộ phân loại tín hiệu tiếng vỗ tay có hướng dẫn quyết định bộ mã hóa liệu có kích hoạt HREP hay không. Tại phía bộ giải mã, công cụ này làm việc như bộ xử lý sau sau bộ mã hóa-giải mã âm thanh bằng việc tăng và theo đó tạo dạng theo thời gian phần tần số cao của các sự kiện chuyển tiếp, tận dụng thông tin phụ mà đã được tạo ra trong việc mã hóa.

Fig.9c: Dòng tín hiệu HREP chi tiết trong bộ mã hóa.

Fig.9c hiển thị dòng tín hiệu bên trong bộ xử lý HREP bên trong bộ mã hóa. Việc xử lý trước được áp dụng bằng việc chia tín hiệu đầu vào thành phần thông thấp (LP) và phần thông cao (HP). Việc này được hoàn thành bằng việc sử dụng FFT để tính toán phần LP, phần LP đã cho, phần HP được trừ trong miền thời gian. Độ khuếch đại vô hướng phụ thuộc thời gian được áp dụng cho phần HP, mà được cộng trở lại phần LP để tạo đầu ra được xử lý trước.

Thông tin phụ bao gồm thông tin dạng thông thấp (LP) và các độ khuếch đại vô hướng mà được ước lượng bên trong khối phân tích HREP (không được minh hoạt). Khối phân tích HREP có thể chứa các cơ cấu bổ sung mà có thể giảm dần hiệu quả của xử lý HREP trên nội dung tín hiệu (“các tín hiệu không phải tiếng vỗ tay”) trong đó HREP có thể không áp dụng đầy đủ. Theo đó, các yêu cầu về độ chính xác phát hiện tín hiệu tiếng vỗ tay được giảm xuống.

Fig.5a: Dòng tín hiệu HREP chi tiết trong bộ giải mã.

Việc xử lý phía bộ giải mã được trình bày sơ lược trong Fig. 5a. Thông tin phụ trên thông tin dạng HP và các độ khuếch đại vô hướng được phân tích từ dòng bit (không được minh họa) và được áp dụng cho việc làm tương tự bước xử lý sau ở bộ giải mã được nghịch đảo từ tín hiệu của bước xử lý trước ở bộ mã hóa. Việc xử lý sau được áp dụng bằng việc chia lại tín hiệu thành phần thông thấp (LP) và phần thông cao (HP). Việc này được hoàn thành bằng việc sử dụng FFT để tính toán phần LP, phần LP đã cho, phần HP được trừ trong miền thời gian. Độ khuếch đại phụ thuộc vào thông tin phụ được truyền được áp dụng cho phần HP, mà được bổ sung sau phần LP để tạo đầu ra được xử lý trước.

Tất cả thông tin phụ HREP được truyền tín hiệu trong trọng tải mở rộng và được nhúng tương thích theo chiều ngược bên trong dòng bit âm thanh MPEG-H ba chiều.

Văn bản chi tiết

Các thay đổi WD cần thiết, cú pháp dòng bit được đề xuất, ngữ nghĩa và mô tả chi tiết của quá trình giải mã có thể được tìm thấy trong Phụ lục A của tài liệu như văn bản so sánh.

Độ phức tạp

Độ phức tạp tính toán của xử lý HREP được chi phối bởi việc tính toán của các cặp DFT/IDFT mà thực thi việc chia LP/HP của tín hiệu. Đối với mỗi khung âm thanh bao gồm 1024 giá trị miền thời gian, 16 cặp của các DFT/IDFT có giá trị thực 128 điểm cần được tính toán.

Để đưa vào cấu hình phức tạp thấp (LC), đề xuất các giới hạn sau

- Giới hạn các kênh/các đối tượng HREP hoạt động
- Giới hạn các thừa số độ khuếch đại được truyền dẫn cực đại $g(k)$ đáng kể (các thừa số khuếch đại không đáng kể bằng 0dB giảm bớt nhu cầu cặp DFT/iDFT được kết hợp)
- Việc tính toán DFT/iDFT trong cấu trúc liên kết rải rác chia hai cơ số 2 hiệu quả

Chứng minh về ưu điểm.

Các bài kiểm tra nghe

Như là sự chứng minh về ưu điểm, các kết quả kiểm tra nghe sẽ được trình bày đối với việc nghe loa phát thanh kênh 5.1 (128kbps). Ngoài ra, các kết quả đối với việc nghe ống nghe âm lập thể tại chất lượng trung bình (48kbps) và cao (128 kbps) được cung cấp. Fig.16 tóm tắt các cài đặt kiểm tra nghe.

Fig.16 Tổng quát kiểm tra nghe;

Các kết quả

Kênh 5.1 tại 128kbps

Fig. Thể hiện các điểm số MUSHRA tuyệt đối của kênh 5.1 tại 128kbps. Chất lượng cảm quan nằm trong phạm vi từ “khá” đến “xuất sắc”. Lưu ý rằng các tín hiệu giống tiếng vỗ tay nằm trong các mục các mục có điểm thấp trong phạm vi “tốt”.

Fig.17a: Các điểm số MUSHRA tuyệt đối đối với bài kiểm tra kênh 5.1 tại 128kbps.

Fig.17 thể hiện các điểm số MUSHRA chênh lệch của bài kiểm tra kênh 5.1 tại 128kbps. Tất cả các mục tiếng vỗ tay thể hiện cải thiện đáng kể, trong đó không có sự thay đổi đáng kể trong chất lượng cảm quan được quan sát đối với các mục không phải tiếng vỗ tay. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Fig 17b: Các điểm số MUSHRA chênh lệch đối với bài kiểm tra kênh 5.1 tại 128kbps.

Fig.17 thể hiện các điểm số MUSHRA cho tất cả các mục tiếng vỗ tay được chứa trong tập hợp bài kiểm tra và Fig.17d thể hiện các điểm số MUSHRA chênh lệch

đối với tất cả các mục tiếng vỗ tay được chứa trong tập hợp bài kiểm tra. Chất lượng cảm quan tuyệt đối nằm trong phạm vi “tốt”. Trong các chênh lệch, toàn bộ, có độ khuếch đại đáng kể của bảy điểm. Phạm vi các độ khuếch đại chất lượng riêng lẻ nằm trong khoảng từ 4 đến 9 điểm, đều là đáng kể.

Fig 17c: Các điểm số MUSHRA tuyệt đối đối với các tín hiệu kiểm tra kênh 5.1 tại 128kbps.

Fig 17d: Các điểm số MUSHRA chênh lệch đối với các tín hiệu kiểm tra kênh 5.1 tại 128kbps.

Âm lập thể 48kbps

Fig.17e thể hiện các điểm số MUSHRA của bài kiểm tra âm lập thể 48kbps. Tại đây, tất cả tín hiệu của tập hợp là các tín hiệu tiếng vỗ tay. Chất lượng cảm quan nằm trong phạm vi từ “khá” đến “tốt”. Một cách nhất quán, các điều kiện “HREP” ghi điểm cao hơn điều kiện “NOHREP”. Fig.17f thể hiện các điểm số MUSHRA chênh lệch. Đối với tất cả các mục ngoại trừ một, “hrep” ghi điểm đáng kể tốt hơn “nohrep”. Các sự cải thiện từ 3 đến 17 điểm được quan sát. Tổng thể, có độ khuếch đại trung bình đáng kể của 12 điểm. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Fig 17e: Các điểm số MUSHRA tuyệt đối đối với bài kiểm tra âm lập thể 48kbps.

Fig.17f: Các điểm số MUSHRA chênh lệch đối với bài kiểm tra âm lập thể 48kbps.

Âm lập thể 128kbps

Fig.17g và Fig.17h lần lượt thể hiện các điểm số MUSHRA tuyệt đối và chênh lệch của bài kiểm tra âm lập thể 128kbps. Trong các điểm số tuyệt đối, tất cả các tín hiệu ghi điểm nằm trong phạm vi “xuất sắc”. Trong các điểm số chênh lệch, có thể thấy rằng, thậm chí chất lượng cảm quan là gần như trong suốt, đối với 6 trong số 8 tín hiệu có sự cải thiện đáng kể từ 3 đến 9 điểm, tổng số bằng trung bình của 5 điểm số MUSHRA. Không có mục nào bị suy giảm một cách đáng kể.

Fig 17g: Các điểm số MUSHRA tuyệt đối đối với bài kiểm tra âm lập thể 128kbps.

Fig17h: Các điểm số MUSHRA chênh lệch đối với bài kiểm tra âm lập thể 128kbps.

Các kết quả thể hiện rõ ràng rằng kỹ thuật HREP của đề xuất CE là ưu điểm đáng kể đối với việc mã hóa các tín hiệu giống tiếng vỗ tay trong phạm vi rộng của tốc độ bit/các chất lượng tuyệt đối. Hơn nữa, nó chứng minh rằng không có sự suy yếu nào trên các tín hiệu không phải tiếng vỗ tay.

Kết luận

HREP là công cụ để mã hóa cảm quan được cải thiện của các tín hiệu mà chủ yếu gồm nhiều sự kiện chuyển tiếp dày đặc, như tiếng vỗ tay, tiếng mưa, v.v. Lợi ích của việc áp dụng HREP là gấp đôi. HREP giảm nhẹ nhu cầu tốc độ bit trên bộ mã hóa bằng việc giảm biến của tín hiệu đầu vào; ngoài ra, HREP đảm bảo sự phục hồi đường bao thích hợp trong giai đoạn trộn (tăng) của bộ giải mã, điều này càng quan trọng nếu các kỹ thuật mã hóa đa kênh theo tham số được áp dụng trong bộ mã hóa-giải mã. Các bài kiểm tra chủ quan thể hiện sự cải thiện quanh 12 điểm số MUSHRA bởi xử lý HREP tại âm lập thể 48kbps và 7 điểm số MUSHRA tại 128 kbps đối với kênh 5.1.

Phụ lục A

Phương án được ưu tiên của HREP trong âm thanh ba chiều MPEG-H

Sau đó, các việc cải biên dữ liệu cho các thay đổi được yêu cầu đối với HREP liên quan đến các tài liệu ISO / IEC 23008-3: 2015 và ISO / IEC 23008-3: 2015 / EAM3 được đưa ra.

Bổ sung thêm dòng sau đây vào Bảng 1, “Các khối chức năng MPEG-H ba chiều và miền xử lý bên trong. $f_{s,core}$ biểu thị tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã lõi, $f_{s,out}$ biểu thị tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã”. ” trong Phần 10.2:

Bảng 1 — Các khối chức năng MPEG-H ba chiều và miền xử lý bên trong.
 $f_{s,core}$ biểu thị tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã lõi, $f_{s,out}$ biểu thị tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã.

Nội dung xử lý	Khối chức năng		Miền xử lý	Độ trễ Các mẫu $[1/f_{s,core}]$ hoặc $[1/f_{s,out}]$	Đóng góp vào độ trễ tối đa Cấu hình âm thanh cao Các mẫu $[1/f_{s,out}]$	Đóng góp vào độ trễ tối đa Cấu hình âm thanh phức tạp thấp Các mẫu $[1/f_{s,out}]$
Lõi âm thanh	HREP		TD, Độ dài khung lõi = 1024	64		64 * <i>RSR_{lớn nhất}</i>
		QMF-Tổng hợp và QMF-Cặp phân tích và căn chỉnh cho lưới 64 mẫu.	FD TD FD	$64 + 257 + 320 + 63$	$(64 + 257 + 320 + 63) * RSR_{lớn nhất}$	

Bổ sung thêm trường hợp sau và Bảng 13 “Cú pháp của *mpeg3daExtElementConfig()*”, trong Phần 5.2.2.3:

Bảng 13 - Cú pháp của *mpeg3daExtElementConfig()*

```

...

case ID_EXT_ELE_HREP:

    HREPConfig(current_signal_group);

    break;

...

```

Bổ sung thêm xác định giá trị sau vào Bảng 50, “Giá trị của *usacExtElementType*”, trong Phần 5.3.4:

Bảng 50 - Các phần tử của cấu hình bộ cân bằng

ID_EXT_ELE_HREP	12
/* bảo toàn cho việc sử dụng ISO */	13 – 127

Bổ sung diễn dịch sau vào Bản 51, “Diễn dịch các khối dữ liệu cho việc giải mã trọng tải mở rộng”, trong Phần 5.3.4:

Bảng 51 – Diễn dịch các khối dữ liệu cho việc giải mã trọng tải mở rộng

ID_EXT_ELE_HREP	HREPFrame(outputFrameLength, current_signal_group)
-----------------	---

Bổ sung thêm mệnh đề con mới vào cuối của phần 5.2.2 và bổ sung Bảng sau đây:

5.2.2.X Các cấu hình phần tử mở rộng

Bảng 2 — Syntax of HREPCfg()

Cú pháp	Số lượng các bit	Ký hiệu
<pre> HREPCfg(current_signal_group) { signal_type = signalGroupType[current_signal_group]; signal_count = bsNumberOfSignals[current_signal_group] + 1; if (signal_type == SignalGroupTypeChannels) { channel_layout audioChannelLayout[current_signal_group]; } extendedGainRange; extendedBetaFactorPrecision; for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) { if ((signal_type == SignalGroupTypeChannels) && isLFChannel(channel_layout, sig)) { isHREPAActive[sig] = 0; } else { isHREPAActive[sig]; } if (isHREPAActive[sig]) { if (sig == 0) { lastFFTLLine[0]; </pre>		
extendedGainRange;	1	uimsbf
extendedBetaFactorPrecision;	1	uimsbf
for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) {		Chú ý 1
if ((signal_type == SignalGroupTypeChannels) && isLFChannel(channel_layout, sig)) {		
isHREPAActive[sig] = 0;		
} else {		
isHREPAActive[sig];	1	uimsbf
}		
if (isHREPAActive[sig]) {		
if (sig == 0) {		Chú ý 2
lastFFTLLine[0];	4	uimsbf

transitionWidthLines[0];	4	uimbsf
defaultBetaFactorIdx[0];	nBitsBeta	uimbsf
} else {	Chú ý 3	
if (useCommonSettings) {	1	uimbsf
lastFFTLLine[sig] = lastFFTLLine[0];		
transitionWidthLines[sig]	=	
transitionWidthLines[0];		
defaultBetaFactorIdx[sig]	=	
defaultBetaFactorIdx[0];		
} else {		
lastFFTLLine[sig];	4	uimbsf
transitionWidthLines[sig];	4	uimbsf
defaultBetaFactorIdx[sig];	nBitsBeta	uimbsf
}		
}		
}		
}		
}		

Chú ý 1: Hàm trợ giúp là *isLFEChannel(channel_layout, sig)* trở về 1 nếu kênh trên vị trí sig trong channel_layout là kênh LFE hoặc 0 nếu ngược lại.

Lưu ý 3: $nBitsBeta = 3 + extendedBetaFactorPrecision$.

Tại cuối của 5.2.2.3 bổ sung thêm các bảng sau:

Bảng 3 — Cú pháp của HREPFrame()

Cú pháp	Số	lượng	Ký hiệu
---------	----	-------	---------

các bit		
HREPFrame(outputFrameLength, current_signal_group)		
{		
gain_count = outputFrameLength / 64;		
signal_count = bsNumberOfSignals[current_signal_group]		
+ 1;		
useRawCoding;	1	uimbsf
if (useRawCoding) {		
for (pos = 0; pos < gain_count; pos++) {		
for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) {		
if (isHREPAActive[sig] == 0) continue;		
gainIdx[pos][sig];	nBitsGain	uimbsf
}		
}		
} else {		
HREP_decode_ac_data(gain_count, signal_count);		
}		
for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) {		
if (isHREPAActive[sig] == 0) continue;		
all_zero = 1; /* all gains are zero for the current channel		
*/		
for (pos = 0; pos < gain_count; pos++) {		
if (gainIdx[pos][sig] != GAIN_INDEX_0dB) {		

<pre> all_zero = 0; break; } } if (all_zero == 0) { useDefaultBetaFactorIdx; if (useDefaultBetaFactorIdx) { betaFactorIdx[sig] = defaultBetaFactorIdx[sig]; } else { betaFactorIdx[sig]; } } } } </pre>		
	1	uimsbf
	nBitsBeta	uimsbf
NOTE 1: nBitsGain = 3 + extendedGainRainge.		

Hàm trợ giúp HREP_decode_ac_data(gain_count, signal_count) mô tả việc đọc các giá trị độ khuếch đại thành dãy gainIdx sử dụng các hàm mã hóa số học mức thấp USAC sau đây:

```

arith_decode(*ari_state, cum_freq, cfl),

arith_start_decoding(*ari_state),

arith_done_decoding(*ari_state).

```

Hai hàm trợ giúp được đưa vào,

```

ari_decode_bit_with_prob(*ari_state, count_0, count_total),

```

mà giải mã một bit $p_0 = \text{count_0}/\text{total_count}$ và $p_1 = 1 - p_0$, và

```
ari_decode_bit(*ari_state),
```

mà giải mã một bit mà không mô hình hóa, với $p_0 = 0.5$ và $p_1 = 0.5$.

```
ari_decode_bit_with_prob(*ari_state, count_0, count_total)
```

```
{
    prob_scale = 1 << 14;
    tbl[0] = probScale - (count_0 * prob_scale) / count_total;
    tbl[1] = 0;
    res = arith_decode(ari_state, tbl, 2);
    return res;
}
```

```
ari_decode_bit(*ari_state)
```

```
{
    prob_scale = 1 << 14;
    tbl[0] = prob_scale >> 1;
    tbl[1] = 0;
    res = arith_decode(ari_state, tbl, 2);
    return res;
}
```

```
HREP_decode_ac_data(gain_count, signal_count)
```

```
{
    cnt_mask[2] = {1, 1};
    cnt_sign[2] = {1, 1};
    cnt_neg[2] = {1, 1};
```

```

cnt_pos[2] = {1, 1};

arith_start_decoding(&ari_state);

for (pos = 0; pos < gain_count; pos++) {
    for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) {
        if (!isHREPAActive[sig]) {
            continue;
        }

        mask_bit = ari_decode_bit_with_prob(&ari_state, cnt_mask[0],
cnt_mask[0] + cnt_mask[1]);

        cnt_mask[mask_bit]++;

        if (mask_bit) {
            sign_bit = ari_decode_bit_with_prob(&ari_state, cnt_sign[0],
cnt_sign[0] + cnt_sign[1]);

            cnt_sign[sign_bit] += 2;

            if (sign_bit) {
                large_bit = ari_decode_bit_with_prob(&ari_state, cnt_neg[0],
cnt_neg[0] + cnt_neg[1]);

                cnt_neg[large_bit] += 2;

                last_bit = ari_decode_bit(&ari_state);

                gainIdx[pos][sig] = -2 * large_bit - 2 + last_bit;
            } else {

```

```

        large_bit = ari_decode_bit_with_prob(&ari_state, cnt_pos[0],
cnt_pos[0] + cnt_pos[1]);

        cnt_pos[large_bit] += 2;

        if (large_bit) {

            gainIdx[pos][sig] = 3;

        } else {

            last_bit = ari_decode_bit(&ari_state);

            gainIdx[pos][sig] = 2 - last_bit;

        }

    }

} else {

    gainIdx[pos][sig] = 0;

}

if (extendedGainRange) {

    prob_scale = 1 << 14;

    esc_cnt = prob_scale / 5;

    tbl_esc[5] = {prob_scale - esc_cnt, prob_scale - 2 * esc_cnt,
prob_scale - 3 * esc_cnt, prob_scale - 4 * esc_cnt, 0};

    sym = gainIdx[pos][sig];

    if (sym <= -4) {

        esc = arith_decode(ari_state, tbl_esc, 5);

        sym = -4 - esc;

    } else if (sym >= 3) {

        esc = arith_decode(ari_state, tbl_esc, 5);

```

```

        sym = 3 + esc;

    }

    gainIdx[pos][sig] = sym;

}

gainIdx[pos][sig] += GAIN_INDEX_0dB;

}

}

arith_done_decoding(&ari_state);

}

```

Bổ sung mệnh đề con mới sau đây “Công cụ xử lý đường bao độ phân giải cao 5.5.X (High Resolution Envelope Processing - HREP)” vào cuối của mệnh đề 5.5:

Công cụ xử lý đường bao độ phân giải cao 5.5.X

Mô tả công cụ 5.5.X.1

Công cụ HREP cung cấp hiệu suất mã hóa được cải thiện cho các tín hiệu mà chứa các sự kiện chuyển tiếp cách đều dày đặc, sao cho các tín hiệu tiếng vỗ tay do chúng là một phần quan trọng trong việc thu trực tiếp. Tương tự, các tiếng mưa rơi hoặc các âm thanh khác như tiếng pháo hoa có thể thể hiện các đặc tính này. Không may, lớp âm thanh này gây ra những khó khăn cho các bộ mã hóa-giải mã âm thanh hiện có, đặc biệt khi được mã hoá tại tốc độ bit thấp và / hoặc với các công cụ mã hóa theo tham số.

Các Fig.5b hoặc 5c thể hiện dòng tín hiệu trong bộ mã hóa-giải mã được trang bị HREP. Tại phía bộ mã hóa, công cụ này hoạt động như bộ xử lý trước mà làm phẳng theo thời gian tín hiệu cho các tần số cao khi tạo ra lượng nhỏ thông tin phụ (1-4kbps đối với các tín hiệu âm lập thể). Tại phía bộ giải mã, công cụ này hoạt động như bộ xử lý sau mà tạo dạng theo thời gian tín hiệu cho các tần số cao, tận dụng thông tin

phụ. Lợi ích của việc áp dụng HREP là gấp đôi: HREP giảm nhẹ nhu cầu tốc độ bit trên bộ mã hóa bằng việc giảm biến của tín hiệu đầu vào; ngoài ra, HREP đảm bảo sự phục hồi đường bao thích hợp trong giai đoạn trộn (tăng) của bộ giải mã, điều này càng quan trọng nếu các kỹ thuật mã hóa đa kênh theo tham số được áp dụng trong bộ mã hóa-giải mã. Công cụ HREP hoạt động đối với tất cả các cấu hình kênh đầu vào (đơn, âm lập thể, đa kênh bao gồm 3 chiều) và cả các đối tượng âm thanh.

Dữ liệu 5.5.X.2 và các phần tử trợ giúp

<code>current_signal_group</code>	Tham số <code>current_signal_group</code> parameter dựa trên phần tử cú pháp <code>Signals3d()</code> syntax element và phần tử cú pháp <code>mpegh3daDecoderConfig()</code> .
<code>signal_type</code>	Loại nhóm tín hiệu hiện thời, được sử dụng để phân biệt giữa các tín hiệu kênh và đối tượng, HOA, và các tín hiệu SAOC.
<code>signal_count</code>	Số lượng tín hiệu trong nhóm tín hiệu hiện thời.
<code>channel_layout</code>	trong trường hợp nhóm tín hiệu hiện thời có các tín hiệu kênh, nó chứa các đặc tính của các loa cho mỗi kênh, được sử dụng để xác định các loa LFE.
<code>extendedGainRange</code>	Biểu thị các chỉ số khuếch đại sử dụng 3 bit (8 trị số) hay 4 bit (16 trị số), như được tính toán bởi <code>nBitsGain</code> .
<code>extendedBetaFactorPrecision</code>	Biểu thị các chỉ số khuếch đại beta sử dụng 3 bit hay 4 bit, như được tính toán bởi <code>nBitsBeta</code> .
<code>isHREPActive[sig]</code>	Biểu thị rằng công cụ hoạt động đối với tín hiệu trên chỉ số <code>sig</code> trong nhóm tín hiệu hiện thời.
<code>lastFFTLLine[sig]</code>	Vị trí của vạch phổ khác không cuối cùng được sử dụng trong quy trình thông thấp được thực thi sử dụng FFT.
<code>transitionWidthLines[sig]</code>	Độ rộng trong các vạch phổ của vùng chuyển tiếp trong quy trình thông thấp được thực thi sử dụng FFT.
<code>defaultBetaFactorIdx[sig]</code>	Chỉ số beta mặc định được sử dụng để cải biên các độ

	khuếch đại trong quy trình bù độ khuếch đại.
outputFrameLength	Số lượng các mẫu tương đương mỗi khung, sử dụng tần số lấy mẫu ban đầu, như được xác định trong tiêu chuẩn USAC.
gain_count	Số lượng độ khuếch đại mỗi tín hiệu trong một khung.
useRawCoding	Biểu thị liệu các chỉ số độ khuếch đại được mã hóa thô, sử dụng nBitsGain, hoặc chúng được mã hóa sử dụng mã hóa số học.
gainIdx[pos][sig]	Chỉ số độ khuếch đại tương ứng với khối trên vị trí pos của tín hiệu trên vị trí sig trong nhóm tín hiệu hiện thời. Nếu extendedGainRange = 0, các giá trị có thể có nằm trong phạm vi {0, ..., 7}, và nếu extendedGainRange = 1, các giá trị có thể có nằm trong phạm vi {0, ..., 15}.
GAIN_INDEX_0dB	Các giá trị bù chỉ số độ khuếch đại 0 dB, với giá trị bằng 4 được sử dụng nếu extendedGainRange = 0, và với giá trị bằng 8 được sử dụng nếu extendedGainRange = 1. Các chỉ số độ khuếch đại được truyền như là các giá trị số không dấu bằng việc cộng GAIN_INDEX_0dB vào các phạm vi dữ liệu có dấu ban đầu của nó.
all_zero	Biểu thị các giá trị độ khuếch đại trong một khung cho tín hiệu hiện thời có giá trị GAIN_INDEX_0dB.
useDefaultBetaFactorIdx	Biểu thị chỉ số thừa số beta đối với tín hiệu hiện thời có giá trị mặc định được cụ thể hóa bởi defaultBetaFactor[sig].
betaFactorIdx[sig]	Chỉ số beta được sử dụng để cải biên các độ khuếch đại trong quy trình bù độ khuếch đại..

5.5.X.2.1 Các hạn chế đối với Cấu hình độ phức tạp thấp

Nếu tổng số tín hiệu được tính trên tất cả các nhóm tín hiệu tối đa là 6 thì không

có hạn chế.

Ngược lại, nếu tổng số lượng của tín hiệu trong đó HREP hoạt động, được biểu thị bởi phần tử cú pháp `isHREPAActive[sig]` trong `HREPConfig()`, và được tính trên toàn bộ nhóm tín hiệu là lớn nhất bằng 4 thì không có hạn chế thêm.

Ngược lại, nếu tổng số lượng của tín hiệu trong đó HREP hoạt động, được biểu thị bởi phần tử cú pháp `isHREPAActive[sig]` trong `HREPConfig()`, và được tính trên toàn bộ nhóm tín hiệu sẽ được hạn chế là lớn nhất bằng 8.

Ngoài ra, đối với mỗi khung, tổng số lượng các chỉ số độ khuếch đại mà khác với `GAIN_INDEX_0dB`, được tính toán cho các tín hiệu trong đó HREP hoạt động và trên toàn bộ các nhóm tín hiệu, sẽ được hạn chế lớn nhất bằng $4 \times \text{gain_count}$. Đối với các khối mà trong đó chỉ số độ khuếch đại bằng với `GAIN_INDEX_0dB`, FFT, việc hiệu chỉnh nội suy và IFFT sẽ được bỏ qua. Trong trường hợp này, khối đầu vào sẽ được nhận với bình phương của cửa sổ hình sin và được sử dụng một cách trực tiếp trong quy trình chồng lấp-cộng.

5.5.X.3 Xử lý giải mã

5.5.X.3.1 Tổng quát

Trong phần tử cú pháp `mpegh3daExtElementConfig()` trường `usacExtElementPayloadFrag` sẽ bằng không trong trường hợp của phần tử `ID_EXT_ELE_HREP`. Công cụ HREP chỉ có thể áp dụng được cho các nhóm tín hiệu của loại `SignalGroupTypeChannels` và `SignalGroupTypeObject`, như được xác định bởi `SignalGroupType[grp]` trong phần tử cú pháp `Signals3d()`. Do đó, các phần tử `ID_EXT_ELE_HREP` sẽ chỉ được thể hiện cho các nhóm tín hiệu của loại `SignalGroupTypeChannels` và `SignalGroupTypeObject`. và

Kích thước khối và kích thước FFT tương ứng được sử dụng $N = 128$.

Toàn bộ xử lý được thực hiện không phụ thuộc vào mỗi tín hiệu trong nhóm tín hiệu hiện thời. Vì vậy, để đơn giản hóa ký hiệu, quy trình giải mã chỉ được mô tả cho một tín hiệu trên vị trí `sig`.

Fig.5a: Sơ đồ khối của công cụ Xử Lý Đường Bao Độ Phân Giải Cao tại phía giải mã

5.5.X.3.2 Giải mã các thừa số beta được lượng tử hóa

Các bảng tra cứu sau đây để chuyển đổi chỉ số thừa số beta `betaFactorIdx[sig]` thành thừa số beta `beta_factor` cần được sử dụng, phụ thuộc vào giá trị của `extendedBetaFactorPrecision`.

```
tab_beta_factor_dequant_coarse[8] = {
    0.000f, 0.035f, 0.070f, 0.120f, 0.170f, 0.220f, 0.270f, 0.320f
}
```

```
tab_beta_factor_dequant_precise[16] = {
    0.000f, 0.035f, 0.070f, 0.095f, 0.120f, 0.145f, 0.170f, 0.195f,
    0.220f, 0.245f, 0.270f, 0.295f, 0.320f, 0.345f, 0.370f, 0.395f
}
```

Nếu `extendedBetaFactorPrecision = 0`, việc chuyển đổi được tính toán như

```
beta_factor = tab_beta_factor_dequant_coarse[betaFactorIndex[sig]]
```

Nếu `extendedBetaFactorPrecision = 1`, việc chuyển đổi được tính toán như

```
beta_factor = tab_beta_factor_dequant_precise[betaFactorIndex[sig]]
```

5.5.X.3.3 Giải mã độ khuếch đại được lượng tử hóa

Một khung được xử lý như `gain_count` các khối bao gồm N mẫu mỗi mẫu chồng lấp một nửa. Các độ khuếch đại vô hướng cho mỗi khối được suy ra, dựa vào giá trị của `extendedGainRange`.

$$g[k] = 2^{\frac{\text{gainIdx}[k][\text{sig}] - \text{GAIN_INDEX_0dB}}{4}}, \text{ đối với } 0 \leq k < \text{gain_count}$$

5.5.X.3.4 Tính toán phần LP và phần HP

Tín hiệu đầu vào s được chia thành các khối có kích thước N , mà chồng lấp một nửa, tạo ra các khối đầu vào $ib[k][i] = s[k \times \frac{N}{2} + i]$, trong đó k là chỉ số khối và i là vị trí

mẫu trong khối k . Cửa sổ $w[i]$ được áp dụng cho $ib[k]$, cụ thể là cửa sổ hình sin, được xác định như

$$w[i] = \sin \frac{\pi(i+0.5)}{N}, \text{ đối với } 0 \leq i < N,$$

và sau khi cũng áp dụng FFT (116, 216), các hệ số phức tạp $c[k][f]$ được thu như

$$c[k][f] = \text{FFT}(w[i] \times ib[k]), \text{ đối với } 0 \leq f \leq \frac{N}{2}.$$

Trên phía bộ mã hóa, để thu phần LP, áp dụng việc nhân theo phần tử của $c[k]$ với dạng xử lý $ps[f]$, mà bao gồm sau đây:

$$ps[f] = \begin{cases} 1, & \text{đối với } 0 \leq f < lp_size \\ 1 - \frac{f - lp_size + 1}{tr_size + 1}, & \text{đối với } lp_size \leq f < lp_size + tr_size \\ 0, & \text{đối với } lp_size + tr_size \leq f \leq \frac{N}{2} \end{cases}$$

tham số $lp_size = \text{lastFFTLines}[sig] + 1 - \text{transitionWidthLines}[sig]$ biểu độ rộng trong các vạch phổ FFT của vùng thông thấp, và tham số $tr_size = \text{transitionWidthLines}[sig]$ biểu diễn độ rộng trong các vạch phổ FFT của vùng chuyển tiếp.

Trên phía bộ giải mã, để có sự khôi phục hoàn hảo trong vùng chuyển tiếp, dạng khôi phục thích ứng $rs[f]$ trong vùng chuyển tiếp phải được sử dụng, thay cho dạng xử lý $ps[f]$ được sử dụng ở phía bộ mã hóa, phụ thuộc vào dạng xử lý $ps[f]$ và $g[k]$ như

$$rs[f] = 1 - (1 - ps[f]) \times \frac{g[k]}{1 + (g[k] - 1) \times (1 - ps[f])}$$

Khối LP $lpb[k]$ được thu bằng việc áp dụng IFFT và việc tạo cửa sổ lần nữa như

$$lpb[k][i] = w[i] \times \text{IFFT}(rs[f] \times c[k][f]), \text{ đối với } 0 \leq i < N,$$

Khối HP $hpb[k]$ sau đó được thu bằng phép trừ đơn giản trong miền thời gian như

$$hpb[k][i] = in[k][i] \times w^2[i] - lpb[k][i], \text{ đối với } 0 \leq i < N.$$

5.5.X.3.5 Tính toán việc hiệu chỉnh nội suy

Các độ khuếch đại $g[k-1]$ và $g[k]$ được áp dụng trên phía bộ mã hóa cho các khối trên các vị trí $k-1$ và k được nội suy hoàn toàn do việc tạo cửa sổ và các phép toán chồng lấp-cộng. Để đạt được việc khôi phục hoàn hảo trong phần HP phía trên vùng chuyển tiếp, thừa số hiệu chỉnh nội suy được yêu cầu như sau

$$\text{corr}[j] = 1 + \left(\frac{g[k-1]}{g[k]} + \frac{g[k]}{g[k-1]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

$$\text{corr}\left[j + \frac{N}{2}\right] = 1 + \left(\frac{g[k]}{g[k+1]} + \frac{g[k+1]}{g[k]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

5.5.X.3.6 Tính toán các độ khuếch đại được bù

Bộ mã hóa lỗi và bộ giải mã đưa ra sự suy yếu bổ sung cho các sự kiện chuyển tiếp, mà được bù bằng việc hiệu chỉnh các độ khuếch đại $g[k]$ sử dụng `beta_factor` được tính toán trước đó như

$$gc[k] = (1 + \text{beta_factor})g[k] - \text{beta_factor}$$

5.5.X.3.7 Tính toán tín hiệu đầu ra

Dựa trên $gc[k]$ và $\text{corr}[i]$, giá trị của khối đầu ra $ob[k]$ được tính toán như là

$$ob[k][i] = \text{lpb}[k][i] + \frac{1}{gc[k]} \times \frac{1}{\text{corr}[i]} \times \text{hpb}[k][i], \text{ đối với } 0 \leq i < N$$

Cuối cùng, tín hiệu đầu ra được tính toán sử dụng các khối đầu ra sử dụng việc chồng lấp-cộng như là

$$o\left[k \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k-1]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k][j], \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}$$

$$o\left[(k+1) \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k+1][j], \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}$$

5.5.X.4 Mô tả bộ mã hóa (nhiều thông tin)

Fig.9c: Sơ đồ khối của công cụ Xử Lý Đường Bao Độ Phân Giải Cao tại phía mã hóa

5.5.X.4.1 Tính toán của các độ khuếch đại và của thừa số beta

Tại phía xử lý sau, phần HP của khối k , được cho là chứa sự kiện chuyển tiếp, được điều chỉnh sử dụng độ khuếch đại vô hướng $g[k]$ để làm nó tương tự như nền trong vùng lân cận của nó. Năng lượng của vùng HP của khối k sẽ được biểu thị bởi

$hp_e[k]$ và năng lượng trung bình của nền HP trong vùng lân cận của khối k sẽ được biểu thị bởi $hp_bg_e[k]$.

Chúng ta xác định tham số $\alpha \in [0, 1]$, mà điều khiển lượng hiệu chỉnh như

$$g_{float}[k] = \begin{cases} \frac{\alpha \times hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times hp_e[k]}{hp_e[k]}, & \text{khi } hp_e[k] \geq T_{quiet}, \\ 1, & \text{hoặc} \end{cases}$$

Giá trị của $g_{float}[k]$ được lượng tử hóa và được cắt tời phạm vi được cho phép bởi giá trị được chọn của tùy chọn cấu hình `extendedGainRange` để sinh ra chỉ số độ khuếch đại $gainIdx[k][sig]$ như là

$$g_{idx} = \lfloor \log_2(4 \times g_{float}[k]) + 0.5 \rfloor + GAIN_INDEX_0dB,$$

$$gainIdx[k][sig] = \min(\max(0, g_{idx}), 2 \times GAIN_INDEX_0dB - 1).$$

Giá trị $g[k]$ được sử dụng cho việc xử lý là giá trị được lượng tử hóa, được xác định ở phía bộ giải mã như là

$$g[k] = 2^{\frac{gainIdx[k][sig] - GAIN_INDEX_0dB}{4}}.$$

Khi α bằng 0, độ khuếch đại có giá trị $g_{float}[k] = 1$, do đó không có điều chỉnh được thực hiện, và khi α bằng 1, độ khuếch đại có giá trị $g_{float}[k] = hp_bg_e[k]/hp_e[k]$, do đó năng lượng được điều chỉnh được tạo để trùng với năng lượng trung bình của nền. Có thể viết lại hệ thức trên thành

$$g_{float}[k] \times hp_e[k] = hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times (hp_e[k] - hp_bg_e[k]),$$

biểu thị rằng sự biến thiên của năng lượng được điều chỉnh $g_{float}[k] \times hp_e[k]$ quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền $hp_bg_e[k]$ được giảm với thừa số $(1 - \alpha)$. Trong hệ thống được đề xuất, $\alpha = 0.75$ được sử dụng, do đó sự biến thiên năng lượng HP của mỗi khối quanh năng lượng trung bình của nền giảm 25 % so với ban đầu.

Bộ mã hóa và bộ giải mã lõi đưa ra sự suy giảm bổ sung của các sự kiện chuyển tiếp, mà được tạo mẫu xấp xỉ bằng việc đưa bước suy giảm bổ sung, sử dụng tham số $\beta \in [0, 1]$ phụ thuộc vào cấu hình bộ mã hóa lõi và các đặc tính tín hiệu của khung như là

$$gc_{float}[k] = \frac{\beta \times hp_bg_e[k] + (1 - \beta) \times [g_{float}[k] \times hp_e[k]]}{hp_e[k]}$$

biểu thị rằng, sau khi đi qua bộ mã hóa và bộ giải mã lõi, sự biến thiên của tín hiệu được giải mã $gc_{float}[k] \times hp_e[k]$ quanh năng lượng trung bình tương ứng của nền $hp_bg_e[k]$ được giảm thêm với thừa số bổ sung $(1 - \beta)$.

Chỉ sử dụng $g[k]$, α , và β , có thể tính toán ước lượng của $gc[k]$ tại phía bộ giải mã như

$$gc[k] = \left(1 + \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}\right) \times g[k] - \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}$$

Tham số $\beta_{factor} = \frac{\beta \times (1 - \alpha)}{\alpha}$ được lượng tử hóa thành $\beta_{factorIdx}[sig]$ và được truyền như là thông tin phụ cho mỗi khung. Độ khuếch đại được bù $gc[k]$ có thể được tính toán sử dụng β_{factor} như

$$gc[k] = (1 + \beta_{factor}) \times g[k] - \beta_{factor}$$

5.5.X.4.2 Tính toán phần LP và phần HP

Việc xử lý tương tự với việc xử lý tương ứng tại phía bộ giải mã được xác định trước đó, ngoại trừ dạng xử lý $ps[f]$ được sử dụng thay cho dạng được khôi phục thích ứng $rs[f]$ trong việc tính toán khối LP $lpb[k]$, mà được thu bằng việc áp dụng IFFT và tạo cửa sổ lần nữa như là

$$lpb[k][i] = w[i] \times IFFT(ps[f] \times c[k][f]), \text{ đối với } 0 \leq i < N.$$

5.5.X.4.3 Tính toán tín hiệu đầu ra

Dựa trên $g[k]$, giá trị của khối đầu ra $ob[k]$ được tính toán như là

$$ob[k][i] = lpb[k][i] + g[k] \times hpb[k][i], \text{ đối với } 0 \leq i < N.$$

Tương tự với phía bộ giải mã, tín hiệu đầu ra được tính toán sử dụng các khối đầu ra sử dụng chồng lấp-cộng như là

$$o\left[k \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k - 1]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k][j], \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2},$$

$$o\left[(k + 1) \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k + 1][j], \text{ đối với } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

5.5.X.4.4 Mã hóa các độ khuếch đại sử dụng mã hóa số học

Hàm trợ giúp HREP_decode_ac_data(gain_count, signal_count) mô tả việc ghi các giá trị độ khuếch đại từ dãy gainIdx sử dụng các hàm mã hóa số học bậc thấp USAC sau đây:

```
arith_encode(*ari_state, symbol, cum_freq),
arith_encoder_open(*ari_state),
arith_encoder_flush(*ari_state).
```

Hai hàm trợ giúp bổ sung được đưa ra,

```
ari_encode_bit_with_prob(*ari_state, bit_value, count_0, count_total),
```

which encodes the one bit bit_value with $p_0 = \text{count_0} / \text{total_count}$ and $p_1 = 1 - p_0$, and

```
ari_encode_bit(*ari_state, bit_value),
```

mà mã hóa bit bit_value mà không mô hình hóa, với $p_0 = 0.5$ và $p_1 = 0.5$.

```
ari_encode_bit_with_prob(*ari_state, bit_value, count_0, count_total)
```

```
{
    prob_scale = 1 << 14;
    tbl[0] = prob_scale - (count_0 * prob_scale) / count_total;
    tbl[1] = 0;
    arith_encode(ari_state, bit_value, tbl);
}
```

```
ari_encode_bit(*ari_state, bit_value)
```

```
{
    prob_scale = 1 << 14;
    tbl[0] = prob_scale >> 1;
    tbl[1] = 0;
    ari_encode(ari_state, bit_value, tbl);
```

```
}
```

```
HREP_encode_ac_data(gain_count, signal_count)
```

```
{
```

```
    cnt_mask[2] = {1, 1};
```

```
    cnt_sign[2] = {1, 1};
```

```
    cnt_neg[2] = {1, 1};
```

```
    cnt_pos[2] = {1, 1};
```

```
    arith_encoder_open(&ari_state);
```

```
    for (pos = 0; pos < gain_count; pos++) {
```

```
        for (sig = 0; sig < signal_count; sig++) {
```

```
            if (!isHREPAActive[sig]) {
```

```
                continue;
```

```
            }
```

```
            sym = gainIdx[pos][sig] - GAIN_INDEX_0dB;
```

```
            if (extendedGainRange) {
```

```
                sym_ori = sym;
```

```
                sym = max(min(sym_ori, GAIN_INDEX_0dB / 2 - 1), -GAIN_INDEX_0dB
```

```
                / 2);
```

```
            }
```

```
        mask_bit = (sym != 0);
```

```

    arith_encode_bit_with_prob(ari_state, mask_bit, cnt_mask[0], cnt_mask[0] +
cnt_mask[1]);

    cnt_mask[mask_bit]++;

    if (mask_bit) {
        sign_bit = (sym < 0);

        arith_encode_bit_with_prob(ari_state, sign_bit, cnt_sign[0], cnt_sign[0] +
cnt_sign[1]);

        cnt_sign[sign_bit] += 2;

        if (sign_bit) {
            large_bit = (sym < -2);

            arith_encode_bit_with_prob(ari_state, large_bit, cnt_neg[0], cnt_neg[0] +
cnt_neg[1]);

            cnt_neg[large_bit] += 2;

            last_bit = sym & 1;

            arith_encode_bit(ari_state, last_bit);
        } else {
            large_bit = (sym > 2);

            arith_encode_bit_with_prob(ari_state, large_bit, cnt_pos[0], cnt_pos[0] +
cnt_pos[1]);

            cnt_pos[large_bit] += 2;

            if (large_bit == 0) {
                last_bit = sym & 1;

                ari_encode_bit(ari_state, last_bit);
            }
        }
    }

```

```

    }
}

if (extendedGainRange) {
    prob_scale = 1 << 14;
    esc_cnt = prob_scale / 5;
    tbl_esc[5] = {prob_scale - esc_cnt, prob_scale - 2 * esc_cnt, prob_scale - 3 *
esc_cnt, prob_scale - 4 * esc_cnt, 0};
    if (sym_ori <= -4) {
        esc = -4 - sym_ori;
        arith_encode(ari_state, esc, tbl_esc);
    } else if (sym_ori >= 3) {
        esc = sym_ori - 3;
        arith_encode(ari_state, esc, tbl_esc);
    }

}

}

arith_encode_flush(ari_state);
}

```

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ xử lý sau âm thanh (110) để xử lý sau tín hiệu âm thanh (102) có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) như là thông tin phụ (106), bao gồm:

bộ chiết xuất băng (110) để chiết xuất băng tần cao (112) của tín hiệu âm thanh (102) và băng tần thấp (114) của tín hiệu âm thanh (102);

bộ xử lý băng cao (120) để thực hiện phép khuếch đại biến thiên theo thời gian của băng tần cao (112) tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) để thu được băng tần cao được xử lý (122);

bộ tổ hợp (130) để tổ hợp băng tần cao được xử lý (122) và băng tần thấp (114).

2. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 1, trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để chiết xuất băng tần thấp sử dụng thiết bị lọc thông thấp (111) và chiết xuất băng tần cao bằng việc trừ (113) băng tần thấp khỏi tín hiệu âm thanh.

3. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) được cung cấp cho chuỗi (300-303) của các khối gồm các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh (102) sao cho khối thứ nhất (301) của các giá trị lấy mẫu kết hợp vào đó thông tin độ khuếch đại thứ nhất (311) và khối sau thứ hai (302) của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại thứ hai khác (312), trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để chiết xuất, từ khối thứ nhất (301) của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao thứ nhất và để chiết xuất, từ khối thứ hai (302) của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ hai và băng tần cao thứ hai, và

trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để cải biên băng tần cao thứ nhất sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ nhất (311) để thu băng tần cao được xử lý thứ nhất và để cải biên băng tần cao thứ hai sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ hai (312) để thu băng tần cao được xử lý thứ hai, và

trong đó bộ tổ hợp (130) được tạo cấu hình để tổ hợp băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao được xử lý thứ nhất để thu khối được tổ hợp thứ nhất và để tổ hợp băng

tần thấp thứ hai và băng tần cao được xử lý thứ hai để thu khối được tổ hợp thứ hai.

4. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chiết xuất băng (110) và bộ xử lý băng cao (120) và bộ tổ hợp (130) được tạo cấu hình để chạy trong các khối chồng lắp, và

trong đó bộ xử lý sau âm thanh (100) còn bao gồm bộ cộng chồng lắp (140) để tính toán phần được xử lý sau bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất (301) và các mẫu âm thanh của khối thứ hai (302) trong phạm vi chồng lắp khối.

5. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên, trong bộ chiết xuất băng (110) bao gồm:

bộ tạo cửa sổ phân tích (115) để tạo chuỗi các khối của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh sử dụng cửa sổ phân tích, trong đó các khối chồng lắp theo thời gian;

bộ xử lý biến đổi Fourier rời rạc (116) để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị quang phổ;

bộ tạo dạng thông thấp (117) để tạo dạng cho mỗi khối gồm các giá trị quang phổ để thu được chuỗi các khối được tạo dạng thông thấp của các giá trị quang phổ;

bộ xử lý biến đổi nghịch đảo Fourier rời rạc (118) để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp; và

bộ tạo cửa sổ tổng hợp (119) để tạo cửa sổ chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp sử dụng cửa sổ tổng hợp.

6. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 5, trong đó bộ chiết xuất băng (110) còn bao gồm:

bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh (121) để tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh (102) sử dụng cửa sổ phân tích và cửa sổ tổng hợp để thu chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh, trong đó bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh (121) được đồng bộ hóa với bộ tạo cửa sổ (115, 119) sao cho chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp đồng bộ hóa với chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh.

7. Bộ xử lý sau âm thanh điểm 5 hoặc điểm 6,

trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để thực hiện phép trừ theo mẫu (113) của chuỗi các khối gồm các giá trị trong miền thời gian thông thấp từ chuỗi các khối tương ứng được suy ra từ tín hiệu âm thanh để thu chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông cao.

8. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 7,

trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để áp dụng phép cải biên cho mỗi mẫu của mỗi khối của chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông cao,

trong đó phép cải biên đối với mẫu của khối phụ thuộc vào

thông tin độ khuếch đại của khối trước đó và thông tin độ khuếch đại của khối hiện thời, hoặc

thông tin độ khuếch đại của khối hiện thời và thông tin độ khuếch đại của khối tiếp theo.

9. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tín hiệu âm thanh bao gồm tham số điều khiển bổ sung (500) như là thông tin phụ khác, trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để áp dụng sự cải biên cũng dưới sự xem xét đến tham số điều khiển bổ sung (500), trong đó độ phân giải theo thời gian của tham số điều khiển bổ sung (500) thấp hơn độ phân giải theo thời gian của thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian hoặc tham số điều khiển bổ sung không thay đổi cho một mảnh âm thanh cụ thể.

10. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 8,

trong đó bộ tổ hợp (130) được tạo cấu hình để thực hiện việc bổ sung theo mẫu của các khối tương ứng của chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp và chuỗi các khối được khuếch đại của các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông cao để thu chuỗi các khối gồm các giá trị tín hiệu tổ hợp.

11. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 10, bộ xử lý còn bao gồm:

bộ xử lý chồng lấp cộng (140) để tính toán phần tín hiệu âm thanh được xử lý sau bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất (301) của chuỗi gồm các giá

trị tín hiệu tổ hợp và các mẫu âm thanh của khối thứ hai bên cạnh (302) liền kề với khối thứ nhất trong phạm vi chồng lấp khối (321).

12. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chiết xuất băng (110), bộ xử lý băng cao (120) và bộ tổ hợp (130) chạy trong các khối chồng lấp, trong đó phạm vi chồng lấp (321) nằm giữa khoảng từ 40% chiều dài khối đến 60% chiều dài khối, hoặc

trong đó chiều dài khối nằm trong khoảng từ 0,8mili giây đến 5mili giây, hoặc

trong đó việc cải biên được thực hiện bởi bộ xử lý băng cao (120) là thừa số nhân được áp dụng cho mỗi mẫu của khối trong miền thời gian, hoặc

trong đó tần số ngắt hoặc tần số góc của băng tần thấp nằm trong khoảng $1/8$ đến $1/3$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh và ưu tiên bằng $1/6$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh.

13. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 5,

trong đó bộ tạo dạng thông thấp (117) được tạo cấu hình để áp dụng hàm tạo dạng phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) cho khối tương ứng.

14. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 13,

trong đó hàm tạo dạng phụ thuộc vào hàm tạo dạng được sử dụng trong bộ xử lý trước âm thanh (200) để cải biên hoặc suy giảm băng tần cao của tín hiệu âm thanh sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho khối tương ứng.

15. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 8,

trong đó việc cải biên đối với mẫu của khối còn phụ thuộc vào thừa số tạo cửa sổ được áp dụng cho mẫu nhất định như được xác định bởi hàm tạo cửa sổ phân tích hoặc hàm tạo cửa sổ tổng hợp.

16. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ chiết xuất băng (110), bộ xử lý băng cao (120) và bộ tổ hợp (130) được tạo cấu hình để xử lý chuỗi các khối (300-303) được suy ra từ tín hiệu âm thanh như là các khối chồng

lắp, sao cho phần sau của khối trước được suy ra từ cùng các mẫu âm thanh của tín hiệu âm thanh như là phần trước của khối sau liền kề theo thời gian với khối trước.

17. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 16, trong đó phạm vi chồng lắp (312) của các khối chồng lắp bằng với một nửa của khối trước và trong đó khối sau có cùng chiều dài với khối trước về số lượng các giá trị mẫu, và trong đó bộ xử lý sau còn bao gồm bộ cộng chồng lắp (140) để thực hiện phép toán cộng chồng lắp.

18. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 16 hoặc 17, trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để áp dụng độ dốc của bộ lọc chia (111) giữa khoảng dừng và khoảng thông của bộ lọc chia cho khối các mẫu âm thanh, trong đó độ dốc phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian của khối các mẫu.

19. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 18,

trong đó thông tin độ khuếch đại tần số cao bao gồm các giá trị độ khuếch đại, trong đó độ dốc cho giá trị độ khuếch đại cao hơn được tăng mạnh hơn so với sự tăng của độ dốc cho giá trị độ khuếch đại thấp hơn.

20. Bộ xử lý sau âm thanh theo một điểm trong số các điểm từ 17 đến 19,

trong đó độ dốc của bộ lọc chia (111) được xác định dựa trên phương trình sau:

$$rs[f] = 1 - (1 - ps[f]) \times \frac{g[k]}{1 + (g[k] - 1) \times (1 - ps[f])}$$

trong đó $rs[f]$ là độ dốc của bộ lọc chia (111), trong đó $ps[f]$ là độ dốc của bộ lọc chia được sử dụng khi tạo tín hiệu âm thanh, trong đó $g[k]$ là thừa số độ khuếch đại được suy ra từ thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian, trong đó f là chỉ số tần số và trong đó k là chỉ số khối.

21. Bộ xử lý sau âm thanh theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 20,

trong đó thông tin độ khuếch đại tần số cao bao gồm các giá trị độ khuếch đại cho các khối liền kề, trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để tính toán thừa số hiệu chỉnh cho mỗi mẫu phụ thuộc vào các giá trị độ khuếch đại cho các khối liền kề và phụ thuộc vào các thừa số tạo cửa sổ đối với các mẫu tương ứng.

22. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 21, trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo

cấu hình để chạy dựa trên phương trình sau:

$$\text{corr}[j] = 1 + \left(\frac{g[k-1]}{g[k]} + \frac{g[k]}{g[k-1]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{for } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

$$\text{corr}\left[j + \frac{N}{2}\right] = 1 + \left(\frac{g[k]}{g[k+1]} + \frac{g[k+1]}{g[k]} - 2 \right) \times w^2[j] \times (1 - w^2[j]), \text{for } 0 \leq j < \frac{N}{2}.$$

trong $\text{corr}[j]$ là thừa số hiệu chỉnh cho mẫu với chỉ số j , trong đó $g[k-1]$ là thừa số độ khuếch đại cho khối trước đó, trong đó $g[k]$ là thừa số độ khuếch đại cho khối hiện thời, trong đó $w[j]$ là thừa số hàm tạo cửa sổ cho mẫu với chỉ số mẫu j , trong đó N là chiều dài trong các mẫu gồm các khối và trong đó $g[k+1]$ là thừa số độ khuếch đại cho mẫu tiếp theo, trong đó k là chỉ số khối và trong đó phương trình trên từ các phương trình nêu trên cho nửa thứ nhất của khối đầu ra k , và trong đó phương trình dưới của các phương trình nêu trên cho nửa thứ hai của khối đầu ra k .

23. Bộ xử lý sau âm thanh theo một điểm trong số các điểm từ 17 đến 22,

trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để bù bổ sung cho sự suy giảm của các sự kiện chuyển tiếp được đưa vào tín hiệu âm thanh bằng việc xử lý được thực hiện trước khi xử lý bởi bộ xử lý sau âm thanh (100).

24. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 23,

trong đó bộ xử lý băng được tạo cấu hình để chạy dựa trên phương trình sau:

$$gc[k] = (1 + \text{beta_factor}) \times g[k] - \text{beta_factor}$$

trong đó $gc[k]$ là độ khuếch đại được bù cho khối với chỉ số khối k , trong đó $g[k]$ là độ khuếch đại không được bù được biểu thị bằng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian được chứa như thông tin phụ và trong đó beta_factor (500) là giá trị tham số điều khiển bổ sung được chứa trong thông tin phụ (106).

25. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm 22 và 24, trong đó bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để tính toán băng cao được xử lý dựa trên phương trình sau:

$$\text{phpb}[k][i] = \frac{1}{gc[k]} \times \frac{1}{\text{corr}[i]} \times \text{hpb}[k][i], \text{for } 0 \leq i < N$$

trong đó $\text{phpb}[k][i]$ biểu thị băng cao được xử lý cho khối k và giá trị mẫu i ,

trong đó $gc[k]$ là độ khuếch đại được bù, trong đó $corr[i]$ là thừa số hiệu chỉnh, trong đó k là chỉ số khối, trong đó i là chỉ số giá trị lấy mẫu và trong đó $hpb[k][i]$ là băng cao cho khối và giá trị lấy mẫu i và trong đó N là chiều dài của các mẫu của khối.

26. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 25,

trong đó bộ tổ hợp (130) được tạo cấu hình để tính toán khối được tổ hợp như là

$$ob[k][i] = lpb[k][i] + phpb[k][i],$$

trong đó $lpb[k][i]$ là băng tần số thấp cho khối k và chỉ số mẫu i .

27. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm từ 16 đến 26, bộ xử lý còn bao gồm bộ cộng chồng lấp (140) chạy dựa trên phương trình sau:

$$o\left[k \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k-1]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k][j], \text{ for } 0 \leq j < \frac{N}{2}$$

$$o\left[(k+1) \times \frac{N}{2} + j\right] = ob[k]\left[j + \frac{N}{2}\right] + ob[k+1][j], \text{ for } 0 \leq j < \frac{N}{2}$$

trong đó $o[]$ là giá trị của mẫu gồm tín hiệu đầu ra âm thanh được xử lý sau cho chỉ số mẫu được suy ra từ k và j , trong đó k là giá trị khối, N là chiều dài trong các mẫu của khối, j là chỉ số lấy mẫu bên trong khối và $ob[]$ biểu thị khối được tổ hợp cho chỉ số khối trước $k-1$, chỉ số khối hiện thời k hoặc chỉ số khối sau $k+1$.

28. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm từ 1 đến 27, trong đó thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian bao gồm chuỗi các chỉ số độ khuếch đại (600) và thông tin phạm vi mở rộng độ khuếch đại (602) hoặc trong đó thông tin phụ còn bao gồm thông tin bù độ khuếch đại (603) và thông tin chính xác bù độ khuếch đại (604),

trong đó bộ xử lý sau âm thanh bao gồm

bộ giải mã (620) để giải mã các chỉ số khuếch đại (601) phụ thuộc vào thông tin chính xác độ khuếch đại (602) để thu độ khuếch đại được giải mã (621) của số lượng thứ nhất gồm các giá trị khác nhau cho thông tin chính xác thứ nhất hoặc độ khuếch đại được giải mã (621) của số lượng thứ hai gồm các giá trị khác nhau cho thông tin chính xác thứ hai, số lượng thứ hai lớn hơn số lượng thứ nhất, hoặc

bộ giải mã (620) để giải mã các chỉ số bù độ khuếch đại (603) phụ thuộc vào thông tin chính xác bù (604) để thu được giá trị bù độ khuếch đại được giải mã (622) của số lượng thứ nhất gồm các giá trị khác nhau cho thông tin chính xác bù thứ nhất hoặc giá trị bù độ khuếch đại được giải mã (622) của số lượng khác thứ hai của các giá trị cho thông tin chính xác bù khác thứ hai, số lượng thứ nhất lớn hơn số lượng thứ hai.

29. Bộ xử lý sau âm thanh theo điểm 28,

trong đó bộ giải mã (620) được tạo cấu hình để tính toán thừa số khuếch đại (621) cho khối:

$$g[k] = 2^{\frac{\text{gainIdx}[k][\text{sig}] - \text{GAIN_INDEX_0dB}}{4}}.$$

trong đó $g[k]$ là thừa số độ khuếch đại (621) cho khối (301) với chỉ số khối k , trong đó $\text{gainIdx}[k][\text{sig}]$ là giá trị được lượng tử hóa gồm có trong thông tin phụ như là thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104), và trong đó GAIN_INDEX_0dB là giá trị bù chỉ số độ khuếch đại tương ứng với 0dB với giá trị thứ nhất khi thông tin chính xác độ khuếch đại có trạng thái thứ nhất và với giá trị khác thứ hai khi thông tin chính xác độ khuếch đại có trạng thái thứ hai.

30. Bộ xử lý sau âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để thực hiện biến đổi Fourier rời rạc theo khối (116) với độ dài khối của N giá trị lấy mẫu để thu số lượng giá trị quang phổ thấp hơn số lượng của $N/2$ giá trị quang phổ phức bằng việc thực hiện thuật toán biến đổi Fourier rời rạc rời rạc trong đó việc tính toán các nhánh cho các giá trị quang phổ phía trên tần số cực đại được bỏ qua, và

trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu băng tần thấp bằng việc sử dụng các giá trị quang phổ lên đến phạm vi tần số khởi động chuyển tiếp và bằng việc gán trọng số (117a, 117b) các giá trị quang phổ bên trong phạm vi tần số khởi động chuyển tiếp, trong đó phạm vi tần số khởi động chuyển tiếp chỉ mở rộng cho đến khi tần số cực đại hoặc tần số nhỏ hơn tần số cực đại.

31. Bộ xử lý sau âm thanh theo một điểm trong số các điểm từ 1 đến 30,

được tạo cấu hình để chỉ thực hiện việc xử lý sau với số lượng cực đại của các kênh

hoặc đối tượng, mà thông tin phụ (106) cho việc khuếch đại biến thiên theo thời gian của băng tần cao là khả dụng và không thực hiện bất kỳ việc xử lý sau nào với số lượng của các kênh hoặc các đối tượng mà bất kỳ thông tin phụ nào cho việc khuếch đại biến thiên theo thời gian của băng tần cao là không khả dụng, hoặc

trong đó bộ chiết xuất băng (110) được tạo cấu hình để không thực hiện bất kỳ việc chiết xuất băng nào hoặc không tính toán cặp biến đổi Fourier Rời Rạc hoặc biến đổi Fourier Rời rạc nghịch đảo nào cho các thừa số độ khuếch đại không đáng kể đối với việc khuếch đại biến thiên theo thời gian của băng tần cao, và đi qua tín hiệu miền thời gian không đổi hoặc được tạo cửa sổ được kết hợp với các thừa số độ khuếch đại không đáng kể.

32. Bộ xử lý trước âm thanh (200) để xử lý sau tín hiệu âm thanh (202) bao gồm:

bộ phân tích tín hiệu (260) để phân tích tín hiệu âm thanh (202) để xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204);

bộ chiết xuất băng (210) để chiết xuất băng tần cao (212) của tín hiệu âm thanh (202) và băng tần thấp (214) của tín hiệu âm thanh;

bộ xử lý băng cao (220) để thực hiện việc cải biên biến thiên theo thời gian của băng tần cao (212) tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu được băng tần cao được xử lý (222);

bộ tổ hợp (230) để tổ hợp băng tần cao (222) và băng tần thấp (214) được xử lý để thu tín hiệu âm thanh được xử lý trước (232); và

giao diện đầu ra (250) để tạo tín hiệu đầu ra (252) bao gồm tín hiệu âm thanh được xử lý trước (232) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) như là thông tin phụ (206).

33. Bộ xử lý trước âm thanh theo điểm 32,

trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh để xác định (801, 802) đặc tính thứ nhất trong khối thời gian thứ nhất (301) của tín hiệu âm thanh và đặc tính thứ hai trong khối thời gian thứ hai (302) của tín hiệu âm thanh, đặc tính thứ hai chuyển tiếp hơn đặc tính thứ nhất hoặc là mức năng lượng tần số lớn hơn đặc tính thứ nhất,

trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình để xác định (803) thông tin độ khuếch đại thứ nhất (311) cho đặc tính thứ nhất và thông tin độ khuếch đại thứ hai (312) cho đặc tính thứ hai, và

trong đó bộ xử lý băng cao (220) được tạo cấu hình để đưa thừa số nhân (804) vào phần băng cao của khối thời gian thứ hai (302) tương ứng với thông tin độ khuếch đại thứ hai lớn hơn phần băng cao của khối thời gian thứ nhất (301) tương ứng với thông tin độ khuếch đại thứ nhất.

34. Bộ xử lý trước âm thanh theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 33, trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình:

để tính toán (805) ước số nền cho năng lượng nền của băng cao đối với một hoặc nhiều khối thời gian lân cận theo thời gian được đặt trước khối thời gian hiện thời hoặc được đặt tiếp sau khối thời gian hiện thời hoặc được đặt trước và tiếp sau khối thời gian hiện thời hoặc gồm có khối thời gian hiện thời hoặc không gồm khối thời gian hiện thời;

để tính toán (808) ước số năng lượng cho băng cao của khối hiện thời; và

để tính toán (809) thừa số khuếch đại sử dụng ước số nền và ước số năng lượng.

35. Bộ xử lý trước âm thanh theo điểm 33, trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình để tính toán thừa số độ khuếch đại dựa trên phương trình sau:

$$g_{float}[k] = \begin{cases} \frac{\alpha \times hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times hp_e[k]}{hp_e[k]}, & \text{when } hp_e[k] \geq T_{quiet}, \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

trong đó g_{float} là thừa số khuếch đại không được lượng tử hóa, trong đó k là chỉ số khối, trong đó α là thừa số ảnh hưởng biến thiên, trong đó $hp_bg_e[k]$ là năng lượng nền tần số cao cho khối k , trong đó $hp_e[k]$ là năng lượng của khối tần số cao, trong đó T_{quiet} là ngưỡng yên lặng, và trong đó thừa số α và ngưỡng yên lặng được định trước hoặc có thể điều khiển được bằng các tham số điều khiển bổ sung.

36. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong các điểm từ 32 đến 35, trong đó bộ phân tích tín hiệu (160) và bộ xử lý băng cao (120) được tạo cấu hình để tính toán thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian và để áp dụng thông tin độ

khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian sao cho sự biến thiên của năng lượng của mỗi khối nằm quanh khoảng năng lượng trung bình tương ứng của nền được giảm bằng ít nhất 50% và ưu tiên hơn bằng 75%.

37. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 36,

trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình để lượng tử hóa và cắt (812) chuỗi thô gồm các giá trị thông tin độ khuếch đại để thu thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là chuỗi các giá trị được lượng tử hóa,

trong đó bộ xử lý băng cao (220) được tạo cấu hình để thực hiện (813) sự cải biên biến thiên theo thời gian của băng cao tương ứng với chuỗi gồm các giá trị được lượng tử hóa, và

trong đó giao diện đầu ra (250) được tạo cấu hình để đưa (814) chuỗi gồm các giá trị được lượng tử hóa vào thông tin phụ (206) như là thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204).

38. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 37, trong đó bộ xử lý trước âm thanh (200) được tạo cấu hình

để xác định (815) giá trị bù độ khuếch đại khác mô tả tổn hao của sự biến thiên năng lượng được đưa vào bởi bộ mã hóa hoặc bộ giải mã được nối sau đó, và

để lượng tử hóa (816) thông tin bù độ khuếch đại bổ sung, và

trong đó giao diện đầu ra (250) được tạo cấu hình để đưa (817) thông tin bù độ khuếch đại bổ sung được lượng tử hóa vào thông tin phụ.

39. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 38, trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình để áp dụng điều khiển siêu khuếch đại (806) mà điều khiển sự cải biên khác của thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để giảm dần hoặc nâng cao dần hiệu quả của bộ xử lý băng cao (220) trên tín hiệu âm thanh tương ứng với dữ liệu điều khiển bổ sung (807) được suy ra bổ sung từ tín hiệu âm thanh, hoặc

trong đó bộ phân tích tín hiệu (260) được tạo cấu hình để ảnh hưởng tới thừa số alpha khi tính toán thông tin độ khuếch đại dựa trên phương trình sau đây, trong đó

việc tăng các kết quả alpha dẫn đến ảnh hưởng mạnh hơn và việc giảm các kết quả alpha dẫn đến ảnh hưởng thấp hơn,

$$g_{float}[k] = \begin{cases} \frac{\alpha \times hp_bg_e[k] + (1 - \alpha) \times hp_e[k]}{hp_e[k]}, & \text{when } hp_e[k] \geq T_{quiet}, \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

trong đó g_{float} là thừa số khuếch đại không được lượng tử hóa, trong đó k là chỉ số khối, trong đó $hp_bg_e[k]$ là năng lượng nền tần số cao cho khối k , trong đó $hp_e[k]$ là năng lượng của khối tần số cao, trong đó T_{quiet} là ngưỡng yên lặng, và trong đó thừa số α và ngưỡng yên lặng được định trước hoặc có thể điều khiển được bằng các tham số điều khiển bổ sung.

40. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 39. trong đó bộ chiết xuất băng (210) được tạo cấu hình để chiết xuất băng tần thấp sử dụng thiết bị bộ lọc thông thấp (111) và để chiết xuất băng tần cao bằng việc trừ (113) băng tần thấp từ tín hiệu âm thanh.

41. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 40,

trong đó thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) được cung cấp cho chuỗi (300-303) gồm các khối của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh sao cho khối thứ nhất (301) của các giá trị lấy mẫu kết hợp thêm vào đó thông tin độ khuếch đại thứ nhất (311) và khối sau thứ hai (302) của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh có thông tin độ khuếch đại thứ hai khác (312), trong đó bộ chiết xuất băng được tạo cấu hình để chiết xuất, từ khối thứ nhất của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao thứ nhất và để chiết xuất, từ khối thứ hai của các giá trị lấy mẫu, băng tần thấp thứ hai và băng tần cao thứ hai, và

trong đó bộ xử lý băng cao (220) được tạo cấu hình để cải biên băng tần cao thứ nhất sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ nhất (311) để thu băng tần cao được xử lý thứ nhất và để cải biên băng tần cao thứ hai sử dụng thông tin độ khuếch đại thứ hai (312) để thu băng tần cao được xử lý thứ hai, và

trong đó bộ tổ hợp (230) được tạo cấu hình để tổ hợp băng tần thấp thứ nhất và băng tần cao được xử lý thứ nhất để thu khối được tổ hợp thứ nhất và để tổ hợp băng

tần thấp thứ hai và băng tần cao được xử lý thứ hai để thu khối được tổ hợp thứ hai.

42. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 41,

trong đó bộ chiết xuất băng (210) và bộ xử lý băng cao (220) và bộ tổ hợp (230) được tạo cấu hình để chạy trong các khối chồng lấp, và

trong đó bộ tổ hợp (230) còn bao gồm bộ cộng chồng lấp để tính toán phần được xử lý sau bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất và các mẫu âm thanh của khối thứ hai trong phạm vi chồng lấp khối (321), hoặc

trong đó bộ chiết xuất băng (210), bộ xử lý băng cao (220) và bộ tổ hợp (230) chạy trong các khối chồng lấp, trong đó phạm vi chồng lấp (321) nằm giữa khoảng từ 40% chiều dài khối đến 60% chiều dài khối, hoặc

trong đó chiều dài khối nằm trong khoảng từ 0,8mili giây và 5mili giây, hoặc

trong đó việc cải biên được thực hiện bởi bộ xử lý băng cao (220) là sự suy giảm được áp dụng cho mỗi mẫu của khối trong miền thời gian, hoặc

trong đó tần số ngắt hoặc tần số góc của băng tần thấp nằm trong khoảng $1/8$ và $1/3$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh (202) và ưu tiên bằng $1/6$ tần số cực đại của tín hiệu âm thanh.

43. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong các điểm từ 32 đến 42, trong đó bộ chiết xuất băng (210) bao gồm:

bộ tạo cửa sổ phân tích (215) để tạo chuỗi các khối của các giá trị lấy mẫu của tín hiệu âm thanh sử dụng cửa sổ phân tích, trong đó các khối chồng lấp theo thời gian;

bộ xử lý biến đổi Fourier rời rạc (216) để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị quang phổ;

bộ tạo dạng thông thấp (217a, 217b) để tạo dạng mỗi khối gồm các giá trị quang phổ để thu được chuỗi các khối được tạo dạng thông thấp của các giá trị quang phổ;

bộ xử lý biến đổi nghịch đảo Fourier rời rạc (218) để tạo chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp; và

bộ tạo cửa sổ tổng hợp (219) để tạo cửa sổ chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu miền thời gian thông thấp sử dụng cửa sổ tổng hợp.

44. Bộ xử lý trước âm thanh theo điểm 43, trong đó bộ tạo dạng thông thấp (217a, 217b) được tạo cấu hình để chạy dựa trên phương trình sau:

$$ps[f] = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq f < lp_size \\ 1 - \frac{f - lp_size + 1}{tr_size + 1}, & \text{for } lp_size \leq f < lp_size + tr_size \\ 0, & \text{for } lp_size + tr_size \leq f \leq \frac{N}{2} \end{cases}$$

trong đó $ps[f]$ biểu thị thừa số tạo dạng được áp dụng bởi bộ tạo dạng thông thấp cho giá trị tần số f , trong đó f là giá trị tần số, trong đó tr_size là giá trị xác định độ rộng trong vạch phổ của vùng chuyển tiếp, trong đó lp_size biểu thị kích thước của phần thông thấp mà không có vùng chuyển tiếp, trong đó N biểu thị số lượng giá trị lấy mẫu cho một khối.

45. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong các điểm 43 hoặc 44, trong đó bộ chiết xuất khối bao gồm:

bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh (221) để tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh sử dụng cửa sổ phân tích và cửa sổ tổng hợp để thu chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh, trong đó bộ tạo cửa sổ tín hiệu âm thanh được đồng bộ hóa với bộ tạo cửa sổ (215, 219) sao cho chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp đồng bộ với chuỗi các khối được tạo cửa sổ gồm các giá trị tín hiệu âm thanh.

46. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 43 đến 45,

trong đó bộ chiết xuất băng (210) được tạo cấu hình để thực hiện phép trừ theo mẫu (113) của chuỗi các khối gồm các giá trị miền thời gian thông thấp từ chuỗi các khối tương ứng được suy ra từ tín hiệu âm thanh để thu chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông cao.

47. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 46, trong đó bộ phân tích (260) cung cấp thêm tham số điều khiển (807) được tính toán bởi điều khiển siêu khuếch đại (806), trong đó bộ xử lý băng cao (220) được tạo cấu hình để áp dụng việc cải biên cũng dưới sự xem xét của tham số điều khiển.

48. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 43 đến 47,

trong đó bộ tổ hợp (230) được tạo cấu hình để thực hiện việc bổ sung theo mẫu của các khối tương ứng của chuỗi các khối gồm các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông thấp và chuỗi các khối được cải biên của các giá trị lấy mẫu trong miền thời gian thông cao để thu chuỗi các khối gồm các giá trị tín hiệu tổ hợp.

49. Bộ xử lý trước âm thanh theo điểm 48, còn bao gồm:

bộ xử lý chồng lấp cộng để tính toán phần tín hiệu âm thanh được xử lý trước bằng việc cộng các mẫu âm thanh của khối thứ nhất của chuỗi gồm các giá trị tín hiệu tổ hợp và các mẫu âm thanh của khối thứ hai bên cạnh liền kề với khối thứ nhất trong phạm vi chồng lấp khối.

50. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 49, trong đó;

trong đó bộ chiết xuất băng (211), bộ xử lý băng cao (720) và bộ tổ hợp (230) chạy trong các khối chồng lấp, trong đó phạm vi chồng lấp nằm giữa khoảng từ 40% chiều dài khối đến 60% chiều dài khối, hoặc

trong đó chiều dài khối nằm trong khoảng từ 0,8mili giây đến 5mili giây, hoặc

trong đó việc cải biên được thực hiện bởi bộ xử lý băng cao (220) là thừa số nhân được áp dụng cho mỗi mẫu của khối trong miền thời gian.

51. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 50,

trong đó phạm vi chồng lấp (321) của các khối chồng lấp bằng với một nửa của khối trước và trong đó khối sau có cùng chiều dài với khối trước về số lượng các giá trị mẫu, và trong đó bộ tổ hợp bao gồm bộ cộng chồng lấp để thực hiện phép toán cộng chồng lấp.

52. Bộ xử lý trước âm thanh theo một trong số các điểm từ 32 đến 51,

được tạo cấu hình để chỉ thực hiện việc xử lý trước với số lượng cực đại của các kênh hoặc các đối tượng để tạo ra thông tin phụ (206) cho số lượng cực đại của các kênh hoặc các đối tượng và không thực hiện bất kỳ xử lý trước nào với số lượng các kênh hoặc các đối tượng mà thông tin phụ (206) không được tạo ra, hoặc

trong đó chiết xuất băng (210) được tạo cấu hình để không thực hiện bất kỳ việc

chiết xuất băng nào hoặc không tính toán cặp biến đổi Fourier Rời Rạc hoặc biến đổi Fourier Rời rạc nghịch đảo nào cho các thừa số độ khuếch đại không đáng kể đối với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) được xác định bởi bộ phân tích tín hiệu (260) và đi qua tín hiệu miền thời gian không đổi hoặc được tạo cửa sổ được kết hợp với các thừa số độ khuếch đại không đáng kể.

53. Thiết bị mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh, bao gồm:

bộ xử lý trước âm thanh theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 52, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu đầu ra (252) có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ;

bộ mã hóa lỗi (900) để tạo tín hiệu được mã hóa lỗi (902) và thông tin phụ lỗi (904); và

giao diện đầu ra (910) để tạo ra tín hiệu được mã hóa (912) bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi (902), thông tin phụ lỗi (904) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian như là thông tin phụ bổ sung (106).

54. Thiết bị mã hóa âm thanh theo điểm 53, trong đó tín hiệu âm thanh là tín hiệu đa kênh hoặc đa đối tượng, trong đó bộ xử lý trước âm thanh (200) được tạo cấu hình để xử lý trước mỗi kênh hoặc mỗi đối tượng riêng biệt và trong đó bộ mã hóa lỗi (900) được tạo cấu hình để áp dụng bước xử lý bộ mã hóa đa kênh liên kết hoặc bước xử lý bộ mã hóa đa đối tượng liên kết hoặc bước điền đầy khoảng trống băng của bộ mã hóa hoặc bước xử lý mở rộng băng thông của bộ mã hóa trên các kênh được xử lý trước (232).

55. Thiết bị giải mã âm thanh, bao gồm:

giao diện đầu vào (920) để nhận tín hiệu được mã hóa (912) bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi (902), thông tin phụ lỗi (904) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) như là thông tin phụ bổ sung;

bộ giải mã lỗi (930) để giải mã tín hiệu được mã hóa lỗi (902) sử dụng thông tin phụ lỗi (904) để thu tín hiệu lỗi được giải mã; và

bộ xử lý sau (100) để xử lý sau tín hiệu mã lỗi được giải mã (102) sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) theo bất kỳ điểm nào

trong số các điểm từ 1 đến 31.

56. Thiết bị giải mã âm thanh theo điểm 55,

trong đó bộ giải mã lõi (930) được tạo cấu hình để áp dụng bước xử lý bộ giải mã đa kênh hoặc xử lý bộ giải mã đa đối tượng hoặc xử lý bộ giải mã mở rộng băng thông hoặc xử lý bộ giải mã điền đầy khoảng trống để tạo các kênh được giải mã của tín hiệu đa kênh (102) hoặc các đối tượng được giải mã của tín hiệu đa đối tượng (102), và

trong đó bộ xử lý sau (100) được tạo cấu hình để áp dụng xử lý sau riêng biệt trên mỗi kênh hoặc mỗi đối tượng sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian cho mỗi kênh hoặc mỗi đối tượng.

57. Phương pháp xử lý sau (100) của tín hiệu âm thanh (102) có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) như là thông tin phụ (106), bao gồm:

chiết xuất (110) băng tần cao (112) của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp (114) của tín hiệu âm thanh;

thực hiện (120) việc cải biên biến thiên theo thời gian của băng cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) để thu băng tần cao được xử lý (122); và

tổ hợp (130) băng tần cao được xử lý (122) và băng tần thấp (144).

58. Phương pháp xử lý trước (200) tín hiệu âm thanh (202), bao gồm:

phân tích (260) tín hiệu âm thanh (202) để xác định thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204);

chiết xuất (210) băng tần cao (212) của tín hiệu âm thanh và băng tần thấp (214) của tín hiệu âm thanh;

thực hiện (220) việc cải biên biến thiên theo thời gian của băng tần số cao tương ứng với thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian để thu băng tần cao được xử lý;

tổ hợp (230) băng tần cao được xử lý (222) và băng tần thấp (214) để thu tín

hiệu âm thanh được xử lý trước; và

tạo (250) tín hiệu đầu ra (252) bao gồm tín hiệu âm thanh được xử lý trước (232) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) như là thông tin phụ (106).

59. Phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh, gồm có:

phương pháp xử lý trước âm thanh (200) theo điểm 58 được tạo cấu hình để sinh ra tín hiệu đầu ra có thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) như là thông tin phụ (106);

tạo tín hiệu được mã hóa lỗi (902) và thông tin phụ lỗi (904); và

tạo(910) tín hiệu được mã hóa (912) bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi (902), thông tin phụ lỗi (904) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) như là thông tin phụ bổ sung (106).

60. Phương pháp giải mã âm thanh, bao gồm:

nhận (920) tín hiệu âm thanh được mã hóa (912) bao gồm tín hiệu được mã hóa lỗi (902), thông tin phụ lỗi (904) và thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (204) như là thông tin phụ bổ sung (106);

giải mã (930) tín hiệu được mã hóa lỗi (902) sử dụng thông tin phụ lỗi (904) để thu tín hiệu lỗi được giải mã (102); và

xử lý sau (100) tín hiệu lỗi được giải mã (102) sử dụng thông tin độ khuếch đại tần số cao biến thiên theo thời gian (104) theo phương pháp của điểm 55.

61. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 57 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

62. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 58 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

63. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 59 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

64. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 60 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

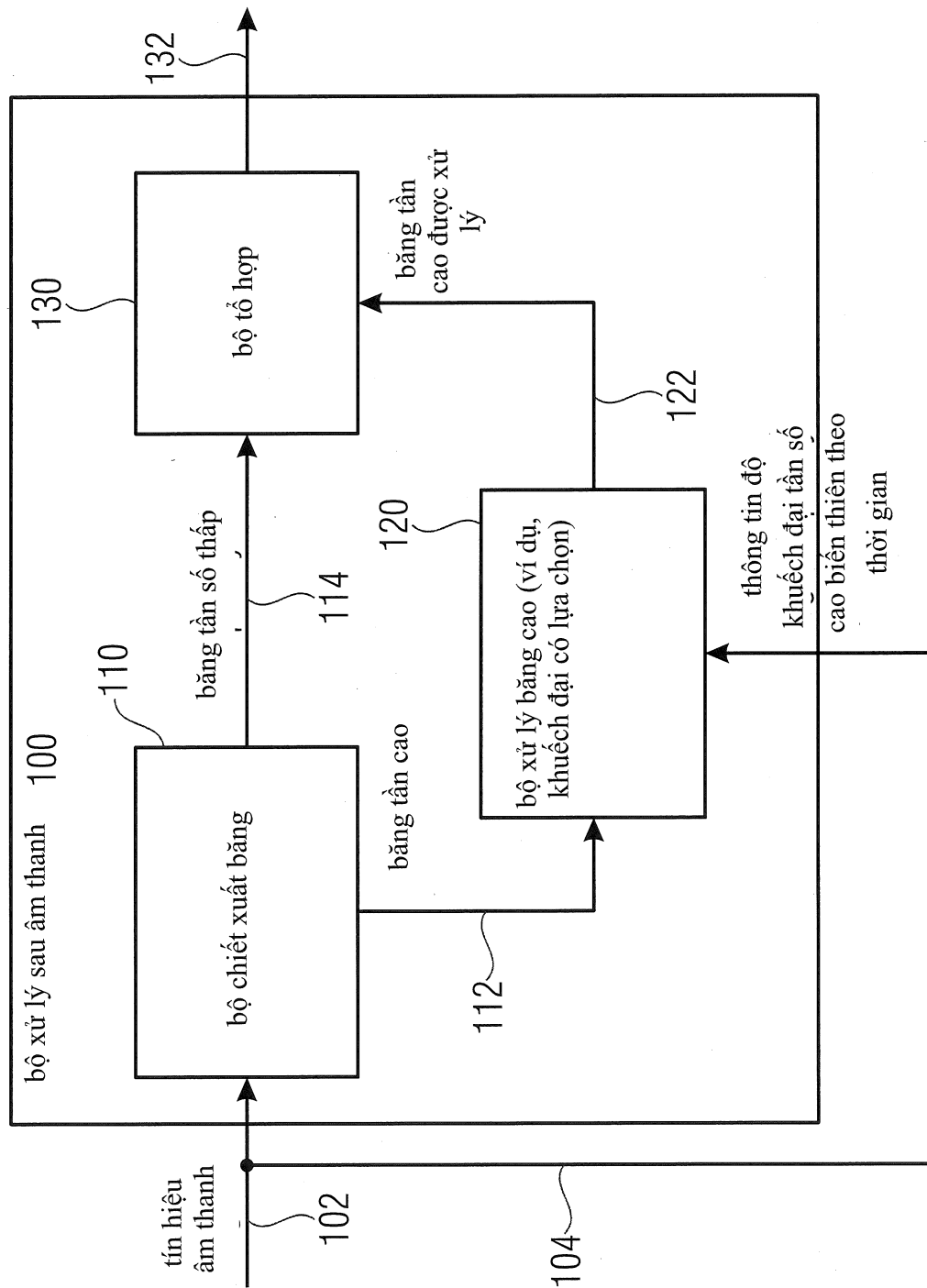


Fig. 1

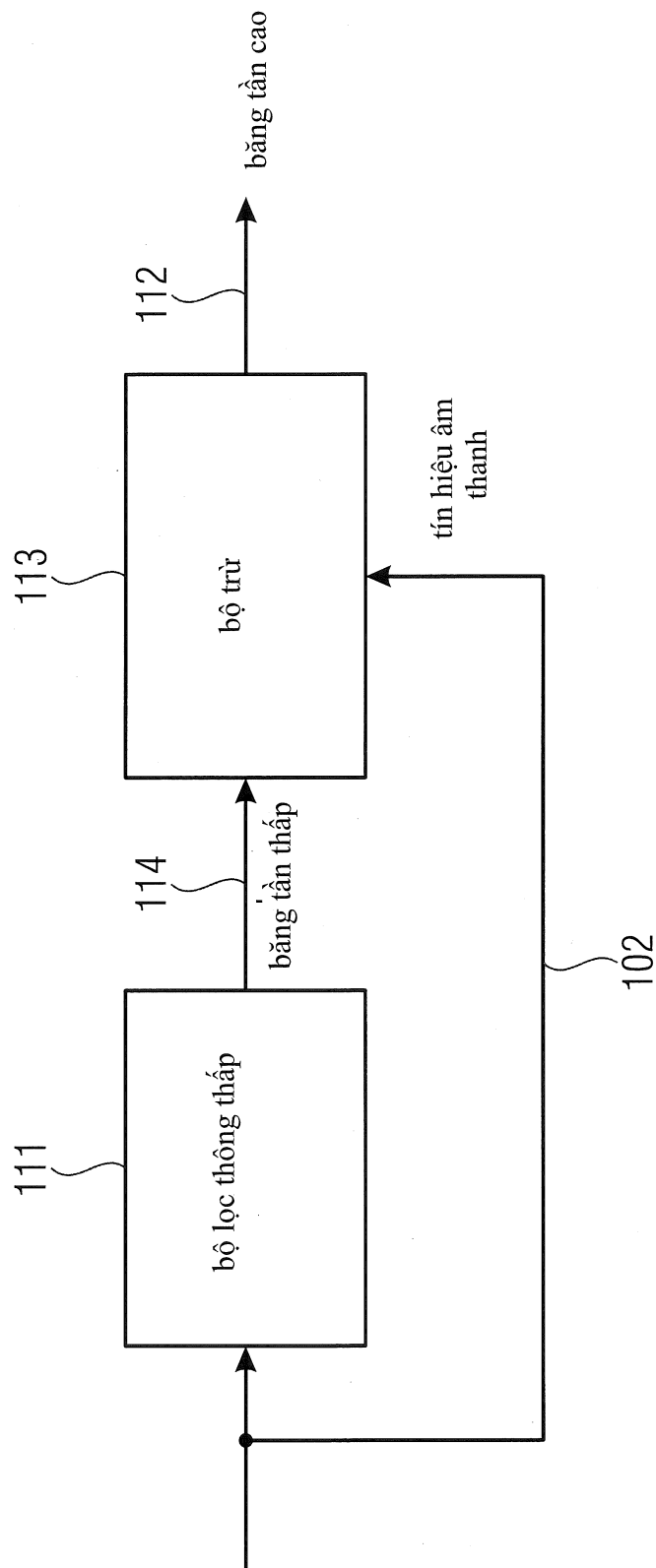


Fig. 2

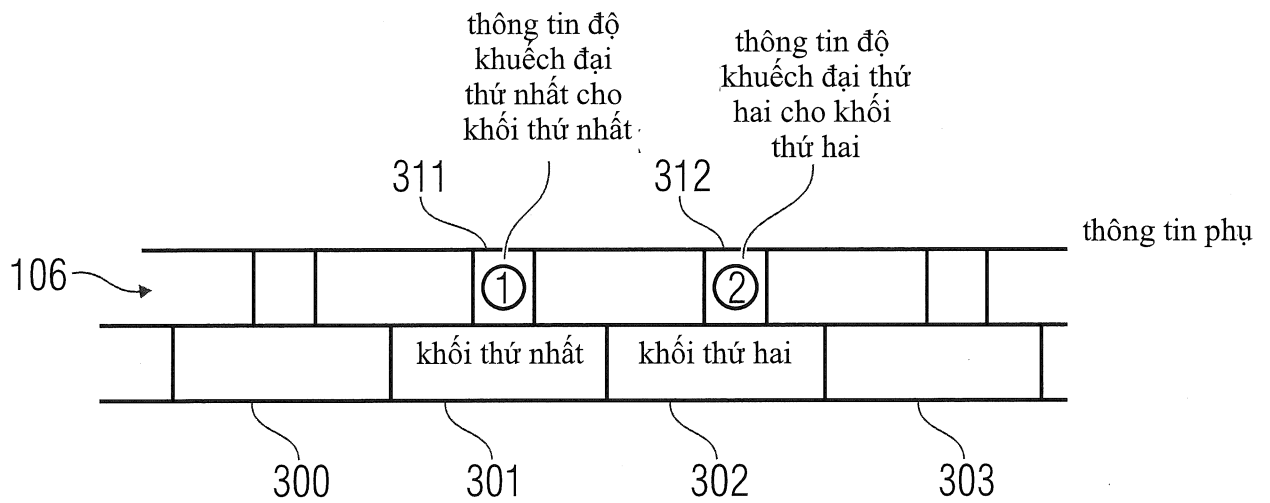


Fig. 3a

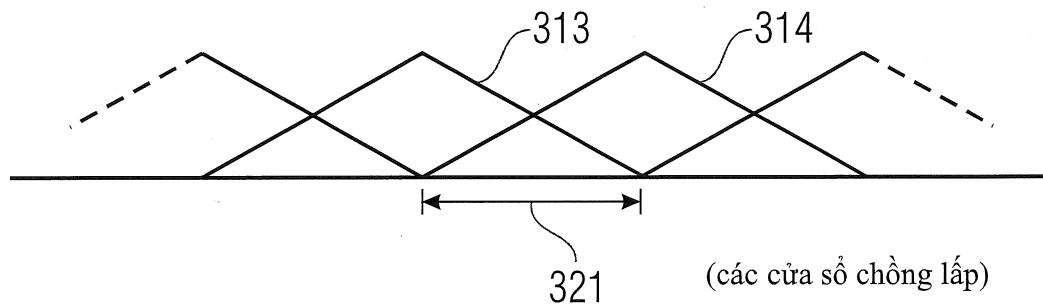


Fig. 3b

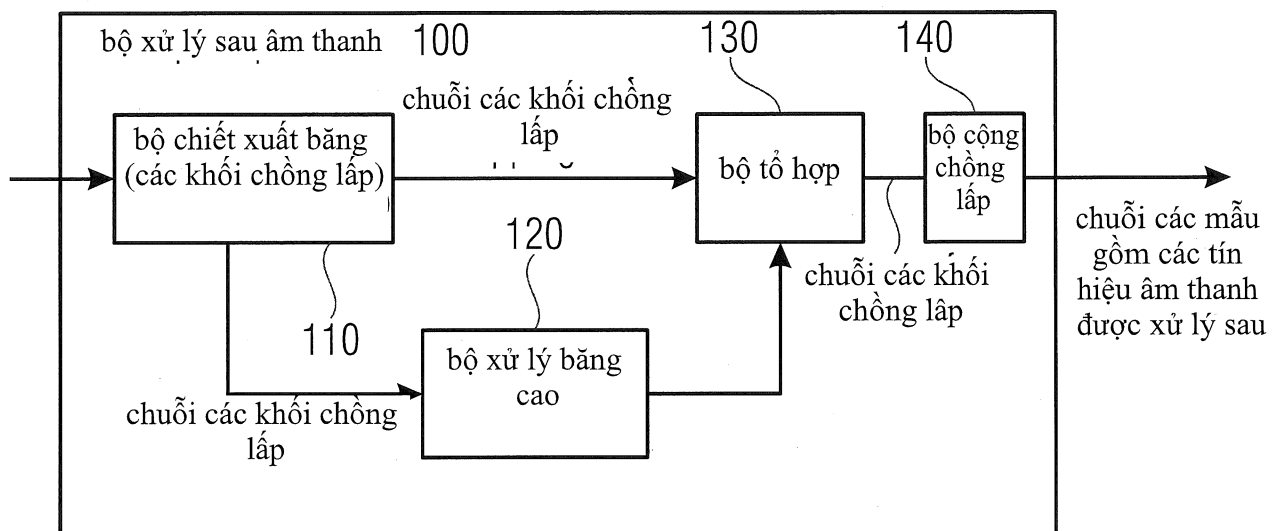


Fig. 3c

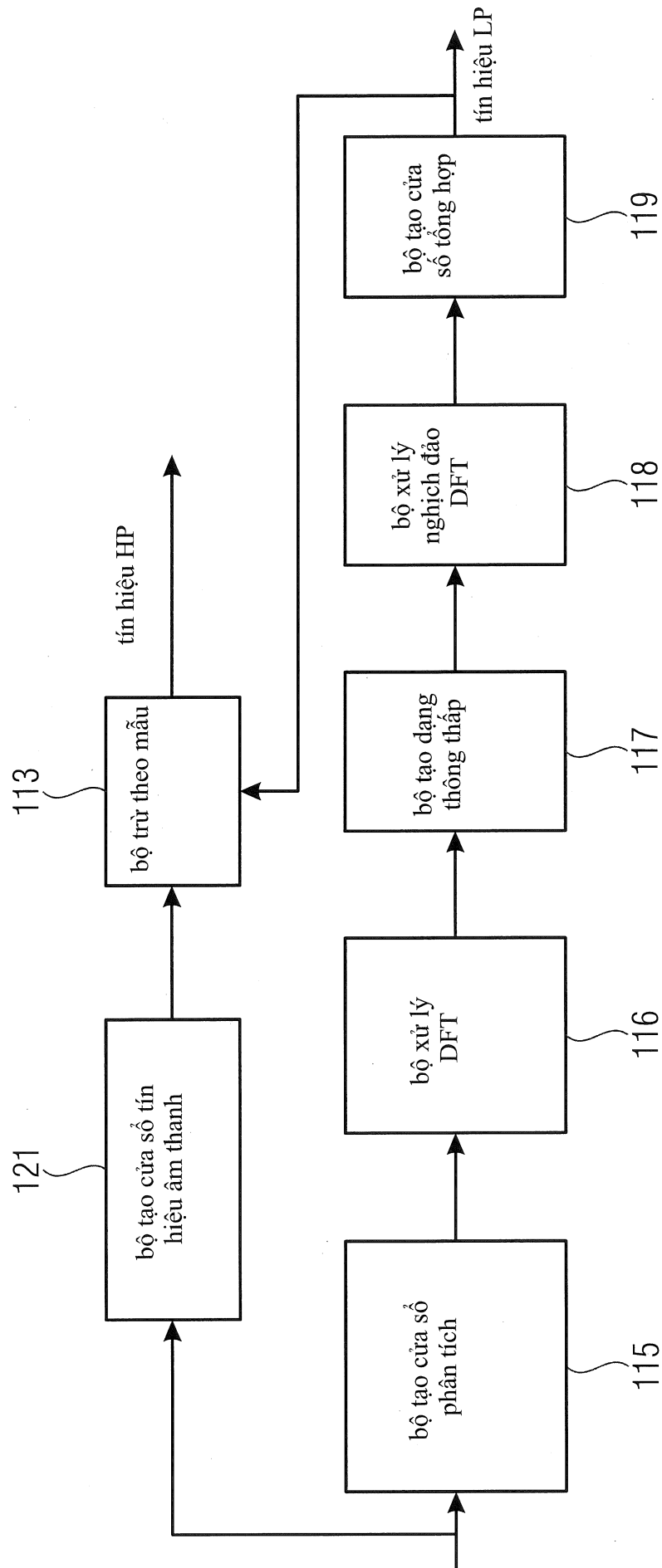


Fig. 4

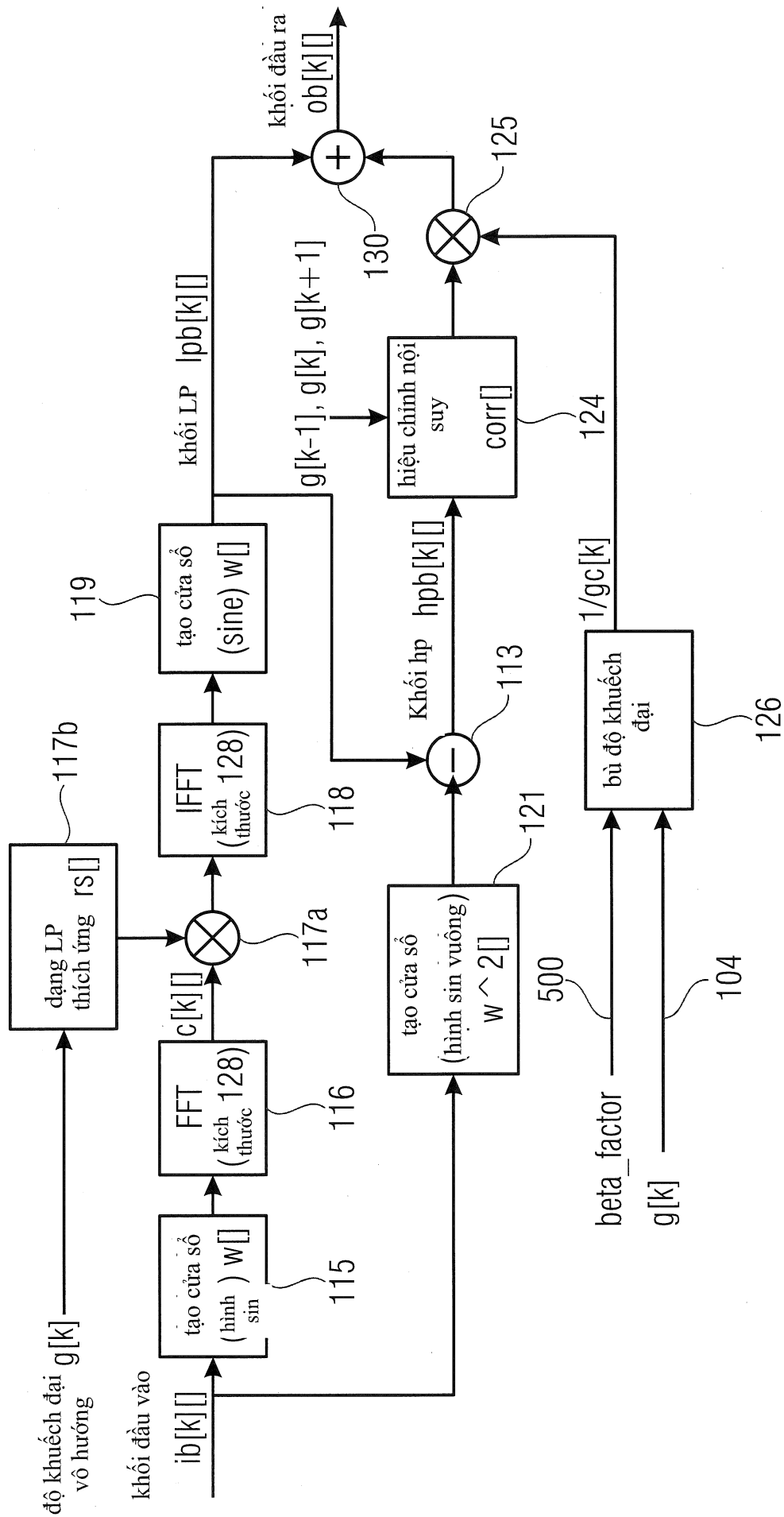


Fig. 5a

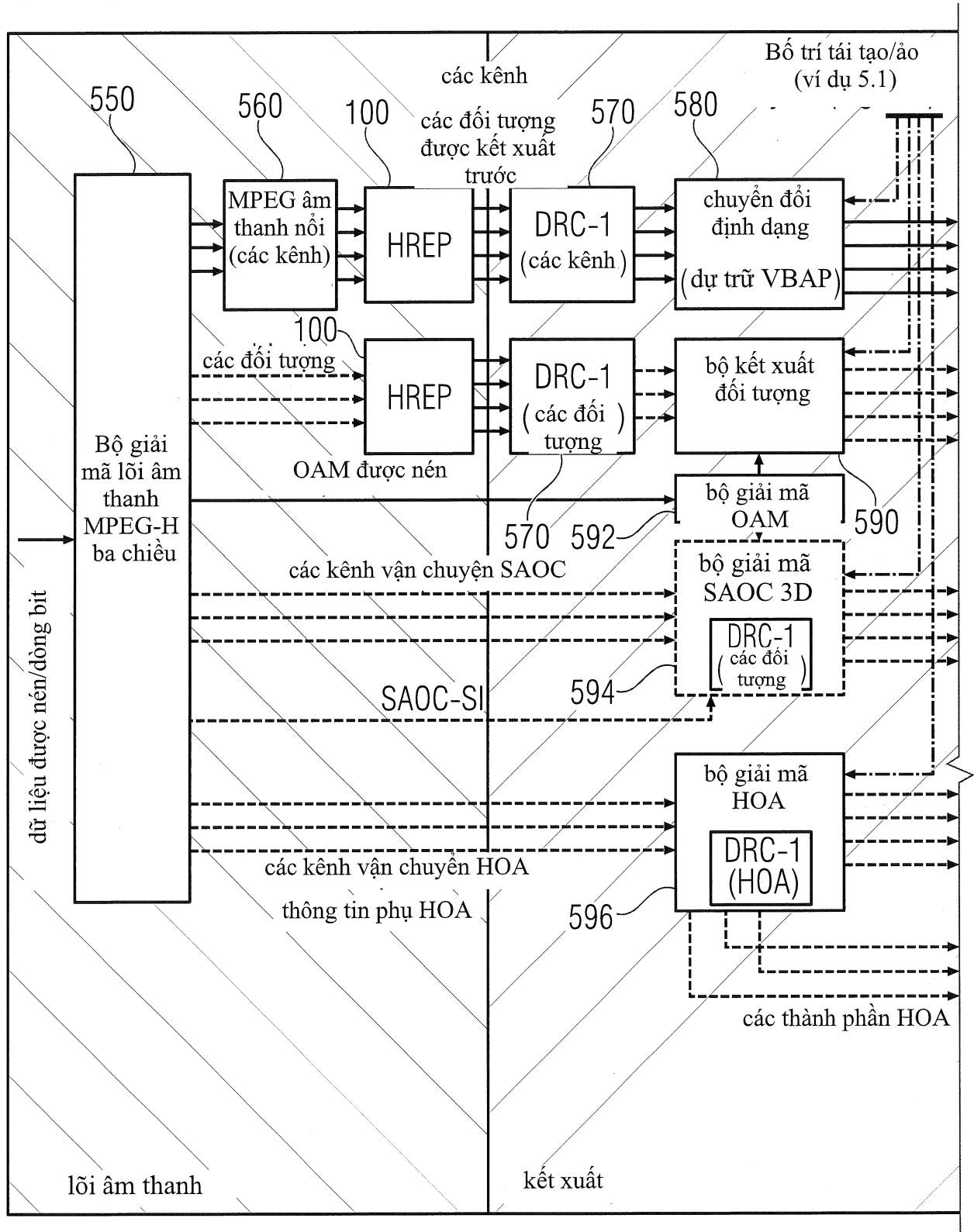


Fig. 5b1

Fig. 5b

Fig. 5b1

Fig. 5b2

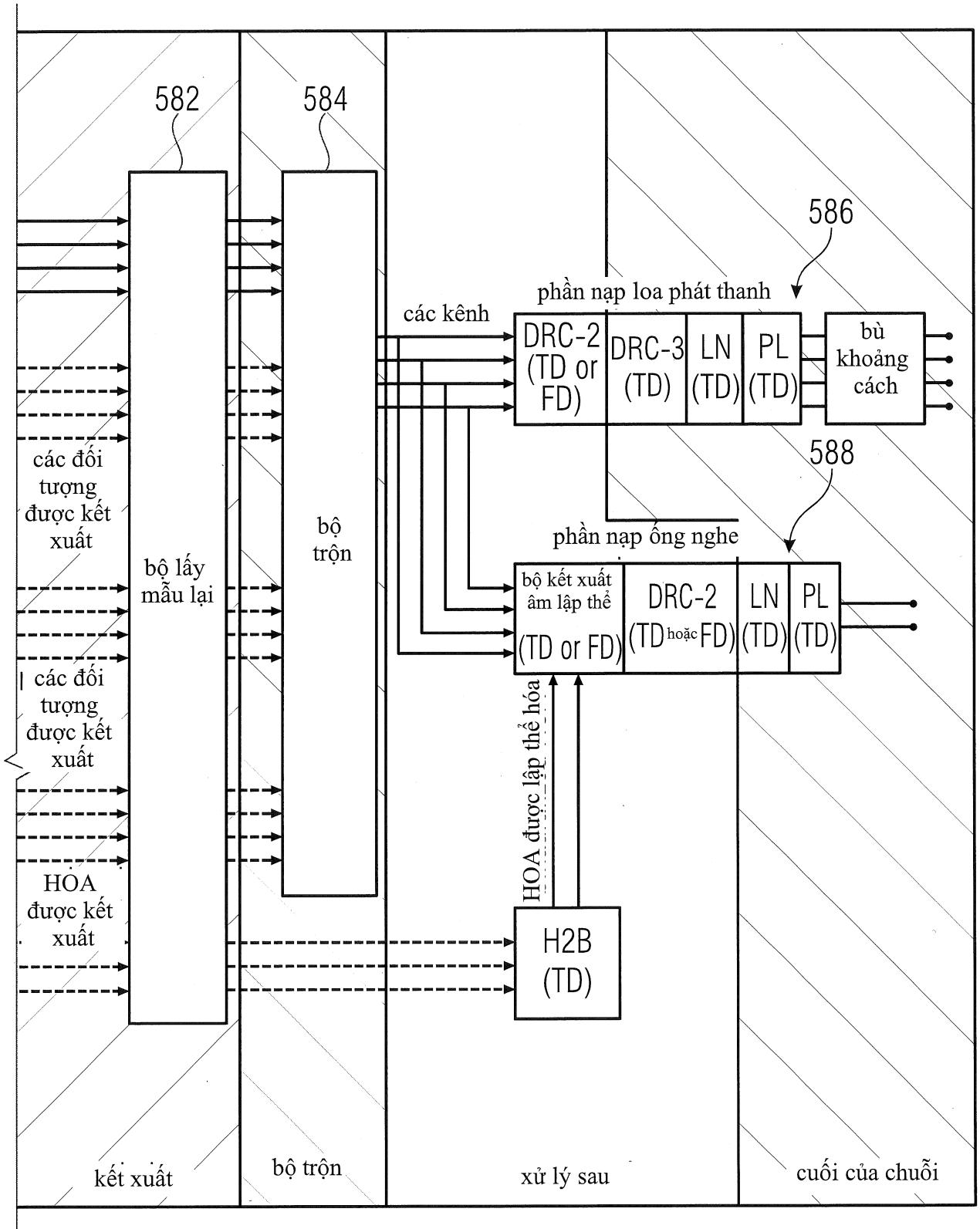


Fig. 5b2

Fig. 5b	Fig. 5b1
	Fig. 5b2

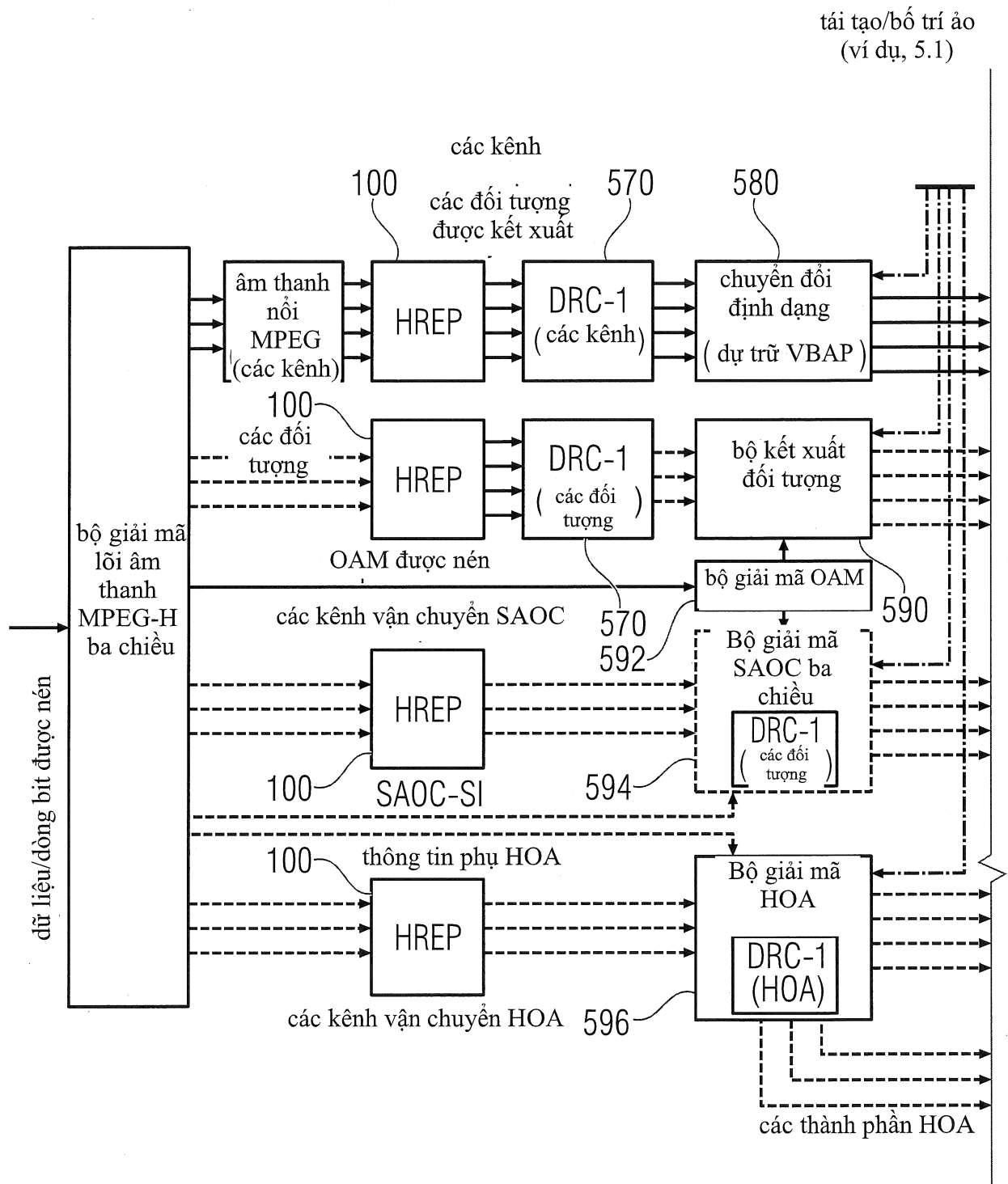


Fig. 5c1

Fig. 5c	Fig. 5c1
	Fig. 5c2

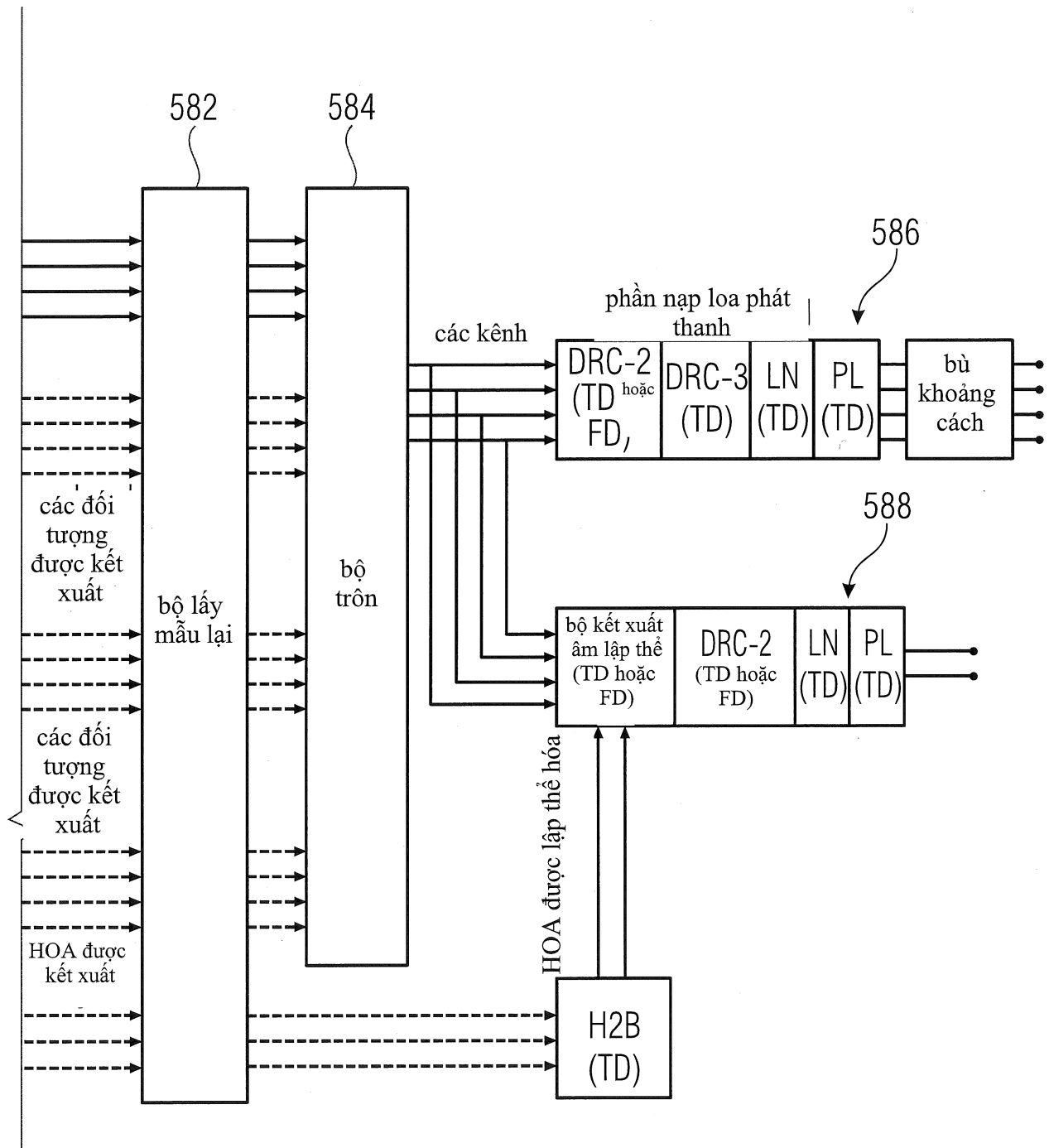


Fig. 5c2

Fig. 5c	Fig. 5c1
	Fig. 5c2

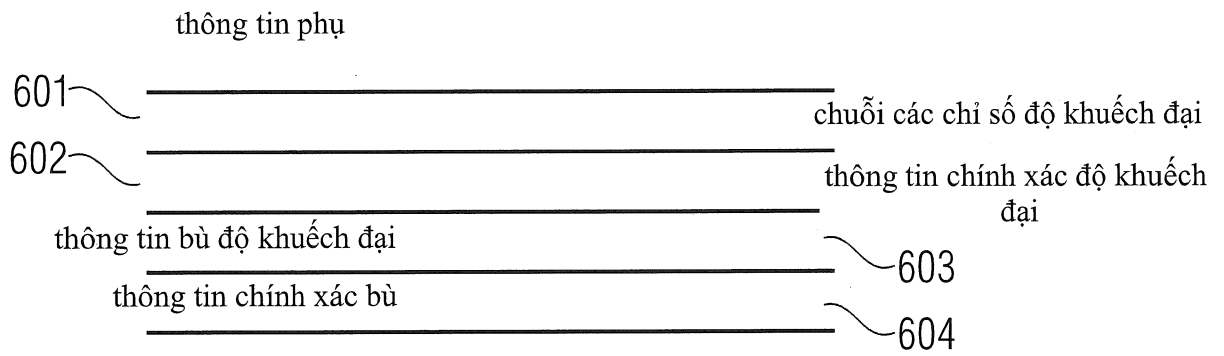


Fig. 6a

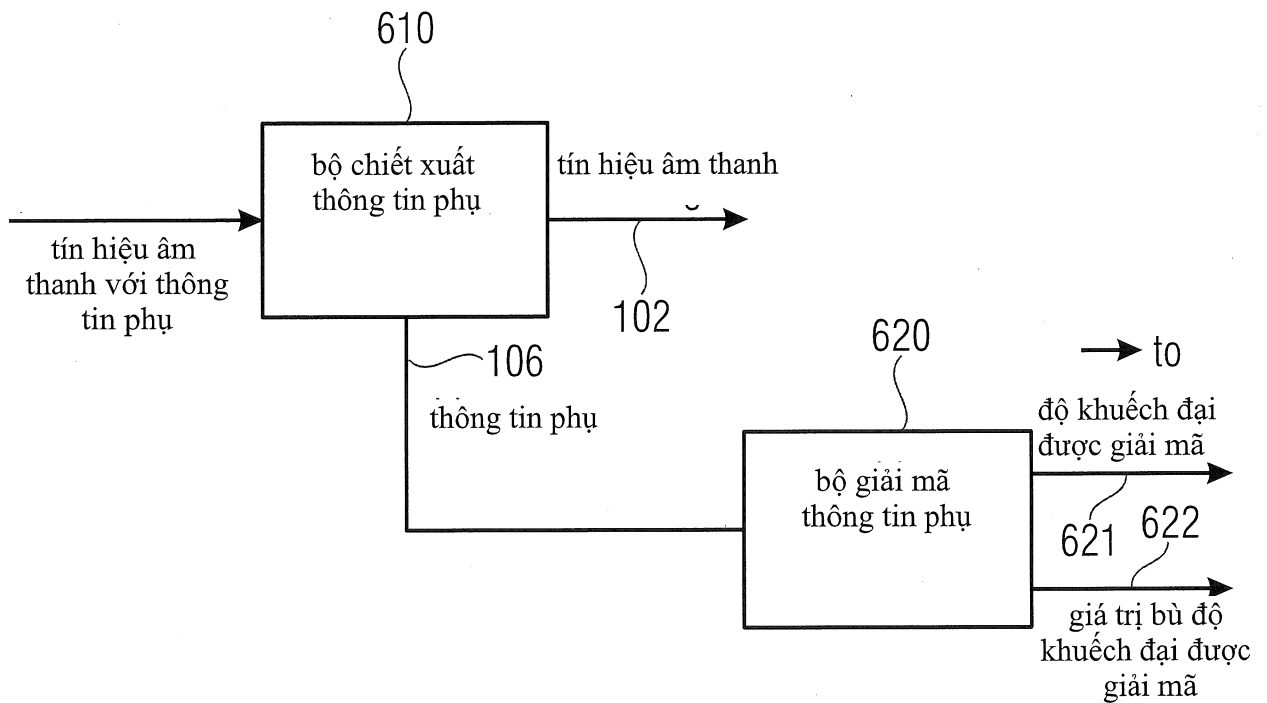


Fig. 6b

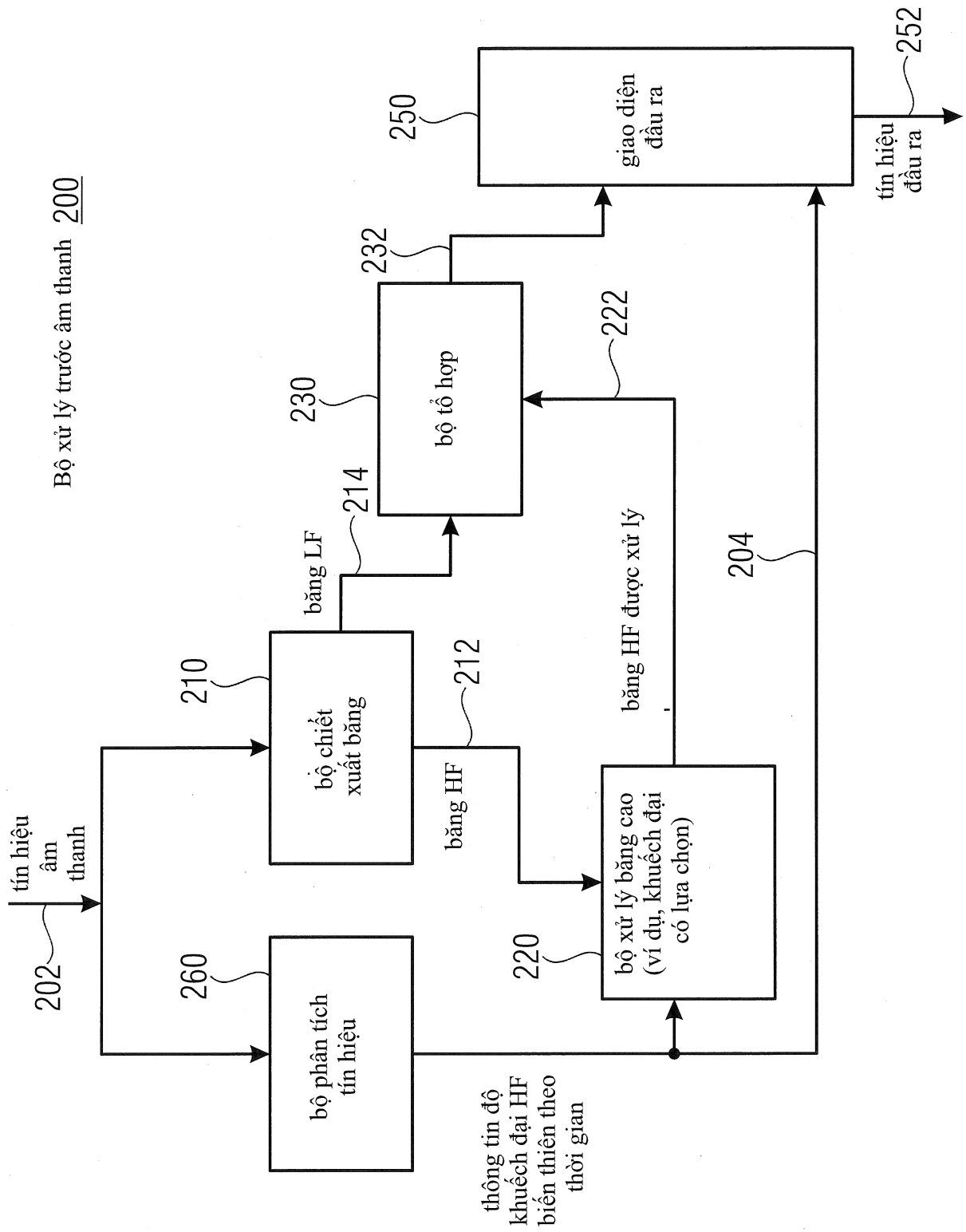


Fig. 7

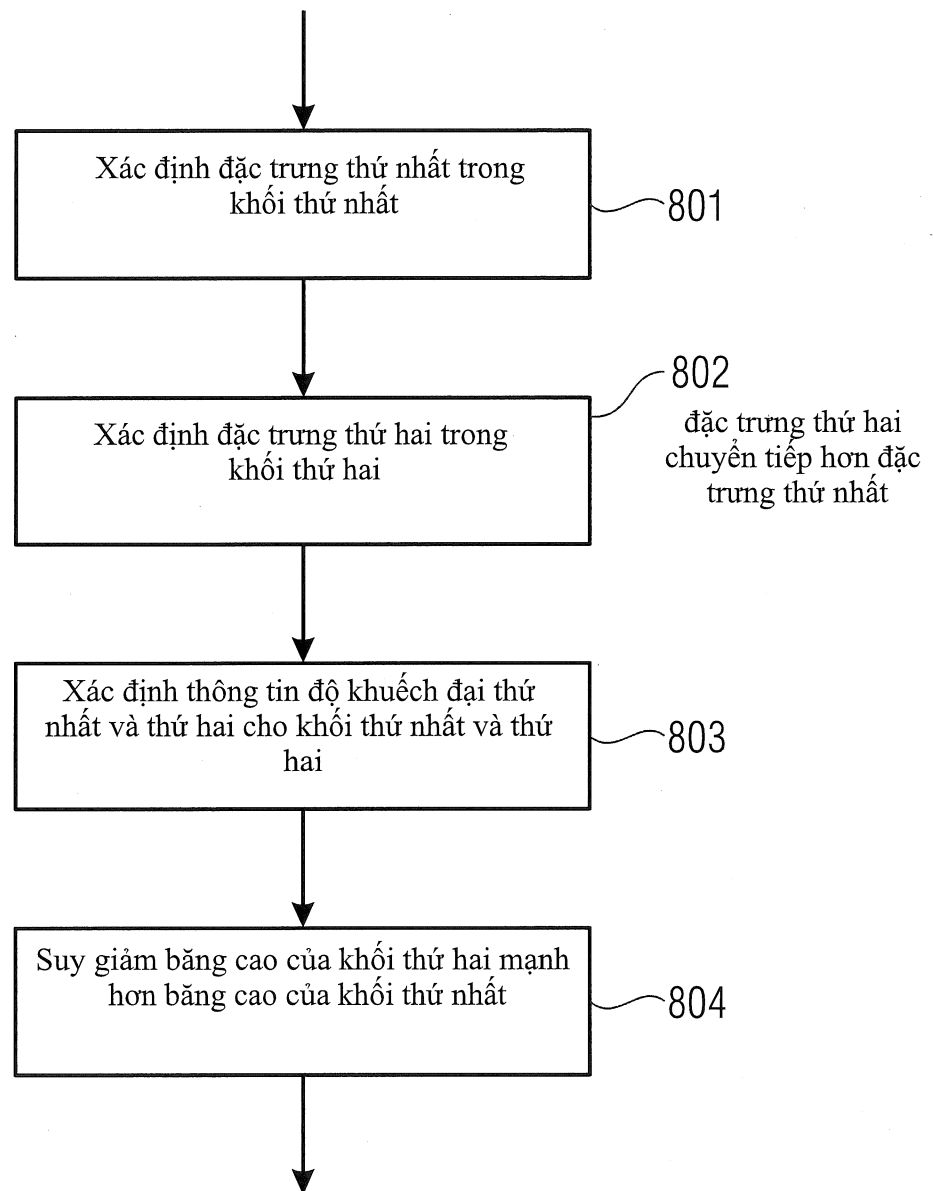


Fig. 8a

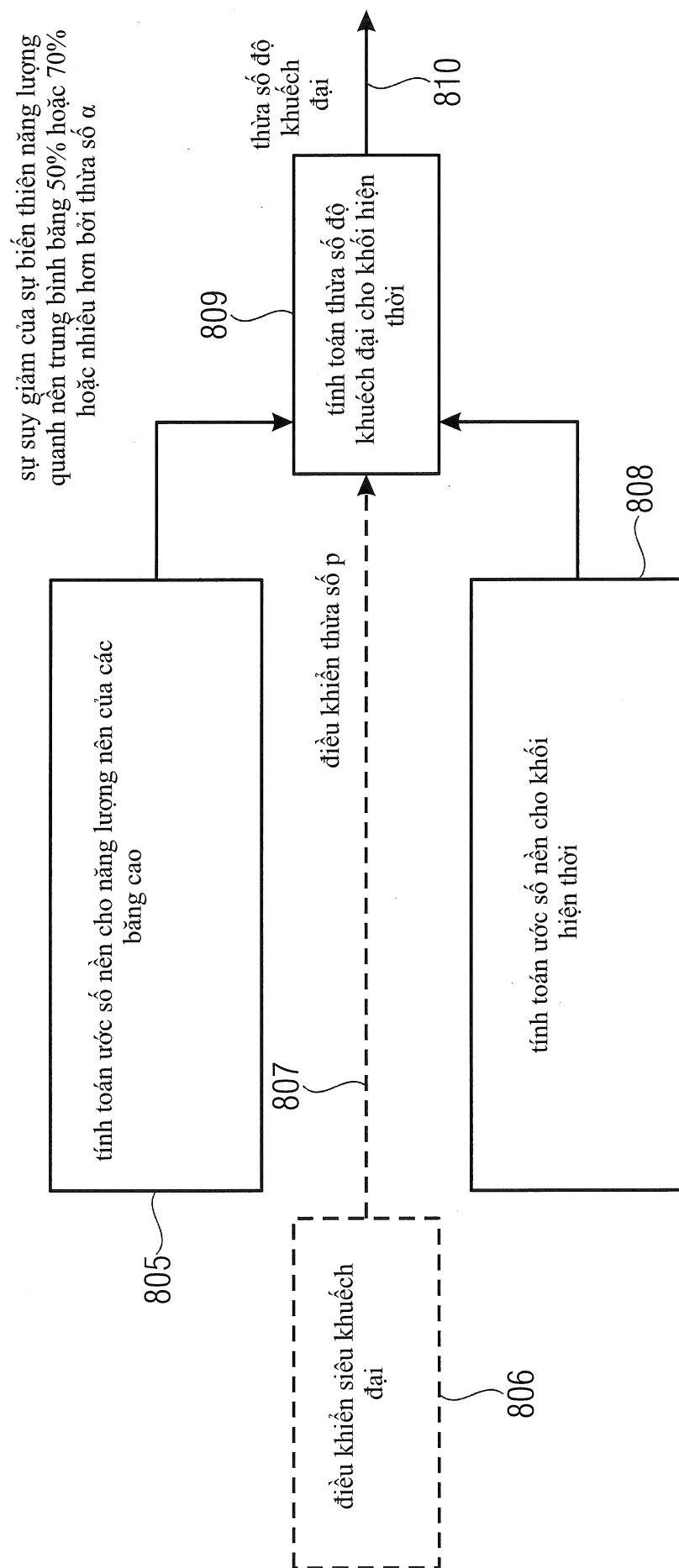


Fig. 8b

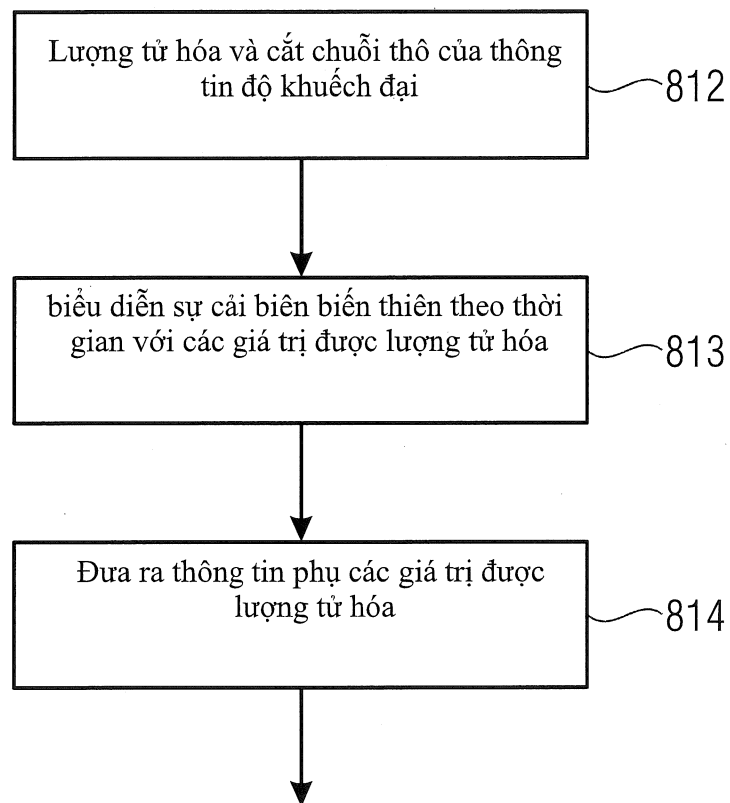


Fig. 8c

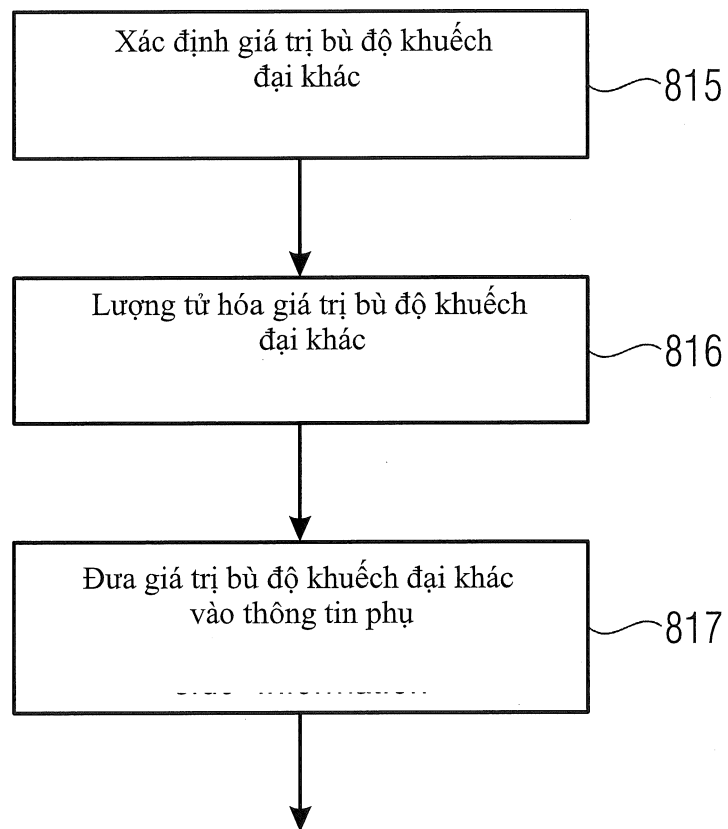


Fig. 8d

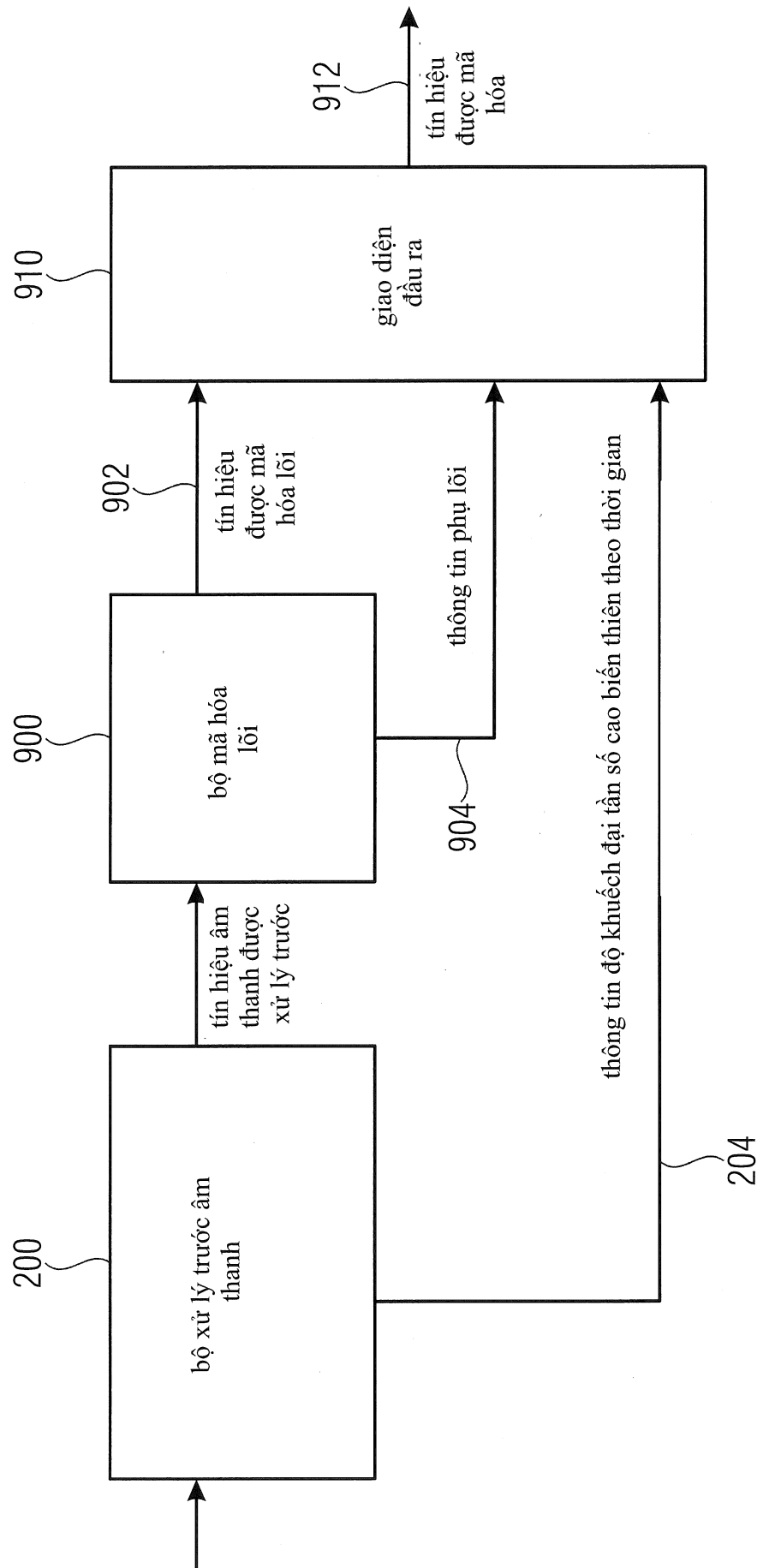


Fig. 9a

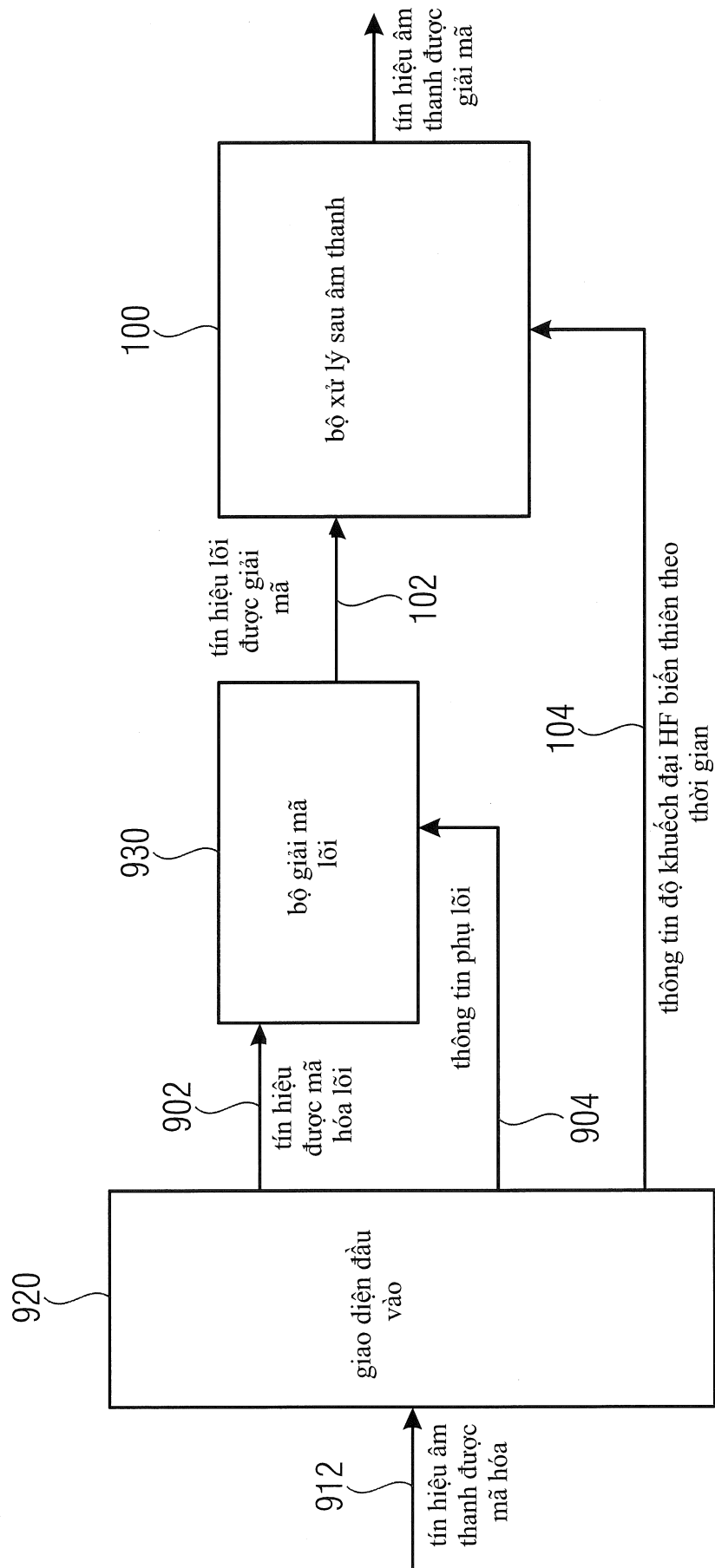


Fig. 9b

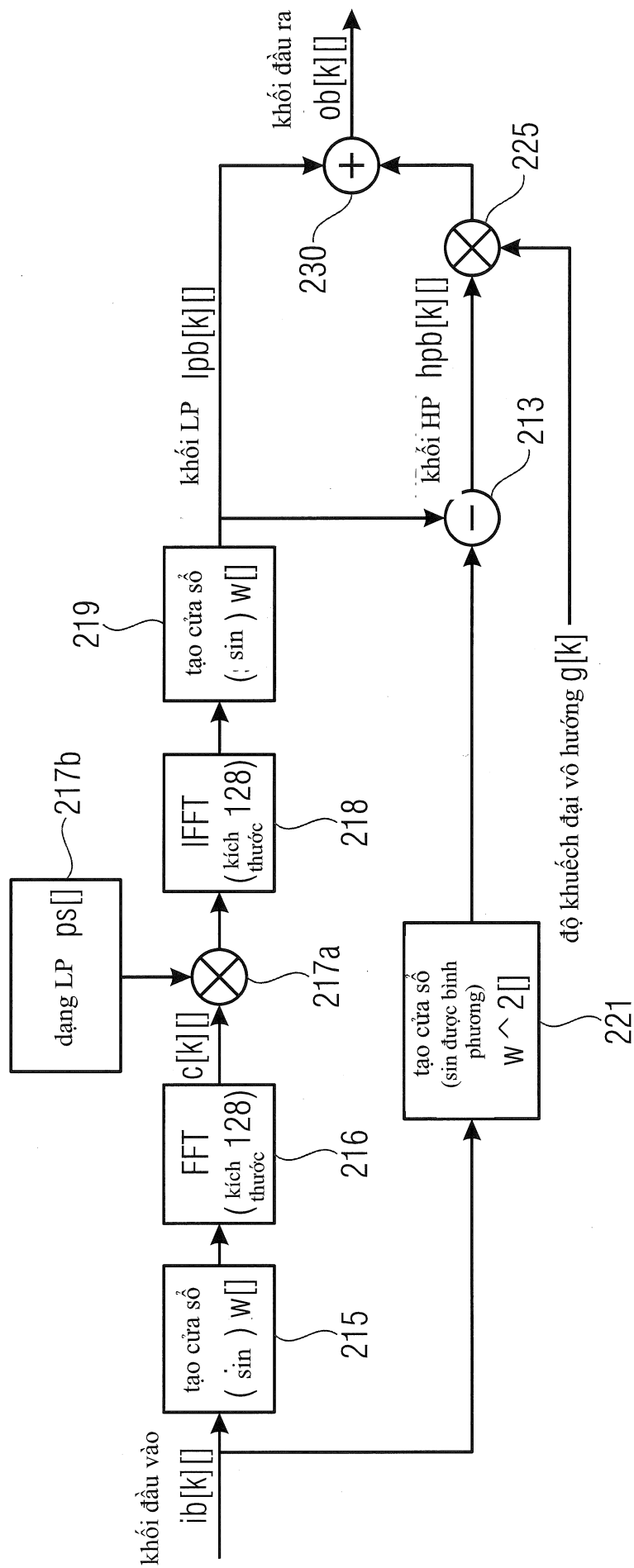


Fig. 9c

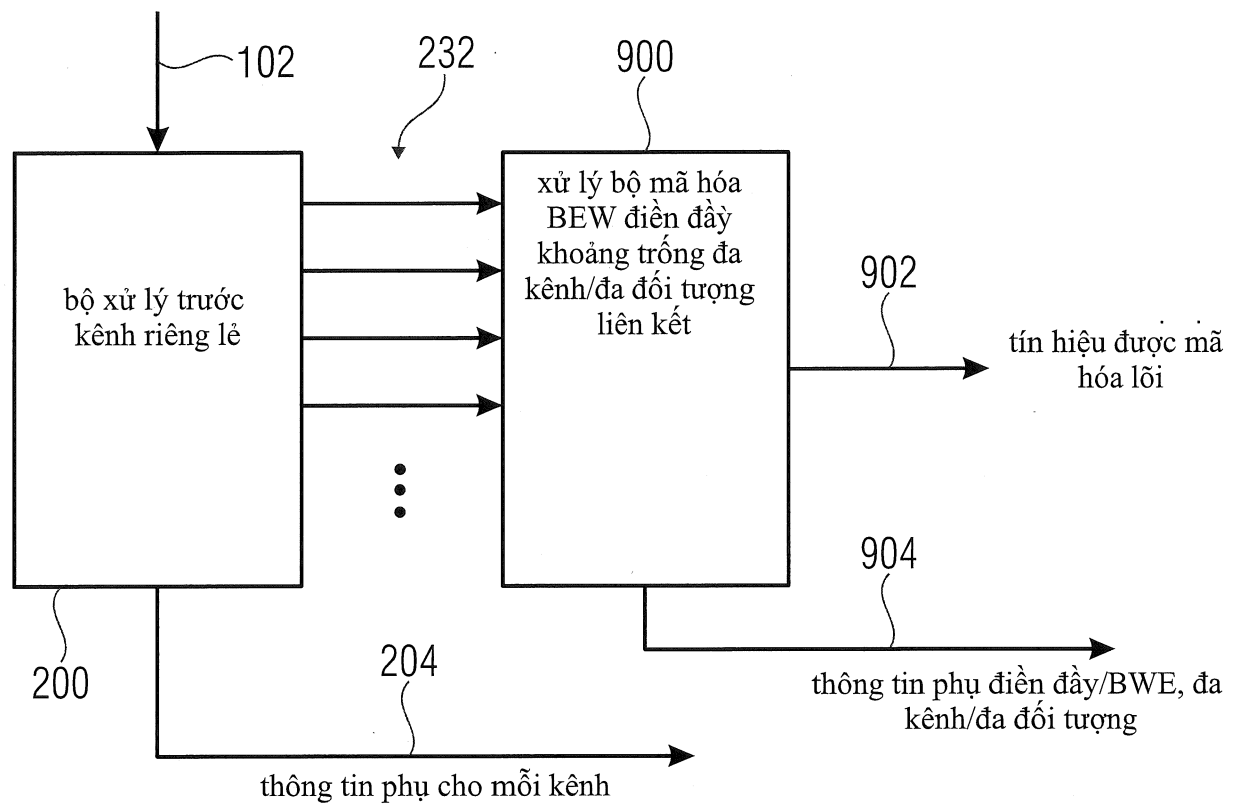


Fig. 10a

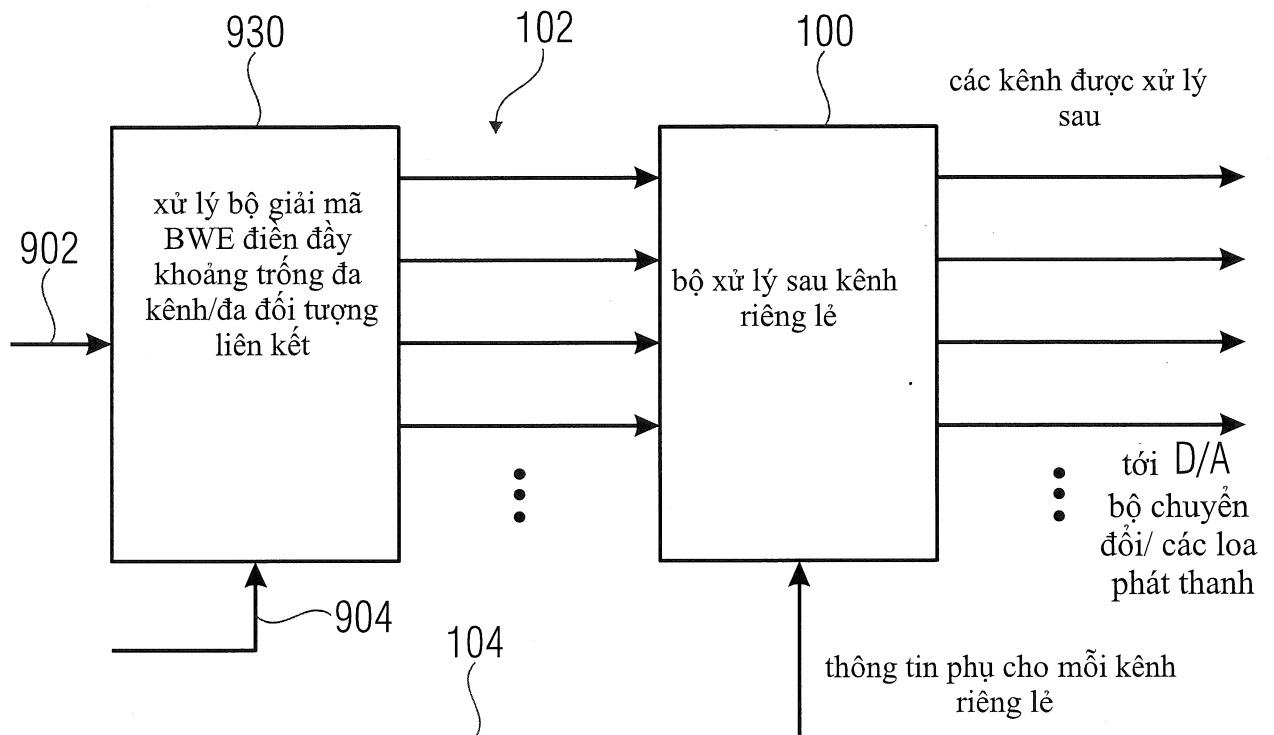


Fig. 10b

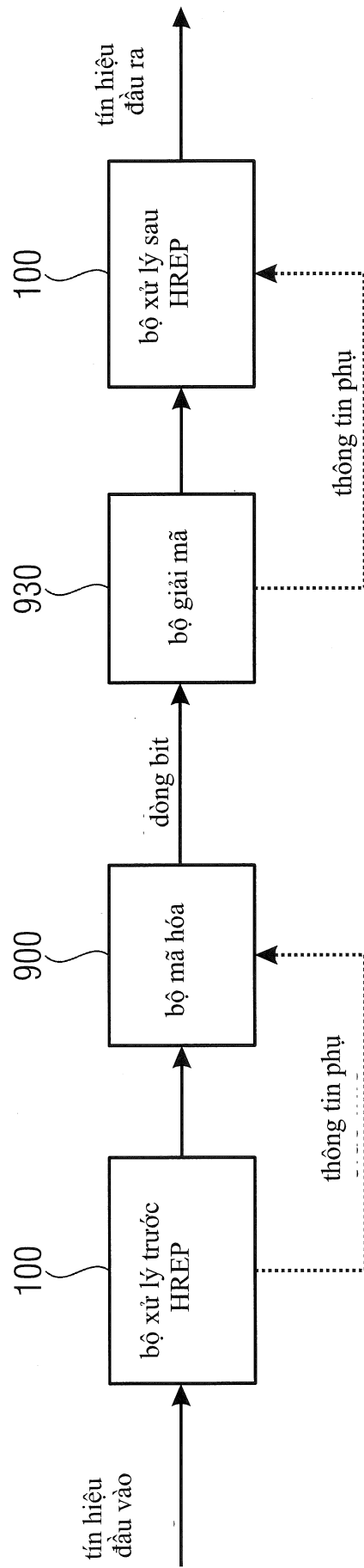


Fig. 10c

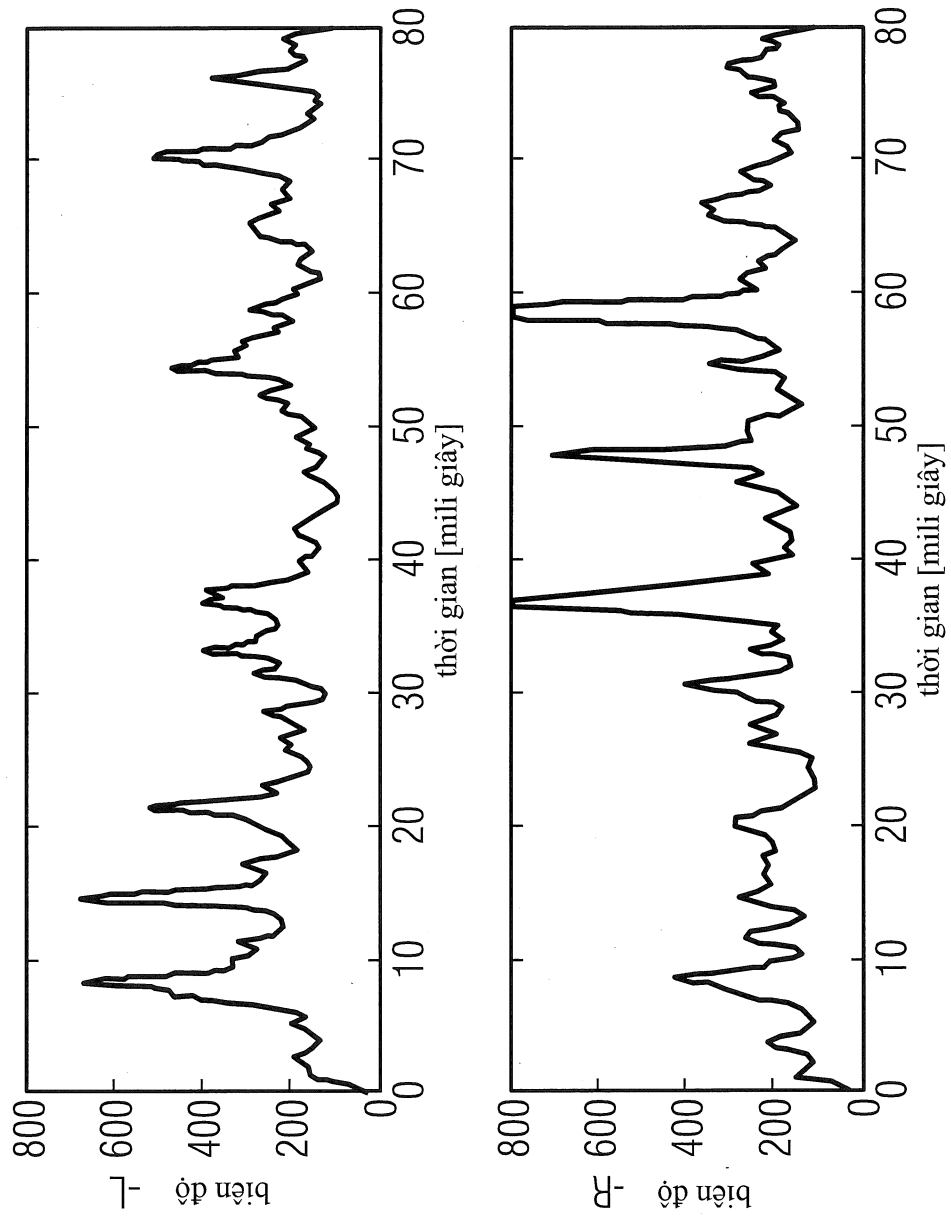


Fig. 11

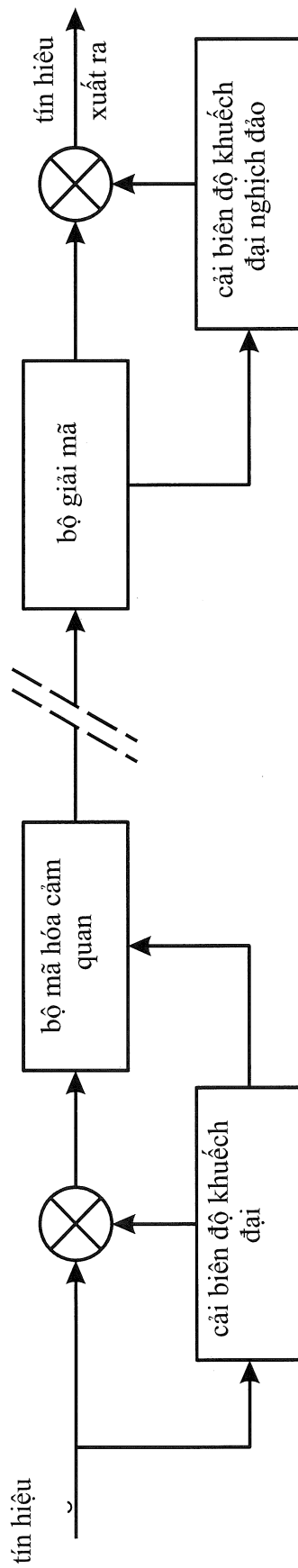


Fig. 12

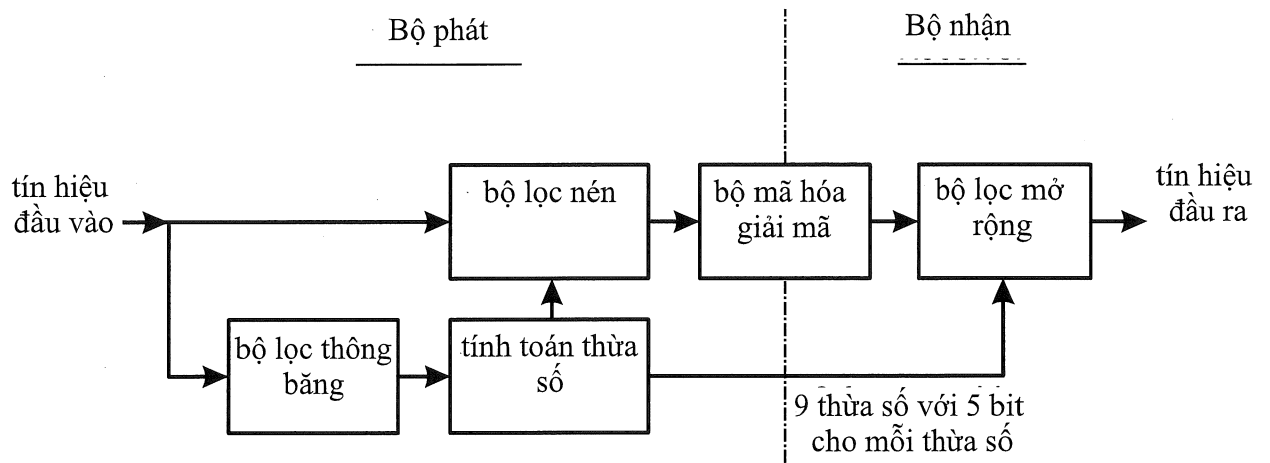


Fig. 13a

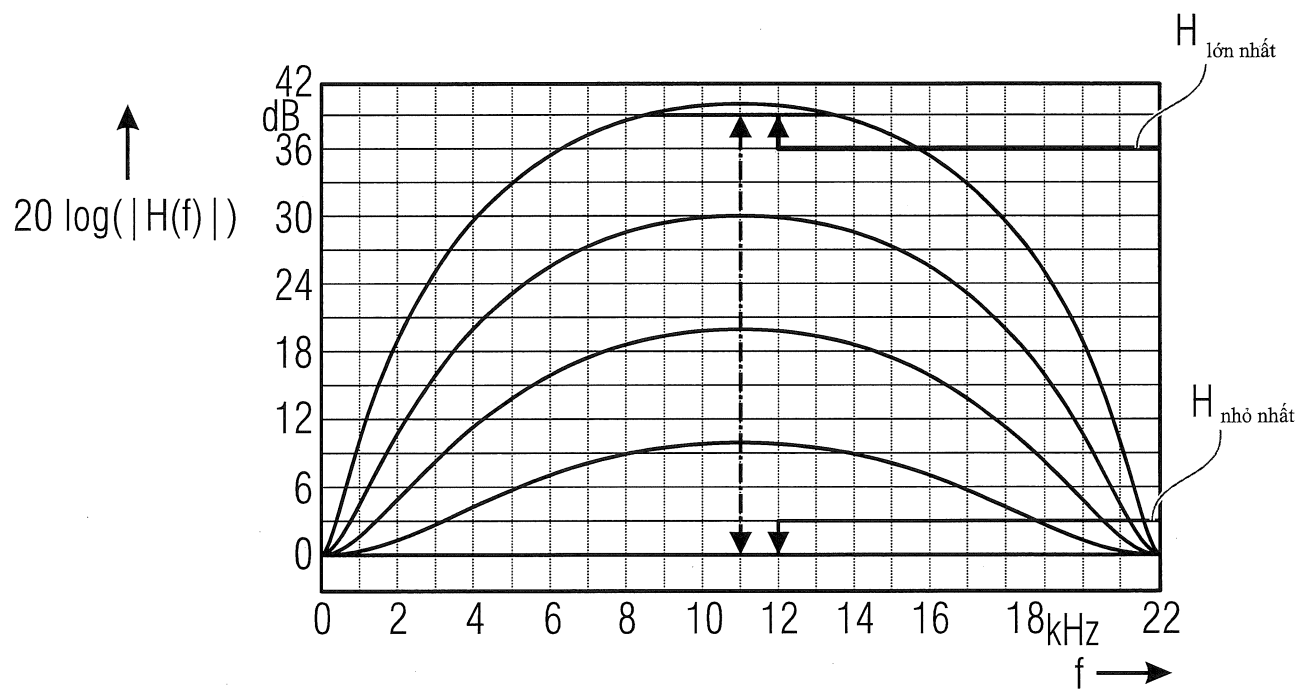


Fig. 13b

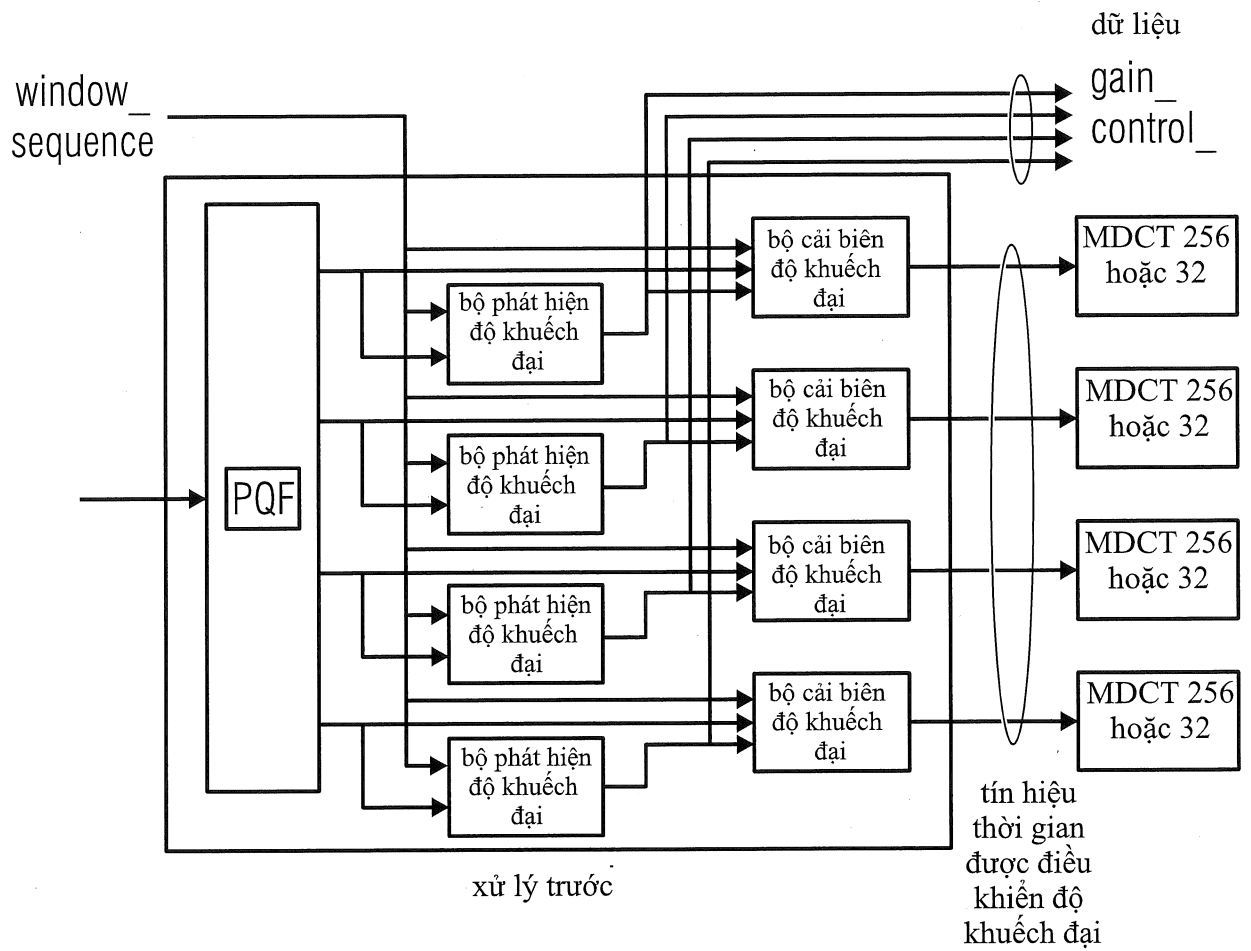


Fig. 14

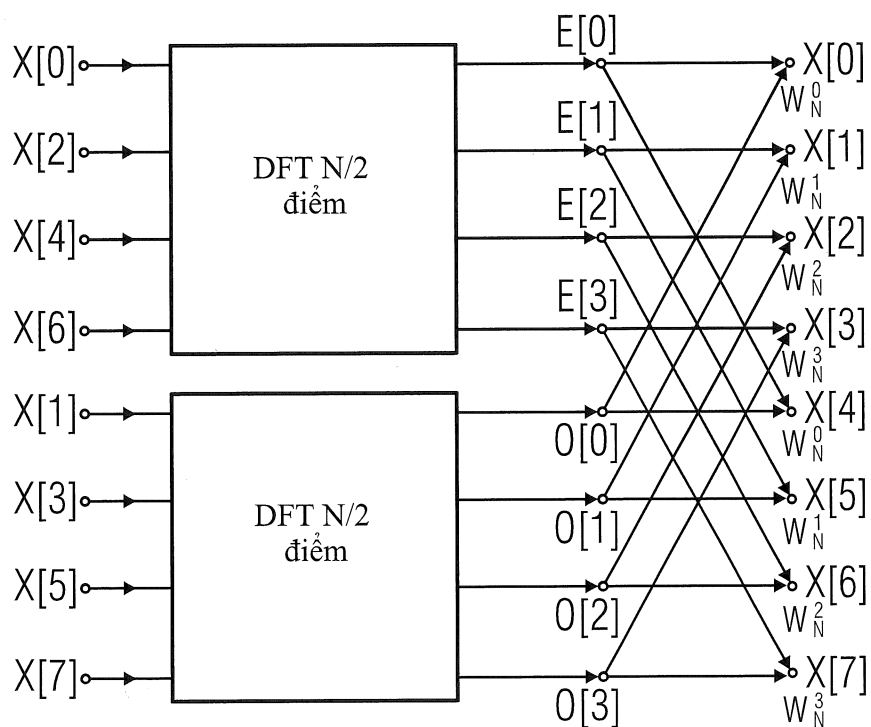


Fig. 15

Hệ phương pháp	MUSHRA ITU-R BS.1534
Phòng thí nghiệm	Fraunhofer IIS
Các điều kiện kiểm tra	"nohrep": Bộ mã hóa chất lượng tham khảo (lỗi FD sử dụng IGF) "hrep": Cấu hình được đề xuất
Tốc độ bit/các kênh	kênh 5.1 tại 128kbps
Số lượng người nghe sau sự sàng lọc sau	14
Các tín hiệu kiểm tra	• 1: ARL_applause • 2: Appl3D • 3: StudioAppl • 4: applse • 5: chostakovitch • 6: fountain_music • 7: glock • 8: indie2 • 9: jackson1 • 10: pops • 11: poulenc • 12: rock_concert • 13: stomp

Fig. 16a

Fig. 16	Fig. 16a
	Fig. 16b

Tốc độ bit/các kênh	âm lập thể 48 kbps
Số lượng người nghe sau sự sàng lọc sau	15
Các tín hiệu kiểm tra	• 1: ARLapplause • 2: Exercise • 3: HeavyApplause • 4: Intro • 5: Klatschen • 6: MediumApplause • 7: SallyBrown • 8: applse
Tốc độ bit/các kênh	âm lập thể 128 kbps
Số lượng người nghe sau sự sàng lọc sau	14
Các tín hiệu kiểm tra	• 1: ARLapplause • 2: Exercise • 3: HeavyApplause • 4: Intro • 5: Klatschen • 6: MediumApplause • 7: SallyBrown • 8: applse

Fig. 16b

Fig. 16	Fig. 16a
	Fig. 16b

Các khoảng tin cậy trung bình và tin cậy 95%

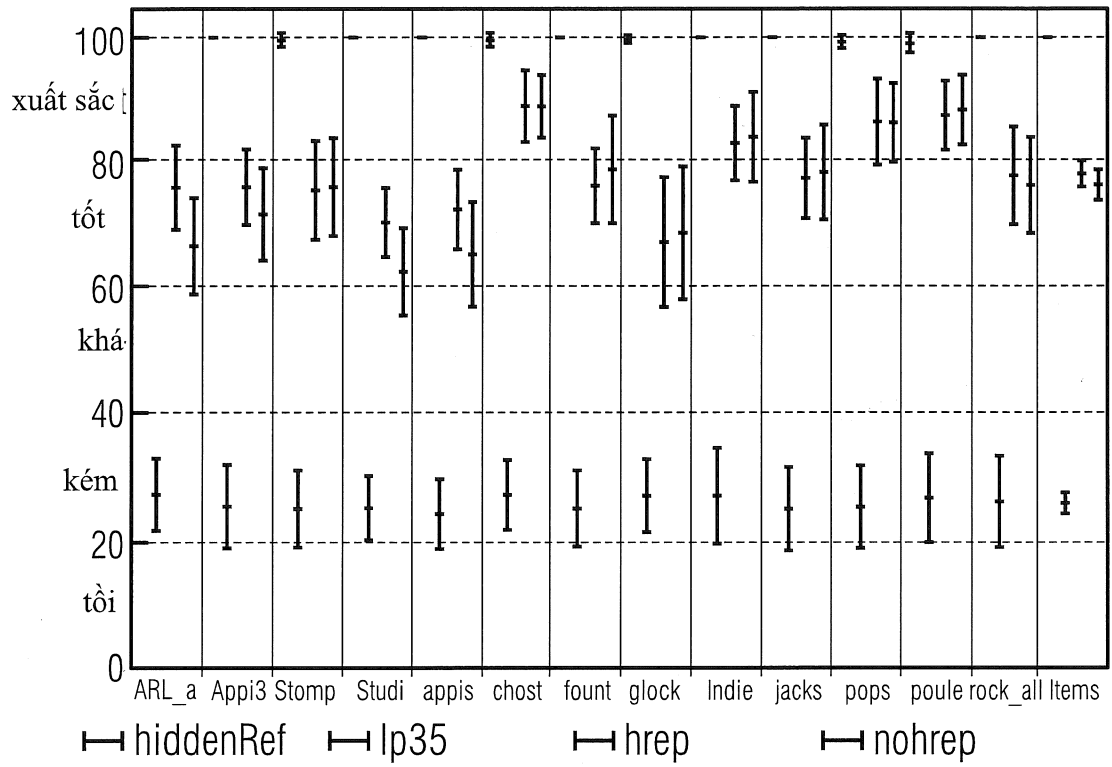


Fig. 17a

Các khoảng tin cậy trung bình và tin cậy 95% (Các chênh lệch: hrep-nohrep)

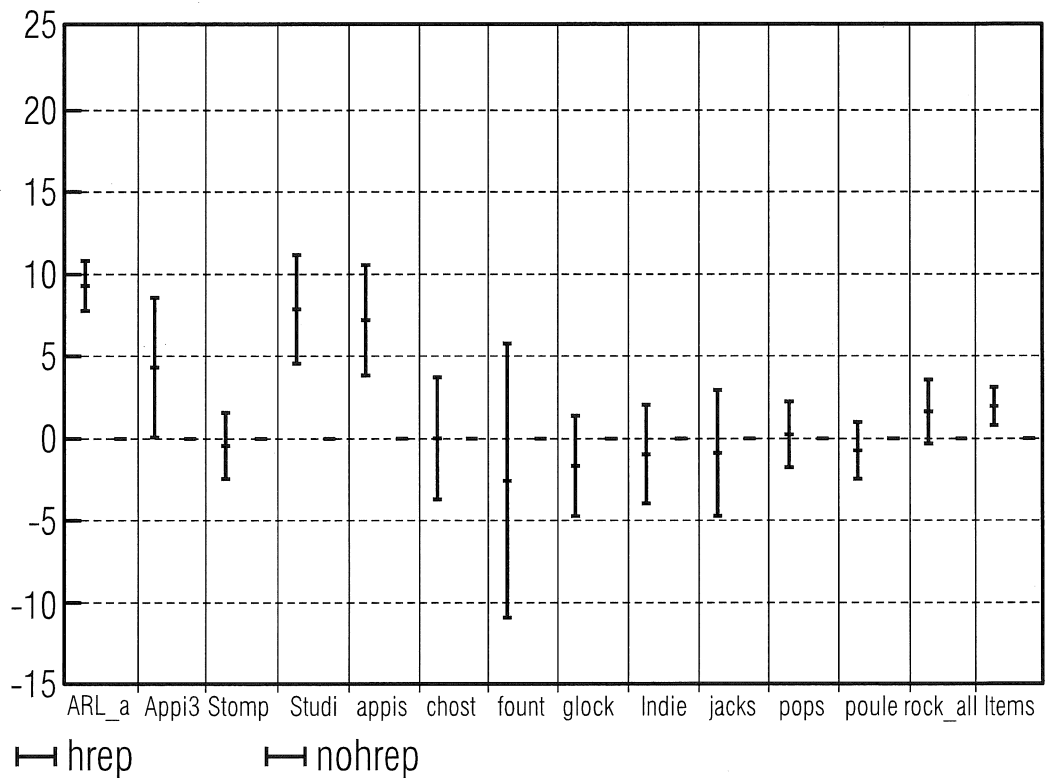


Fig. 17b

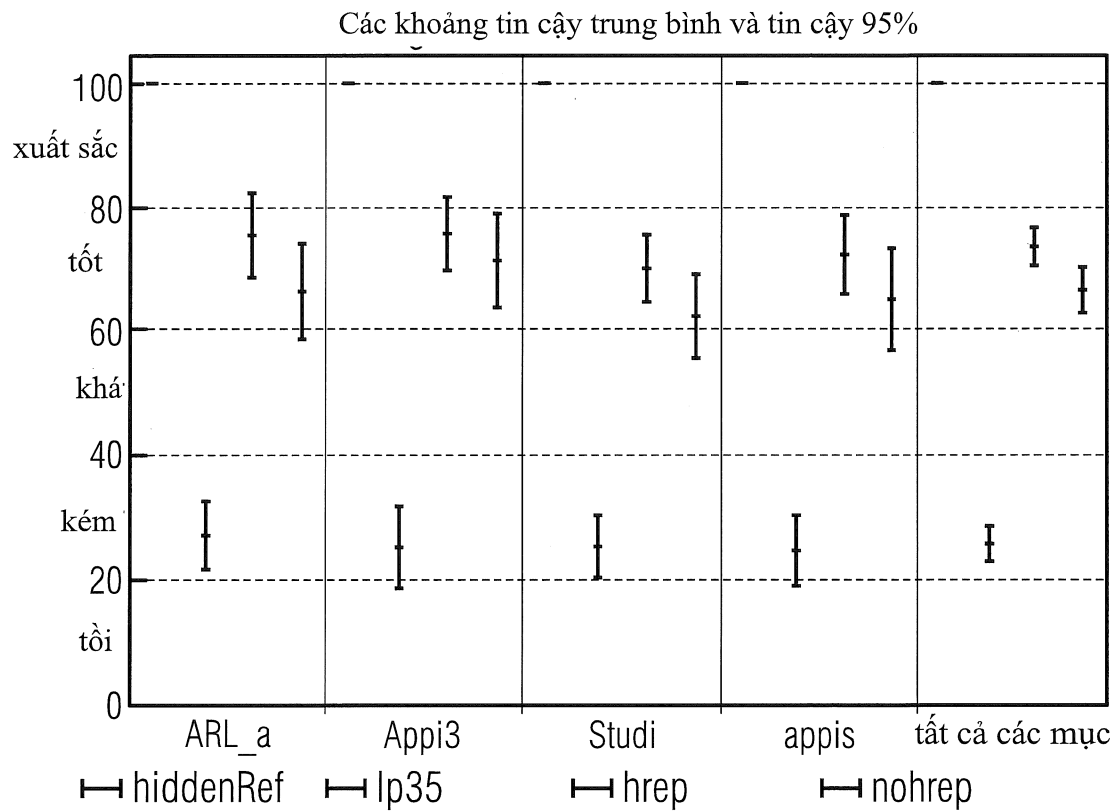


Fig. 17c

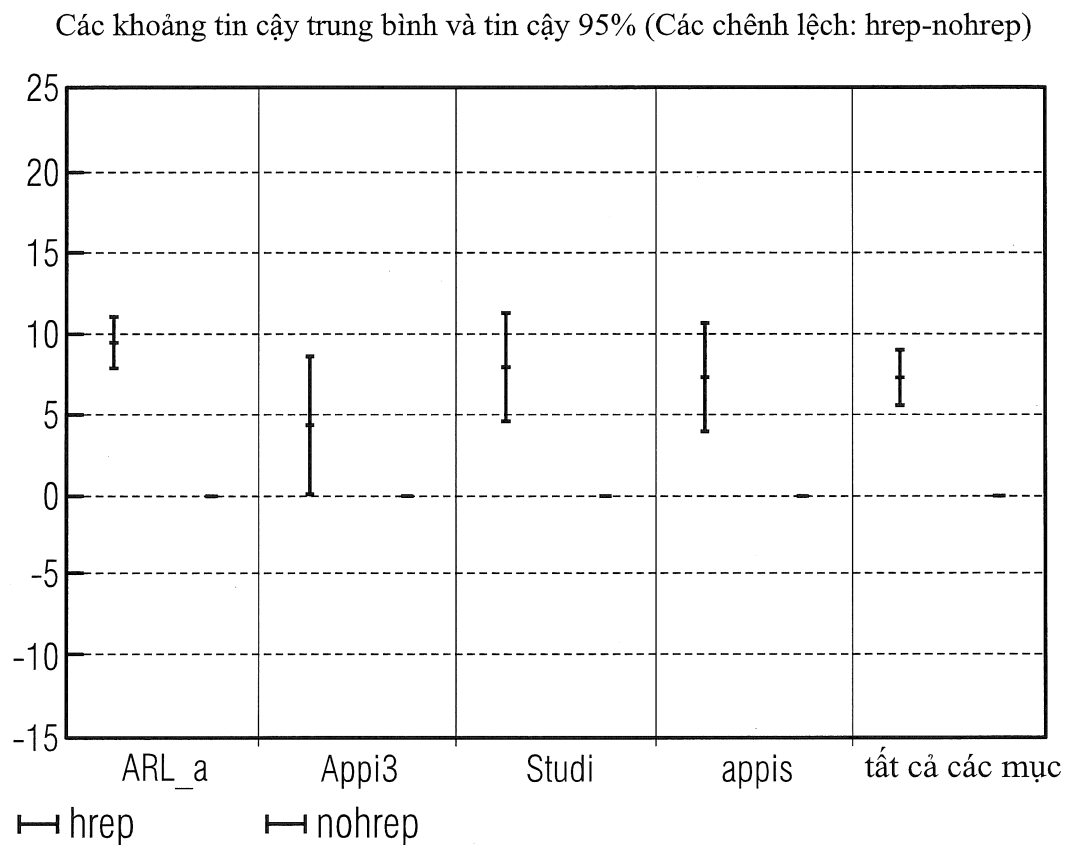


Fig. 17d

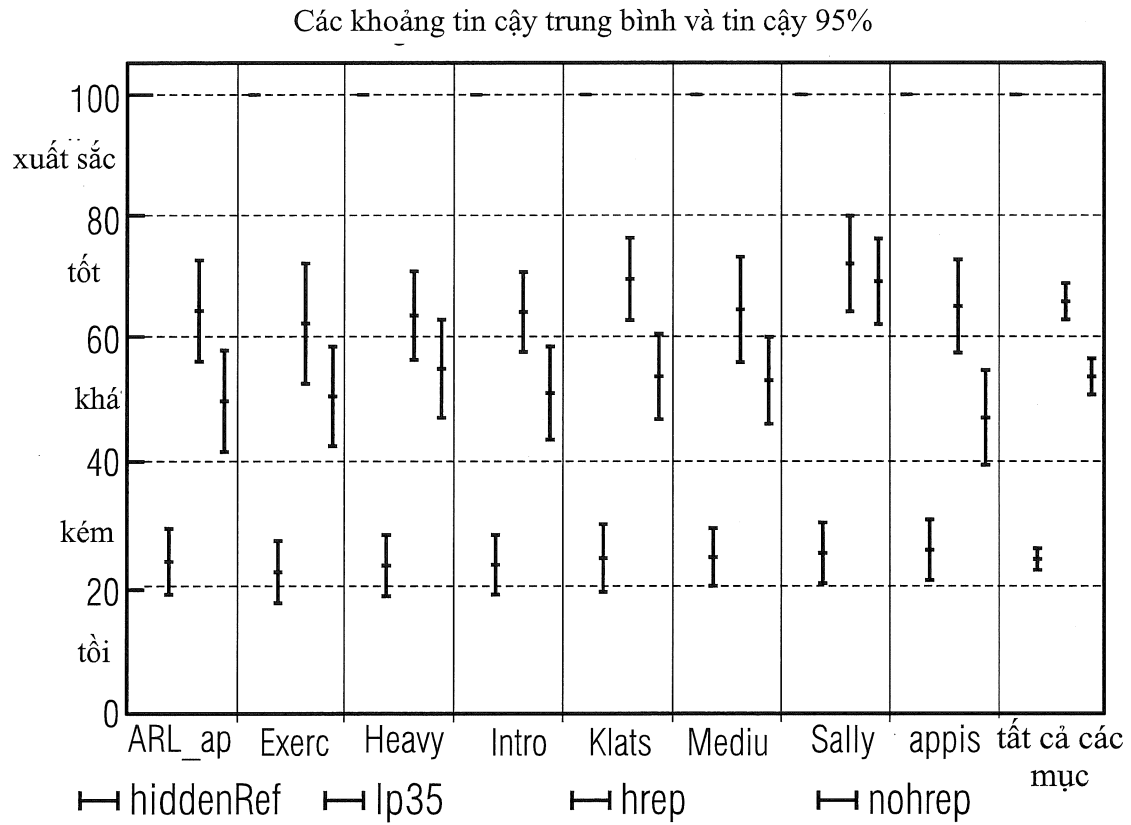


Fig. 17e

Các khoảng tin cậy trung bình và tin cậy 95% (Các chênh lệch: hrep-nohrep)

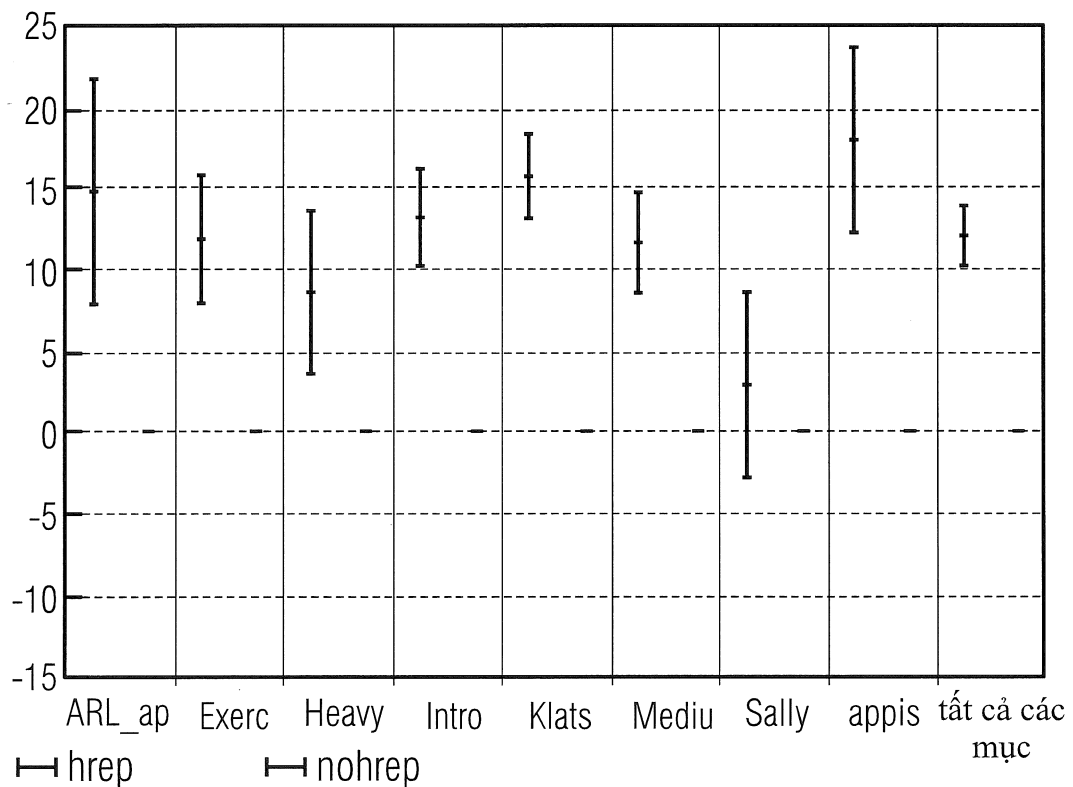


Fig. 17f

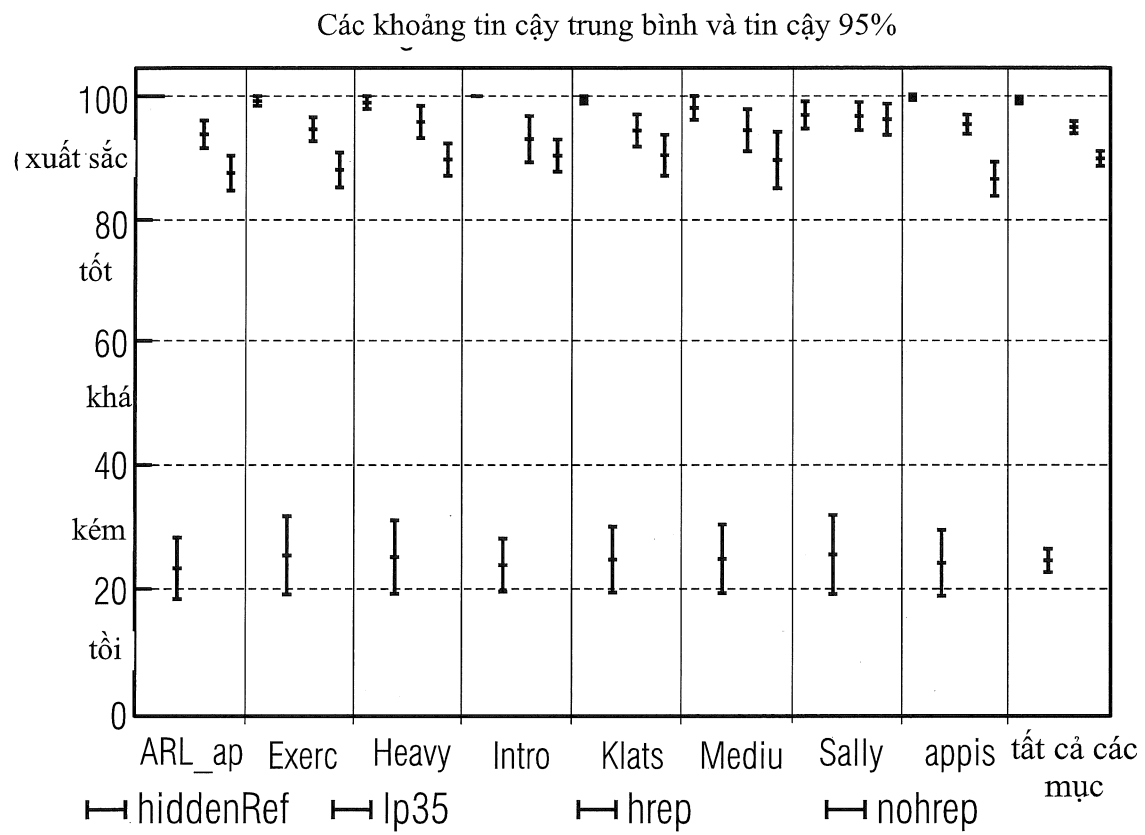


Fig. 17g

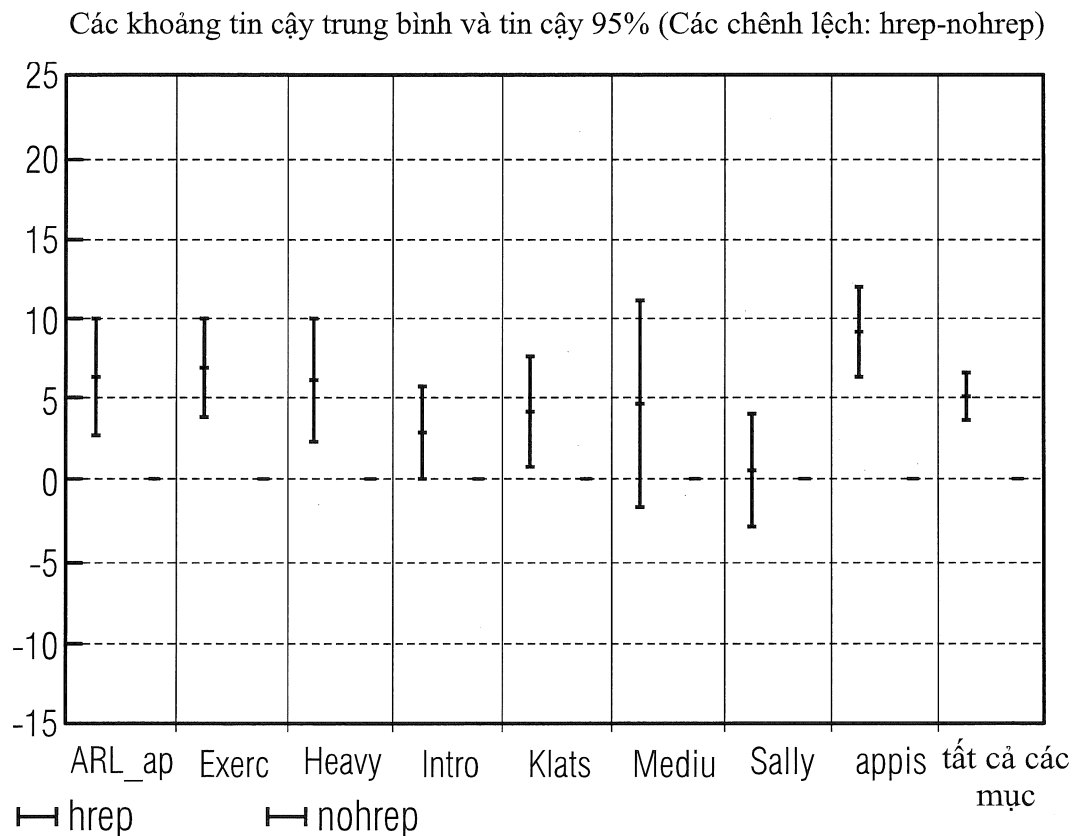


Fig. 17h