



(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)



1-0034895

(51)⁷ G10L 19/26

(13) B

(21) 1-2018-04924

(22) 06/04/2017

(86) PCT/EP2017/058238 06/04/2017

(87) WO 2017/178329 A1 19/10/2017

(30) 16164951.2 12/04/2016 EP

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/01/2019 370A

(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)

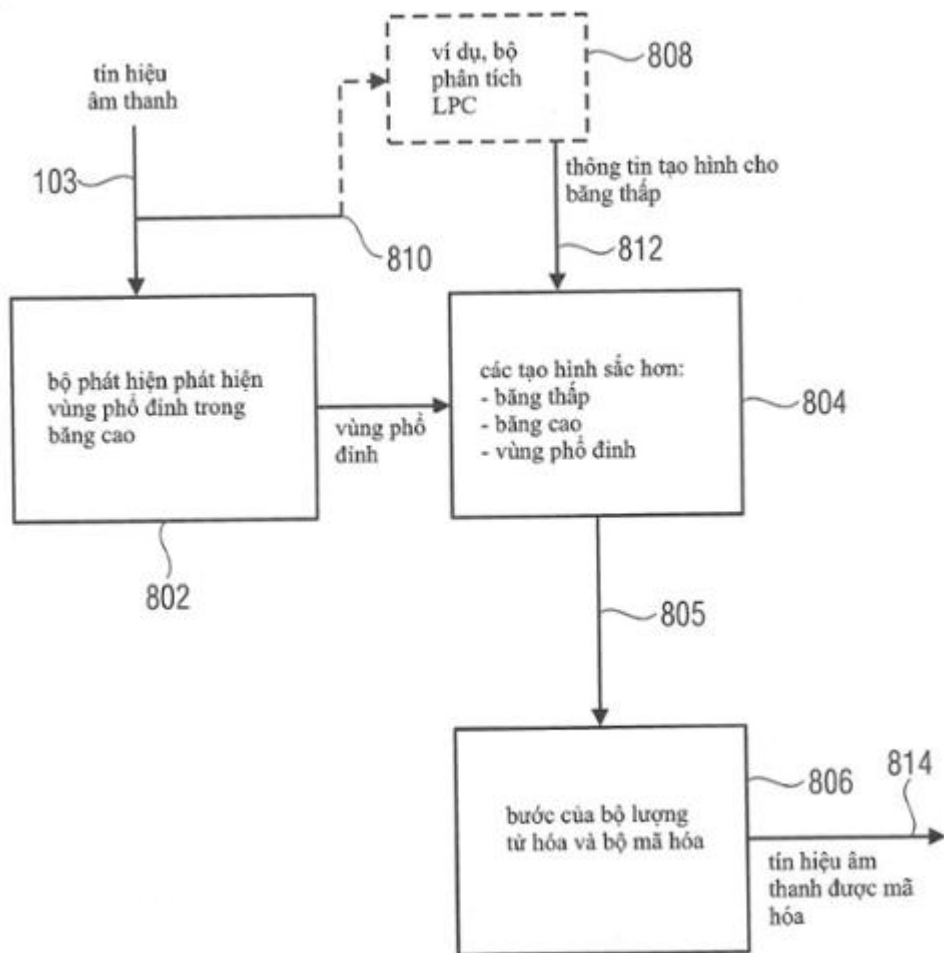
Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) MULTRUS, Markus (DE); NEUKAM, Christian (DE); SCHNELL, Markus (DE);
SCHUBERT, Benjamin (DE).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) BỘ MÃ HÓA ÂM THANH VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA TÍN HIỆU ÂM
THANH

(57) Sáng chế đề cập đến bộ mã hóa âm thanh và phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh. Bộ mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh có băng tần dưới và băng tần trên, bộ mã hóa âm thanh bao gồm: bộ phát hiện (802) để phát hiện vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh; bộ tạo hình (804) để tạo hình băng tần dưới sử dụng thông tin tạo hình cho băng dưới và để tạo hình băng tần trên sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng dưới, trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để suy giảm thêm các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện trong băng tần trên; và bước của bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa (806) để lượng tử hóa băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình và để mã hóa entropi các giá trị phổ được lượng tử hóa từ băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mã hóa âm thanh và, tốt hơn là, phương pháp, thiết bị hoặc chương trình máy tính để điều khiển sự lượng tử hóa của các hệ số cho TCX trên cơ sở MDCT trong bộ mã hóa-giải mã EVS.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tài liệu tham khảo cho bộ mã hóa-giải mã EVS là 3GPP TS 24.445 V13.1.0 (2016-03), dự án tạo ra thứ 3; Các dịch vụ nhóm và khía cạnh hệ thống thông số kỹ thuật; Bộ mã hóa-giải mã dành cho các dịch vụ tiếng nói tăng cường (Enhanced Voice Services - EVS); Phần mô tả thuật toán chi tiết (lần phát hành thứ 13).

Tuy nhiên, sáng chế còn hữu ích hơn trong các phiên bản EVS khác như, ví dụ, được định nghĩa bằng các lần phát hành khác hơn lần phát hành thứ 13 và, ngoài ra, sáng chế là hữu ích hơn trong tất cả các bộ mã hóa-giải mã âm thanh khác với EVS mà, tuy nhiên, phụ thuộc vào bộ phát hiện, bộ tạo hình và bước bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa như được định nghĩa, ví dụ, trong yêu cầu bảo hộ.

Ngoài ra, cũng lưu ý rằng tất cả các phương án được định nghĩa không chỉ bằng điểm độc lập mà còn được định nghĩa bởi các điểm phụ thuộc có thể được sử dụng riêng biệt với nhau hoặc cùng nhau như được nêu bởi các sự phụ thuộc lẫn nhau của yêu cầu bảo hộ hoặc được giải thích dưới đây như ví dụ được ưu tiên hơn.

Bộ mã hóa-giải mã EVS [1], như được nêu cụ thể trong 3GPP, là bộ mã hóa-giải mã lai cho nội dung tiếng nói và âm thanh băng hẹp (narrow-band - NB), băng rộng (wide band - WB), băng siêu rộng (super-wide-band - SWB) hoặc băng đầy đủ (full-band - FB), mà có thể được chuyển đổi giữa một số phương pháp mã hóa, dựa trên phân loại tín hiệu:

Fig.1 minh họa phép xử lý chung và sơ đồ mã hóa trong EVS. Cụ thể, phần xử lý chung của bộ mã hóa trên Fig.1 bao gồm khối lấy mẫu lại tín hiệu 101, và khối phân tích tín hiệu 102. Tín hiệu đầu vào âm thanh được đưa vào tại đầu vào tín hiệu âm thanh 103 vào phần xử lý chung và, cụ thể, vào khối lấy mẫu lại tín hiệu 101. Khối lấy mẫu lại tín hiệu 101 ngoài ra có đầu vào dòng lệnh để thu các tham số dòng lệnh. Đầu

ra của bước xử lý chung được nhập vào trong phần tử khác nhau như có thể thấy trên Fig.1 Cụ thể, Fig.1 bao gồm khối mã hóa dựa trên phép dự báo tuyến tính (mã hóa dựa trên LP) 110, khối mã hóa miền tần số 120 và khối mã hóa tín hiệu không hoạt động/CNG 130. Các khối 110, 120, 130 được nối với bộ dồn kênh dòng bit 140. Ngoài ra, công tắc 150 được cung cấp để chuyển, phụ thuộc vào quyết định của bộ phân loại, đầu ra của giai đoạn xử lý thường đến khối mã hóa dựa trên LP 110, khối mã hóa miền tần số 120 hoặc khối mã hóa tín hiệu không hoạt động/tạo ra nhiễu âm nền nhân tạo 130. Hơn nữa, bộ dồn kênh dòng bit 140 nhận thông tin của bộ phân loại, tức là, liệu phần hiện thời nhất định của tín hiệu đầu vào được nhập vào tại khối 103 và được xử lý bởi phần xử lý chung được mã hóa sử dụng khối bất kì trong số các khối 110, 120, 130.

- Phép mã hóa dựa trên LP (dựa trên mã hóa tuyến tính), như mã hóa CELP, được sử dụng chính cho nội dung tiếng nói hoặc chủ yếu tiếng nói và nội dung âm thanh chung có dao động theo thời gian cao.

- Phép mã hóa miền tần số được sử dụng cho tất cả các nội dung âm thanh chung, như âm nhạc hoặc tạp âm nền.

Để mang đến chất lượng tối đa cho các tốc độ bit thấp và trung bình, chuyển đổi thường xuyên giữa mã hóa dựa trên LP và mã hóa miền tần số được thực hiện, dựa trên phép phân tích tín hiệu trong môđun xử lý chung. Để tiết kiệm độ phức tạp, bộ mã hóa-giải mã được tối ưu hóa để tái sử dụng các thành phần của giai đoạn phân tích tín hiệu trong các môđun tiếp theo. Ví dụ, Môđun phân tích tín hiệu là đặc trưng giai đoạn phân tích LP. Các hệ số bộ lọc LP (LP-filter coefficients - LPC) và tín hiệu phần dư được sử dụng đầu tiên cho một vài bước phân tích tín hiệu, như bộ phát hiện hoạt động tiếng (Voice Activity Detector - VAD) hoặc bộ phân tích tiếng nói/âm nhạc. Thứ hai, LPC cũng là phần cơ bản của sơ đồ mã hóa trên cơ sở LP và sơ đồ mã hóa miền tần số. Để lưu độ phức tạp, phép phân tích LP tại tốc độ lấy mẫu bên trong của bộ mã hóa CELP (SR_{CELP}).

Bộ mã hóa CELP vận hành tại tốc độ lấy mẫu bên trong 12.8 hoặc 16 kHz (SR_{CELP}), và do đó có thể biểu diễn các tín hiệu lên đến băng thông âm thanh 6.4 hoặc 8kHz một cách trực tiếp. Đối với nội dung âm thanh vượt quá băng thông tại WB, SWB hoặc FB, nội dung âm thanh trên phép biểu diễn tần số của CELP được mã hóa

bởi cơ cấu mở rộng băng thông.

TCX trên cơ sở MDCT là chế độ phụ của phép mã hóa miền tần số. Tương tự đối với phương pháp mã hóa dựa trên LP, tạo hình nhiều âm trong TCX được thực hiện dựa trên bộ lọc LP. Việc tạo hình LPC này được thực hiện trong miền MDCT bằng cách áp dụng các thừa số khuếch đại được tính toán từ các hệ số bộ lọc LP được lượng tử hóa được gán trọng số đến phổ MDCT (phía bộ giải mã). Trên phía bộ mã hóa, các thừa số khuếch đại nghịch đảo được áp dụng trước vòng lặp tốc độ. Điều này được đề cập tiếp theo như ứng dụng của các độ khuếch đại tạo hình LPC. TCX vận hành trên tốc độ lấy mẫu đầu vào (SR_{inp}). Điều này được khai thác để mã hóa phổ đầy đủ một cách trực tiếp trong miền MDCT, mà không mở rộng băng thông thêm. Tốc độ lấy mẫu đầu vào SR_{inp} , trên đó phép biến đổi MDCT được thực hiện, có thể cao hơn tốc độ lấy mẫu CELP SR_{CELP} , mà các hệ số LP được tính toán. Do đó độ khuếch đại tạo hình LPC chỉ có thể được tính toán cho phần của phổ MDCT tương ứng với phạm vi tần số CELP (f_{CELP}). Đối với phần còn lại của phổ (nếu có), độ khuếch đại tạo hình của băng tần cao nhất được sử dụng.

Fig.2 minh họa trên mức cao của ứng dụng độ khuếch đại tạo hình LPC và đối với TCX trên cơ sở MDCT. Cụ thể, Fig.2 minh họa nguyên lý tạo hình nhiều âm và mã hóa trong TCX hoặc khối mã hóa miền tần số 120 của Fig.1 trên phía bộ mã hóa.

Cụ thể, Fig.2 minh họa sơ đồ khối dạng giản lược của bộ mã hóa. Tín hiệu đầu vào 103 được đưa vào khối lấy mẫu lại 201 để thực hiện việc lấy mẫu lại tín hiệu cho tốc độ lấy mẫu CELP SR_{CELP} , tức là, tốc độ lấy mẫu được yêu cầu bằng khối mã hóa trên cơ sở LP 110 của Fig.1. Hơn nữa, bộ tính toán LPC 203 được đề xuất để tính toán các tham số LPC và trong khối 205, phép gán trọng số trên cơ sở LPC được thực hiện để có tín hiệu còn được xử lý bởi khối mã hóa trên cơ sở LP trên Fig.1, tức là, tín hiệu phần dư LPC mà được mã hóa sử dụng bộ xử lý ACELP.

Ngoài ra, tín hiệu đầu vào 103 được nhập, mà không có phép lấy mẫu lại nào, vào bộ chuyển đổi thời gian-phổ 207 mà được minh họa ví dụ như phép biến đổi MDCT. Hơn nữa, trong khối 209, các tham số LPC được tính toán bởi khối 203 được áp dụng sau phép tính. Cụ thể, khối 209 nhận các tham số LPC được tính từ khối 203 qua dòng 213 hoặc cách khác hoặc ngoài ra từ khối 205 và sau đó suy ra MDCT hoặc,

nhìn chung, các thừa số gán trọng số miền phổ để áp dụng các độ khuếch đại LPC nghịch đảo tương ứng. Khi đó, trong khối 211, phép toán của bộ lượng tử hóa/bộ mã hóa chung được thực hiện mà có thể, ví dụ, là vòng lặp tốc độ mà điều chỉnh độ khuếch đại toàn cục và, ngoài ra, thực hiện phép lượng tử hóa/mã hóa các hệ số phổ, tốt hơn là sử dụng phép mã hóa số học như được minh họa trong thông số kỹ thuật bộ mã hóa EVS đã biết để cuối cùng thu được dòng bit.

Ngược với phương pháp mã hóa CELP, mà tổ hợp bộ mã hóa lõi tại SR_{CELP} và cơ cấu mở rộng băng thông vận hành tại tốc độ lấy mẫu cao hơn, các phương pháp mã hóa trên cơ sở MDCT trực tiếp vận hành trên tốc độ lấy mẫu đầu vào SR_{inp} và mã hóa nội dung của phổ đầy đủ trong miền MDCT.

TCX trên cơ sở MDCT mã hóa lên đến nội dung âm thanh 16kHz tại tốc độ bit thấp, như 9,6 hoặc 13,2 kbit/s SWB. Vì tại tốc độ bit thấp như vậy, chỉ tập con nhỏ gồm các hệ số phổ có thể được mã hóa trực tiếp bằng bộ mã hóa số học, khoảng trống thu được (các vùng gồm giá trị 0) trong phổ được che giấu bằng hai cơ cấu:

- Điền đầy nhiễu âm, mà chèn nhiễu âm ngẫu nhiên vào phổ được giải mã. Năng lượng của nhiễu âm được điều khiển bởi thừa số khuếch đại mà được truyền dẫn trong dòng bit.

- Điền đầy khoảng trống thông minh (Intelligent Gap Filling - IGF), mà chèn các phân tín hiệu từ các phân tần số thấp hơn của phổ. Đặc điểm của các phân tần số được chèn này được điều khiển bởi các tham số, mà được truyền dẫn trong dòng bit.

Điền đầy nhiễu âm được sử dụng các phân tần số thấp hơn lên đến tần số cao nhất, mà có thể được điều khiển bởi LPC được truyền dẫn (f_{CELP}). Phía trên tần số, dụng cụ IGF được sử dụng, mà cung cấp các cơ cấu khác để điều khiển mức của các phân tần số được chèn.

Có hai cơ cấu để quyết định hệ số phổ nào tồn tại qua quy trình mã hóa, hoặc hệ số phổ nào sẽ được thay thế bởi điền đầy nhiễu âm hay IGF.

1) Vòng lặp tốc độ

Sau khi áp dụng độ khuếch đại LPC nghịch đảo, vòng lặp tốc độ được áp dụng. Đối với điều này, độ khuếch đại toàn cục được ước lượng. Tiếp theo, các hệ số phổ được lượng tử hóa, và các hệ số phổ được lượng tử hóa được mã hóa với bộ mã hóa số

học. Dựa trên số thực hoặc nhu cầu bit được ước lượng của bộ mã hóa số học và sai số lượng tử hóa, độ khuếch đại toàn cục tăng hoặc giảm. Điều này tác động đến độ chính xác của bộ lượng tử hóa. Độ chính xác càng thấp, các hệ số phổ được lượng tử hóa về 0 càng nhiều. Áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo sử dụng LPC được tạo trọng số trước vòng lặp tốc độ đảm bảo rằng các vạch thích hợp về cảm quan tồn tại bởi xác suất cao hơn đáng kể so với nội khung không thích hợp về cảm quan.

2) Màn chắn âm IGF

Trên f_{CELP} , tại đó không có LPC khả dụng, cơ cấu khác để nhận biết các thành phần phổ thích hợp về cảm quan được sử dụng: Năng lượng theo vạch được so sánh với năng lượng trung bình trong vùng IGF. Các vạch phổ chiếm ưu thế, mà tương ứng với các phần tín hiệu tương ứng về cảm quan, được giữ lại, tất cả các vạch khác được thiết lập là 0. Phổ MDCT, mà được xử lý trước với màn chắn âm IGF sau đó được nạp vào vòng lặp tốc độ.

LPC được gán trọng số theo sau đường bao phổ của tín hiệu. Bằng cách áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo sử dụng LPC được gán trọng số, phép làm trắng cảm quan được thực hiện. Điều này giảm đáng kể động lực học của phổ MDCT trước vòng lặp mã hóa, và do đó cũng điều khiển phân bố bit trong số các hệ số phổ MDCT trong vòng lặp mã hóa.

Như được giải thích trên đây, LPC được gán trọng số không khả dụng đối với các tần số trên f_{CELP} . Đối với các hệ số MDCT, độ khuếch đại tạo hình băng tần cao nhất dưới f_{CELP} được áp dụng. Điều này hoạt động tốt trong các trường hợp mà độ khuếch đại của băng tần cao nhất dưới f_{CELP} tương ứng mạnh với năng lượng của các hệ số trên f_{CELP} , mà thường là trường hợp do độ nghiêng phổ, và có thể được quan sát trong hầu hết tín hiệu âm thanh. Do đó, quy trình này có lợi, do thông tin tạo hình cho băng tần không cần phải được tính toán hoặc truyền dẫn.

Tuy nhiên, trong trường hợp các thành phần phổ mạnh trên f_{CELP} và độ khuếch đại tạo hình của băng tần số cao nhất dưới f_{CELP} là rất thấp, điều này dẫn đến sự không khớp. Sự không khớp này tác động nặng nề đến công việc hoặc vòng lặp tốc độ, mà tập trung trên các hệ số phổ có biên độ cao nhất. Điều này tại các tốc độ bit thấp sẽ giảm về 0 các thành phần tín hiệu còn lại, đặc biệt trong băng thấp, và tạo ra chất lượng kém về cảm quan.

Các hình vẽ Fig.3 đến Fig.6 minh họa vấn đề, Fig.3 thể hiện phổ MDCT tuyệt đối trước khi áp dụng độ khuếch đại LPC nghịch đảo, Fig.4 thể hiện độ khuếch đại tạo hình LPC tương ứng. Có các đỉnh mạnh trên f_{CELP} có thể nhìn thấy, mà có thứ tự giống với cường độ như các đỉnh cao nhất dưới f_{CELP} . Các thành phần phổ trên f_{CELP} là kết quả của việc xử lý trước trong màn chắn âm IGF. Fig.5 chỉ ra phổ MDCT tuyệt đối sau khi áp dụng các độ khuếch đại LPC nghịch đảo, vẫn trước khi lượng tử hóa. Bây giờ, các đỉnh trên f_{CELP} vượt qua đáng kể các đỉnh dưới f_{CELP} , với hiệu quả mà vòng lặp tốc độ sẽ tập trung chủ yếu trên các đỉnh này. Fig.6 thể hiện kết quả của vòng lặp tốc độ tại các tốc độ bit thấp. Tất cả các thành phần phổ ngoại trừ các đỉnh trên f_{CELP} đã được lượng tử hóa về 0. Điều này dẫn đến kết quả rất kém về cảm quan sau khi quy trình giải mã hoàn thành, do các phần tín hiệu rất thích hợp về tâm thính học tại các tần số thấp hoàn toàn bị thiếu.

Fig.3 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn trước khi áp dụng các độ khuếch đại LPC nghịch đảo.

Fig.4 minh họa các độ khuếch đại tạo hình LPC như được áp dụng. Trên phía bộ mã hóa, phổ được nhân với độ khuếch đại nghịch đảo. Giá trị độ khuếch đại cuối cùng được sử dụng cho tất cả các hệ số MDCT trên f_{CELP} . Fig.4 biểu thị f_{CELP} tại biên bên phải.

Fig.5 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi áp dụng các độ khuếch đại LPC nghịch đảo. Đỉnh cao trên f_{CELP} có thể nhìn thấy rõ ràng.

Fig.6 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi lượng tử hóa. Phổ được hiển thị bao gồm ứng dụng của độ khuếch đại toàn cục, nhưng không có độ khuếch đại LPC. Có thể thấy rằng tất cả hệ số phổ ngoại trừ đỉnh trên f_{CELP} được lượng tử hóa bằng 0.

Tài liệu tham khảo

[1] 3GPP TS 26.445 - Codec for Enhanced Voice Services (EVS); Detailed algorithmic description

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục tiêu của sáng chế là đề xuất khái niệm mã hóa âm thanh được cải thiện.

Mục tiêu này đạt được bởi bộ mã hóa âm thanh theo điểm 1, phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh theo điểm 25 hoặc chương trình máy tính theo điểm 26.

Sáng chế dựa trên việc tìm ra rằng các vấn đề của tình trạng kỹ thuật có thể được chỉ ra bằng cách xử lý trước tín hiệu âm thanh sẽ được mã hóa phụ thuộc vào đặc điểm cụ thể của giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa nằm trong bộ mã hóa âm thanh. Để đạt được mục đích này, vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh được phát hiện. Sau đó, bộ tạo hình để tạo hình băng tần dưới sử dụng thông tin tạo hình cho băng dưới và để tạo hình băng tần trên sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần được sử dụng. Cụ thể, bộ tạo hình được tạo cấu hình thêm để thay thế các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện, ví dụ, trong vùng phổ đỉnh được phát hiện bởi bộ phát hiện trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh. Sau đó, băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được suy giảm được lượng tử hóa và được mã hóa entropi.

Do thực tế rằng băng tần trên đang được suy giảm một cách chọn lọc, tức là, trong vùng phổ đỉnh được phát hiện, vùng phổ đỉnh được phát hiện không thể thống trị hoàn toàn trạng thái của giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa nữa.

Thay vào đó, do thực tế rằng sự suy giảm đã được tạo ra trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh, toàn bộ chất lượng cảm quan của kết quả của phép toán mã hóa được cải thiện. Cụ thể, tại tốc độ bit thấp, nơi mà tốc độ bit hơi thấp là đích chính của giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa, các đỉnh phổ cao trong băng tần trên sẽ tiêu thụ tất cả các bit được yêu cầu bởi giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa, vì bộ mã hóa sẽ được dẫn bởi các phần tần số trên cao và sẽ, do đó, sử dụng tất cả các bit khả dụng trong các phần này. Điều này tự động dẫn đến tình huống trong đó các bit bất kì dành cho các phạm vi tần số dưới quan trọng hơn về cảm quan không còn khả dụng nữa. Do đó, quy trình như vậy sẽ dẫn đến tín hiệu chỉ có các phần tần số cao được mã hóa trong khi các phần tần số dưới chưa được mã hóa hoặc chỉ được mã hóa một cách thô. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng quy trình ít hài lòng về cảm quan khi so với tình huống, trong đó tình huống mơ hồ với các vùng phổ cao chiếm ưu thế hơn được phát hiện và các đỉnh trong phạm vi tần số cao hơn được suy giảm trước khi thực hiện quy trình bộ mã hóa bao gồm bước của bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa entropi.

Tốt hơn là, vùng phổ đỉnh được phát hiện trong băng tần của phổ MDCT. Tuy nhiên, các bộ chuyển đổi thời gian-phổ khác có thể được sử dụng tốt như giàn lọc, giàn lọc QMF, DFT, FFT hoặc bất kì phép chuyển đổi thời gian-tần số nào khác.

Hơn nữa, sáng chế hữu ích ở chỗ, đối với băng tần trên, không yêu cầu tính toán thông tin tạo hình. Thay vào đó, thông tin tạo hình được tính toán ban đầu để băng tần dưới được sử dụng để tạo hình băng tần trên. Do đó, sáng chế đề xuất bộ mã hóa hiệu quả về tính toán vì thông tin tạo hình băng thấp có thể cũng được sử dụng để tạo hình băng cao, vì các vấn đề mà có thể dẫn đến tình huống như vậy, tức là, các giá trị phổ cao trong băng tần trên được chỉ ra bằng sự suy giảm thêm được áp dụng bằng bộ tạo hình ngoài việc tạo hình đơn giản thường được dựa trên đường bao phổ của tín hiệu băng thấp mà có thể, ví dụ, được đặc trưng bởi các tham số LPC cho tín hiệu băng thấp. Nhưng đường bao phổ cũng có thể biểu diễn bởi bất kì số đo tương ứng khác mà có thể sử dụng để thực hiện việc tạo hình trong miền phổ.

Giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa thực hiện phép toán lượng tử hóa và mã hóa trên tín hiệu được tạo hình, tức là, trên tín hiệu băng thấp được tạo hình và trên tín hiệu băng cao được tạo hình, nhưng tín hiệu băng cao được tạo hình còn được nhận phép suy giảm thêm.

Mặc dù phép suy giảm băng cao trong vùng phổ đỉnh được phát hiện là phép toán được xử lý trước mà không thể được khôi phục bởi bộ giải mã nữa, kết quả của bộ giải mã tuy nhiên hài lòng hơn so với tình huống, trong đó phép suy giảm thêm không được áp dụng, vì phép suy giảm dẫn đến thực tế rằng các bit còn lại cho băng tần dưới quan trọng hơn về cảm quan. Do đó, trong các tình huống không chắc trong đó vùng phổ cao với các đỉnh có thể thống trị toàn bộ kết quả mã hóa, sáng chế cung cấp phép suy giảm thêm của các đỉnh này sao cho, cuối cùng, bộ mã hóa “nhìn” tín hiệu đã suy giảm các phần tần số cao và, do đó, tín hiệu được mã hóa vẫn có thông tin tần số thấp có ích và hài lòng về cảm quan. “Sự hi sinh” tương ứng với băng phổ cao không hoặc hầu như không được nhận biết bởi người nghe, vì người nghe, nhìn chung, không có hình ảnh rõ ràng về nội dung tần số cao của tín hiệu nhưng có, xác suất cao hơn nhiều, kì vọng về nội dung tần số thấp. Nói cách khác, tín hiệu mà có nội dung tần số thấp mức rất thấp nhưng nội dung tần số mức cao đáng kể là tín hiệu mà thường được hiểu

là không tự nhiên.

Các phương án được ưu tiên của sáng chế bao gồm bộ phân tích dự báo tuyến tính để suy ra các hệ số dự báo tuyến tính đối với khung thời gian và các hệ số dự báo tuyến tính này biểu diễn thông tin tạo hình hoặc thông tin tạo hình được suy ra từ các hệ số dự báo tuyến tính này.

Trong phương án khác, một vài thừa số tạo hình được tính toán đối với một vài băng phụ của băng tần dưới, và đối với việc gán trọng số trong băng tần trên, thừa số tạo hình được tính toán đối với băng phụ cao nhất của băng tần thấp được sử dụng.

Trong phương án khác, bộ phát hiện xác định vùng phổ đỉnh trong băng tần trên khi ít nhất một nhóm các điều kiện là đúng, trong đó nhóm các điều kiện bao gồm ít nhất điều kiện biên độ băng tần thấp, điều kiện khoảng cách đỉnh và điều kiện biên độ đỉnh. Thậm chí tốt hơn là, vùng phổ đỉnh chỉ được phát hiện khi hai điều kiện là đúng tại cùng thời điểm và thậm chí tốt hơn là, vùng phổ đỉnh chỉ được phát hiện khi cả ba điều kiện là đúng.

Trong phương án khác, bộ phát hiện xác định một vài giá trị được sử dụng để kiểm tra các điều kiện trước hoặc sau phép toán tạo hình khi có hoặc không có phép suy giảm thêm.

Trong phương án, bộ tạo hình được tạo cấu hình để suy giảm các giá trị phổ sử dụng thừa số suy giảm, trong đó thừa số suy giảm được suy ra từ biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới được nhân với số được định trước lớn hơn hoặc bằng 1 và được chia cho biên độ phổ tối đa trong băng tần trên.

Hơn nữa, cách cụ thể, như bằng cách nào phép suy giảm thêm được áp dụng, có thể được thực hiện trong một vài cách khác nhau. Một cách khác là bộ tạo hình đầu tiên thực hiện thông tin gán trọng số sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình đối với băng tần dưới để tạo hình các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện. Khi đó, phép toán gán trọng số tiếp theo được thực hiện sử dụng thông tin suy giảm.

Quy trình thay thế đầu tiên áp dụng phép toán gán trọng số sử dụng thông tin suy giảm và để sau đó thực hiện phép gán trọng số tiếp theo sử dụng thông tin gán trọng số tương ứng với ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới. Phương án khác

là áp dụng thông tin gán trọng số đơn sử dụng thông tin gán trọng số được tổ hợp mà được suy ra từ một mặt là thông tin suy giảm và mặt khác ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới.

Trong tình huống mà phép gán trọng số được thực hiện sử dụng phép nhân, thừa số suy giảm và thông tin tạo hình là thừa số tạo hình và thông tin được gán trọng số được tổ hợp thực tế là thừa số gán trọng số, tức là, thừa số gán trọng số đơn cho thông tin gán trọng số đơn, trong đó thừa số gán trọng số đơn này được suy ra bằng cách nhân thông tin suy giảm và thông tin tạo hình đối với băng dưới. Do đó, trở nên rõ ràng rằng bộ tạo hình có thể được thực thi trong nhiều cách khác nhau, nhưng, tuy nhiên, kết quả là phép tạo hình của băng tần cao sử dụng thông tin tạo hình của băng dưới và phép suy giảm thêm.

Trong phương án, bước của bộ tạo lượng tử hoá và bộ mã hoá bao gồm bộ xử lý vòng lặp tốc độ để ước lượng đặc điểm bộ lượng tử hoá để thu được tốc độ bit được định trước của tín hiệu âm thanh được mã hoá entropi. Trong phương án, đặc điểm lượng tử hóa này là độ khuếch đại toàn cục, tức là, giá trị độ khuếch đại được áp dụng cho toàn bộ phạm vi tần số, tức là, được áp dụng cho toàn bộ giá trị phổ mà sẽ được lượng tử hóa và mã hóa. Khi xuất hiện rằng tốc độ bit được yêu cầu thấp hơn tốc độ bit thu được sử dụng độ khuếch đại toàn cục nhất định, khi đó độ khuếch đại toàn cục tăng và được xác định rằng liệu tốc độ bit thực tế bây giờ ở cùng vạch với yêu cầu, tức là, bây giờ nhỏ hơn hoặc bằng tốc độ bit được yêu cầu. Quy trình này được thực hiện, khi độ khuếch đại toàn cục được sử dụng trong bộ mã hóa trước khi phép lượng tử hóa trong cách này các giá trị phổ được chia bởi độ khuếch đại toàn cục. Tuy nhiên, khi độ khuếch đại toàn cục được sử dụng khác nhau, tức là, bằng cách nhân các giá trị phổ bằng độ khuếch đại toàn cục trước khi thực hiện phép lượng tử hóa, khi đó độ khuếch đại toàn cục giảm khi tốc độ bit thực tế quá cao, hoặc độ khuếch đại toàn cục có thể tăng khi tốc độ bit thực tế thấp hơn mức cho phép.

Tuy nhiên, đặc điểm giai đoạn bộ mã hóa khác có thể cũng được sử dụng trong điều kiện vòng lặp tốc độ nhất định. Ví dụ, một cách sẽ là độ khuếch đại chọn lọc tần số. Quy trình khác sẽ để điều chỉnh băng thông của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào tốc độ bit yêu cầu. Nhìn chung, đặc điểm bộ lượng tử hóa khác, có thể được ảnh hưởng

đề, cuối cùng, tốc độ bit thu được mà ở cùng vạch với tốc độ bit (thấp điển hình) được yêu cầu.

Tốt hơn là, quy trình này được làm phù hợp cụ thể để được tổ hợp với quy trình điền đầy khoảng trống thông minh (xử lý IGF). Trong quy trình này, bộ xử lý màn chắn âm được áp dụng để xác định, trong băng tần trên, nhóm thứ nhất gồm các giá trị phổ sẽ được lượng tử hóa và được mã hóa entropi và nhóm thứ hai gồm các giá trị phổ sẽ được mã hóa theo tham số bởi quy trình điền đầy khoảng trống. Bộ xử lý màn chắn âm thiết lập nhóm thứ hai gồm các giá trị phổ về giá trị 0 để các giá trị này không tiêu thụ nhiều bit trong giai đoạn bộ lượng tử hóa/bộ mã hóa. Mặt khác, xuất hiện các giá trị điển hình thuộc về nhóm thứ nhất gồm các giá trị phổ mà sẽ được lượng tử hóa và được mã hóa entropi là các giá trị trong vùng phổ đỉnh mà, dưới các điều kiện nhất định, có thể được phát hiện và suy giảm thêm trong trường hợp tình huống không chắc đối với giai đoạn bộ lượng tử hóa/bộ mã hóa. Do đó, phép tổ hợp của bộ xử lý màn chắn âm trong khung điền đầy khoảng trống thông minh với phép suy giảm thêm của các vùng phổ đỉnh được phát hiện dẫn đến quy trình bộ mã hóa hiệu quả mà, ngoài ra, tương thích theo chiều ngược và, tuy nhiên, dẫn đến chất lượng cảm quan tốt thậm chí tại các tốc độ bit rất thấp.

Các phương án có lợi với các giải pháp có tiềm năng để giải quyết vấn đề này mà bao gồm các phương pháp để mở rộng phạm vi tần số của LPC hoặc các phương pháp khác để vừa tốt hơn các độ khuếch đại được áp dụng cho các tần số cao hơn f_{CELP} đến các hệ số phổ MDCT thực tế. Tuy nhiên, quy trình này phá hủy tương thích theo chiều ngược, khi bộ mã hóa-giải mã đã được triển khai trên thị trường, và các phương pháp đã được mô tả trước đó sẽ phá vỡ sự tương kết với các phép thực thi đang tồn tại.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Tiếp theo, các phương án ưu tiên của sáng chế được minh họa với việc đối chiếu với các hình vẽ đi kèm trong đó:

Fig.1 minh họa phép xử lý chung và sơ đồ mã hóa trong EVS;

Fig.2 minh họa nguyên lý tạo hình nhiễu âm và mã hóa trong TCX trên phía bộ mã hóa;

Fig.3 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn trước khi áp dụng các độ khuếch đại LPC nghịch đảo;

Fig.4 minh họa tình huống của Fig.3, nhưng với độ khuếch đại tạo hình LPC được áp dụng;

Fig.5 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC, trong đó các đỉnh cao trên f_{CELP} là rõ ràng;

Fig.6 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi lượng tử hóa chỉ có thông tin thông cao và không có thông tin thông thấp.

Fig.7 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC và quy trình xử lý trước phía bộ mã hóa theo sáng chế;

Fig.8 minh họa phương án ưu tiên hơn của bộ mã hóa âm thanh theo sáng chế để mã hóa tín hiệu âm thanh;

Fig.9 minh họa tình huống cho phép tính của thông tin tạo hình khác đối với các băng tần khác và việc sử dụng thông tin tạo hình băng dưới cho băng trên;

Fig.10 minh họa phương án được ưu tiên của bộ mã hóa âm thanh;

Fig.11 minh họa lưu đồ để minh họa chức năng của bộ phát hiện để phát hiện vùng phổ đỉnh;

Fig.12 minh họa phép thực thi được ưu tiên của phép thực thi của điều kiện biên độ băng thấp;

Fig.13 minh họa phương án được ưu tiên của phép thực thi của điều kiện khoảng cách đỉnh;

Fig.14 minh họa phép thực thi được ưu tiên của phép thực thi của điều kiện biên độ đỉnh;

Fig.15a minh họa phép thực thi được ưu tiên của giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa;

Fig.15b minh họa lưu đồ để minh họa phép toán của giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa như bộ xử lý vòng lặp tốc độ;

Fig.16 minh họa quy trình xác định để xác định thừa số suy giảm trong phương án được ưu tiên; và

Fig.17 minh họa phép thực thi được ưu tiên để áp dụng thông tin tạo hình băng thấp đến băng tần trên và phép suy giảm thêm của các giá trị phổ được tạo hình trong hai bước tiếp theo.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.8 minh họa phương án được ưu tiên của bộ mã hóa âm thanh 403 có băng tần dưới và băng tần trên. Bộ mã hóa âm thanh bao gồm bộ phát hiện 802 để phát hiện vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh 103. Hơn nữa, bộ mã hóa âm thanh bao gồm bộ tạo hình 804 để tạo hình băng tần dưới sử dụng thông tin tạo hình cho băng dưới và để tạo hình băng tần trên sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới. Ngoài ra, bộ tạo hình được tạo cấu hình để suy giảm thêm các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện trong băng tần phía trên.

Do đó, bộ tạo hình 804 thực hiện loại “tạo hình đơn” trong băng thấp sử dụng thông tin tạo hình cho băng thấp. Hơn nữa, bộ tạo hình thực hiện thêm loại tạo hình “đơn” trong băng cao sử dụng thông tin tạo hình cho băng thấp và điển hình, băng thấp tần số cao nhất. Phép tạo hình “đơn” được thực hiện trong một số phương án trong băng cao trong đó vùng phổ đỉnh đã được phát hiện bởi bộ phát hiện 802. Hơn nữa, đối với vùng phổ đỉnh trong băng cao, loại tạo hình “kép” được thực hiện, ví dụ, thông tin tạo hình từ băng thấp được áp dụng cho vùng phổ đỉnh và, ngoài ra, phép suy giảm thêm được áp dụng cho vùng phổ đỉnh.

Kết quả của bộ tạo hình 804 là tín hiệu được tạo hình 805. Tín hiệu được tạo hình là băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình, trong đó băng tần trên bao gồm vùng phổ đỉnh. Tín hiệu được tạo hình 805 được tạo hình này được chuyển đến giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 806 để lượng tử hóa băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình bao gồm vùng phổ đỉnh và để mã hóa entropi các giá trị phổ được lượng tử hóa từ băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình bao gồm vùng phổ đỉnh một lần nữa để thu được tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Tốt hơn là, bộ mã hóa âm thanh bao gồm bộ phân tích mã hóa dự báo tuyến tính 808 để suy ra các hệ số dự báo tuyến tính cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh bằng cách phân tích khối các mẫu trong khung thời gian. Tốt hơn là, các mẫu âm thanh này được giới hạn băng đến băng tần dưới.

Ngoài ra, bộ tạo hình 804 được tạo cấu hình để tạo hình băng tần dưới sử dụng các hệ số dự báo tuyến tính như thông tin tạo hình như được minh họa tại 812 trên Fig.8. Hơn nữa, bộ tạo hình 804 được tạo cấu hình để sử dụng ít nhất phần của các hệ số dự báo tuyến tính được suy ra từ khối các mẫu âm thanh được giới hạn băng đến băng tần dưới để tạo hình băng tần trên trong khung thời gian của tín hiệu âm thanh.

Như được minh họa trên Fig.9, băng tần dưới được chia nhỏ thành nhiều băng phụ như, ví dụ, bốn băng phụ SB1, SB2, SB3 và SB4. Ngoài ra, như được minh họa giảm lượng, băng thông phụ tăng từ các băng phụ thấp hơn đến cao hơn, tức là, băng phụ SB4 rộng hơn về tần số so với băng phụ SB1. Tuy nhiên, trong phương án khác, các băng có băng thông bằng nhau có thể cũng được sử dụng.

Các băng phụ SB1 đến SB4 kéo dài đến tần số biên, mà, ví dụ, là f_{CELP} . Do đó, tất cả các băng phụ dưới tần số biên f_{CELP} cấu thành băng dưới và nội dung tần số trên tần số biên cấu thành băng trên.

Cụ thể, bộ phân tích LPC 808 của Fig.8 thường tính các thông tin tạo hình cho mỗi băng phụ riêng. Do đó, bộ phân tích LPC 808 tốt hơn là tính toán bốn loại thông tin băng phụ cho bốn băng phụ SB1 đến SB4 để mỗi băng phụ có thông tin tạo hình được kết hợp của mình.

Hơn nữa, việc tạo hình được áp dụng bởi bộ tạo hình 804 cho mỗi băng phụ SB1 đến SB4 sử dụng thông tin tạo hình được tính toán chính xác cho băng phụ này và, quan trọng hơn, phép tạo hình cho băng trên cũng được thực hiện, nhưng thông tin tạo hình cho băng trên không được tính toán do thực tế rằng bộ phân tích dự báo tuyến tính tính toán thông tin tạo hình nhận được băng tín hiệu được giới hạn băng đến băng tần dưới. Tuy nhiên, để cũng thực hiện phép tạo hình cho băng tần trên, thông tin tạo hình cho băng phụ SB4 được sử dụng để tạo hình băng cao hơn. Do đó, bộ tạo hình 804 được tạo cấu hình để gán trọng số các hệ số phổ của băng tần trên sử dụng thừa số tạo hình để tính toán băng phụ cao nhất của băng tần dưới. Băng phụ cao nhất tương

ứng với SB4 trên Fig.9 có tần số trung tâm cao nhất trong số tất cả các tần số trung tâm của các băng phụ của băng tần dưới.

Fig.11 minh họa lưu đồ được ưu tiên để giải thích chức năng của bộ phát hiện 802. Cụ thể, bộ phát hiện 802 được tạo cấu hình để xác định vùng phổ đỉnh trong băng tần trên, khi ít nhất một trong số nhóm các điều kiện là đúng, trong đó nhóm các điều kiện bao gồm điều kiện biên độ băng thấp 1102, điều kiện khoảng cách đỉnh 1104, và điều kiện biên độ đỉnh 1106.

Tốt hơn là, các điều kiện khác nhau được áp dụng chính xác thứ tự được minh họa trên Fig.11. Nói cách khác, điều kiện biên độ băng thấp 1102 được tính toán trước khi điều kiện khoảng cách đỉnh 1104, và điều kiện khoảng cách đỉnh được tính toán trước điều kiện biên độ đỉnh 1106. Trong trường hợp, trong đó tất cả ba điều kiện phải đúng để phát hiện vùng phổ đỉnh, bộ phát hiện hiệu quả về tính toán được thu bằng cách áp dụng việc xử lý trên Fig.11, trong đó, miễn là điều kiện nhất định không đúng, tức là, sai, quy trình phát hiện cho khung thời gian nhất định được dừng lại và được xác định rằng sự suy giảm của vùng phổ đỉnh trong khung thời gian không được yêu cầu. Do đó, khi đã được xác định cho khung thời gian nhất định rằng điều kiện biên độ băng thấp 1102 không được thỏa mãn, tức là, là sai, khi đó việc điều khiển thực hiện đến quyết định rằng phép suy giảm của vùng phổ đỉnh trong khung thời gian không cần thiết và quy trình tiếp tục mà không cần phép suy giảm thêm. Tuy nhiên, khi bộ điều khiển xác định dành cho điều kiện 1102 rằng điều đó là đúng, điều kiện thứ hai 1104 được xác định. Điều kiện khoảng cách đỉnh này lần nữa được xác định trước biên độ đỉnh 1106 để việc điều khiển xác định rằng không có sự suy giảm vùng phổ đỉnh nào được thực hiện, khi điều kiện 1104 dẫn đến kết quả sai. Chỉ khi điều kiện khoảng cách đỉnh 1104 có kết quả đúng, điều kiện biên độ đỉnh thứ ba 1106 được xác định.

Trong phương án khác, nhiều hoặc ít điều kiện hơn có thể được xác định, và phép xác định liên tiếp hoặc song song có thể được thực hiện, mặc dù phép xác định liên tiếp như được minh họa trên Fig.11 tốt hơn là để lưu tài nguyên tính toán mà có giá trị cụ thể trong các ứng dụng di động rằng pin ắc quy đã được sạc.

Các hình vẽ Fig.12, Fig.13, Fig.14 cung cấp các phương án được ưu tiên cho các điều kiện 1102, 1104 và 1106.

Trong điều kiện biên độ băng thấp, biên độ phổ tối đa trong băng dưới được xác định như được minh họa tại khối 1202. Giá trị là `max+low`. Hơn nữa, trong khối 1204, biên độ phổ tối đa trong băng trên được xác định là được biểu thị là `max_high`.

Trong khối 1206, các giá trị được xác định từ các khối 1232 và 1234 được ưu tiên xử lý cùng nhau với số được định trước c_1 để thu được kết quả đúng hoặc sai của điều kiện 1102. Tốt hơn, các điều kiện trong các khối 1202 và 1204 được thực hiện trước khi tạo hình với thông tin tạo hình băng dưới, tức là, trước khi quy trình được thực hiện bằng bộ tạo hình phổ 804 hoặc, đối với Fig.10, 804a.

Đối với số được định trước c_1 của Fig.12 được sử dụng trong khối 1206, giá trị 16 được ưu tiên, nhưng các giá trị giữa 4 và 30 đã được chứng minh là hữu ích.

Fig.13 minh họa phương án được ưu tiên của điều kiện khoảng cách đỉnh. Trong khối 1302, biên độ phổ tối đa thứ nhất trong băng dưới được xác định là được biểu thị là `max_low`.

Hơn nữa, khoảng cách phổ thứ nhất được xác định như được minh họa tại khối 1304. Khoảng cách phổ thứ nhất này được biểu thị là `dist_low`. Cụ thể, khoảng cách phổ thứ nhất là khoảng cách của biên độ phổ tối đa thứ nhất như được xác định bởi khối 1302 từ tần số biên giữa tần số trung tâm của băng tần dưới và tần số trung tâm của băng tần trên. Tốt hơn là, tần số biên là `f_celp`, nhưng tần số này có thể có bất kì giá trị khác như được nêu trước đó.

Hơn nữa, khối 1306 xác định biên độ phổ tối đa thứ hai trong băng cao hơn mà được gọi là `max_high`. Hơn nữa, khoảng cách phổ thứ hai 1308 được xác định và được biểu thị như `dist_high`. Khoảng cách phổ thứ hai của biên độ phổ tối đa thứ hai từ tần số biên một lần nữa ưu tiên được xác định với `f_celp` phổ như tần số biên.

Hơn nữa, trong khối 1310, được xác định liệu điều kiện khoảng cách đỉnh là đúng, khi biên độ phổ tối đa thứ nhất được gán trọng số bằng khoảng cách phổ thứ nhất và được gán trọng số bởi số được định trước lớn hơn 1 là lớn hơn biên độ phổ tối đa thứ hai được gán trọng số bởi khoảng cách phổ thứ hai.

Tốt hơn là, số được định trước c_2 bằng 4 trong phương án được ưu tiên nhất. Các giá trị giữa 1,5 và 8 đã được chứng minh là có ích.

Tốt hơn là, phép xác định trong khối 1302 và 1306 được thực hiện sau phép tạo hình với thông tin tạo hình băng dưới, tức là, sau khối 804a, nhưng, đương nhiên, trước khối 804b trên Fig.10.

Fig.14 minh họa phép thực thi được ưu tiên của điều kiện biên độ đỉnh. Cụ thể, khối 1402 xác định biên độ phổ tối đa thứ nhất trong băng dưới và khối 1404 xác định biên độ phổ tối đa thứ hai trong băng cao hơn trong đó kết quả của khối 1402 được biểu thị là $\max_low2$ và kết quả của khối 1404 được biểu thị là $\max_high$.

Khi đó, như được minh họa trên khối 1406, điều kiện biên độ đỉnh là đúng, khi biên độ phổ tối đa thứ hai lớn hơn biên độ phổ tối đa thứ nhất được gán trọng số bởi số được định trước c_3 là lớn hơn hoặc bằng 1. c_3 được ưu tiên thiết lập là giá trị 1,5 hoặc giá trị 3 phụ thuộc vào các tốc độ khác trong đó, nhìn chung, các giá trị giữa 1,0 và 5,0 đã được chứng minh là có ích.

Hơn nữa, như được biểu thị trên Fig.14, phép xác định trong các khối 1402 và 1404 diễn ra sau khi tạo hình với thông tin tạo hình băng thấp, tức là, sau phép xử lý được minh họa trong khối 804a và trước phép xử lý được minh họa bởi khối 804b hoặc, đối với Fig.17, sau khối 1702 và trước khối 1704.

Trong phương án khác, điều kiện biên độ đỉnh 1106 và, cụ thể, quy trình trên Fig.14, khối 1402 không được xác định từ giá trị nhỏ nhất của phổ, nhưng phép xác định của biên độ phổ tối đa thứ nhất trong băng dưới được xác định dựa trên phần của băng dưới trong đó phần kéo dài từ tần số bắt đầu được định trước cho đến tần số tối đa của băng tần dưới, trong đó tần số bắt đầu được định trước là lớn hơn tần số tối thiểu của băng tần dưới. Trong phương án, tần số bắt đầu được định trước bằng ít nhất 10% của băng tần dưới trên tần số tối thiểu của băng tần dưới hoặc, trong các phương án khác, tần số bắt đầu được định trước là tại tần số bằng một nửa tần số tối đa của băng tần dưới trong phạm vi dung sai là cộng hoặc trừ 10% của tần số tối đa.

Hơn nữa, tốt hơn là trong đó số được định trước thứ ba c_3 phụ thuộc vào tốc độ bit sẽ được cung cấp bởi bước của bộ lượng tử hóa/bộ mã hóa, để số được định trước cao hơn tốc độ bit cao hơn. Nói cách khác, khi tốc độ bit mà được cung cấp bởi giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 806 là cao, khi đó c_3 cao, trong khi đó, khi tốc độ bit được xác định là thấp, số được định trước c_3 là thấp. Khi phương trình được ưu tiên

trong khối 1406 được xem xét, trở nên rõ ràng rằng số được định trước c_3 càng cao, vùng phổ đỉnh được xác định là càng hiếm. Tuy nhiên, khi c_3 là nhỏ, khi đó vùng phổ đỉnh trong đó có các giá trị phổ cuối cùng sẽ được suy giảm được định trước thường xuyên hơn.

Các khối 1202, 1204, 1402, 1404 hoặc 1302 và 1306 luôn luôn xác định biên độ phổ. Phép xác định của biên độ phổ có thể được thực hiện khác nhau. Một cách xác định đường bao phổ là phép xác định giá trị tuyệt đối của giá trị phổ của phổ thực. Cách khác, biên độ phổ có thể là cường độ của giá trị phổ phức. Trong phương án khác, biên độ phổ có thể là bất kỳ lũy thừa của giá trị phổ của phổ thực hoặc bất kỳ lũy thừa của cường độ của phổ phức, trong đó lũy thừa lớn hơn 1. Tốt hơn là, lũy thừa là số nguyên, nhưng các lũy thừa 1,5 hoặc 2,5 còn được chứng minh là có ích. Tuy nhiên, tốt hơn là, các lũy thừa 2 hoặc 3 được ưu tiên.

Nhìn chung, bộ tạo hình 804 được tạo cấu hình để suy giảm ít nhất một giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện dựa trên biên độ phổ tối đa trong băng tần trên và/hoặc dựa trên biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới. Trong các phương án khác, bộ tạo hình được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa trong phần của băng tần dưới, phần kéo dài từ tần số bắt đầu được định trước của băng tần dưới cho đến tần số tối đa của băng tần dưới. Tần số bắt đầu là lớn hơn tần số tối thiểu của băng tần dưới và tốt hơn là bằng ít nhất 10% của băng tần dưới trên tần số tối thiểu của băng tần dưới hoặc tần số bắt đầu được định trước tốt hơn là tại tần số bằng một nửa tần số tối đa của băng tần dưới trong dung sai là cộng hoặc trừ 10% của tần số tối đa.

Ngoài ra, bộ tạo hình được tạo cấu hình để xác định thừa số suy giảm xác định phép suy giảm thêm, trong đó thừa số suy giảm được suy ra từ biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới được nhân với số được định trước lớn hơn hoặc bằng một và được chia cho biên độ phổ tối đa trong băng tần trên. Để đạt được mục đích này, viện dẫn được thực hiện đến khối 1602 minh họa phép xác định biên độ phổ tối đa trong băng dưới (tốt hơn là sau khi tạo hình, tức là, sau khối 804a trên Fig.10 hoặc sau khối 1702 trên Fig.17).

Hơn nữa, bộ tạo hình được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa trong băng cao hơn, lần nữa ưu tiên sau phép tạo hình như, ví dụ, được thực hiện bởi khối

804a trên Fig.10 hoặc khối 1702 trên Fig.17. Khi đó, trong khối 1606, thừa số suy giảm fac được tính toán như minh họa, trong đó số được định trước c_3 được thiết lập là lớn hơn hoặc bằng 1. Trong các phương án, c_3 trên Fig.16 là số được định trước c_3 giống như trên Fig.14. Tuy nhiên, trong phương án khác, c_3 trên Fig.16 có thể được thiết lập khác với c_3 trên Fig.14. Ngoài ra, c_3 trên Fig.16 mà ảnh hưởng trực tiếp đến thừa số suy giảm cũng phụ thuộc vào tốc độ bit để số được định trước cao hơn c_3 được thiết lập cho tốc độ bit cao hơn sẽ được thực hiện bởi giai đoạn bộ lượng tử hóa/mã hóa 806 như được minh họa trên Fig.8.

Fig.17 minh họa phép thực thi được ưu tiên tương tự với phép thực thi được thể hiện tại Fig.10 tại các khối 804a và 804b, tức là, phép tạo hình với thông tin độ khuếch đại bằng thấp được áp dụng cho các giá trị phổ trên tần số biên như f_{celp} được thực hiện để thu được các giá trị phổ được tạo hình trên tần số biên và ngoài ra trong bước 1704 sau, thừa số suy giảm fac như được tính toán bởi khối 1606 trên Fig.16 được áp dụng trên khối 1704 của Fig.17. Do đó, Fig.17 và Fig.10 minh họa tình huống trong đó bộ tạo hình được tạo cấu hình để tạo hình các giá trị phổ trong vùng phổ được phát hiện dựa trên phép toán gán trọng số thứ nhất sử dụng phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới và phép toán gán trọng số tiếp theo thứ hai sử dụng thông tin suy giảm, tức là, thừa số suy giảm minh họa fac.

Tuy nhiên, trong các phương án khác, thứ tự của các bước trên Fig.17 được đảo ngược để phép toán gán trọng số thứ nhất diễn ra sử dụng thông tin suy giảm và thông tin gán trọng số tiếp theo thứ hai diễn ra sử dụng phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới. Hoặc, cách khác, phép tạo hình được thực hiện sử dụng phép toán gán trọng số đơn sử dụng thông tin gán trọng số được tổ hợp phụ thuộc và được suy ra từ một mặt là thông tin suy giảm và mặt khác ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới.

Như được minh họa trên Fig.17, thông tin suy giảm thêm được áp dụng cho tất cả các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện. Cách khác, thừa số suy giảm chỉ được áp dụng cho, ví dụ, giá trị phổ cao nhất hoặc nhóm các giá trị phổ cao nhất, trong đó các thành phần của nhóm có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 2 đến 10. Hơn nữa, các phương án cũng áp dụng thừa số suy giảm cho tất cả các giá trị phổ trong băng tần

trên mà vùng phổ đỉnh đã được phát hiện bằng bộ phát hiện cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh. Do đó, trong phương án này, thừa số suy giảm tương tự được áp dụng cho toàn bộ băng tần trên khi chỉ giá trị phổ đơn đã được xác định như vùng phổ đỉnh.

Khi, đối với khung nhất định, không có vùng phổ đỉnh nào được phát hiện, khi đó băng tần dưới và băng tần trên được tạo hình bằng bộ tạo hình mà không có bất kì phép suy giảm thêm. Do đó, phép chuyển từ khung thời gian đến khung thời gian được thực hiện, trong đó, phụ thuộc vào phép thực thi, một số loại làm nhẵn thông tin suy giảm được ưu tiên hơn.

Tốt hơn là, giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa bao gồm bộ xử lý vòng lặp tốc độ như được minh họa trên Fig.15a và Fig.15b. Trong phương án, giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 806 bao gồm bộ gán trọng số độ khuếch đại toàn cục 1502, bộ lượng tử hóa 1504 và bộ mã hóa entropi như bộ mã hóa số học hoặc Huffman 1506. Hơn nữa, bộ mã hóa entropi 1506 cung cấp, đối với tập hợp các giá trị được lượng tử hóa nhất định cho khung thời gian, tốc độ bit được ước lượng hoặc được đo đến bộ điều khiển 1508.

Bộ điều khiển 1508 được cấu hình để một mặt nhận tiêu chí kết thúc vòng lặp và/hoặc mặt khác nhận thông tin tốc độ bit được định trước. Miễn là bộ điều khiển 1508 xác định rằng tốc độ bit được định trước không thu được và/hoặc tiêu chí kết thúc không được thỏa mãn, khi đó bộ điều khiển cung cấp độ khuếch đại toàn cục được điều chỉnh cho bộ gán trọng số độ khuếch đại toàn cục 1502. Khi đó, bộ gán trọng số độ khuếch đại toàn cục áp dụng độ khuếch đại toàn cục được điều chỉnh đến các vạch phổ được tạo hình và được suy giảm của khung thời gian. Độ khuếch đại toàn cục được gán trọng số được xuất ra của khối 1502 được cung cấp đến bộ lượng tử hóa 1504 và kết quả được lượng tử hóa được cung cấp đến bộ mã hóa entropi 1506 mà một lần nữa xác định tốc độ bit được lượng tử hóa hoặc được đo cho dữ liệu được gán trọng số với độ khuếch đại toàn cục được điều chỉnh. Trong trường hợp tiêu chí kết thúc được thỏa mãn và/hoặc tốc độ bit được định trước được thỏa mãn, khi đó tín hiệu âm thanh được mã hóa được xuất ra tại vạch đầu ra 814. Tuy nhiên, khi tốc độ bit được định trước không thu được hoặc tiêu chí kết thúc không được thỏa mãn, khi đó

vòng lặp lại bắt đầu. Điều này được minh họa chi tiết hơn trên Fig.15b.

Khi bộ điều khiển 1508 xác định rằng tốc độ bit quá cao như được minh họa trên khối 1510, khi đó độ khuếch đại toàn cục tăng như được minh họa trên khối 1512. Do đó, tất cả các vạch phổ được tạo hình và suy giảm trở nên nhỏ hơn vì chúng được chia bởi độ khuếch đại toàn cục và bộ lượng tử hóa khi đó lượng tử hóa giá trị phổ nhỏ hơn để bộ mã hóa entropi dẫn đến số các bit được yêu cầu nhỏ hơn cho khung thời gian này. Do đó, các quy trình gán trọng số, lượng tử hóa, và mã hóa được thực hiện với độ khuếch đại toàn cục được điều chỉnh như được minh họa trên khối 1514 trên Fig.15b, và, khi đó, một lần nữa được xác định liệu tốc độ bit quá cao hay không. Nếu tốc độ bit vẫn quá cao, một lần nữa các khối 1512 và 1514 được thực hiện. Tuy nhiên, khi được xác định rằng tốc độ bit không quá cao, việc điều khiển xử lý đến bước 1516 mà tóm tắt, liệu tiêu chí kết thúc đã được thỏa mãn hay chưa. Khi tiêu chí kết thúc được thỏa mãn, vòng lặp tốc độ được dừng lại và độ khuếch đại toàn cục cuối cùng được dẫn thêm vào tín hiệu được mã hóa qua giao diện đầu ra như giao diện đầu ra 1014 của Fig.10.

Tuy nhiên, khi được xác định rằng tiêu chí kết thúc chưa được thỏa mãn, khi đó độ khuếch đại toàn cục giảm như được minh họa trên khối 1518 để, cuối cùng, tốc độ bit tối đa được sử dụng. Điều này đảm bảo rằng các khung thời gian dễ dàng mã hóa được mã hóa với độ chính xác cao hơn, tức là, ít tổn hao hơn. Do đó, với các ví dụ như vậy, độ khuếch đại toàn cục giảm như được minh họa trong khối 1518 và bước 1514 được thực hiện với độ khuếch đại toàn cục giảm và bước 1510 được thực hiện để xem liệu tốc độ bit thu được cao hay không.

Một cách tự nhiên, phép thực thi cụ thể về số gia tăng hoặc giảm độ khuếch đại toàn cục có thể được thiết lập như yêu cầu. Ngoài ra, bộ điều khiển 1508 có thể được thực thi để có các khối 1510, 1512 và 1514 hoặc để có các khối 1510, 1516, 1518 và 1514. Do đó, phụ thuộc vào phép thực thi, và cũng phụ thuộc vào giá trị bắt đầu cho độ khuếch đại toàn cục, quy trình có thể sao cho, từ độ khuếch đại toàn cục rất cao, quy trình được bắt đầu cho đến độ khuếch đại toàn cục thấp nhất mà vẫn thỏa mãn yêu cầu tốc độ bit được tìm thấy. Mặt khác, quy trình có thể được thực hiện theo cách mà được bắt đầu từ độ khuếch đại toàn cục tương đối thấp và độ khuếch đại toàn cục tăng

cho đến khi thu được tốc độ bit có thể chấp nhận. Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.15b, thậm chí sự kết hợp giữa cả hai quy trình có thể cũng được áp dụng.

Fig.10 minh họa phép nhúng của bộ mã hóa âm thanh bao gồm các khối 802, 804a, 804b và 806 trong thiết lập bộ mã hóa miền thời gian/miền tần số được chuyển đổi.

Cụ thể, bộ mã hóa âm thanh bao gồm bộ xử lý chung. Bộ xử lý chung bao gồm bộ điều khiển ACELP/TCX 1004 và bộ giới hạn băng như bộ lấy mẫu lại 1006 và bộ phân tích LPC 808. Điều này được minh họa bởi các hộp được đánh bóng được biểu thị bởi 1002.

Hơn nữa, bộ giới hạn băng nạp bộ phân tích LPC mà đã được thảo luận viện dẫn đến Fig.8. Khi đó, thông tin tạo hình LPC được tạo ra bởi bộ phân tích LPC 808 được chuyển đến bộ mã hóa CELP 1008 và đầu ra của bộ mã hóa CELP 1008 được nhập vào giao diện đầu vào 1014 mà tạo ra tín hiệu được mã hóa cuối cùng 1020. Hơn nữa, nhánh mã hóa miền thời gian bao gồm bộ mã hóa 1008 còn bao gồm thêm bộ mã hóa mở rộng băng thông miền thời gian 1010 mà cung cấp thông tin và, điển hình, thông tin tham số như thông tin đường bao phổ cho ít nhất băng cao của đầu vào tín hiệu âm thanh băng đầy đủ tại đầu vào 1001. Tốt hơn là, băng cao được xử lý bởi bộ mã hóa mở rộng băng thông miền thời gian 1010 là băng bắt đầu tại tần số biên mà cũng được sử dụng bởi bộ giới hạn băng 1006. Do đó, bộ giới hạn băng thực hiện lọc thông thấp để thu được băng dưới và băng cao được lọc ra bởi bộ giới hạn băng thông thấp 1006 được xử lý bởi bộ mã hóa mở rộng băng thông miền thời gian 1010.

Mặt khác, nhánh mã hóa miền phổ hoặc TCX bao gồm bộ chuyển đổi thời gian-phổ 1012 và một cách minh họa, màn chắn âm được thảo luận trước và sau để thu được phép xử lý bộ mã hóa điền đầy khoảng trống.

Khi đó, kết quả bộ chuyển đổi thời gian-phổ 1012 và phép xử lý màn chắn tùy chọn thêm được nhập vào bộ tạo hình phổ 804a và kết quả của bộ tạo hình phổ 804a được nhập vào bộ suy giảm 804b. Bộ suy giảm 804b được điều khiển bởi bộ phát hiện 802 mà thực hiện sự phát hiện sử dụng dữ liệu miền thời gian hoặc sử dụng đầu ra của khối bộ chuyển đổi thời gian-phổ 1012 như được minh họa tại 1022. Các khối 804a và 804b cùng thực hiện bộ tạo hình 804 của Fig.8 như đã được thảo luận trước đó. Kết

quả của khối 804 được nhập vào giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 806 mà, trong phương án nhất định, được điều khiển bởi tốc độ bit được định trước. Ngoài ra, khi các số được định trước được áp dụng bởi bộ phát hiện cũng phụ thuộc vào tốc độ bit được định trước, khi đó, tốc độ bit được định trước cũng được nhập vào bộ phát hiện 802 (không được thể hiện trên Fig.10).

Do đó, tín hiệu được mã hóa 1020 nhận dữ liệu từ giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa, thông tin điều khiển từ bộ điều khiển 1004, thông tin từ bộ mã hóa CELP 1008 và thông tin từ bộ mã hóa mở rộng băng thông miền thời gian 1010.

Tiếp theo, các phương án được ưu tiên của sáng chế được thảo luận chi tiết hơn.

Tùy chọn, mà lưu tính tương hợp và tương thích ngược vào các phép thực thi đang có để thực hiện phép xử lý trước phía bộ mã hóa. Thuật toán, như được giải thích tiếp theo, phân tích phổ MDCT. Trong trường hợp thành phần tín hiệu quan trọng dưới f_{CELP} có mặt và các đỉnh cao trên f_{CELP} được tìm thấy, mà có khả năng phá hủy phép mã hóa của phổ đầy đủ trong vòng lặp tốc độ, các đỉnh này trên f_{CELP} được suy giảm. Mặc dù phép suy giảm có thể không được quay lại phía bộ giải mã, tín hiệu được giải mã thu được thỏa mãn hơn đáng kể về cảm quan so với trước đó, trong đó phần lớn phổ được giảm về 0 hoàn toàn.

Phép suy giảm giảm sự tập trung của vòng lặp tốc độ trên các đỉnh trên f_{CELP} và cho phép các hệ số MDCT tần số thấp đáng kể tồn tại sau vòng lặp tốc độ.

Thuật toán sau mô tả phép xử lý trước phía bộ mã hóa:

- 1) Sự phát hiện nội dung băng thấp (ví dụ, 1102):

Sự phát hiện nội dung băng thấp phân tích, liệu các phần tín hiệu băng thấp đáng kể có mặt hay không. Đối với điều này, biên độ tối đa của phổ MDCT dưới và trên f_{CELP} được tìm trên phổ MDCT trước khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo. Quy trình tìm kiếm trả lại các giá trị sau:

a) max_low_pre : Hệ số MDCT tối đa dưới f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối trước khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo

b) max_high_pre : Hệ số MDCT tối đa trên f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối trước khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo. Đối với quyết định, điều kiện sau được đánh giá:

Điều kiện 1: $c_1 * \text{max_low_pre} > \text{max_high_pre}$

Nếu điều kiện 1 là đúng, lượng đáng kể nội dung băng thấp được giả định, và phép xử lý trước được tiếp tục; Nếu điều kiện 1 là sai, phép xử lý trước bị hủy bỏ. Điều này giúp đảm bảo rằng không có tổn hại được áp dụng cho các tín hiệu chỉ băng cao, ví dụ, phép quét sin khi trên f_{CELP} .

Mã giả:

```

max_low_pre = 0;
for(i=0; i<LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs(XM(i));
    if(tmp > max_low_pre)
    {
        max_low_pre = tmp;
    }
}

max_high_pre = 0;
for(i=0; i<LTCX(BW) - LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs(XM(LTCX(CELP) + i));
    if(tmp > max_high_pre)
    {
        max_high_pre = tmp;
    }
}

```

```
if(c1 * max_low_pre > max_high_pre)
```

```
{
```

```
/* continue with pre-processing */
```

```
...
```

```
}
```

trong đó

X_M là phổ MDCT trước khi áp dụng phép tạo hình độ khuếch đại LPC nghịch đảo,

$L_{TCX}^{(CELP)}$ là số lượng các hệ số MDCT lên đến f_{CELP}

$L_{TCX}^{(BW)}$ là số lượng các hệ số MDCT cho phổ MDCT đầy đủ

Trong phép thực thi minh họa c_1 được thiết lập là 16, và fabs trả về giá trị tuyệt đối.

2) Sự đánh giá đỉnh của hệ mét khoảng cách đỉnh (ví dụ 1104):

Hệ mét khoảng cách đỉnh phân tích tác động của các đỉnh phổ trên f_{CELP} trên bộ mã hóa số học. Do đó, biên độ tối đa của phổ MDCT dưới và trên f_{CELP} được tìm trên phổ MDCT sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo, tức là, trong miền mà bộ mã hóa số học được áp dụng. Ngoài biên độ tối đa, khoảng cách từ f_{CELP} cũng được đánh giá. Quy trình tìm kiếm trả lại các giá trị sau:

a) $\max_low$: Hệ số MDCT tối đa dưới f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo

b) dist_low : Khoảng cách $\max_low$ từ f_{CELP}

c) $\max_high$: Hệ số MDCT tối đa trên f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo

d) dist_high : Khoảng cách $\max_high$ từ f_{CELP}

Đối với quyết định, điều kiện sau được đánh giá:

Điều kiện 2: $c_2 * \text{dist_high} * \max_high > \text{dist_low} * \max_low$

Nếu điều kiện 2 là đúng, áp lực đáng kể cho bộ mã hóa số học được giả định, do đỉnh phổ rất cao hoặc tần số cao của đỉnh này. Đỉnh cao sẽ chiếm ưu thế quy trình mã hóa trong vòng lặp tốc độ, tần số cao sẽ cản trở bộ mã hóa số học, vì bộ mã hóa số học luôn luôn chạy từ tần số thấp đến cao, tức là, các tần số cao hơn không hiệu quả để mã hóa. Nếu điều kiện 2 là đúng, phép xử lý trước được tiếp tục. Nếu điều kiện 2 là sai, phép xử lý trước bị hủy bỏ.

```

max_low = 0;
dist_low = 0;
for(i=0; i<LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs( $\tilde{X}_M(L_{TCX}^{(CELP)} - 1 - i)$ );
    if(tmp > max_low)
    {
        max_low = tmp;
        dist_low = i;
    }
}

max_high = 0;
dist_high = 0;
for(i=0; i<LTCX(BW) - LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs( $\tilde{X}_M(L_{TCX}^{(CELP)} + i)$ );
    if(tmp > max_high)
    {
        max_high = tmp;
        dist_high = i;
    }
}

```



```

if(c2 * dist_high * max_high > dist_low * max_low)
{
    /* continue with pre-processing */
    ...
}

```

trong đó

$\tilde{X}_M$ là phổ MDCT sau khi áp dụng phép tạo hình độ khuếch đại nghịch đảo,

$L_{TCX}^{(CELP)}$ là số các hệ số MDCT lên đến f_{CELP}

$L_{TCX}^{(BW)}$ là số các hệ số MDCT cho phổ MDCT đầy đủ

Trong phép thực thi minh họa c_2 được thiết lập là 4.

3) Phép so sánh biên độ đỉnh (ví dụ, 1106):

Cuối cùng, các biên độ đỉnh trong các vùng phổ tương tự về tâm thính học được so sánh. Do đó, biên độ tối đa của phổ MDCT dưới và trên f_{CELP} được tìm trên phổ MDCT sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo. Biên độ tối đa của phổ MDCT dưới f_{CELP} không được tìm kiếm cho phổ đầy đủ, mà chỉ bắt đầu tại $f_{low} > 0$ Hz. Điều này là để loại bỏ các tần số thấp nhất, mà quan trọng nhất về tâm thính học và thường có biên độ cao nhất sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo, và để so sánh các thành phần với tầm quan trọng tâm thính học tương tự. Quy trình tìm kiếm trả lại các giá trị sau:

a) max_low2 : Hệ số MDCT tối đa dưới f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo bắt đầu từ f_{low}

b) max_high : Hệ số MDCT tối đa trên f_{CELP} , được đánh giá trên phổ gồm các giá trị tuyệt đối sau khi áp dụng các độ khuếch đại tạo hình LPC nghịch đảo

Đối với quyết định, điều kiện sau được đánh giá:

Điều kiện 3: $max_high > c_3 * max_low2$

Nếu điều kiện 3 là đúng, các hệ số phổ trên f_{CELP} được giả định, mà có các biên độ cao hơn đáng kể so với chỉ dưới f_{CELP} , và được giả định là tồn tại để mã hóa. Hằng số c_3 xác định độ khuếch đại tối đa, mà là tham số điều chỉnh. Nếu điều kiện 2 là

đúng, phép xử lý trước được tiếp tục. Nếu điều kiện 2 là sai, phép xử lý trước bị hủy bỏ.

Mã giả:

```

max_low2 = 0;
for(i=Llow; i<LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs( $\tilde{X}_M(i)$ );
    if(tmp > max_low2)
    {
        max_low2 = tmp;
    }
}

max_high = 0;
for(i=0; i<LTCX(BW) - LTCX(CELP); i++)
{
    tmp = fabs( $\tilde{X}_M(L_{TCX}^{(CELP)} + i)$ );
    if(tmp > max_high)
    {
        max_high = tmp;
    }
}

if(max_high > c3 * max_low2)
{
    /* continue with pre-processing */
    ...
}

```

trong đó

L_{low} là lúc kết thúc tương đương với f_{low}

X_M là phổ MDCT sau khi áp dụng phép tạo hình độ khuếch đại LPC nghịch đảo,

$L_{TCX}^{(CELP)}$ là số các hệ số MDCT lên đến f_{CELP}

$L_{TCX}^{(BW)}$ là số các hệ số MDCT cho phổ MDCT đầy đủ

Trong việc thực thi ví dụ f_{low} được thiết lập đến $L_{TCX}^{(CELP)}/2$. Trong phép thực thi minh họa c_3 được thiết lập là 1,5 cho tốc độ bit thấp và được thiết lập là 3,0 cho tốc độ cao hơn.

4) Phép suy giảm các đỉnh cao trên f_{CELP} (ví dụ, Fig.16 và Fig.17):

Nếu các điều kiện 1 đến 3 được biết là đúng, phép suy giảm các đỉnh trên f_{CELP} được áp dụng. Phép suy giảm cho phép độ khuếch đại tối đa c_3 được so với vùng phổ tương tự về tâm thính học. Thừa số suy giảm sau đó được tính toán như sau:

$$\text{attenuation_factor} = c_3 * \text{max_low2} / \text{max_high}$$

Thừa số suy giảm sau đó được áp dụng cho tất cả các hệ số MDCT trên f_{CELP} .

5)

Mã giả:

```
if( (c1 * max_low_pre > max_high_pre) &&
    (c2 * dist_high * max_high > dist_low * max_low) &&
    (max_high > c3 * max_low2)
)
{
    fac = c3 * max_low2 / max_high;

    for(i = LTCX(CELP); i < LTCX(BW); i++)
    {
         $\tilde{X}_M(i) = \tilde{X}_M(i) * \text{fac};$ 
    }
}
```

trong đó

X_M là phổ MDCT sau khi ứng dụng phép tạo hình độ khuếch đại LPC nghịch đảo,

$L_{TCX}^{(CELP)}$ là số các hệ số MDCT lên đến f_{CELP}

$L_{TCX}^{(BW)}$ là số các hệ số MDCT cho phổ MDCT đầy đủ

Phép xử lý trước phía bộ mã hóa giảm đáng kể áp lực cho vòng lặp mã hóa trong khi vẫn duy trì các hệ số phổ liên quan trên f_{CELP} .

Fig.7 minh họa phổ MDCT của khung giới hạn sau khi áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC và quy trình xử lý trước phía bộ mã hóa được mô tả trên đây. Phụ thuộc vào các giá trị số được lựa chọn cho c_1 , c_2 và c_3 phổ thu được, mà sau đó được nạp vào vòng lặp tốc độ, có thể giống như trên. Chúng được giảm đáng kể, nhưng vẫn có thể tồn tại ở vòng lặp tốc độ, mà không tiêu thụ các bit khả dụng.

Mặc dù một vài khía cạnh đã được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước xử lý của phương pháp hoặc đặc điểm của bước xử lý của phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong phạm vi 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. Trong một số phương án, một hoặc nhiều trong số các bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bằng các thiết bị như vậy.

Tín hiệu âm thanh được mã hóa theo sáng chế có thể được lưu trữ trên môi trường lưu trữ kỹ thuật số hoặc có thể được truyền trong môi trường truyền 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 thi trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Phương án có thể được thực hiện sử dụng vật ghi lưu trữ không tạm thời hoặc 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 bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính khả trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số có thể 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 khả trình, 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 thi như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình hoạt động để thực hiện một trong 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 vật mang có thể đọc được bằng máy.

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

Nói cách khác, do đó, 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.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, vật ghi đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong 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 tạm thời.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu thể hiện 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 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 khả trình, 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 bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được cấu hình để truyền tải (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số 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 truyền tải chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng công 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 công 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.

Thiết bị được mô tả ở đây, hoặc bất kì bộ phận nào của thiết bị được mô tả trong sáng chế này, có thể được thực thi ít nhất riêng phần trong phần cứng và phần mềm.

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 pháp được mô tả ở đây, hoặc bất kì bộ phận nào của thiết bị được mô tả trong sáng chế này, có thể được thực hiện ít nhất riêng phần bởi phần cứng và phần mềm.

Các phương án được mô tả bên trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các cải biên 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.

Trong phần mô tả tiếp theo, có thể thấy rằng các đặc điểm khác nhau được nhóm cùng nhau trong các phương án cho mục đích hợp lý hóa các bộc lộ trong bản mô tả này. Phương pháp của sáng chế không được hiểu như phản ánh ý định mà các phương án được bảo hộ yêu cầu nhiều tính năng hơn được kể lại trong mỗi yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, các điểm sau đây phản ánh, đối tượng bảo hộ theo sáng chế có thể nằm trong ít hơn tất cả các đặc điểm của phương án được bộc lộ riêng. Do đó, các yêu cầu bảo hộ sau đây được kết hợp với phần mô tả chi tiết của sáng chế, trong đó mỗi điểm có thể đứng riêng như một phương án riêng biệt. Trong khi mỗi điểm có thể đứng riêng như một phương án riêng biệt, cần phải lưu ý rằng, mặc dù điểm phụ thuộc có thể đề cập

đến trong các điểm - các phương án khác có thể cũng bao gồm sự kết hợp điểm phụ thuộc với đối tượng của mỗi điểm phụ thuộc hoặc tổ hợp của mỗi đặc điểm với các điểm phụ thuộc và độc lập khác. Sự tổ hợp như vậy được đề xuất trong bản mô tả trừ khi được chỉ rõ không có dự định cho sự tổ hợp đặc biệt. Hơn nữa, được dự định để bao gồm cả các đặc điểm của điểm đến điểm độc lập khác thậm chí nếu điểm không trực tiếp được tạo thành phụ thuộc vào điểm độc lập.

Hơn nữa lưu ý rằng các phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả hoặc bộ yêu cầu bảo hộ có thể được thực thi bởi thiết bị có phương tiện thực hiện mỗi bước tương ứng của các phương pháp này.

Hơn nữa, trong một số phương án, bước đơn có thể bao gồm hoặc có thể chia thành nhiều bước phụ. Các bước phụ như vậy có thể nằm trong và là một phần của bản mô tả bước đơn này trừ khi được loại trừ riêng.

Phụ lục

Theo đó, các phần của phiên bản tiêu chuẩn 13 nêu trên (3GPP TS 26.445 - Codec for Enhanced Voice Services (EVS); Detailed algorithmic description) được biểu thị. Phần 5.3.3.2.3 mô tả phương án được ưu tiên của bộ tạo hình, phần 5.3.3.2.7 mô tả phương án được ưu tiên của bộ lượng tử hóa từ giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa, và phần 5.3.3.2.8 mô tả bộ mã hóa số học trong phương án được ưu tiên của bộ mã hóa trong giai đoạn bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa, trong đó, vòng lặp tốc độ được ưu tiên cho tốc độ bit bất biến và độ khuếch đại toàn cục được mô tả trong phần 5.3.2.8.1.2. Các đặc điểm IGF của phương án được ưu tiên được mô tả trong phần 5.3.3.2.11, trong đó viện dẫn cụ thể đến phần 5.3.3.2.11.5.1 phép tính toán màn chắn âm IGF. Các phần khác của tiêu chuẩn được kết hợp bởi viện dẫn trong bản mô tả này.

5.3.3.2.3 Phép tạo hình LPC trong miền MDCT

5.3.3.2.3.1 Nguyên tắc chung

Việc tạo hình LPC được thực hiện trong miền MDCT bằng cách áp dụng các thừa số khuếch đại được tính toán từ các hệ số bộ lọc LP được lượng tử hóa được gán trọng số đến phổ MDCT. Tốc độ lấy mẫu đầu vào sr_{inp} , trên đó phép biến đổi MDCT được thực hiện, có thể cao hơn tốc độ lấy mẫu CELP sr_{celp} , mà các hệ số LP được tính

toán. Do đó độ khuếch đại tạo hình LPC chỉ có thể được tính toán cho phần của phổ MDCT tương ứng với phạm vi tần số CELP. Đối với phần còn lại của phổ (nếu có), độ khuếch đại tạo hình của băng tần cao nhất được sử dụng.

5.3.3.2.3.2 Phép tính toán các độ khuếch đại tạo hình LPC

Để tính toán 64 độ khuếch đại tạo hình LPC, các hệ số bộ lọc LP được gán trọng số $\tilde{a}$ đầu tiên được biến đổi thành miền tần số sử dụng DFT được xếp chồng lên có độ dài 128:

$$X_{LPC}(b) = \sum_{i=0}^{16} \tilde{a}(i) e^{-j \frac{\pi}{128} (2b+1)i} \quad (1)$$

Độ khuếch đại tạo hình LPC g_{LPC} khi đó được tính toán như các giá trị tuyệt đối nghịch đảo là X_{LPC} :

$$g_{LPC}(b) = \frac{1}{|X_{LPC}(b)|}, \quad b = 0 \dots 63 \quad (2)$$

5.3.3.2.3.3 Áp dụng độ khuếch đại tạo hình LPC cho phổ MDCT

Các hệ số MDCT X_M tương ứng với phạm vi tần số CELP được nhóm thành 64 băng phụ. Các hệ số của mỗi băng phụ được nhân với nghịch đảo của độ khuếch đại tạo hình LPC tương ứng để thu được phổ được tạo hình $\tilde{X}_M$. Nếu số các ngăn MDCT tương ứng với phạm vi tần số CELP $L_{TCX}^{(celp)}$ không phải bội số của 64, độ rộng của băng phụ biến thiên bởi một kí tự nhị phân như được định nghĩa bởi mã giả sau đây:

$$w = \lfloor L_{TCX}^{(celp)} / 64 \rfloor, \quad r = L_{TCX}^{(celp)} - 64w$$

if $r = 0$ then

$$s = 1, \quad w_1 = w_2 = w$$

else if $r \leq 32$ then

$$s = \lfloor 64/r \rfloor, \quad w_1 = w, \quad w_2 = w + 1$$

else

$$s = \lfloor 64/(64-r) \rfloor, \quad w_1 = w+1, \quad w_2 = w$$

$$i = 0$$

for $j = 0, \dots, 63$

{

if $j \bmod s \neq 0$ then

$$w = w_1$$

else

$$w = w_2$$

for $l = 0, \dots, \min(w, L_{TCX}^{(celp)} - i) - 1$

{

$$\tilde{X}_M(i) = X_M(i) / g_{LPC}(j)$$

$$i = i + 1$$

}

}

Các hệ số MDCT còn lại trên phạm vi tần số CELP (nếu có) được nhân với nghịch đảo của độ khuếch đại tạo hình LPC cuối cùng:

$$\tilde{X}_M(i) = \frac{X_M(i)}{g_{LPC}(63)}, \quad i = L_{TCX}^{(celp)} \dots L_{TCX}^{(bw)} - 1 \quad (3)$$

5.3.3.2.4 Tăng cường tần số thấp thích ứng

5.3.3.2.4.1 Nguyên tắc chung

Mục đích của quy trình tăng cường và giảm dần tần số thấp thích ứng (adaptive low-frequency emphasis and de-emphasis - ALFE) là để cải thiện hiệu quả chủ quan của bộ mã hóa-giải mã TCX tần số-thời gian tại các tần số thấp. Để đạt được mục đích này, các vạch phổ MDCT tần số thấp được khuếch đại trước phép lượng tử hóa trong bộ mã hóa, nhờ đó tăng SNR lượng tử hóa, và sự khuếch đại này chưa được hoàn thành trước quy trình MDCT nghịch đảo trong các bộ giải mã bên trong và bên ngoài

để ngăn các thành phần lạ khuếch đại.

Có hai thuật toán ALFE khác nhau mà được lựa chọn một cách thích hợp trong bộ mã hóa và bộ giải mã dựa trên lựa chọn thuật toán mã hóa số học và tốc độ bit. Thuật toán ALFE 1 được sử dụng tại 9,6kbps (bộ mã hóa số học trên cơ sở đường bao) và tại 48kbps trở lên (bộ mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh). Thuật toán ALFE 2 được sử dụng từ 13,2kbps lên đến cả 32kbps. Trong bộ mã hóa, ALFE hoạt động trên các vạch phổ trong vectơ $x[]$ đứng ngay trước (thuật toán 1) hoặc sau (thuật toán 2) mỗi phép lượng tử hóa MDCT, mà hoạt động nhiều lần bên trong vòng lặp tốc độ trong trường hợp bộ mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh (xem phần con 5.3.3.2.8.1).

5.3.3.2.4.2 Thuật toán tăng cường thích ứng 1

Thuật toán ALFE 1 vận hành dựa trên các độ khuếch đại băng tần LPC, $lpcGains[]$. Thứ nhất, cực tiểu và cực đại của chín độ khuếch đại đầu tiên - các độ khuếch đại tần số thấp (low-frequency - LF) - được tìm thấy sử dụng phép so sánh các phép toán được thực hiện trong vòng lặp trên các chỉ số độ khuếch đại từ 0 đến 8.

Khi đó, nếu tỉ lệ giữa cực tiểu và cực đại vượt quá ngưỡng $1/32$, sự tăng dần các vạch thấp nhất trong x được thực hiện sao cho vạch thứ nhất (DC) được khuếch đại bởi $(32 \min/\max)^{0,25}$ và vạch thứ 33 không được khuếch đại:

```
tmp = 32 * min
if ((max < tmp) && (max > 0))
{
    fac = tmp = pow(tmp / max, 1/128)
    for (i = 31; i >= 0; i--)
    { /* gradual boosting of lowest 32 lines */
        x[i] *= fac
        fac *= tmp
    }
}
```

5.3.3.2.4.3 Thuật toán tăng cường thích ứng 2

Thuật toán ALFE 2, không giống như thuật toán 1, không vận hành dựa trên các độ khuếch đại LPC được truyền dẫn được tạo tín hiệu bằng phép biến đổi đến các vạch MDCT LF được lượng tử hóa. Quy trình được chia thành năm bước liên tiếp sau:

- Bước 1: đầu tiên tìm cực đại cường độ thứ nhất tại chỉ số i_max trong phần tư phổ thấp hơn ($k = 0 \dots L_{TCX}^{(bw)} / 4$) sử dụng $invGain = 2/g_{TCX}$ và cải biến cực đại: $xq[i_max] += (xq[i_max] < 0) ? -2 : 2$

- Bước 2: khi đó nén phạm vi của tất cả $x[i]$ lên đến i_max bởi lượng tử hóa lại tất cả các vạch tại $k = 0 \dots i_max - 1$ như trong phần con mô tả phép lượng tử hóa, nhưng sử dụng $invGain$ thay vì g_{TCX} như thừa số khuếch đại toàn cục.

- Bước 3: tìm kiếm cực tiểu cường độ dưới i_max ($k = 0 \dots L_{TCX}^{(bw)} / 4$) mà cao bằng một nửa nếu $i_max > -1$ sử dụng $invGain = 4/g_{TCX}$ và cải biến cực đại: $xq[i_max] += (xq[i_max] < 0) ? -2 : 2$

- Bước 4: nén lại và lượng tử hóa tất cả $x[i]$ lên đến một nửa chiều cao i_max được tìm thấy trong bước trước đó, như bước 2

- Bước 5: hoàn thiện và luôn nén hai vạch tại i_max mới nhất được tìm thấy, tức là, tại $k = i_max + 1, i_max + 2$, một lần nữa sử dụng $invGain = 2/g_{TCX}$ nếu i_max ban đầu được tìm thấy trong 1 là lớn hơn -1 , hoặc nếu không, sử dụng $invGain = 4/g_{TCX}$. Tất cả i_max được khởi tạo về -1 . Để biết rõ chi tiết, vui lòng xem `AdaptLowFreqEmph()` trong `tcx_utils_enc.c`.

5.3.3.2.5 Ước số nhiều âm phổ trong phổ lũy thừa

Để dẫn phép lượng tử hóa trong quy trình mã hóa TXC, ước số nhiều âm giữa 0 (âm) và 1 (tương tự nhiều âm) được xác định cho mỗi vạch phổ MDCT trên tần số được chỉ rõ dựa trên phổ lũy thừa của phép biến đổi hiện thời. Phổ lũy thừa $X_P(k)$ được tính toán từ các hệ số MDCT $X_M(k)$ và các hệ số MDST $X_S(k)$ trên phân đoạn tín hiệu miền thời gian và với phép toán tạo cửa sổ tương tự:

$$X_P(k) = X_M^2(k) + X_S^2(k) \quad \text{for } k = 0 \dots L_{TCX}^{(bw)} - 1 \quad (4)$$

Mỗi ước số nhiều âm $noiseFlags(k)$ sau đó được tính toán như sau. Thứ nhất, nếu

chiều dài biến đổi được thay đổi (ví dụ, sau phép biến đổi chuyển tiếp TCX theo sau khung ACELP) hoặc nếu khung trước đó không sử dụng phép mã hóa TCX20 (ví dụ, trong trường hợp độ dài phép biến đổi ngắn hơn đã được sử dụng trong khung cuối), tất cả $noiseFlags(k)$ lên đến $L_{TCX}^{(bw)} - 1$ được thiết lập lại từ 0. Vạch bắt đầu ước số nhiễu âm k_{start} được khởi tạo theo bảng sau 1.

Bảng 1: Bảng khởi tạo k_{start} trong ước số nhiễu âm

Tốc độ bit (kbps)	9,6	13,2	16,4	24,4	32	48	96	128
bw= NB, WB	66	128	200	320	320	320	320	320
bw=SWB,FB	44	96	160	320	320	256	640	640

Đối với các phép biến đổi ACELP thành TCX, k_{start} được định tỉ lệ bằng 1,25. Khi đó, nếu vạch bắt đầu ước số nhiễu âm k_{start} là nhỏ hơn $L_{TCX}^{(bw)} - 6$, $noiseFlags(k)$ tại và trên k_{start} được suy ra theo đệ quy từ tổng đang chạy của các vạch phổ lũy thừa:

$$s(k) = \sum_{i=k-7}^{k+7} X_P(i), \quad c(k) = \sum_{i=k-1}^{k+1} X_P(i) \quad (5)$$

$$noiseFlags(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } s(k) \geq (1.75 - 0.5 \cdot noiseFlags(k)) \cdot c(k) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{for } k_{start} \dots L_{TCX}^{(bw)} - 8 \quad (6)$$

Hơn nữa, mỗi lần $noiseFlags(k)$ được cho giá trị 0 trong vòng lặp trên, biến số $lastTone$ được thiết lập là $k - 7$ vạch phía trên được xử lý riêng biệt vì $s(k)$ không thể được cập nhật thêm nữa ($c(k)$), tuy nhiên, được tính toán như trên):

$$noiseFlags(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } s(L_{TCX}^{(bw)} - 8) \geq (1.75 - 0.5 \cdot noiseFlags(k)) \cdot c(k) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{for } L_{TCX}^{(bw)} - 7 \dots L_{TCX}^{(bw)} - 2 \quad (7)$$

Vạch trên cùng tại $k = L_{TCX}^{(bw)} - 1$ được định nghĩa là tương tự nhiễu âm, do đó $noiseFlags(L_{TCX}^{(bw)} - 1) = 1$. Cuối cùng, nếu biến số $lastTone$ (mà được khởi tạo về 0) là lớn

hơn 0, khi đó $noiseFlags(lastTone + 1) = 0$. Lưu ý rằng quy trình này chỉ được thực hiện trong TCX20, không trong các chế độ TCX khác ($noiseFlags(k) = 0$ for $k = 0..L_{TCX}^{(bw)} - 1$).

5.3.3.2.6 Bộ phát hiện thừa số thông thấp

Thừa số thông thấp c_{lpf} được xác định dựa trên phổ lũy thừa cho tất cả các tốc độ bit dưới 32,0kbps. Do đó, phổ lũy thừa $X_P(k)$ được so sánh lặp đi lặp lại với ngưỡng t_{lpf} cho tất cả $k = L_{TCX}^{(bw)} - 1 \dots L_{TCX}^{(bw)} / 2$, trong đó $t_{lpf} = 32.0$ đối với các cửa sổ MDCT thường và $t_{lpf} = 64.0$ đối với các cửa sổ chuyển tiếp ACELP thành MDCT. Phép lặp dừng ngay khi $X_P(k) > t_{lpf}$.

Thừa số thông thấp c_{lpf} xác định như $c_{lpf} = 0.3 \cdot c_{lpf,prev} + 0.7 \cdot (k+1) / L_{TCX}^{(celp)}$, trong đó $c_{lpf,prev}$ là thừa số thông thấp được định trước cuối cùng. Tại lúc bắt đầu bộ mã hóa, $c_{lpf,prev}$ được thiết lập là 1,0. Thừa số thông thấp c_{lpf} được sử dụng để xác định ô dừng điền đầy nhiễu âm (xem phần con 5.3.3.2.10.2).

5.3.3.2.7 Bộ lượng tử hóa đồng đều với vùng chết thích ứng

Đối với phép lượng tử hóa đồng đều của phổ MDCT $\tilde{X}_M$ sau hoặc trước khi ALFE (phụ thuộc vào thuật toán tăng cường được áp dụng, xem phần con 5.3.3.2.4.1), các hệ số đầu tiên được chia ra bởi độ khuếch đại toàn cục g_{TCX} (xem phần con 5.3.3.2.8.1.1), mà điều khiển kích thước bước của phép lượng tử hóa. Các kết quả sau đó được làm tròn về 0 với độ lệch làm tròn được thích ứng cho mỗi hệ số dựa trên cường độ của hệ số (liên quan đến g_{TCX}) và âm (như được xác định bởi $noiseFlags(k)$ trong phần con 5.3.3.2.5). Đối với các vạch phổ tần số cao với độ khuếch đại thấp và cường độ, độ lệch làm tròn là 0 được sử dụng, trong đó đối với tất cả các vạch phổ khác, độ lệch 0,375 được sử dụng. Cụ thể hơn, thuật toán sau được thực hiện.

Bắt đầu từ hệ số MDCT được mã hóa cao nhất tại chỉ số $k = L_{TCX}^{(bw)} - 1$, chúng ta thiết lập $\tilde{X}_M(k) = 0$ và số giảm k bằng 1 miễn là điều kiện $noiseFlags(k) > 0$ và $|\tilde{X}_M(k)| / g_{TCX} < 1$ đánh giá là đúng. Khi đó xuống từ vạch thứ nhất tại chỉ số $k' \geq 0$ khi

điều kiện này không được đáp ứng (mà đã được đảm bảo vì $noiseFlag(0)=0$), làm tròn về 0 với độ lệch làm tròn là 0,375 và giới hạn các giá trị nguyên thu được đến phạm vi từ -32768 đến 32767 được thực hiện:

$$\hat{X}_M(k) = \begin{cases} \min\left(\left\lfloor \frac{\tilde{X}_M(k)}{g_{TCX}} + 0.375 \right\rfloor, 32767\right) & , \tilde{X}_M(k) > 0 \\ \max\left(\left\lfloor \frac{\tilde{X}_M(k)}{g_{TCX}} - 0.375 \right\rfloor, -32768\right) & , \tilde{X}_M(k) \leq 0 \end{cases} \quad (8)$$

với $k = 0..k'$. Cuối cùng, tất cả các hệ số của $\hat{X}_M(k)$ tại và trên $k = L_{TCX}^{(bw)}$ được thiết lập về 0.

5.3.3.2.8 Bộ mã hóa số học

Các hệ số phổ được lượng tử hóa được mã hóa im lặng bằng bộ mã hóa entropi và cụ thể hơn bằng phép mã hóa số học.

Phép mã hóa số học sử dụng 14 xác suất chính xác bit để tính toán mã của mình. Sự phân bố xác suất theo thứ tự bảng chữ cái có thể được suy ra theo các cách khác nhau. Tại tốc độ thấp, được suy ra từ đường bao LPC, trong khi tại các tốc độ cao, được suy ra từ ngữ cảnh quá khứ. Trong cả hai trường hợp, mô hình sóng hài có thể được thêm vào để tinh chỉnh mô hình xác suất.

Mã giả sau mô tả chương trình mã hóa số học, mà được sử dụng để mã hóa bất kỳ biểu tượng nào được kết hợp với mô hình xác suất. Mô hình xác suất được biểu diễn bởi bảng tần số lũy tích *cum_freq[]*. Phép đạo hàm mô hình xác suất được mô tả trong phần con sau.

```
/* global variables */
```

```
low
```

```
high
```

```
bits_to_follow
```

```
ar_encode(symbol, cum_freq[])
```

```
{
```

```
    if (ari_first_symbol()) {
```

```
        low = 0;
```

```

high = 65535;
bits_to_follow = 0;
}
range = high-low+1;
if (symbol > 0) {
high = low + ((range*cum_freq[symbol-1])>>14) - 1;
}
low += ((range*cum_freq[symbol-1])>>14) - 1;
for (;;) {
if (high < 32768 ) {
write_bit(0);
while ( bits_to_follow ) {
write_bit(1);
bits_to_follow--;
}
}
else if (low >= 32768 ) {
write_bit(1)
while ( bits_to_follow ) {
write_bit(0);
bits_to_follow--;
}
low -= 32768;
high -= 32768;
}
else if ( (low >= 16384) && (high < 49152) ) {
bits_to_follow += 1;
low -= 16384;
high -= 16384;
}
else break;

```

```

low += low;
high += high+1;
}
if (ari_last_symbol()) /* flush bits */
if ( low < 16384 ) {
write_bit(0);
while ( bits_to_follow > 0 ) {
write_bit(1);
bits_to_follow--;
}
} else {
write_bit(1);
while ( bits_to_follow > 0 ) {
write_bit(0);
bits_to_follow--;
}
}
}

```

Hàm trợ giúp *ari_first_symbol()* và *ari_last_symbol()* phát hiện biểu tượng thứ nhất và biểu tượng cuối cùng của từ mã được tạo ra tương ứng.

5.3.3.2.8.1 Bộ mã hóa-giải mã số học dựa trên ngữ cảnh

5.3.3.2.8.1.1 Bộ ước lượng độ khuếch đại toàn cục

Phép ước lượng độ khuếch đại toàn cục g_{TCX} cho khung TCX được thực hiện trong hai bước lặp đi lặp lại. Ước lượng thứ nhất xem xét độ khuếch đại SNR là 6dB mỗi mẫu mỗi bit từ SQ. Ước lượng thứ hai làm mịn ước lượng bằng cách xem xét phép mã hóa entropi.

Năng lượng của mỗi khối gồm 4 hệ số được tính thứ nhất:

$$E[k] = \sum_{i=0}^4 \hat{X}^2[4.k+i] \quad (9)$$

Tìm kiếm hai phần được thực hiện với độ phân giải cuối cùng là 0,125dB:

Phép khởi tạo: Thiết lập $fac = offset = 12,8$ và $target = 0,15(target_bits - L/16)$

Phép lặp: Thực hiện khối các phép toán sau đây 10 lần

$$1- fac=fac/2$$

$$2- offset = offset - fac$$

$$2- ener = \sum_{i=0}^{L/4} a[i], \text{ where } a[i] = \begin{cases} E[k] - offset & \text{if } E[k] - offset > 0.3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$3- \text{if}(ener > target) \text{ then } offset=offset+fac$$

Ước lượng thứ nhất của độ khuếch đại được cho bởi:

$$g_{TCX} = 10^{0.45+offset/2} \quad (10)$$

5.3.3.2.8.1.2 Vòng lặp tốc độ cho tốc độ bit bất biến và độ khuếch đại toàn cục

Để thiết lập độ khuếch đại tốt nhất g_{TCX} trong các hạn chế của $used_bits \leq target_bits$, quy trình hội tụ của g_{TCX} và $used_bits$ được thực hiện bằng cách sử dụng các giá trị và các hằng số sau:

W_{Lb} và W_{Ub} biểu thị các trọng số tương ứng với cận dưới và cận trên,

g_{Lb} và g_{Ub} biểu thị các độ khuếch đại tương ứng với cận dưới và cận trên, và

Lb_found và Ub_found biểu thị các cờ hiệu biểu thị g_{Lb} và g_{Ub} được tìm thấy, lần lượt.

μ và η là các biến số với $\mu = \max(1, 2.3 - 0.0025 * target_bits)$ và $\eta = 1/\mu$.

λ và ν là các hằng số, được thiết lập là 10 và 0,96.

Sau khi ước lượng ban đầu về sự tiêu thụ bit bằng phép mã hóa số học, $stop$ được thiết lập là 0 khi $target_bits$ lớn hơn $used_bits$, trong khi $stop$ được thiết lập là $used_bits$

khi $used_bits$ lớn hơn $target_bits$.

Nếu $stop$ lớn hơn 0, điều đó có nghĩa là $used_bits$ lớn hơn $target_bits$,

g_{TCX} cần phải được cải biên để lớn hơn giá trị trước và Lb_found được thiết lập là TRUE (đúng), g_{Lb} được thiết lập như g_{TCX} trước. W_{Lb} được thiết lập là

$$W_{Lb} = stop - target_bits + \lambda, \quad (11)$$

Khi Ub_found đã được thiết lập, điều đó có nghĩa là $used_bits$ đã nhỏ hơn $target_bits$, g_{TCX} được cập nhật như giá trị nội suy giữa cận trên và cận dưới.

$$g_{TCX} = (g_{Lb} \cdot W_{Ub} + g_{Ub} \cdot W_{Lb}) / (W_{Ub} + W_{Lb}), \quad (12)$$

Nếu không, điều đó có nghĩa là Ub_found là FALSE (sai), độ khuếch đại được khuếch đại như

$$g_{TCX} = g_{TCX} \cdot (1 + \mu \cdot ((stop/v) / target_bits - 1)), \quad (13)$$

với tỉ lệ khuếch đại lớn hơn khi tỉ lệ $used_bits (= stop)$ và $target_bits$ là lớn hơn để nhanh thu được g_{Ub} .

Nếu $stop$ bằng 0, điều đó có nghĩa là $used_bits$ nhỏ hơn $target_bits$,

g_{TCX} nên nhỏ hơn giá trị trước và Ub_found được thiết lập là 1, Ub được thiết lập như g_{TCX} trước và W_{Ub} được thiết lập là

$$W_{Ub} = target_bits - used_bits + \lambda, \quad (14)$$

Nếu Lb_found đã được thiết lập, độ khuếch đại được tính toán như

$$g_{TCX} = (g_{Lb} \cdot W_{Ub} + g_{Ub} \cdot W_{Lb}) / (W_{Ub} + W_{Lb}), \quad (15)$$

nếu không, để nhanh hạ thấp độ khuếch đại bằng g_{Lb} , độ khuếch đại được giảm như,

$$g_{TCX} = g_{TCX} \cdot (1 - \eta \cdot (1 - (used_bits \cdot v) / target_bits)), \quad (16)$$

với tỉ lệ độ khuếch đại giảm lớn hơn khi tỉ lệ $used_bits$ và $target_bits$ nhỏ.

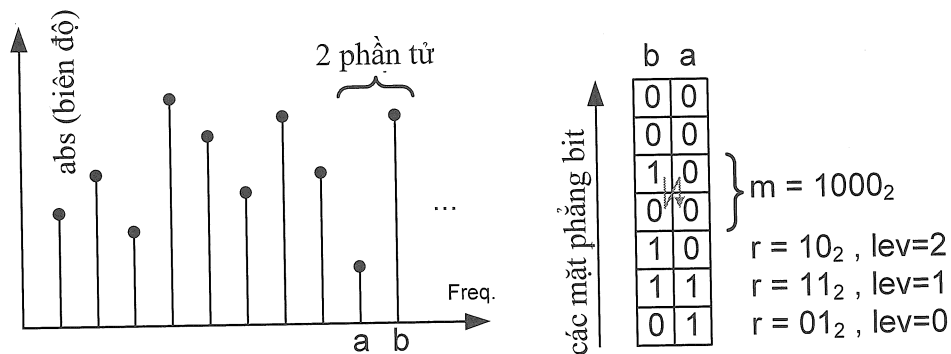
Sau phép hiệu chỉnh độ khuếch đại trên, phép lượng tử hóa được thực hiện và thu được phép ước lượng $used_bits$ bằng phép mã hóa số học. Kết quả là, $stop$ được thiết lập là 0 khi $target_bits$ lớn hơn $used_bits$, và được thiết lập là $used_bits$ khi lớn hơn $target_bits$. Nếu số vòng lặp là nhỏ hơn 4, quy trình thiết lập cận dưới hoặc quy trình thiết lập cận trên được thực hiện tại vòng lặp tiếp theo phụ thuộc vào giá trị $stop$. Nếu số vòng lặp là 4, độ khuếch đại cuối cùng g_{TCX} và thu được chuỗi MDCT được lượng tử hóa $X_{QMDCT}(k)$.

5.3.3.2.8.1.3 Phép suy ra và mã hóa mô hình xác suất

Các hệ số phổ được lượng tử hóa X được mã hóa im lặng bắt đầu từ hệ số tần số thấp nhất và tiến hành đến hệ số tần số cao nhất. Chúng được mã hóa bởi các nhóm gồm hai hệ số a và b tập hợp trong tập hợp được gọi là {a,b} 2 phần tử.

Mỗi tập hợp {a,b} 2 phần tử được chia thành ba phần cụ thể, MSB, LSB và ký hiệu. Ký hiệu được mã hóa độc lập với cường độ sử dụng sự phân bố xác suất đồng đều. Bản thân cường độ còn được chia thành hai phần, hai bit có giá trị cao nhất (most significant bits - MSB) và mặt phẳng bit có giá trị thấp nhất (least significant bitplanes - LSBs, nếu được áp dụng) còn lại. 2 phần tử mà cường độ của các hệ số phổ là thấp hơn hoặc bằng 3 được mã hóa trực tiếp bằng phép mã hóa MSB. Mặt khác, biểu tượng thoát ra được truyền dẫn lần đầu tiên để tạo tín hiệu bất kì mặt phẳng bit nào.

Mối quan hệ giữa 2 phần tử, các giá trị phổ riêng lẻ a và b của 2 phần tử, các mặt phẳng bit có giá trị cao nhất m và các mặt phẳng bit có giá trị thấp còn lại, r, được minh họa trong ví dụ trên hình 1. Trong ví dụ này, ba biểu tượng thoát ra được gửi trước giá trị thực tế m, biểu thị ba mặt phẳng bit có giá trị thấp nhất được truyền dẫn.



Hình vẽ 1: Ví dụ cặp (2 phần tử) được mã hóa của giá trị phổ a và b và phép biểu diễn của chúng như m và r .

Mô hình xác suất được suy ra từ ngữ cảnh đã qua. Ngữ cảnh đã qua được phiên dịch trên chỉ số theo 12 bit và các bản đồ với bảng tìm kiếm *ari_context_lookup* [] đến một trong số 64 mô hình xác suất có sẵn được lưu trữ trong *ari_cf_m* [].

Ngữ cảnh đã qua được suy ra từ 2 phần tử đã được mã hóa trong khung tương tự. Ngữ cảnh có thể được suy ra từ môi trường xung quanh trực tiếp hoặc được định vị trong các tần số đã qua. Các ngữ cảnh riêng biệt được duy trì cho các vùng đỉnh (các hệ số thuộc về các đỉnh sóng hài) và các vùng (không có đỉnh) khác theo mô hình sóng hài. Nếu không sử dụng mô hình sóng hài, chỉ sử dụng ngữ cảnh vùng (không có đỉnh) khác.

Các giá trị phổ được đưa về 0 nằm trong đuôi của phổ không được truyền dẫn. Đạt được bằng cách truyền dẫn chỉ số của 2 phần tử không được đưa về 0 cuối cùng. Nếu sử dụng mô hình sóng hài, đuôi của phổ được định nghĩa là đuôi của phổ bao gồm các hệ số vùng đỉnh, được theo sau bởi các hệ số vùng (không có đỉnh) khác, như được định nghĩa này có xu hướng tăng số lượng các số 0 theo sau và do đó cải thiện hiệu quả mã hóa. Số các mẫu để mã hóa được tính toán như sau:

$$lastnz = 2 \left(\max_{0 \leq k < L/2} \{ (X[ip[2k]] + X[ip[2k+1]]) > 0 \} \right) + 2 \quad (17)$$

Dữ liệu sau đây được viết thành dòng bit với thứ tự sau:

1- $lastnz/2-1$ được mã hóa trên $\left\lceil \log_2 \left(\frac{L}{2} \right) \right\rceil$ bit.

2- Các MSB được mã hóa entropi cùng với biểu tượng thoát ra.

3- Các ký hiệu với từ mã theo 1 bit

4- Các bit lượng tử hóa dư được mô tả trong phần khi ngân sách bit không được sử dụng toàn bộ.

5- Các LSB được viết ngược từ cuối của vùng đệm dòng bit.

Các mã giả sau đây mô tả cách ngữ cảnh được suy ra và cách dữ liệu dòng bit cho các MSB, các ký hiệu và LSB được tính toán. Các đối số đầu vào được lượng tử hóa là các hệ số phổ được lượng tử hóa $X[]$, kích thước của phổ được xem xét L , ngân sách bit $target_bits$, các tham số mô hình sóng hài (pi , hi), và chỉ số của ký hiệu không được đưa về 0 cuối cùng $lastnz$.

```
ari_context_encode(X[], L, target_bits, pi[], hi[], lastnz)
```

```
{
```

```
  c[0]=c[1]=p1=p2=0;
```

```
  for (k=0; k<lastnz; k+=2) {
```

```
    ari_copy_states();
```

```
    (a1_i, p1, idx1) = get_next_coeff(pi, hi, lastnz);
```

```
    (b1_i, p2, idx2) = get_next_coeff(pi, hi, lastnz);
```

```
    t=get_context(idx1, idx2, c, p1, p2);
```

```
    esc_nb = lev1 = 0;
```

```
    a = a1 = abs(X[a1_i]);
```

```
    b = b1 = abs(X[b1_i]);
```

```
    /* sign encoding*/
```

```
    if(a1>0) save_bit(X[a1_i]>0?0:1);
```

```
    if(b1>0) save_bit(X[b1_i]>0?0:1);
```

```
    /* MSB encoding */
```

```
    while (a1 > 3 || b1 > 3) {
```

```
      pki = ari_context_lookup[t+1024*esc_nb];
```

```

/* write escape codeword */
ari_encode(17, ari_cf_m[pki]);
a1>>=1; b1>>=1; lev1++;
esc_nb = min(lev1,3);
}
pki = ari_context_lookup[t+1024*esc_nb];
ari_encode(a1+4*b1, ari_cf_m[pki]);
/* LSB encoding */
for(lev=0;lev<lev1;lev++){
write_bit_end((a>>lev)&1);
write_bit_end((b>>lev)&1);
}
/*check budget*/
if(nbbits>target_bits){
ari_restore_states();
break;
}
c=update_context(a,b,a1,b1,c,p1,p2);
}
write_sign_bits();
}

```

Các hàm trợ giúp *ari_save_states()* và *ari_restore_states()* được sử dụng để lưu và khôi phục các trạng thái bộ mã hóa số học tương ứng. Điều này cho phép hủy bỏ phép mã hóa của các biểu tượng cuối cùng nếu vi phạm ngân sách bit. Hơn nữa và trong trường hợp vượt quá ngân sách bit, có thể điền đầy các bit còn lại bằng 0 cho đến khi đạt đến cuối ngân sách bit hoặc đến khi xử lý *lastnz* mẫu trong phổ.

Các hàm trợ giúp khác được mô tả trong các phần con sau.

5.3.3.2.8.1.4 Lấy hệ số tiếp theo

```

(a,p,idx) = get_next_coeff(pi, hi, lastnz)
If ((ii[0] ≥ lastnz – min(#pi, lastnz)) or

```

((ii[1] < min(#pi, lastnz) and pi[ii[1]] < hi[ii[0]])) then

```
{
p=1
idx=ii[1]
a=pi[ii[1]]
}
else
{
p=0
idx=ii[0] + #pi
a=hi[ii[0]]
}
ii[p]=ii[p] + 1
```

Các bộ đếm ii[0] và ii[1] được khởi tạo về 0 tại lúc bắt đầu *ari_context_encode()* (và *ari_context_decode()* trong bộ mã hóa).

5.3.3.2.8.1.5 Cập nhật ngữ cảnh

Ngữ cảnh được cập nhật như được mô tả bởi mã giả sau. Ngữ cảnh này bao gồm chuỗi nối gồm hai phân tử ngữ cảnh theo 4 bit.

```
if (  $p^1 \neq p^2$  )
{
if ( mod(idx1,2) == 1 )
{
 $t = 1 + 2 \lfloor a/2 \rfloor \cdot (1 + \lfloor a/4 \rfloor)$ 
If (  $t > 13$  )
 $t = 12 + \min(1 + \lfloor a/8 \rfloor, 3)$ 
 $c[p1] = 2^4 \cdot (c[p1] \wedge 15) + t$ 
}
if ( mod(idx2,2) == 1 )
{
 $t = 1 + 2 \lfloor b/2 \rfloor \cdot (1 + \lfloor b/4 \rfloor)$ 
```

```

if (  $t > 13$  )
 $t = 12 + \min(1 + \lfloor b/8 \rfloor, 3)$ 
 $c[p2] = 2^4 \cdot (c[p2] \wedge 15) + t$ 
}
}
else
{
 $c[p1 \vee p2] = 16 \cdot (c[p1 \vee p2] \wedge 15)$ 
if (  $esc\_nb < 2$  )
 $c[p1 \vee p2] = c[p1 \vee p2] + 1 + (a1 + b1) \cdot (esc\_nb + 1)$ 
else
 $c[p1 \vee p2] = c[p1 \vee p2] + 12 + esc\_nb$ 
}

```

5.3.3.2.8.1.6 Lấy ngữ cảnh

Ngữ cảnh cuối cùng được sửa theo hai cách:

```

 $t = c[p1 \vee p2]$ 

if  $\min(idx1, idx2) > L/2$  else

 $t = t + 256$ 

if  $target\_bits > 400$  else

 $t = t + 512$ 

```

Ngữ cảnh t là chỉ số từ 0 đến 1023.

5.3.3.2.8.1.7 Phép ước lượng tiêu thụ bit

Phép ước lượng tiêu thụ bit của bộ mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh cần để tối ưu hóa vòng lặp tốc độ của phép lượng tử hóa. Phép ước lượng được thực hiện bằng cách tính toán yêu cầu bit mà không cần bộ mã hóa số học. Các bit được tạo ra có thể được ước lượng một cách chính xác bởi:

```
cum_freq = arith_cf_m[pki] + m
```



```

proba*= cum_freq[0]- cum_freq[1]

nlz=norm_l(proba)  /*get the number of leading zero */

nbits=nlz

proba>>=14

```

trong đó *proba* là số nguyên được khởi tạo đến 16384 và *m* là biểu tượng MSB.

5.3.3.2.8.1.8 Mô hình sóng hài

Đối với phép mã hóa số học dựa trên cả ngữ cảnh và đường bao, mô hình sóng hài được sử dụng cho phép mã hóa các khung và nội dung sóng hài hiệu quả hơn. Mô hình bị vô hiệu hóa nếu bất kỳ một trong các điều kiện sau được áp dụng:

- Tốc độ bit không phải một trong số 9,6, 13,2, 16,4, 24,4, 32, 48kbps.
- Khung trước đó đã được mã hóa bởi ACELP.
- Mã hóa số học dựa trên đường bao được sử dụng và loại bộ mã hóa không phải hữu thanh hoặc chung.
- Cờ hiệu mô hình sóng hài bit đơn trong dòng bit được thiết lập về 0.

Khi mô hình có hiệu lực, khoảng miền tần số của các sóng hài là tham số quan trọng và được phân tích chung và được mã hóa cho cả hai loại bộ mã hóa số học.

5.3.3.2.8.1.8.1 Phép mã hóa khoảng sóng hài

Khi độ trễ bước và độ khuếch đại được sử dụng để xử lý sau, tham số độ trễ được sử dụng để biểu diễn khoảng sóng hài trong miền tần số. Nếu không, phép biểu diễn thông thường của khoảng được áp dụng.

5.3.3.2.8.1.8.1.1 Phép mã hóa khoảng phụ thuộc vào độ trễ bước miền thời gian

Nếu phần nguyên của độ trễ bước trong miền thời gian d_{int} là nhỏ hơn kích thước khung của MDCT L_{TCX} , đơn vị khoảng miền tần số (giữa các đỉnh sóng hài tương ứng với độ trễ bước) T_{UNIT} với độ chính xác phân số 7 bit được cho bởi

$$T_{\text{UNIT}} = \frac{(2 \cdot L_{\text{TCX}} \cdot \text{res_max}) \cdot 2^7}{(d_{\text{int}} \cdot \text{res_max} + d_{\text{fr}})} \quad (18)$$

trong đó d_{fr} biểu thị phần phân số của độ trễ bước trong miền thời gian, res_{-max} biểu thị số tối đa các giá trị phân số được phép mà các giá trị này là 4 hoặc 6 phụ thuộc vào các điều kiện.

Vì T_{UNIT} có phạm vi hạn chế, khoảng thực tế giữa các đỉnh sóng hài trong miền tần số được mã hóa tương đối theo T_{UNIT} sử dụng các bit được cụ thể hóa trong bảng 2. Trong số ứng viên của các thừa số nhân, $Ratio()$ được cho trong bảng 3 hoặc bảng 4, số nhân được lựa chọn mà mang lại khoảng sóng hài phù hợp nhất của các hệ số biến đổi miền MDCT.

$$Index_T = (T_{UNIT} + 2^6) / 2^7 - 2 \quad (19)$$

$$T_{MDCT} = \lfloor 4 \cdot T_{UNIT} \cdot Ratio(Index_{Bandwidth}, Index_T, Index_{MUL}) \rfloor / 4 \quad (20)$$

Bảng 2: Số các bit để chỉ rõ số nhân phụ thuộc vào $Index_T$

$Index_T$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
NB:	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2
WB:	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2

Bảng 3: Các ứng viên của số nhân theo thứ tự $Index_{MUL}$ phụ thuộc vào $Index_T$ (NB)

$Index_T$																
0	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	32	34	36	38	40

1	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20	24	30
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	30
3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	30
4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	30
5	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12	16
7	1	2	3	4	5	6	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1	2	3	4	5	6	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1	1,5	2	3	4	5	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1	2	2,5	3	4	5	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1	1,5	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1	1,5	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0,5	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 4: Các ứng viên của số nhân theo thứ tự phụ thuộc vào $Index_T$ (WB)

$Index_T$																
0	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	32	34	36	38	40
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	54	60	68	78	80
2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	48	52	54	68
3	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40	44	48	54
4	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	34	40	41

5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22, 5	24	25	27	28	30	35
6	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10
7	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	16	18	27
8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	18	22	24	26
9	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	13	14	18	21
10	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	9	11	12	13, 5	16	20
11	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	11	12	14	20
12	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	4,5	6	7,5	9	10	12	14	15	18
13	0,5	1	1,2 5	1,5	1,7 5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8	9	14
14	0,5	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1	1,5	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.3.3.2.8.1.8.1.2 Phép mã hóa khoảng mà không phụ thuộc vào độ trễ bước miền thời gian

Khi độ trễ bước và độ khuếch đại trong miền thời gian không được sử dụng hoặc độ khuếch đại bước nhỏ hơn hoặc bằng 0,46, phép mã hóa bình thường của khoảng với độ phân giải không bằng được sử dụng.

Khoảng đơn vị của đỉnh phổ T_{UNIT} được mã hóa như

$$T_{UNIT} = index + base \cdot 2^{Res} - bias, \quad (21)$$

và khoảng thực tế T_{MDCT} được biểu diễn với độ phân giải phân số Res như

$$T_{MDCT} = T_{UNIT} / 2^{Res}. \quad (22)$$

Mỗi tham số được thể hiện trong bảng 5, trong đó “kích thước nhỏ” có nghĩa khi kích thước khung nhỏ hơn 256 của tốc độ bit đích là nhỏ hơn hoặc bằng 150.

Bảng 5: Độ phân giải không bằng để mã hóa ($0 \leq \text{chỉ số} < 256$)

	<i>Res</i>	<i>base</i>	<i>bias</i>
$index < 16$	3	6	0
$16 \leq index < 80$	4	8	16
$80 \leq index < 208$	3	12	80
“kích thước nhỏ” hoặc $208 \leq index < 224$	1	28	208
$224 \leq index < 256$	0	188	224

5.3.3.2.8.1.8.2 Khuyết

5.3.3.2.8.1.8.3 Tìm kiếm khoảng sóng hài

Để tìm kiếm khoảng sóng hài tốt nhất, bộ mã hóa cố tìm chỉ số mà có thể tối đa hóa tổng được gán trọng số E_{PERIOD} của phần đỉnh của các hệ số MDCT tuyệt đối. $E_{ABSM}(k)$ biểu thị tổng của 3 mẫu giá trị tuyệt đối của các hệ số biến đổi miền MDCT như

$$E_{ABSM}(k) = \sum_{j=0}^2 \text{abs}(X_M(k+j-1)) \quad (23)$$

$$E_{PERIOD}(T_{MDCT}) = \left(\frac{1}{\text{num_peak}} \right) \sum_{n=1}^{\text{num_peak}} E_{ABSM}(\lfloor n \cdot T_{MDCT} \rfloor) ((3n-2)/255)^{0.3} \quad (24)$$

trong đó num_peak là số tối đa mà $\lfloor n \cdot T_{MDCT} \rfloor$ đến giới hạn các mẫu trong miền tần số.

Trong trường hợp khoảng không dựa trên độ trễ bước trong miền thời gian, phép tìm kiếm thứ bậc được sử dụng để tiết kiệm chi phí tính toán. Nếu chỉ số của khoảng là nhỏ hơn 80, tính chu kỳ được kiểm tra bởi bước thô 4. Sau khi lấy khoảng tốt nhất, tính chu kỳ mịn hơn được tìm kiếm quanh khoảng tốt nhất từ -2 đến +2. Nếu chỉ số bằng hoặc lớn hơn 80, tính chu kỳ được tìm kiếm cho mỗi chỉ số.

5.3.3.2.8.1.8.4 Quyết định của mô hình sóng hài

Tại phép ước lượng ban đầu, số các bit không có mô hình sóng hài, used_bits , và

một bit có sóng hài, $used_bits_{hm}$ thu được và bộ chỉ báo của các bit được tiêu thụ $Indicator_B$ được định nghĩa là

$$indicator_B = B_{no_hm} - B_{hm}, \quad (25)$$

$$B_{no_hm} = \max(stop, used_bits), \quad (26)$$

$$B_{hm} = \max(stop_{hm}, used_bits_{hm}) + Index_bits_{hm}, \quad (27)$$

trong đó $Index_bits_{hm}$ biểu thị các bit bổ sung để tạo mô hình kết cấu sóng hài, và $stop$ và $stop_{hm}$ biểu thị các bit được tiêu thụ khi chúng lớn hơn các bit đích. Do đó, khi $Indicator_B$ càng lớn, càng tốt hơn khi sử dụng mô hình sóng hài. Tính chu kì $indicator_{hm}$ tương ứng được định nghĩa như tổng được chuẩn hóa các giá trị tuyệt đối cho các vùng đỉnh khác nhau của các hệ số MDCT được tạo hình như

$$indicator_{hm} = L_M \cdot E_{PERIOD}(T_{MDCT_max}) / \sum_{n=1}^{L_M} E_{ABSM}(n), \quad (28)$$

trong đó T_{MDCT_max} là khoảng sóng hài mà thu giá trị tối đa là E_{PERIOD} . Khi điểm của tính chu kì của khung này lớn hơn ngưỡng như

$$if((indicator_B > 2) \parallel ((abs(indicator_B) \leq 2) \& \& (indicator_{hm} > 2.6)), \quad (29)$$

khung này được xem xét để được mã hóa bởi mô hình sóng hài. Các hệ số MDCT được tạo hình được chia bởi độ khuếch đại g_{TCX} được lượng tử hóa để tạo ra chuỗi các giá trị nguyên của các hệ số MDCT, $\hat{X}_{TCX_hm}$, và được nén bởi phép mã hóa số học với mô hình sóng hài. Quy trình này cần quy trình hội tụ lặp đi lặp lại (vòng lặp tốc độ) để lấy g_{TCX} và $\hat{X}_{TCX_hm}$ với các bit được tiêu thụ B_{hm} . Tại phần cuối của phép hội tụ, để vô hiệu hóa mô hình sóng hài, các bit được tiêu thụ B_{no_hm} bằng phép mã hóa số học với mô hình thông thường (không phải sóng hài) đối với $\hat{X}_{TCX_hm}$ được tính toán thêm và được so sánh với B_{hm} . Nếu B_{hm} lớn hơn B_{no_hm} , phép mã hóa số học $\hat{X}_{TCX_hm}$ được hoàn lại để sử dụng mô hình thông thường. $B_{hm} - B_{no_hm}$ có thể được sử dụng cho phép lượng tử hóa dư để nâng cao hơn. Nếu không, mô hình sóng hài được sử dụng trong phép mã

hóa số học.

Ngược lại, nếu bộ chỉ báo tính chu kỳ của khung này nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng, phép lượng tử hóa và phép mã hóa số học được thực hiện giả định rằng mô hình thông thường để tạo ra chuỗi các giá trị nguyên của các hệ số MDCT, $\hat{X}_{TCX_no_hm}$ với các bit được tiêu thụ B_{no_hm} . Sau khi hội tụ vòng lặp tốc độ, các bit được tiêu thụ B_{hm} bằng phép mã hóa số học với mô hình sóng hài cho $\hat{X}_{TCX_no_hm}$ được tính toán. Nếu B_{no_hm} lớn hơn B_{hm} , phép mã hóa số học $\hat{X}_{TCX_nohm}$ được chuyển để sử dụng mô hình sóng hài. Nếu không, mô hình thông thường được sử dụng trong phép mã hóa số học.

5.3.3.2.8.1.9 Phép sử dụng thông tin sóng hài trong phép mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh

Đối với phép mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh, tất cả các vùng được phân nhóm thành hai loại. Một là phần đỉnh và bao gồm 3 mẫu liên tiếp được đặt giữa tại U^{th} (U là số nguyên dương lên đến giới hạn) đỉnh của đỉnh sóng hài của τ_U ,

$$\tau_U = \lfloor U \cdot T_{MDCT} \rfloor. \quad (30)$$

Các mẫu khác thuộc về phần thông thường hoặc phần trùng. Phần đỉnh sóng hài có thể được chỉ ra bởi khoảng sóng hài và các bội số nguyên của khoảng. Phép mã hóa số học sử dụng các ngữ cảnh khác cho các vùng đỉnh và trùng.

Để dễ dàng mô tả và thực thi, mô hình sóng hài sử dụng các chuỗi chỉ số sau:

$$p_i = (i \in [0..L_M - 1] : \exists U : \tau_U - 1 \leq i \leq \tau_U + 1), \quad (31)$$

$$h_i = (i \in [0..L_M - 1] : i \notin p_i), \quad (32)$$

$$ip = (p_i, h_i), \text{ phép nối chuỗi của } p_i \text{ và } h_i. \quad (33)$$

Trong trường hợp mô hình sóng hài bị vô hiệu hóa, các chuỗi này là $p_i = ()$, và $h_i = ip = (0, \dots, L_M - 1)$.

5.3.3.2.8.2 Bộ mã hóa số học trên cơ sở đường bao

Trong miền MDCT, các vạch phổ được gán trọng số với mô hình cảm quan $W(z)$ sao cho mỗi vạch có thể được lượng tử hóa với độ chính xác giống nhau. Sự biến thiên

của các vạch phổ riêng lẻ theo sau hình dạng của bộ dự báo tuyến tính $A^{-1}(z)$ được gán trọng số bởi mô hình cảm quan, trong đó hình dạng được gán trọng số là $S(z) = W(z)A^{-1}(z)$. $W(z)$ được tính toán bằng cách biến đổi $\hat{q}'_l$ thành các độ khuếch đại LPC miền tần số như được nêu rõ trong các phần con 5.3.3.2.4.1 và 5.3.3.2.4.2. $A^{-1}(z)$ được suy ra từ $\hat{q}_l$ sau phép chuyển đổi thành các hệ số dạng trực tiếp, và áp dụng phép bù độ nghiêng $1 - z^{-1}$, và cuối cùng biến đổi thành các độ khuếch đại LPC miền tần số. Tất cả các công cụ tạo hình tần số, cũng như sự đóng góp từ mô hình sóng hài, sẽ nằm trong hình dạng đường bao $S(z)$ này. Quan sát rằng điều này cho chỉ các biến thiên tương ứng của các vạch phổ, trong khi toàn bộ đường bao có sự định tỉ lệ tùy ý, trong đó chúng ta phải bắt đầu bằng việc định tỉ lệ đường bao.

5.3.3.2.8.2.1 Định tỉ lệ đường bao

Chúng ta giả định rằng các vạch phổ x_k có giá trị trung bình bằng 0 và được phân bố theo phép phân bố Laplace, nhờ đó hàm phân bố xác suất là

$$f(x_k) = \frac{1}{2b_k} \exp\left(-\frac{|x_k|}{b_k}\right) \quad (34)$$

Entropi và do đó sự tiêu thụ bit của vạch phổ là $bits_k = 1 + \log_2 2eb_k$. Tuy nhiên, công thức này giả định rằng ký hiệu được mã hóa để các vạch phổ này được lượng tử hóa bằng 0. Để bù sự chênh lệch này, các tác giả sáng chế thay vào đó sử dụng phép làm gần đúng.

$$bits_k = \log_2 \left(2eb_k + 0.15 + \frac{0.035}{b_k} \right), \quad (35)$$

mà chính xác đối với $b_k \geq 0.08$. Các tác giả sáng chế giả định rằng sự tiêu thụ bit của các vạch với $b_k \leq 0.08$ là $bits_k = \log_2(1.0224)$ mà khớp với sự tiêu thụ bit tại $b_k = 0.08$. Đối với $b_k > 255$ lớn, chúng ta sử dụng entropi đúng $bits_k = \log_2(2eb_k)$ để đơn giản hơn.

Sự biến thiên của các vạch phổ sau đó là $\sigma_k^2 = 2b_k^2$. Nếu s_k^2 là phần tử thứ k của lũy thừa của hình dạng đường bao $|S(z)|^2$ khi đó s_k^2 mô tả năng lượng của các vạch phổ

sao cho $\gamma^2 \sigma_k^2 = b_k^2$ trong đó γ là hệ số định tỉ lệ. Nói cách khác, s_k^2 mô tả chỉ hình dạng của phổ mà không có bất kì cường độ có nghĩa nào và γ được sử dụng để định tỉ lệ hình dạng đó để thu được phép biến thiên thực tế σ_k^2 .

Mục đích của các tác giả sáng chế là khi họ mã hóa tất cả các vạch của phổ bởi bộ mã hóa số học, khi đó sự tiêu thụ bit khớp với mức được định trước B , tức là,

$B = \sum_{k=0}^{N-1} bits_k$. Các tác giả sáng chế khi đó có thể sử dụng thuật toán lưỡng phân để xác định thừa số định tỉ lệ gần đúng γ sao cho tốc độ bit đích B đạt được.

Khi hình dạng đường bao b_k đã được định tỉ lệ sao cho sự tiêu thụ bit mong muốn của các tín hiệu khớp với hình dạng sử dụng tốc độ bit đích, các tác giả sáng chế có thể thực hiện lượng tử hóa các vạch phổ.

5.3.3.2.8.2.2 Lượng tử hóa vòng lặp tốc độ

Giả định rằng x_k được lượng tử hóa đến số nguyên $\hat{x}_k$ sao cho khoảng lượng tử hóa là $[\hat{x}_k - 0.5, \hat{x}_k + 0.5]$ khi đó xác suất của vạch phổ xảy ra trong khoảng đó là đối với $|\hat{x}_k| \geq 1$

$$p(\hat{x}_k) = \left(\exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| - 0.5}{b_k}\right) - \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| + 0.5}{b_k}\right) \right) = \left(1 - \exp\left(-\frac{1}{b_k}\right) \right) \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| - 0.5}{b_k}\right). \quad (36)$$

và đối với $|\hat{x}_k| = 0$

$$p(\hat{x}_k) = \left(1 - \exp\left(-\frac{0.5}{b_k}\right) \right). \quad (37)$$

Tiếp theo là sự tiêu thụ bit cho hai trường hợp này là ở trường hợp lý tưởng.

$$\begin{cases} 1 - \frac{0.5}{b_k} \log_2 e - \log_2 \left(1 - \exp\left(-\frac{1}{b_k}\right) \right) + \frac{|\hat{x}_k|}{b_k} \log_2 e, & \hat{x}_k \neq 0 \\ \log_2 \left(1 - \exp\left(-\frac{0.5}{b_k}\right) \right), & \hat{x}_k = 0. \end{cases} \quad (38)$$

Bằng việc tính toán trước các giới hạn $\log_2 \left(1 - \exp\left(-\frac{1}{b_k}\right) \right)$ và $\log_2 \left(1 - \exp\left(-\frac{0.5}{b_k}\right) \right)$, các

tác giả của sáng chế có thể tính toán một cách hiệu quả sự tiêu thụ bit của toàn bộ phổ.

Vòng lặp tốc độ khi đó có thể được áp dụng với tìm kiếm lưỡng phân, trong đó, các tác giả sáng chế điều chỉnh sự định tỉ lệ của các vạch phổ bằng thừa số ρ , và tính toán sự tiêu thụ bit của phổ ρx_k , cho đến khi các tác giả sáng chế gần đủ đến tốc độ bit mong muốn. Lưu ý rằng các giá trị trường hợp lý tưởng nêu trên cho sự tiêu thụ bit không nhất thiết phải trùng một cách hoàn hảo với sự tiêu thụ bit cuối cùng, vì bộ mã hóa-giải mã số học làm việc với sự làm gần đúng chính xác hữu hạn. Vòng lặp tốc độ này do đó phụ thuộc vào sự làm gần đúng của sự tiêu thụ bit, nhưng lợi ích của phép thực thi hiệu quả về tính toán.

Khi sự định tỉ lệ tối ưu σ đã được xác định, phổ có thể được mã hóa với bộ mã hóa số học tiêu chuẩn. Vạch phổ mà được lượng tử hóa đến giá trị $\hat{x}_k \neq 0$ được mã hóa đến khoảng

$$\left[\exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| - 0.5}{b_k}\right), \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| + 0.5}{b_k}\right) \right] \quad (39)$$

và $\hat{x}_k = 0$ được mã hóa vào khoảng

$$\left[1, \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| + 0.5}{b_k}\right) \right]. \quad (40)$$

Ký hiệu $x_k \neq 0$ sẽ được mã hóa với một bit nữa.

Quan sát rằng bộ mã hóa số học phải vận hành với phép thực thi điểm cố định sao cho các khoảng nêu trên đi qua chính xác về bit trên mọi nền tảng. Do đó tất cả các đầu vào đến bộ mã hóa số học, bao gồm mô hình dự báo tuyến tính và bộ lọc gán trọng số, phải được thực hiện trong điểm cố định trong suốt hệ thống

5.3.3.2.8.2.3 Phép suy ra và mã hóa mô hình xác suất

Khi sự định tỉ lệ tối ưu σ đã được xác định, phổ có thể được mã hóa với bộ mã hóa số học tiêu chuẩn. Vạch phổ mà được lượng tử hóa đến giá trị $\hat{x}_k \neq 0$ được mã hóa đến khoảng

$$\left[\exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| - 0.5}{b_k}\right), \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| + 0.5}{b_k}\right) \right] \quad (41)$$

và $\hat{x}_k = 0$ được mã hóa vào khoảng

$$\left[1, \exp\left(-\frac{|\hat{x}_k| + 0.5}{b_k}\right) \right]. \quad (42)$$

Ký hiệu $x_k \neq 0$ sẽ được mã hóa với một bit nữa.

5.3.3.2.8.2.4 Mô hình sóng hài trong phép mã hóa số học trên cơ sở đường bao

Trong trường hợp của phép mã hóa số học trên cơ sở đường bao, mô hình sóng hài có thể được sử dụng để tăng cường phép mã hóa số học. Quy trình tìm kiếm tương tự như trong phép mã hóa số học trên cơ sở ngữ cảnh được sử dụng để ước lượng khoảng giữa các sóng hài trong miền MDCT. Tuy nhiên, mô hình sóng hài được sử dụng để tổ hợp đường bao LPC như được thể hiện trên hình vẽ 2. Hình dạng của đường bao được kết xuất theo thông tin của phép phân tích sóng hài.

Hình dạng sóng hài tại k trong mẫu dữ liệu tần số được định nghĩa là

$$Q(k) = h \cdot \exp\left(-\frac{(k - \tau)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (43)$$

when $\tau - 4 \leq k \leq \tau + 4$, nếu không $Q(k) = 1.0$, khi τ biểu thị vị trí chính giữa của U^{th} sóng hài.

$$\tau = \lfloor U \cdot T_{MDCT} \rfloor \quad (44)$$

h và σ là chiều cao và chiều rộng của mỗi sóng hài phụ thuộc vào khoảng đơn vị như được thể hiện,

$$h = 2.8(1.125 - \exp(-0.07 \cdot T_{MDCT} / 2^{Res})) \quad (45)$$

$$\sigma = 0.5(2.6 - \exp(-0.05 \cdot T_{MDCT} / 2^{Res})) \quad (46)$$

Chiều cao và chiều rộng càng lớn hơn khi khoảng càng lớn hơn.

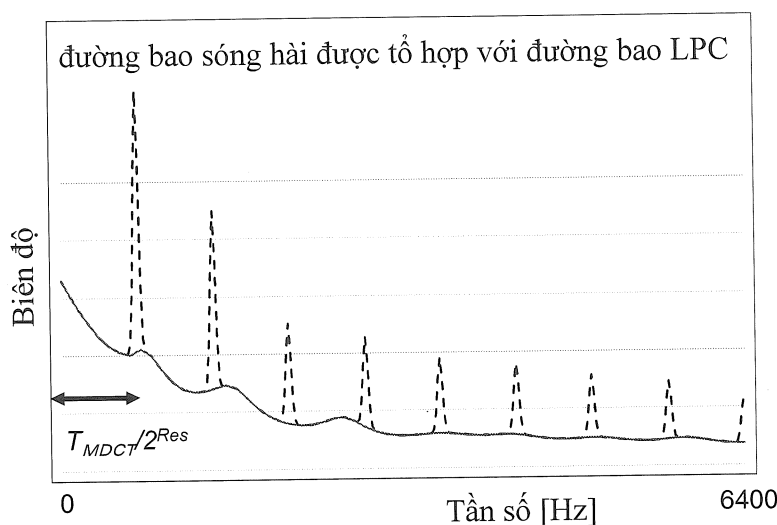
Đường bao phổ $S(k)$ được cải biên bởi hình dạng sóng hài $Q(k)$ tại k như

$$S(k) = S(k) \cdot (1 + g_{harm} \cdot Q(k)), \quad (47)$$

trong đó độ khuếch đại cho các thành phần sóng hài g_{harm} luôn được thiết lập là 0,75 cho chế độ chung, và g_{harm} được lựa chọn từ $\{0,6, 1,4, 4,5, 10,0\}$ mà tối thiểu hóa E_{norm} cho chế độ hữu thanh sử dụng 2 bit,

$$E_{ABSres} = \sum_{k=0}^{L_M-1} (|X_M(k)| / S(k)) \quad , \quad (48)$$

$$E_{norm} = \sum_{k=0}^{L_M-1} (|X_M(k)| / S(k) / E_{ABSres})^4 \quad . \quad (49)$$



Hình vẽ 2: Ví dụ về đường bao sóng hài được tổ hợp với đường bao LPC được sử dụng trong phép mã hóa số học dựa trên đường bao.

5.3.3.2.9 Mã hóa độ khuếch đại toàn cục

5.3.3.2.9.1 Tối ưu hóa độ khuếch đại toàn cục

Độ khuếch đại toàn cục tối ưu g_{opt} được tính toán từ các hệ số MDCT được lượng tử hóa và không được lượng tử hóa. Đối với các tốc độ bit lên đến 32kbps, phép giảm tần số thấp thích ứng (xem mệnh đề 6.2.2.3.2) được áp dụng cho các hệ số MDCT được lượng tử hóa trước bước này. Trong trường hợp phép tính toán tối ưu ít hơn hoặc bằng 0, độ khuếch đại toàn cục g_{TCX} được xác định trước (bằng ước lượng và vòng lặp tốc độ) được sử dụng.

$$g'_{opt} = \frac{\sum_{k=0}^{L_{TCX}^{(bw)}-1} X_M(k) \hat{X}_M(k)}{\sum_{k=0}^{L_{TCX}^{(bw)}-1} (\hat{X}_M(k))^2} \quad (50)$$

$$g_{opt} = \begin{cases} g'_{opt} & , \text{ if } g'_{opt} \geq 0 \\ g_{TCX} & , \text{ if } g'_{opt} < 0 \end{cases} \quad (51)$$

5.3.3.2.9.2 Phép lượng tử hóa của độ khuếch đại toàn cục

Để truyền dẫn đến bộ mã hóa độ khuếch đại toàn cục tối ưu g_{opt} được lượng tử hóa đến chỉ số 7 bit $I_{TCX,gain}$:

$$I_{TCX,gain} = \left\lfloor 28 \log_{10} \left(\sqrt{\frac{L_{TCX}^{(bw)}}{160}} g_{opt} \right) + 0.5 \right\rfloor \quad (52)$$

Độ khuếch đại toàn cục được khử lượng tử hóa $\hat{g}_{TCX}$ thu được như được định nghĩa trong phần con 6.2.2.3.3).

5.3.3.2.9.3 Mã hóa phần dư

Phép lượng tử hóa phần dư là lớp lượng tử hóa làm mịn lại làm mịn lại giai đoạn SQ thứ nhất. Điều này khai thác các bit không được sử dụng thực $target_bits-nbbits$, trong đó $nbbits$ là số các bit được tiêu thụ bởi bộ mã hóa entropi. Phép lượng tử hóa phần dư sử dụng chiến thuật tham lam và không có phép mã hóa entropi để ngăn phép mã hóa mỗi khi dòng bit đạt đến kích thước mong muốn.

Phép lượng tử hóa phần dư có thể làm mịn phép lượng tử hóa thứ nhất bằng hai cách. Cách thứ nhất làm phép làm mịn lại của phép lượng tử hóa độ khuếch đại toàn cục. Phép làm mịn độ khuếch đại toàn cục chỉ được thực hiện đối với các tốc độ tại và trên 13.2kbps. Nhiều nhất ba bit thêm được phân bổ đến đó. Độ khuếch đại được lượng tử hóa $\hat{g}_{TCX}$ được làm mịn lại bắt đầu từ $n=0$ và gia tăng n thêm một sau mỗi phép lặp sau:

```

if( $g_{opt} < \hat{g}_{TCX}$ ) then
  write_bit(0)
 $\hat{g}_{TCX} = \hat{g}_{TCX} \cdot 10^{-2^{-n-2}/28}$ 
else then
  write_bit(1)
 $\hat{g}_{TCX} = \hat{g}_{TCX} \cdot 10^{2^{-n-2}/28}$ 

```

Cách thứ hai làm mịn lại bao gồm lượng tử hóa lại vạch phổ được lượng tử hóa mỗi vạch. Thứ nhất, các vạch được lượng tử hóa không được về 0 được xử lý với bộ lượng tử hóa phần dư 1 bit:

```

if( $X[k] < \hat{X}[k]$ ) then
  write_bit(0)
else then
  write_bit(1)

```

Cuối cùng, nếu các bit còn lại, các vạch được đưa về 0 được xem xét và được lượng tử hóa với 3 mức. Độ lệch làm tròn của SQ với vùng chết được xem xét trong thiết kế bộ lượng tử hóa phần dư:

```

 $fac\_z = (1 - 0.375) \cdot 0.33$ 
if( $|X[k]| < fac\_z \cdot \hat{X}[k]$ ) then
  write_bit(0)
else then
  write_bit(1)
  write_bit(( $1 + \text{sgn}(X[k])$ ) / 2)

```

5.3.3.2.10 Điền đầy nhiễu âm

Trên phía bộ giải mã, phép điền đầy nhiễu âm được áp dụng để điền đầy khoảng trống trong phổ MDCT trong đó các hệ số đã được lượng tử hóa về 0. Điền đầy nhiễu âm chèn nhiễu âm ngẫu nhiên giả vào các khoảng trống, bắt đầu tại ký tự nhị phân $k_{NFstart}$ đến ký tự nhị phân $k_{NFstop} - 1$. Để điều khiển lượng nhiễu âm được chèn vào bộ giải mã, thừa số nhiễu âm được tính toán trên phía bộ mã hóa và được truyền dẫn đến bộ giải mã.

5.3.3.2.10.1 Điền đầy nhiễu âm độ nghiêng

Để bù cho độ nghiêng LPC, thừa số bù độ nghiêng được tính. Đối với tốc độ bit dưới 13,2kbps, phép bù độ nghiêng được tính toán từ các hệ số LP được lượng tử hóa

dạng trực tiếp $\hat{a}$, trong đó các tốc độ bit càng cao, giá trị bất biến được sử dụng:

$$t'_{NF} = \begin{cases} 0.5625 & , \text{ if } \text{bitrate} \geq 13200 \\ \min \left(1, \frac{\sum_{i=0}^{15} \hat{a}(i+1)\hat{a}(i)}{\sum_{i=0}^{15} (\hat{a}(i))^2} + 0.09375 \right) & , \text{ if } \text{bitrate} < 13200 \end{cases} \quad (53)$$

$$t_{NF} = \max(0.375, t'_{NF}) \frac{1}{L_{TCX}^{(celp)}} \quad (54)$$

5.3.3.2.10.2 Điền đầy nhiễu âm các ký tự nhị phân bắt đầu và kết thúc

Các ký tự nhị phân bắt đầu và kết thúc điền đầy nhiễu âm được tính như sau:

$$k_{NFstart} = \begin{cases} L_{TCX}^{(celp)} / 6 & , \text{ if } \text{bitrate} \geq 13200 \\ L_{TCX}^{(celp)} / 8 & , \text{ if } \text{bitrate} < 13200 \end{cases}$$

$$k_{NFstop} = \begin{cases} t(0) & \text{if IGF is used} \\ L_{TCX}^{(bw)} & \text{else} \end{cases} \quad (55)$$

$$k_{NFstop,LP} = \begin{cases} \min(t(0), \text{round}(c_{lpf} \cdot L_{TCX}^{(celp)})) & , \text{ if IGF is used} \\ \min(L_{TCX}^{(bw)}, \text{round}(c_{lpf} \cdot L_{TCX}^{(celp)})) & , \text{ else} \end{cases} \quad (56)$$

5.3.3.2.10.3 Chiều rộng phép chuyển tiếp nhiễu âm

Tại mỗi phía của phân đoạn điền đầy nhiễu âm, phép giảm dần cường độ chuyển tiếp được áp dụng cho nhiễu âm được chèn vào. Chiều rộng của các phép chuyển tiếp (số các ký tự nhị phân) được định nghĩa như:

$$w_{NF} = \begin{cases} 8 & , \text{ if } \text{bitrate} < 48000 \\ 4 + \lfloor 12.8 \cdot g_{LTP} \rfloor & , \text{ if } (\text{bitrate} \geq 48000) \wedge TCX20 \wedge (HM = 0 \vee \text{previous} = ACELP) \\ 4 + \lfloor 12.8 \cdot \max(g_{LTP}, 0.3125) \rfloor & , \text{ if } (\text{bitrate} \geq 48000) \wedge TCX20 \wedge (HM \neq 0 \wedge \text{previous} \neq ACELP) \\ 3 & , \text{ if } (\text{bitrate} \geq 48000) \wedge TCX10 \end{cases} \quad (57)$$

trong đó HM biểu thị rằng mô hình sóng hài được sử dụng cho bộ mã hóa-giải mã số học và previous biểu thị chế độ của bộ mã hóa-giải mã trước đó.

5.3.3.2.10.4 Phép tính toán các phân đoạn nhiễu âm

Các phân đoạn điền đầy nhiễu âm được xác định, mà là các phân đoạn của các ký

tự nhị phân liên tiếp của phổ MDCT giữa $k_{NFstart}$ và $k_{NFstop,LP}$ mà tất cả các hệ số được lượng tử hóa về 0. Các phân đoạn được xác định bởi mã giả sau:

```

 $k = k_{NFstart}$ 
while ( $k > k_{NFstart} / 2$ ) and ( $\hat{X}_M(k) = 0$ ) do  $k = k - 1$ 
 $k = k + 1$ 
 $k'_{NFstart} = k$ 

 $j = 0$ 
while ( $k < k_{NFstop,LP}$ ) {
  while ( $k < k_{NFstop,LP}$ ) and ( $\hat{X}_M(k) \neq 0$ ) do  $k = k + 1$ 
   $k_{NF0}(j) = k$ 

  while ( $k < k_{NFstop,LP}$ ) and ( $\hat{X}_M(k) = 0$ ) do  $k = k + 1$ 
   $k_{NF1}(j) = k$ 

  if ( $k_{NF0}(j) < k_{NFstop,LP}$ ) then  $j = j + 1$ 
}
 $n_{NF} = j$ 

```

trong đó $k_{NF0}(j)$ và $k_{NF1}(j)$ là các ký tự nhị phân bắt đầu và kết thúc của phân đoạn điền đầy nhiễu âm j , và n_{NF} là số các phân đoạn.

5.3.3.2.10.5 Phép tính toán các thừa số nhiễu âm

Thừa số nhiễu âm được tính toán từ các hệ số MDCT không được lượng tử hóa của các ký tự nhị phân mà phép điền đầy nhiễu âm được áp dụng cho.

Nếu chiều rộng chuyển tiếp nhiễu âm w_{NF} là ít hơn hoặc bằng 3 ký tự nhị phân, thừa số suy giảm được tính toán dựa trên năng lượng của các ký tự nhị phân MDCT chẵn và lẻ:

$$E_{NFeven} = \sum_{i=0}^{\left\lceil \frac{k_{NFstop,LP}}{2} \right\rceil - \left\lfloor \frac{k'_{NFstart}}{2} \right\rfloor - 1} \left(X_M \left(2 \left\lfloor \frac{k'_{NFstart}}{2} \right\rfloor + 2i \right) \right)^2 \quad (58)$$

$$E_{NFodd} = \sum_{i=0}^{\left\lceil \frac{k_{NFstop,LP}}{2} \right\rceil - \left\lfloor \frac{k'_{NFstart}}{2} \right\rfloor - 1} \left(X_M \left(2 \left\lfloor \frac{k'_{NFstart}}{2} \right\rfloor + 2i + 1 \right) \right)^2 \quad (59)$$

$$f_{NFatt} = \begin{cases} \sqrt{\frac{2 \min(E_{even}, E_{odd})}{E_{even} + E_{odd}}} & , \text{ if } w_{NF} \leq 3 \\ 1 & , \text{ if } w_{NF} > 3 \end{cases} \quad (60)$$

Đối với mỗi phân đoạn, giá trị sai được tính từ các hệ số MDCT không được lượng tử hóa, áp dụng độ khuếch đại toàn cục, phép bù độ nghiêng và các chuyển tiếp.

$$E'_{NF}(j) = \frac{1}{g_{TCX}} \sum_{i=k_{NF0}}^{k_{NF1}-1} \left(|X_M(i)| \frac{\min(i - k_{NF0}(j) + 1, w_{NF})}{w_{NF}} \frac{\min(k_{NF1}(j) - i, w_{NF})}{w_{NF}} \left(\frac{1}{t_{NF}} \right)^i \right) \quad (61)$$

Trọng số cho mỗi phân đoạn được tính toán dựa trên chiều rộng của mỗi phân đoạn:

$$e_{NF}(j) = \begin{cases} k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) - w_{NF} + 1 & , (w_{NF} \leq 3) \wedge (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) > 2w_{NF} - 4) \\ \frac{0.28125}{w_{NF}} (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j))^2 & , (w_{NF} \leq 3) \wedge (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) \leq 2w_{NF} - 4) \\ k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) - 7 & , (w_{NF} > 3) \wedge (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) > 12) \\ 0.03515625 (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j))^2 & , (w_{NF} > 3) \wedge (k_{NF1}(j) - k_{NF0}(j) \leq 12) \end{cases} \quad (62)$$

Thừa số nhiều âm sau đó được tính toán như sau:

$$f_{NF} = \begin{cases} f_{att} \frac{\sum_{i=0}^{n_{NF}-1} E'_{NF}(i)}{\sum_{i=0}^{n_{NF}-1} e_{NF}(i)} & , \text{ if } \sum_{i=0}^{n_{NF}-1} e_{NF}(i) > 0 \\ 0 & , \text{ else} \end{cases} \quad (63)$$

5.3.3.2.10.6 Phép lượng tử hóa thừa số nhiều âm

Để truyền dẫn thừa số nhiều âm được lượng tử hóa để thu được chỉ số 3 bit:

$$I_{NF} = \min(\lfloor 10.75 f_{NF} + 0.5 \rfloor, 7) \quad (64)$$

5.3.3.2.11 Điền đầy khoảng trống thông minh

Công cụ *điền đầy khoảng trống thông minh* (Intelligent Gap Filling - IGF) là công nghệ điền đầy khoảng trống nâng cao để điền đầy khoảng trống (các vùng giá trị 0) trong các phổ. Các khoảng trống này có thể diễn ra do phép lượng tử hóa thô trong quy trình mã hóa trong đó phần lớn phổ đã cho có thể được thiết lập về 0 để đáp ứng các giới hạn bit. Tuy nhiên, với công cụ IGF, các phần tín hiệu bị thiếu này được khôi phục trên phía bộ thu (receiver side - RX) với thông tin tham số được tính toán trên

phía bộ truyền dẫn (transmission side - TX). IGF chỉ được sử dụng nếu chế độ TCX đang hoạt động.

Xem bảng 6 dưới đây cho tất cả các điểm vận hành IGF:

Bảng 6: Các chế độ ứng dụng IGF

Tốc độ bit	Chế độ
9,6kbps	WB
9,6kbps	SWB
13,2kbps	SWB
16,4kbps	SWB
24,4kbps	SWB
32,2kbps	SWB
48,0kbps	SWB
16,4kbps	FB
24,4kbps	FB
32,0kbps	FB
48,0kbps	FB
96,0kbps	FB
128,0kbps	FB

Trên phía truyền dẫn, IGF tính toán các mức trên các băng thừa số định tỉ lệ, sử dụng phổ TCX được tạo giá trị phức hoặc thực. Ngoài ra, các chỉ số làm trắng phổ được tính toán sử dụng phép đo độ phẳng phổ và thừa số đỉnh. Bộ mã hóa số học được sử dụng cho phép mã hóa im lặng và truyền dẫn hiệu quả đến phía bộ thu (RX).

5.3.3.2.11.1 Hàm trợ giúp IGF

5.3.3.2.11.1.1 Các giá trị ánh xạ với thừa số chuyển tiếp

Nếu có phép chuyển tiếp phép mã hóa từ CELP đến TCX ($isCelpToTCX = true$) hoặc khung TCX 10 được tạo tín hiệu ($isTCX10 = true$), chiều dài khung TCX có thể thay đổi. Trong trường hợp thay đổi chiều dài khung, tất cả các giá trị mà liên quan đến chiều dài khung được ánh xạ với hàm t^F :

$$tF: \mathbb{N} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{N},$$

$$tF(n, f) := \begin{cases} \left\lfloor nf + \frac{1}{2} \right\rfloor, & \text{if } \left\lfloor nf + \frac{1}{2} \right\rfloor \text{ is even} \\ \left\lfloor nf + \frac{1}{2} \right\rfloor + 1, & \text{if } \left\lfloor nf + \frac{1}{2} \right\rfloor \text{ is odd} \end{cases} \quad (65)$$

trong đó n là số tự nhiên, ví dụ, độ lệch bằng thừa số định tỉ lệ, và f là thừa số chuyển tiếp, xem bảng 11.

5.3.3.2.11.1.2 Phổ lũy thừa TCX

Phổ lũy thừa $P \in \mathbb{R}^n$ của khung TCX được tính toán với:

$$P(sb) := R(sb)^2 + I(sb)^2, \quad sb = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (66)$$

trong đó n là chiều dài của sổ TCX thực tế, $R \in \mathbb{R}^n$ là véctor gồm phần được tạo giá trị thực (được biến đổi cos) của phổ TCX hiện thời, và $I \in \mathbb{R}^n$ là véctor chứa phần ảo (được biến đổi sin) của phổ TCX hiện thời.

5.3.3.2.11.1.3 Hàm đo lường độ phẳng phổ SFM

Để $P \in \mathbb{R}^n$ là phổ lũy thừa TCX như được tính toán theo phần con 5.3.3.2.11.1.2 và b vạch bắt đầu và e vạch kết thúc của phạm vi đo lường SFM.

Hàm SFM , được áp dụng với IGF, được định nghĩa với:

$$SFM: \mathbb{R}^n \times \mathbb{N} \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R},$$

$$SFM(P, b, e) := 2^{\left(\frac{1}{2} + p\right)} \left(\frac{1}{e-b} \left(1 + \sum_{sb=b}^{e-1} P(sb) \right) \right)^{-1}, \quad (67)$$

trong đó n là chiều dài của sổ TCX thực tế và p được xác định với:

$$p := \frac{1}{e-b} \sum_{sb=b}^{e-1} \lfloor \max(0, \log_2(P(sb))) \rfloor \quad (68)$$

5.3.3.2.11.1.4 Hàm thừa số đỉnh $CREST$

Để $P \in \mathbb{R}^n$ là phổ lũy thừa TCX như được tính toán theo phần con 5.3.3.2.11.1.2

và b vạch bắt đầu và e vạch kết thúc của phạm vi đo lường thừa số đỉnh.

Hàm $CREST$, được áp dụng với IGF, được định nghĩa với:

$$CREST: \mathbb{R}^n \times \mathbb{N} \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R},$$

$$CREST(P, b, e) = \max \left(1, E_{max} \left(\frac{1}{e-b} \sum_{sb=b}^{e-1} \lfloor \max(0, \log_2(P(sb))) \rfloor^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right), \quad (69)$$

trong đó n là chiều dài của số TCX thực tế và E_{max} được xác định với:

$$E_{max} := \left\lfloor \max_{sb \in [b, e[\subset \mathbb{N}} (0, \log_2(P(sb))) \right\rfloor. \quad (70)$$

5.3.3.2.11.1.5 Hàm ánh xạ hT

Hàm ánh xạ hT được định nghĩa với:

$$hT: \mathbb{R} \times \mathbb{N} \rightarrow (0, 1, 2),$$

$$hT(s, k) = \begin{cases} 0 & \text{for } s \leq ThM_k \\ 1 & \text{for } ThM_k < s \leq ThS_k, \\ 2 & \text{for } s > ThS_k \end{cases} \quad (71)$$

trong đó s là độ phẳng phổ đã được tính và k là băng nhiễu âm trong phạm vi. Đối với các giá trị ngưỡng ThM_k , ThS_k đề cập đến bảng 7 sau đây.

Bảng 7: Các ngưỡng để làm trắng cho nT , ThM và ThS

Tốc độ bit	Chế độ	nT	ThM	ThS
9,6kbps	WB	2	0,36, 0,36	1,41, 1,41
9,6kbps	SWB	3	0,84, 0,89, 0,89	1,30, 1,25, 1,25
13,2kbps	SWB	2	0,84, 0,89	1,30, 1,25
16,4kbps	SWB	3	0,83, 0,89, 0,89	1,31, 1,19, 1,19
24,4kbps	SWB	3	0,81, 0,85, 0,85	1,35, 1,23, 1,23
32,2kbps	SWB	3	0,91, 0,85, 0,85	1,34, 1,35, 1,35
48,0kbps	SWB	1	1,15	1,19
16,4kbps	FB	3	0,63, 0,27, 0,36	1,53, 1,32, 0,67
24,4kbps	FB	4	0,78, 0,31, 0,34, 0,34	1,49, 1,38, 0,65, 0,65
32,0kbps	FB	4	0,78, 0,31, 0,34, 0,34	1,49, 1,38, 0,65, 0,65
48,0kbps	FB	1	0,80	1,0
96,0kbps	FB	1	0	2,82
128,0kbps	FB	1	0	2,82

5.3.3.2.11.1.6 Khuyết

5.3.3.2.11.1.7 Các bảng thừa số định tỉ lệ IGF

Các bảng thừa số định tỉ lệ IGF có sẵn cho tất cả các chế độ trong đó IGF được áp dụng.

Bảng 8: Bảng độ lệch băng thừa số định tỉ lệ

Tốc độ bit	Chế độ	Số các băng (number of band - nB)	Độ lệch băng thừa số định tỉ lệ (t[0],t[1],...,t[nB])
9,6kbps	WB	3	164, 186, 242, 320
9,6kbps	SWB	3	200, 322, 444, 566
13,2kbps	SWB	6	256, 288, 328, 376, 432, 496, 566
16,4kbps	SWB	7	256, 288, 328, 376, 432, 496, 576, 640
24,4kbps	SWB	8	256, 284, 318, 358, 402, 450, 508, 576, 640
32,2kbps	SWB	8	256, 284, 318, 358, 402, 450, 508, 576, 640
48,0kbps	SWB	3	512, 534, 576, 640
16,4kbps	FB	9	256, 288, 328, 376, 432, 496, 576, 640, 720, 800
24,4kbps	FB	10	256, 284, 318, 358, 402, 450, 508, 576, 640, 720, 800
32,0kbps	FB	10	256, 284, 318, 358, 402, 450, 508, 576, 640, 720, 800
48,0kbps	FB	4	512, 584, 656, 728, 800
96,0kbps	FB	2	640, 720, 800
128,0kbps	FB	2	640, 720, 800

Bảng 8 trên đây đề cập đến chiều dài 20 của số TCX và thừa số chuyển tiếp 1,00.

Đối với tất cả các chiều dài của số áp dụng ánh xạ lại như sau

$$t(k) := t^F(t(k), f), \quad k = 0, 1, 2, \dots, nB \quad (72)$$

trong đó t^F là hàm ánh xạ thừa số được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.1.

5.3.3.2.11.1.8 Hàm ánh xạ m **Bảng 9:** Bảng phụ nguồn cực tiểu IGF, $minSb$

Tốc độ bit	chế độ	$minSb$
9,6kbps	WB	30
9,6kbps	SWB	32
13,2kbps	SWB	32
16,4kbps	SWB	32
24,4kbps	SWB	32
32,2kbps	SWB	32
48,0kbps	SWB	64
16,4kbps	FB	32
24,4kbps	FB	32
32,0kbps	FB	32
48,0kbps	FB	64
96,0kbps	FB	64
128,0kbps	FB	64

Đối với mỗi chế độ, hàm ánh xạ được xác định để truy cập các vạch nguồn từ vạch đích đã cho trong phạm vi IGF.

Bảng 10: Các hàm ánh xạ cho mỗi chế độ

Tốc độ bit	Chế độ	nT	Hàm ánh xạ
9,6kbps	WB	2	m_{2a}
9,6kbps	SWB	3	m_{3a}
13,2 kbps	SWB	2	m_{2b}
16,4kbps	SWB	3	m_{3b}
24,4kbps	SWB	3	m_{3c}
32,2kbps	SWB	3	m_{3c}
48,0kbps	SWB	1	m_1
16,4kbps	FB	3	m_{3d}
24,4kbps	FB	4	m_4
32,0kbps	FB	4	m_4
48,0kbps	FB	1	m_1
96,0kbps	FB	1	m_1
128,0kbps	FB	1	m_1

Hàm ánh xạ m_1 được định nghĩa với:

$$m_1(x) := \min Sb + 2t(0) - t(nB) + (x - t(0)), \quad \text{for } t(0) \leq x < t(nB) \quad (73)$$

Hàm ánh xạ m_{2a} được định nghĩa với:

$$m_{2a}(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(2) \\ \min Sb + (x - t(2)) & \text{for } t(2) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (74)$$

Hàm ánh xạ m_{2b} được định nghĩa với:

$$m_{2b}(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(4) \\ \min Sb + tF(32, f) + (x - t(4)) & \text{for } t(2) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (75)$$

Hàm ánh xạ m_{3a} được định nghĩa với:

$$m_{3a}(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(1) \\ \min Sb + tF(32, f) + (x - t(1)) & \text{for } t(1) \leq x < t(2) \\ \min Sb + tF(46, f) + (x - t(2)) & \text{for } t(2) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (76)$$

Hàm ánh xạ m_{3b} được định nghĩa với:

$$m3b(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(4) \\ \min Sb + tF(48, f) + (x - t(4)) & \text{for } t(4) \leq x < t(6) \\ \min Sb + tF(64, f) + (x - t(6)) & \text{for } t(6) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (77)$$

Hàm ánh xạ $m3c$ được định nghĩa với:

$$m3c(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(4) \\ \min Sb + tF(32, f) + (x - t(4)) & \text{for } t(4) \leq x < t(7) \\ \min Sb + tF(64, f) + (x - t(7)) & \text{for } t(7) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (78)$$

Hàm ánh xạ $m3d$ được định nghĩa với:

$$m3d(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(4) \\ \min Sb + t(x - t(4)) & \text{for } t(4) \leq x < t(7) \\ \min Sb + (x - t(7)) & \text{for } t(7) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (79)$$

Hàm ánh xạ $m4$ được định nghĩa với:

$$m4(x) := \begin{cases} \min Sb + (x - t(0)) & \text{for } t(0) \leq x < t(4) \\ \min Sb + tF(32, f) + (x - t(4)) & \text{for } t(4) \leq x < t(6) \\ \min Sb + (x - t(6)) & \text{for } t(6) \leq x < t(9) \\ \min Sb + (t(9) - t(8)) + (x - t(9)) & \text{for } t(9) \leq x < t(nB) \end{cases} \quad (80)$$

Giá trị f là thừa số chuyển tiếp phù hợp, xem bảng 11 và t^F được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.1.

Lưu ý rằng, tất cả các giá trị $t(0), t(1), \dots, t(nB)$ đã được ánh xạ với hàm t^F , như được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.1. Các giá trị cho nB được định nghĩa trong bảng 8.

Các hàm ánh xạ được mô tả ở đây sẽ được viện dẫn trong văn bản như “hàm ánh xạ m” giả định, rằng hàm phù hợp cho chế độ hiện thời được lựa chọn.

5.3.3.2.11.2 Các phần tử đầu vào IGF (TX)

Môđun bộ mã hóa IGF kì vọng các véctor và cờ hiệu sau như đầu vào:

R : véctor với phần thực của phổ TCX hiện thời X_M

I : véctor với phần ảo của phổ TCX hiện thời X_S

P : véctor với giá trị của phổ lũy thừa TCX X_P

$isTransient$: cờ hiệu, tạo tín hiệu nếu khung hiện thời chứa chuyển tiếp, xem phần con 5.3.2.4.1.1

isTCX10 : cờ hiệu, tạo tín hiệu khung TCX 10

isTCX20 : cờ hiệu, tạo tín hiệu khung TCX 20

isCelpToTCX : cờ hiệu, tạo tín hiệu phép chuyển tiếp CELP thành TCX; tạo ra cờ hiệu bằng phép thử liệu khung cuối cùng là CELP

isIndepFlag : cờ hiệu, tạo tín hiệu rằng khung hiện thời độc lập với khung trước đó

Được lập danh sách trong bảng 11, các tổ hợp sau được tạo tín hiệu qua các cờ hiệu *isTCX10*, *isTCX20* và *isCelpToTCX* được cho phép với IGF:

Bảng 11: Các phép chuyển tiếp TCX, thừa số chuyển tiếp f , chiều dài cửa sổ n

Tốc độ bit/Chế độ	<i>isTCX10</i>	<i>isTCX20</i>	<i>isCelpToTCX</i>	Thừa số chuyển tiếp f	Chiều dài cửa sổ n
9,6 kbps / WB	sai	đúng	sai	1,00	320
	sai	đúng	đúng	1,25	400
9,6 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,25	800
13,2 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,25	800
16,4 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,25	800
24,4 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,25	800
32,0 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,25	800
48,0 kbps / SWB	sai	đúng	sai	1,00	640
	sai	đúng	đúng	1,00	640
	đúng	sai	sai	0,50	320
16,4 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,25	1200

24,4 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,25	1200
32,0 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,25	1200
48,0 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,00	960
	đúng	sai	sai	0,50	480
96,0 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,00	960
	đúng	sai	sai	0,50	480
128,0 kbps / FB	sai	đúng	sai	1,00	960
	sai	đúng	đúng	1,00	960
	đúng	sai	sai	0,50	480

5.3.3.2.11.3 Các hàm IGF trên phía truyền dẫn (TX)

Tất cả sự tuyên bố hàm giả định rằng các phần tử đầu vào được cung cấp trên cơ sở khung cạnh khung. Các ngoại lệ duy nhất là hai khung TCX 10 liên tiếp, trong đó khung thứ hai được mã hóa phụ thuộc trên khung thứ nhất.

5.3.3.2.11.4 Phép tính thừa số định tỉ lệ IGF

Phần con này mô tả cách vectơ thừa số định tỉ lệ IGF $g^{(k)}$, $k = 0, 1, \dots, nB - 1$ được tính toán trên phía truyền dẫn (TX).

5.3.3.2.11.4.1 Phép tính được tạo giá trị phức

Trong trường hợp phổ lũy thừa TCX P có sẵn, các giá trị thừa số định tỉ lệ g được tính toán sử dụng P :

$$E(k)_{\text{cplx, target}} := \sqrt{\frac{1}{t(k+1)-t(k)} \sum_{tb=t_k}^{t(k+1)-1} P(tb)}, \quad k = 0, 1, \dots, nB - 1, \quad (81)$$

và để $m: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ là hàm ánh xạ mà ánh xạ phạm vi đích IGF vào vào phạm vi nguồn IGF được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.8, tính toán:

$$E(k)_{cplx, source} := \sqrt{\frac{1}{t(k+1)-t(k)} \sum_{tb=t_k}^{t(k+1)-1} P(m(tb))}, k = 0, 1, \dots, nB-1, \quad (82)$$

$$E(k)_{real, source} := \sqrt{\frac{1}{t(k+1)-t(k)} \sum_{tb=t_k}^{t(k+1)-1} R(m(tb))^2}, k = 0, 1, \dots, nB-1, \quad (83)$$

trong đó $t(0), t(1), \dots, t(nB)$ đã được ánh xạ với hàm t^F , xem phần con 5.3.3.2.11.1.1, và nB là số các băng thừa số định tỉ lệ IGF, xem bảng 8.

Tính toán $g(k)$ với:

$$g(k) := \left\lfloor \frac{1}{2} + 4 \log_2 \left(\max \left(\frac{9}{10}, 16 \left(\frac{E(k)_{cplx, target}}{E(k)_{cplx, source}} \right)_{real, source} E(k) \right) \right) \right\rfloor, k = 0, 1, \dots, nB-1 \quad (84)$$

và hạn chế $g(k)$ đến phạm vi $[0, 91] \subset \mathbb{Z}$ với

$$g(k) = \max(0, g(k)), \quad (85)$$

Các giá trị $g(k)$, $k = 0, 1, \dots, nB-1$, sẽ được truyền dẫn đến phía bộ thu (RX) sau khi nén không tổn hao thêm với bộ mã hóa số học được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.8.

5.3.3.2.11.4.2 Phép tính toán được tạo giá trị thực

Nếu phổ lũy thừa TCX không có sẵn, tính:

$$E(k)_{real} := \sqrt{\frac{1}{t(k+1)-t(k)} \sum_{tb=t(k)}^{t(k+1)-1} R(tb)^2}, k = 0, 1, \dots, nB-1 \quad (86)$$

trong đó $t(0), t(1), \dots, t(nB)$ đã được ánh xạ với hàm t^F , xem phần con 5.3.3.2.11.1.1, và nB là số các băng, xem bảng 8.

Tính toán $g(k)$ với:

$$g(k) := \left\lfloor \frac{1}{2} + 4 \log_2 \left(\max \left(\frac{9}{10}, 16 E(k)_{real} \right) \right) \right\rfloor, k = 0, 1, \dots, nB-1 \quad (87)$$

và hạn chế $g(k)$ đến phạm vi $[0, 91] \subset \mathbb{Z}$ với

$$\begin{aligned} g(k) &= \max(0, g(k)), \\ g(k) &= \min(91, g(k)). \end{aligned} \quad (88)$$

Các giá trị $g(k)$, $k = 0, 1, \dots, nB-1$, sẽ được truyền dẫn đến phía bộ thu (RX) sau khi nén không tổn hao thêm với bộ mã hóa số học được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.8.

5.3.3.2.11.5 Màn chắn âm IGF

Để xác định thành phần phổ nào nên được truyền dẫn với bộ mã hóa lỗi, màn chắn âm được tính toán: Do đó, tất cả nội dung phổ đáng kể được nhận biết, trái lại nội dung mà phù hợp tốt với phép mã hóa tham số qua IGF được lượng tử hóa về 0.

5.3.3.2.11.5.1 Phép tính màn chắn âm IGF

Trong trường hợp phổ lũy thừa TCX P không có sẵn, tất cả nội dung phổ trên $t(0)$ được xóa bỏ:

$$R(tb) := 0, \quad t(0) \leq tb < t(nB) \quad (89)$$

khi R là phổ TCX được tạo giá trị thực sau khi áp dụng TNS và n là chiều dài cửa sổ TCX hiện thời.

Trong trường hợp phổ lũy thừa TCX P có sẵn, tính:

$$E_{HP} = \frac{1}{2t(0)} \sum_{i=0}^{t(0)-1} i P(i) \quad (90)$$

trong đó $t(0)$ là vạch phổ thứ nhất trong phạm vi IGF.

Cho E_{HP} , áp dụng thuật toán sau:

Khởi tạo $last$ và $next$:

$$last := R(t(0)-1)$$

$$next := \begin{cases} 0 & \text{if } P(t(0)-1) < E_{HP} \\ R(t(0)) & \text{else} \end{cases}$$

for ($i = t(0)$; $i < t(nB)-1$; $i++$) {

if ($P(i) < E_{HP}$) {

$$last := R(i)$$

$$R(i) := next$$

```

next := 0
} else if(  $P(i) \geq E_{HP}$  ) {
   $R(i-1) := last$ 
   $last := R(i)$ 
   $next := R(i+1)$ 
}
}
if  $P(t(nB-1)) < E_{HP}$ , set  $R(t(nB)-1) := 0$ 

```

5.3.3.2.11.6 Phép tính độ phẳng phổ IGF

Bảng 12: Số các ô nT và chiều rộng ô wT

Tốc độ bit	Chế độ	nT	wT
9,6kbps	WB	2	$t(2)-t(0), t(nB)-t(2)$
9,6kbps	SWB	3	$t(1)-t(0), t(2)-t(1), t(nB)-t(2)$
13,2kbps	SWB	2	$t(4)-t(0), t(nB)-t(4)$
16,4kbps	SWB	3	$t(4)-t(0), t(6)-t(4), t(nB)-t(6)$
24,4kbps	SWB	3	$t(4)-t(0), t(7)-t(4), t(nB)-t(7)$
32,2kbps	SWB	3	$t(4)-t(0), t(7)-t(4), t(nB)-t(7)$
48,0kbps	SWB	1	$t(nB)-t(0)$
16,4kbps	FB	3	$t(4)-t(0), t(7)-t(4), t(nB)-t(7)$
24,4kbps	FB	4	$t(4)-t(0), t(6)-t(4), t(9)-t(6), t(nB)-t(9)$
32,0kbps	FB	4	$t(4)-t(0), t(6)-t(4), t(9)-t(6), t(nB)-t(9)$
48,0kbps	FB	1	$t(nB)-t(0)$
96,0kbps	FB	1	$t(nB)-t(0)$
128,0kbps	FB	1	$t(nB)-t(0)$

Đối với phép tính độ phẳng phổ IGF, hai mảng tĩnh, $prevFIR$ và $prevIIR$, cả hai có kích thước nT cần để giữa các trạng thái lọc trên các khung. Ngoài ra, cờ hiệu tĩnh $wasTransient$ cần để lưu thông tin của cờ hiệu đầu vào $isTransient$ từ khung trước.

5.3.3.2.11.6.1 Thiết lập lại các trạng thái lọc

Các vectơ $prevFIR$ và $prevIIR$ đều là mảng tĩnh có kích thước nT trong mô đun IGF và cả hai mảng được khởi tạo với các số 0:

$$\left. \begin{array}{l} prevFIR(k) := 0 \\ prevIIR(k) := 0 \end{array} \right\} \text{for } k = 0, 1, \dots, nT - 1 \quad (91)$$

Phép khởi tạo hóa này sẽ được thực hiện

- Bảng bắt đầu bộ mã hóa-giải mã
- bảng việc chuyển tốc độ bit bất kì
- bảng việc chuyển loại bộ mã hóa-giải mã bất kì
- với phép chuyển tiếp từ CELP đến TCX, ví dụ, $isCelpToTCX = true$
- nếu khung hiện thời có đặc tính chuyển tiếp, ví dụ, $isTransient = true$

5.3.3.2.11.6.2 Thiết lập lại các mức làm trắng hiện thời

Vectơ $currWLevel$ sẽ được khởi tạo với 0 cho tất cả các ô,

$$currWLevel(k) = 0, \quad k = 0, 1, \dots, nT - 1 \quad (92)$$

- Bảng bắt đầu bộ mã hóa-giải mã
- bảng việc chuyển tốc độ bit bất kì
- bảng việc chuyển loại bộ mã hóa-giải mã bất kì
- với phép chuyển tiếp từ CELP đến TCX, ví dụ, $isCelpToTCX = true$

5.3.3.2.11.6.3 Phép tính các chỉ số độ phẳng phổ

Các bước 1) đến 4) sau sẽ được thực hiện liên tiếp:

- 1) Cập nhật các vùng đệm mức trước và khởi tạo các mức hiện thời:

$$\left. \begin{array}{l} prevWLevel(k) := currWLevel(k), \quad k = 0, 1, \dots, nT - 1 \\ currWLevel(k) := 0, \quad k = 0, 1, \dots, nT - 1 \end{array} \right\} \quad (93)$$

Trong trường hợp $prevIsTransient$ hoặc $isTransient$ là đúng, áp dụng

$$currWLevel(k) = 1, \quad k = 0, 1, \dots, nT - 1 \quad (94)$$

nếu không, nếu phổ lũy thừa P có sẵn, tính

$$tmp(k) := \frac{SFM(P, e(k), e(k+1))}{CREST(P, e(k), e(k+1))}, \quad k = 0, 1, \dots, nT-1 \quad (95)$$

với

$$e(k) := \begin{cases} t(0) & k = 0 \\ e(k-1) + wT(k) & k = 1, \dots, nT-1 \end{cases} \quad (96)$$

trong đó SFM là hàm đo độ phẳng phổ, được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.3 và $CREST$ là hàm thừa số đỉnh được mô tả trong mệnh đề phụ 5.3.3.2.11.1.4.

Tính toán:

$$s(k) := \min \left(2.7, tmp(k) + prevFIR(k) + \frac{1}{2} prevIIR(k) \right) \quad (97)$$

Sau phép tính của véc tơ $s^{(k)}$, các trạng thái bộ lọc được cập nhật với:

$$\begin{aligned} prevFIR(k) &= tmp(k), \quad k = 0, 1, \dots, nT-1 \\ prevIIR(k) &= s(k), \quad k = 0, 1, \dots, nT-1 \\ prevIsTransient &= isTransient \end{aligned} \quad (98)$$

- 2) Hàm ánh xạ $hT: \mathbb{N} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{N}$ được áp dụng với các giá trị được tính toán để thu được véc tơ chỉ số mức làm trắng $currWLevel$. Hàm ánh xạ $hT: \mathbb{N} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{N}$ được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.1.5.

$$currWLevel(k) = hT(s(k), k), \quad k = 0, 1, \dots, nT-1 \quad (99)$$

- 3) Với các chế độ được lựa chọn, xem bảng 13, áp dụng phép ánh xạ cuối cùng sau:

$$currWLevel(nT-1) := currWLevel(nT-2) \quad (100)$$

Bảng 13: các chế độ cho bước 4) ánh xạ

Tốc độ bit	chế độ	ánh xạ
9,6kbps	WB	áp dụng
9,6kbps	SWB	áp dụng
13,2kbps	SWB	NOP
16,4kbps	SWB	áp dụng
24,4kbps	SWB	áp dụng
32,2kbps	SWB	áp dụng
48,0kbps	SWB	NOP
16,4kbps	FB	áp dụng
24,4kbps	FB	áp dụng
32,0kbps	FB	áp dụng
48,0kbps	FB	NOP
96,0kbps	FB	NOP
128,0kbps	FB	NOP

Sau khi thực hiện bước 4) véc tơ chỉ số mức làm trắng $currWLevel$ sẵn sàng cho sự truyền dẫn.

5.3.3.2.11.6.4 Mã hóa các mức làm trắng IGF

Các mức làm trắng IGF, được định nghĩa trong véc tơ $currWLevel$, được truyền dẫn sử dụng 1 hoặc 2 bit mỗi ô. Số chính xác tổng các bit được yêu cầu phụ thuộc vào các giá trị thực tế nằm trong $currWLevel$ và giá trị của cờ hiệu $isIndep$. Phép xử lý chi tiết sau được mô tả trong mã giả dưới đây:

```

isSame = 1;
nTiles = nT ;
k = 0;
if (isIndep) {
    isSame = 0;
} else {

```

```

for (k = 0; k < nTiles ; k++) {
    if ( currWLevel(k) != prevWLevel(k) ) {
        isSame = 0;
        break;
    }
}
}
if ( isSame ) {
    write_bit(1);
} else {
    if (!isIndep) {
        write_bit(0);
    }
    encode_whitening_level(currWLevel(0));
    for (k = 1; k < nTiles ; k++) {
        isSame = 1;
        if ( currWLevel(k) != currWLevel(k-1) ) {
            isSame = 0;
            break;
        }
    }
    if (!isSame) {
        write_bit(1);
        for (k = 1; k < nTiles ; k++) {
            encode_whitening_level(currWLevel(k));
        }
    } else {
        write_bit(0);
    }
}
}

```

trong đó vectơ $prevWLevel$ chứa các mức làm trắng từ khung trước và hàm $encode_whitening_level$ quan tâm đến sự ánh xạ thực tế của mức làm trắng $currWLevel(k)$ đến mã nhị phân. Hàm được thực thi theo mã giả sau:

```
if (currWLevel(k) == 1) {
    write_bit(0);
} else {
    write_bit(1);
    if (currWLevel(k) == 0) {
        write_bit(0);
    } else {
        write_bit(1);
    }
}
```

5.3.3.2.11.7 Bộ chỉ báo độ phẳng theo thời gian IGF

Đường bao theo thời gian của tín hiệu được khôi phục bởi IGF được làm phẳng trên phía bộ thu (RX) theo thông tin được truyền dẫn trên độ phẳng đường bao theo thời gian, mà là bộ chỉ báo độ phẳng IGF.

Độ phẳng theo thời gian được đo như độ khuếch đại dự báo tuyến tính trong miền tần số. Thứ nhất, phép dự báo tuyến tính của phần thực của phổ TCX hiện thời được thực hiện và khi đó độ khuếch đại η_{igf} được tính:

$$\eta_{igf} = \frac{1}{\prod_{i=1}^8 (1 - k_i^2)} \quad (101)$$

trong đó k_i = hệ số PARCOR thứ i thu được bằng phép dự báo tuyến tính.

Từ độ khuếch đại dự báo η_{igf} và độ khuếch đại dự báo η_{tms} được mô tả trong phần con 5.3.3.2.2.3, cờ hiệu chỉ báo độ phẳng theo thời gian IGF $isIgfTemFlat$ được định nghĩa như

$$isIgfTemFlat = \begin{cases} 1 & \eta_{igf} < 1.15 \text{ and } \eta_{ms} < 1.15 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (102)$$

5.3.3.2.11.8 Mã hóa im lặng IGF

Véc tơ thừa số định tỉ lệ IGF g được mã hóa im lặng với bộ mã hóa số học để viết phép biểu diễn hiệu quả của véc tơ với dòng bit.

Mô đun sử dụng các hàm bộ mã hóa số học thô chung từ cấu trúc hạ tầng, mà được cung cấp bởi bộ mã hóa lõi. Các hàm được sử dụng là $ari_encode_14bits_sign(bit)$, mà mã hóa giá trị bit , $ari_encode_14bits_ext(value, cumulativeFrequencyTable)$, mà mã hóa $value$ từ bảng chữ cái gồm 27 ký hiệu ($SYMBOLS_IN_TABLE$) sử dụng bảng tần số tích lũy $cumulativeFrequencyTable$, $ari_start_encoding_14bits()$, mà khởi tạo bộ mã hóa số học, và $ari_finish_encoding_14bits()$, mà kết thúc bộ mã hóa số học.

5.3.3.2.11.8.1 Cờ hiệu độc lập IGF

Trạng thái bên trong của bộ mã hóa được thiết lập lại trong trường hợp cờ hiệu $isIndepFlag$ có giá trị $true$. Cờ hiệu này có thể được thiết lập về $false$ chỉ trong các chế độ trong đó các cửa sổ TCX10 (xem bảng 11) được sử dụng cho khung thứ hai của hai khung TCX 10 liên tiếp.

5.3.3.2.11.8.2 Cờ hiệu tắt cả bằng 0 IGF

Các tín hiệu cờ hiệu tắt cả bằng 0 IGF mà tắt cả thừa số định tỉ lệ IGF bằng 0:

$$allZero = \begin{cases} 1 & \text{if } g(k) = 0, \text{ for all } 0 \leq k < nB \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad (103)$$

Cờ hiệu $allZero$ được viết vào dòng bit thứ nhất. Trong trường hợp cờ hiệu là $true$, trạng thái bộ mã hóa được tái thiết lập và không có dữ liệu nào được viết cho dòng bit, nếu không véc tơ thừa số định tỉ lệ được mã hóa số học g theo sau trong dòng bit.

5.3.3.2.11.8.3 Các hàm trợ giúp mã hóa số học IGF

5.3.3.2.11.8.3.1 Hàm thiết lập lại

Các trạng thái bộ mã hóa số học bao gồm $t \in \{0,1\}$, và véc tơ $prev$, mà biểu diễn giá trị của véc tơ g được bảo tồn từ khung trước đó. Khi mã hóa véc tơ g , giá trị 0 cho t

nghĩa là không có sẵn khung trước, do đó $prev$ không được định nghĩa và không được sử dụng. Giá trị 1 cho t có nghĩa là có sẵn khung trước do đó $prev$ có dữ liệu hợp lệ và được sử dụng, điều này là trường hợp chỉ trong các chế độ mà các cửa sổ TCX 10 (xem bảng 11) được sử dụng cho khung thứ hai trong số hai khung TCX 10 liên tiếp. Để thiết lập lại trạng thái bộ mã hóa số học, đủ để thiết lập $t=0$.

Nếu khung có thiết lập $isIndepFlag$, trạng thái bộ mã hóa được thiết lập trước khi mã hóa véc tơ thừa số định tỉ lệ g . Lưu ý rằng tổ hợp $t=0$ và $isIndepFlag=false$ là hợp lệ, và có thể xảy ra cho khung thứ hai gồm hai khung TCX 10 liên tiếp, trong đó khung thứ nhất có $allZero=1$. Trong trường hợp cụ thể này, khung sử dụng thông tin ngữ cảnh từ khung trước (véc tơ $prev$), vì $t=0$, và khung thực sự được mã hóa như khung độc lập.

5.3.3.2.11.8.3.2 Hàm `arith_encode_bits`

Hàm `arith_encode_bits` mã hóa số nguyên không được ký hiệu x , có các bit chiều dài $nBits$, bằng cách viết một bit một lần.

```
arith_encode_bits(x, nBits)
{
    for (i = nBits - 1; i >= 0; --i) {
        bit = (x >> i) & 1;
        ari_encode_14bits_sign(bit);
    }
}
```

5.3.3.2.11.8.3.2 Các hàm trạng thái lưu và khôi phục

Lưu trạng thái bộ mã hóa đạt được sử dụng hàm `iisIGFSCFEncoderSaveContextState`, mà sao chép véc tơ t và $prev$ vào véc tơ $tSave$ và $prevSave$ một cách lần lượt. Khôi phục trạng thái bộ mã hóa được hoàn thành sử dụng hàm `iisIGFSCFEncoderRestoreContextState` bổ sung, mà sao chép véc tơ $tSave$ và $prevSave$ vào véc tơ t và $prev$ một cách lần lượt.

5.3.3.2.11.8.4 Phép mã hóa số học IGF

Lưu ý rằng bộ mã hóa số học nên có thể chỉ đếm các bit, ví dụ, thực hiện phép mã hóa số học mà không viết các bit vào dòng bit. Nếu bộ mã hóa số học được gọi bằng yêu cầu đếm, bằng cách sử dụng tham số *doRealEncoding* được thiết lập đến *false*, trạng thái bên trong của bộ mã hóa số học sẽ được lưu trước khi gọi đến hàm mức cao *iisIGFSCFEncoderEncode* và được khôi phục và sau khi gọi, bằng bộ gọi. Trong trường hợp cụ thể này, các bit được tạo ra bên trong bằng bộ mã hóa số học không được viết vào dòng bit.

Hàm *arith_encode_residual* mã hóa phần dư phép dự báo được tạo giá trị nguyên x , sử dụng bảng tần số lũy tích *cumulativeFrequencyTable*, và độ lệch bảng *tableOffset*. Độ lệch bảng *tableOffset* được sử dụng để điều chỉnh giá trị x trước khi mã hóa, để tối thiểu hóa xác suất mà giá trị rất nhỏ hoặc rất lớn sẽ được mã hóa sử dụng phép mã hóa thoát, mà hơi ít hiệu quả hơn. Các giá trị giữa $MIN_ENC_SEPARATE=-12$ và $MAX_ENC_SEPARATE=12$, tính cả các giá trị đầu mút, được mã hóa trực tiếp sử dụng bảng tần số lũy tích *cumulativeFrequencyTable*, và bảng chữ cái có kích thước $SYMBOLS_IN_TABLE=27$,

Đối với bảng chữ cái nêu trên có các ký tự $SYMBOLS_IN_TABLE$, các giá trị 0 và $SYMBOLS_IN_TABLE-1$ được bảo toàn như các mã thoát để biểu thị rằng giá trị là rất nhỏ hoặc rất lớn để vừa khoảng mặc định. Trong trường hợp này, giá trị *extra* biểu thị vị trí của giá trị trong một trong số các đuôi phân bố. Giá trị *extra* được mã hóa sử dụng 4 bit nếu nằm trong phạm vi $\{0, \dots, 14\}$, hoặc sử dụng 4 bit với giá trị 15 theo sau thêm 6 bit nếu nằm trong phạm vi $\{15, \dots, 15+62\}$, hoặc sử dụng 4 bit với giá trị 15 theo sau bởi 6 bit thêm với giá trị 62 theo sau bởi 7 bit thêm nếu giá trị lớn hơn hoặc bằng $15+63$. Lần cuối cùng trong ba trường hợp được sử dụng chính để tránh tình huống hiếm trong đó tín hiệu nhân tạo được tạo ra có mục đích có thể sản xuất điều kiện giá trị phần dư lớn không mong muốn trong bộ mã hóa.

```
arith_encode_residual(x, cumulativeFrequencyTable, tableOffset)
{
```

```

x += tableOffset;
if ((x >= MIN_ENC_SEPARATE) && (x <= MAX_ENC_SEPARATE)) {
    ari_encode_14bits_ext((x - MIN_ENC_SEPARATE) + 1,
cumulativeFrequencyTable);
    return;
} else if (x < MIN_ENC_SEPARATE) {
    extra = (MIN_ENC_SEPARATE - 1) - x;
    ari_encode_14bits_ext(0, cumulativeFrequencyTable);
} else { /* x > MAX_ENC_SEPARATE */
    extra = x - (MAX_ENC_SEPARATE + 1);
    ari_encode_14bits_ext(SYMBOLS_IN_TABLE - 1, cumulativeFrequencyTable);
}
if (extra < 15) {
    arith_encode_bits(extra, 4);
} else { /* extra >= 15 */
    arith_encode_bits(15, 4);
    extra -= 15;
    if (extra < 63) {
        arith_encode_bits(extra, 6);
    } else { /* extra >= 63 */
        arith_encode_bits(63, 6);
        extra -= 63;
        arith_encode_bits(extra, 7);
    }
}
}
}

```

Hàm *encode_sfe_vector* mã hóa véc tơ thừa số định tỉ lệ g , mà bao gồm nB giá trị số nguyên. Giá trị t và véc tơ $prev$, mà cấu thành trạng thái bộ mã hóa, được sử dụng như các tham số bổ sung cho hàm. Lưu ý rằng hàm mức đỉnh *iisIGFSCFEncoderEncode* phải gọi hàm khởi tạo bộ mã hóa số học chung *ari_start_encoding_14bits* trước khi gọi hàm *encode_sfe_vector*, và cũng gọi hàm kết thúc bộ mã hóa số học

ari_done_encoding_14bits sau đó.

Hàm *quant_ctx* được sử dụng để lượng tử hóa giá trị ngữ cảnh *ctx*, bằng cách hạn chế về $\{-3, \dots, 3\}$, và được định nghĩa như:

```
quant_ctx(ctx)
{
    if (abs(ctx) <= 3) {
        return ctx;
    } else if (ctx > 3) {
        return 3;
    } else { /* ctx < -3 */
        return -3;
    }
}
```

Các định nghĩa của tên biểu tượng được biểu thị trong các chú giải từ mã giả, được sử dụng để tính toán các giá trị ngữ cảnh, được liệt kê trong bảng sau 14:

Bảng 14: Định nghĩa tên biểu tượng

khung trước (khi có hiệu lực)	khung hiện thời
$a = \text{prev}[f]$	$x = g[f]$ (giá trị sẽ được mã hóa)
$c = \text{prev}[f-1]$	$b = g[f-1]$ (khi có hiệu lực)
	$e = g[f-2]$ (khi có hiệu lực)

```
encode_sfe_vector(t, prev, g, nB)
for (f = 0; f < nB; f++) {
    if (t == 0) {
        if (f == 0) {
            ari_encode_14bits_ext(g[f] >> 2, cf_se00);
```



```

    arith_encode_bits(g[f] & 3, 2); /* LSBs as 2 bit raw */
}
else if (f == 1) {
    pred = g[f - 1]; /* pred = b */
    arith_encode_residual(g[f] - pred, cf_se01, cf_off_se01);
} else { /* f >= 2 */
    pred = g[f - 1]; /* pred = b */
    ctx = quant_ctx(g[f - 1] - g[f - 2]); /* Q(b - e) */
    arith_encode_residual(g[f] - pred, cf_se02[CTX_OFFSET + ctx],
        cf_off_se02[IGF_CTX_OFFSET + ctx]);
}
}
else { /* t == 1 */
    if (f == 0) {
        pred = prev[f]; /* pred = a */
        arith_encode_residual(x[f] - pred, cf_se10, cf_off_se10);
    } else { /* (t == 1) && (f >= 1) */
        pred = prev[f] + g[f - 1] - prev[f - 1]; /* pred = a + b - c */
        ctx_f = quant_ctx(prev[f] - prev[f - 1]); /* Q(a - c) */
        ctx_t = quant_ctx(g[f - 1] - prev[f - 1]); /* Q(b - c) */
        arith_encode_residual(g[f] - pred,
            cf_se11[CTX_OFFSET + ctx_t][CTX_OFFSET + ctx_f],
            cf_off_se11[CTX_OFFSET + ctx_t][CTX_OFFSET + ctx_f]);
    }
}
}
}
}

```

Có năm trường hợp trong hàm nêu trên, phụ thuộc vào giá trị t và cũng trên vị trí f của giá trị trong véctor g :

- khi $t = 0$ và $f = 0$, thừa số định tỉ lệ thứ nhất của khung độc lập được mã hóa, bằng cách chia thành các bit có giá trị cao nhất mà được mã hóa sử dụng bảng tần số

lũy tích cf_se00 , và hai bit có giá trị thấp nhất được mã hóa trực tiếp.

- khi $t=0$ và $f=1$, thừa số định tỉ lệ thứ hai của khung độc lập được mã hóa (như phần dư dự báo) sử dụng bảng tần số lũy tích cf_se01 .

- khi $t=0$ và $f \geq 2$, các thừa số định tỉ lệ thứ ba và sau đó của khung độc lập được mã hóa (như các phần dư dự báo) sử dụng bảng tần số lũy tích $cf_se02[CTX_OFFSET+ctx]$, được xác định bởi giá trị ngưỡng cảnh được lượng tử hóa ctx .

- khi $t=1$ và $f=0$, thừa số định tỉ lệ thứ nhất của khung phụ thuộc được mã hóa (như phần dư dự báo) sử dụng bảng tần số lũy tích cf_se10 .

- khi $t=1$ và $f \geq 1$, các thừa số định tỉ lệ thứ hai và sau đó của khung phụ thuộc được mã hóa (như các phần dư dự báo) sử dụng bảng tần số lũy tích $cf_se11[CTX_OFFSET+ctx_t][CTX_OFFSET+ctx_f]$, được xác định bởi các giá trị ngưỡng cảnh được lượng tử hóa ctx_t và ctx_f .

Lưu ý rằng các bảng tần số lũy tích được định trước cf_se01 , cf_se02 , và các độ lệch bảng cf_off_se01 , cf_off_se02 phụ thuộc vào điểm vận hành hiện thời và hoàn toàn trên tốc độ bit, và được lựa chọn từ tập hợp các tùy chọn có sẵn trong khi bắt đầu bộ mã hóa cho mỗi điểm vận hành đã cho. Bảng tần số lũy tích cf_se00 là chung cho tất cả các điểm vận hành, và bảng tần số lũy tích cf_se10 và cf_se11 , và độ lệch bảng tương ứng cf_off_se10 và cf_off_se11 cũng là chung, nhưng chúng chỉ được sử dụng cho các điểm vận hành, tương ứng với các tốc độ bit lớn hơn hoặc bằng 48kbps, trong trường hợp các khung TCX 10 phụ thuộc (khi $t=1$).

5.3.3.2.11.9 Bộ viết dòng bit IGF

Các thừa số định tỉ lệ IGF số học, các mức làm trắng IGF và bộ chỉ báo độ phẳng theo thời gian IGF được truyền dẫn liên tiếp đến phía bộ mã hóa qua dòng bit. Phép mã hóa các thừa số định tỉ lệ IGF được mô tả trong phần con 5.3.3.2.11.8.4. Các mức làm trắng IGF được mã hóa trong phần con 5.3.3.2.11.6.4. Cuối cùng, cờ hiệu chỉ báo độ phẳng theo thời gian IGF, được biểu diễn như một bit, được viết vào dòng bit.

Trong trường hợp khung TCX20, tức là ($isTCX20 = true$), và không có yêu cầu đếm

nào được tạo tín hiệu đến bộ viết dòng bit, đầu ra của bộ viết dòng bit được nạp trực tiếp vào dòng bit. Trong trường hợp khung TCX10 ($isTCX10 = true$), khi hai khung con được mã hóa phụ thuộc trong một khung 20ms, đầu ra của bộ viết dòng bit cho mỗi khung con được viết vào vùng đệm theo thời gian, dẫn đến dòng bit chứa đầu ra của bộ viết dòng bit cho các khung con riêng lẻ. Nội dung của vùng đệm theo thời gian này cuối cùng được viết đến dòng bit.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh có băng tần dưới và băng tần trên, bộ mã hóa âm thanh bao gồm:

bộ phát hiện (802) để phát hiện vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh;

bộ tạo hình (804) để tạo hình băng tần dưới sử dụng thông tin tạo hình dành cho băng dưới và tạo hình băng tần trên sử dụng ít nhất một phần của thông tin tạo hình dành cho băng tần dưới, trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để suy giảm thêm các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện trong băng tần trên; và

bước của bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa (806) để lượng tử hóa băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình và để mã hóa entropi các giá trị phổ được lượng tử hóa từ băng tần dưới được tạo hình và băng tần trên được tạo hình.

2. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 1, bộ mã hóa âm thanh còn bao gồm:

bộ phân tích dự báo tuyến tính (808) để suy ra các hệ số dự báo tuyến tính cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh bằng cách phân tích khối các mẫu âm thanh trong khung thời gian, các mẫu âm thanh được giới hạn băng đến băng tần dưới,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để tạo hình băng tần dưới sử dụng các hệ số dự báo tuyến tính như thông tin tạo hình, và

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để sử dụng ít nhất phần của các hệ số dự báo tuyến tính được suy ra từ khối các mẫu âm thanh được giới hạn băng đến băng tần dưới để tạo hình băng tần trên trong khung thời gian của tín hiệu âm thanh.

3. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để tính toán nhiều thừa số tạo hình cho nhiều băng phụ của băng tần dưới sử dụng các hệ số dự báo tuyến tính được suy ra từ băng tần dưới của tín hiệu âm thanh,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để gán trọng số, trong băng tần dưới, các hệ số phổ trong băng phụ của băng tần dưới sử dụng thừa số tạo hình được tính toán cho băng phụ tương ứng, và

để gán trọng số các hệ số phổ trong băng tần trên sử dụng thừa số tạo hình được

tính toán cho một trong số các băng phụ của băng tần dưới.

4. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 3, trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để gán trọng số các hệ số phổ của băng tần trên sử dụng thừa số tạo hình được tính cho băng phụ cao nhất của băng tần dưới, băng phụ cao nhất có tần số trung tâm cao nhất trong số tất cả các tần số trung tâm của băng phụ của băng tần dưới.

5. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định vùng phổ đỉnh trong băng tần trên, khi ít nhất một trong số nhóm các điều kiện là đúng, nhóm các điều kiện bao gồm ít nhất như sau:

điều kiện biên độ băng tần thấp (1102), điều kiện khoảng cách đỉnh (1104), và điều kiện biên độ đỉnh (1106).

6. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 5, trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định, đối với điều kiện biên độ băng tần thấp,

biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới (1202);

biên độ phổ tối đa trong băng tần trên (1204),

trong đó điều kiện biên độ băng tần thấp (1102) là đúng, khi biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới được gán trọng số bằng số được định trước lớn hơn 0 là lớn hơn biên độ phổ tối đa trong băng tần trên (1204).

7. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 6,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để phát hiện biên độ phổ trong băng tần dưới hoặc biên độ phổ tối đa trong băng tần trên trước phép toán tạo hình được áp dụng bởi bộ tạo hình (804) được áp dụng, hoặc trong đó số được định trước nằm giữa 4 và 30.

8. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm 5 đến 7,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định, đối với điều kiện khoảng cách đỉnh,

biên độ phổ tối đa thứ nhất trong băng tần dưới (1206);

khoảng cách phổ thứ nhất của biên độ phổ tối đa thứ nhất từ tần số biên giữa tần số trung tâm của băng tần dưới (1302) và tần số trung tâm của băng tần trên (1304);

biên độ phổ tối đa thứ hai trong băng tần trên (1306);

khoảng cách phổ thứ hai của biên độ phổ tối đa thứ hai từ tần số biên đến biên độ phổ tối đa thứ hai (1308),

trong đó điều kiện khoảng cách đỉnh (1104) là đúng, khi biên độ phổ tối đa thứ nhất được gán trọng số bằng khoảng cách phổ thứ nhất và được gán trọng số bởi số được định trước lớn hơn 1 là lớn hơn biên độ phổ tối đa thứ hai được gán trọng số bởi khoảng cách phổ thứ hai (1310).

9. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 8,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa thứ nhất hoặc biên độ phổ tối đa thứ hai theo sau phép toán tạo hình bằng bộ tạo hình (804) mà không có phép suy giảm bổ sung, hoặc

trong đó tần số biên là tần số cao nhất trong băng tần dưới hoặc tần số thấp nhất trong băng tần trên, hoặc

trong đó số được định trước là giữa 1,5 và 8.

10. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm 5 đến 9,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa thứ nhất trong phần của băng tần dưới (1402), phần kéo dài từ tần số bắt đầu được định trước của băng tần dưới cho đến tần số tối đa của băng tần dưới, tần số bắt đầu được định trước là lớn hơn tần số tối thiểu của băng tần dưới,

để xác định biên độ phổ tối đa thứ hai trong băng tần trên (1404),

trong đó điều kiện biên độ đỉnh (1106) là đúng, khi biên độ phổ tối đa thứ hai là lớn hơn biên độ phổ tối đa thứ nhất được gán trọng số bởi số được định trước là lớn hơn hoặc bằng 1 (1406).

11. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 10,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa thứ nhất hoặc biên độ phổ tối đa thứ hai sau khi phép toán tạo hình được áp dụng bởi bộ

tạo hình (804) mà không có thêm sự suy giảm, hoặc trong đó tần số bắt đầu được định trước bằng ít nhất 10% của băng tần dưới trên tần số tối thiểu của băng tần dưới hoặc trong đó tần số bắt đầu được định trước là tại tần số bằng một nửa tần số tối đa của băng tần dưới trong dung sai là cộng/trừ 10 phần trăm của một nửa tần số tối đa, hoặc

trong đó số được định trước phụ thuộc vào tốc độ bit sẽ được cung cấp bởi bước của bộ lượng tử hóa/bộ mã hoá, để số được định trước cao hơn đối với tốc độ bit cao hơn, hoặc

trong đó số được định trước là giữa 1,0 và 5,0.

12. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm 6 đến 11,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định vùng phổ đỉnh chỉ khi ít nhất hai điều kiện trong số ba điều kiện hoặc ba điều kiện là đúng.

13. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm 6 đến 12,

trong đó bộ phát hiện (802) được tạo cấu hình để xác định, như biên độ phổ, giá trị tuyệt đối của giá trị phổ của phổ thực tế, cường độ của phổ phức, bất kì lũy thừa của giá trị phổ của phổ thực hoặc bất kì lũy thừa của cường độ của phổ phức, lũy thừa lớn hơn 1.

14. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để suy giảm ít nhất một giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện dựa trên biên độ phổ tối đa trong băng tần trên hoặc dựa trên biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới.

15. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 14,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để xác định biên độ phổ tối đa trong phần của băng tần dưới, phần kéo dài từ tần số bắt đầu được định trước của băng tần dưới cho đến khi tần số tối đa của băng tần dưới, tần số bắt đầu được định trước lớn hơn tần số tối thiểu của băng tần dưới, trong đó tần số bắt đầu được định trước tốt hơn là bằng ít nhất 10% băng tần dưới trên tần số tối thiểu của băng tần dưới hoặc trong đó tần số bắt đầu được định trước tốt hơn là có tần số bằng một nửa tần số tối đa của băng tần dưới trong dung sai là cộng/trừ 10 phần trăm của tần số tối đa.

16. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 14 hoặc 15,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để suy giảm các giá trị phổ sử dụng thừa số suy giảm, thừa số suy giảm được suy ra từ biên độ phổ tối đa trong băng tần dưới (1602) được nhân (1606) với số được định trước lớn hơn hoặc bằng 1 và được chia cho biên độ phổ tối đa trong băng tần trên (1604).

17. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để tạo hình các giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện dựa trên:

phép toán gán trọng số thứ nhất (1702, 804a) sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới và phép toán gán trọng số tiếp theo thứ hai (1704, 804b) sử dụng thông tin suy giảm; hoặc

phép toán gán trọng số sử dụng thông tin tạo hình và thông tin gán trọng số tiếp theo thứ hai sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới, hoặc

phép toán gán trọng số đơn sử dụng thông tin gán trọng số được tổ hợp được suy ra từ thông tin suy giảm và ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới.

18. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 17,

trong đó thông tin gán trọng số cho băng tần dưới là tập hợp các thừa số tạo hình, mỗi thừa số tạo hình được kết hợp với băng phụ của băng tần dưới,

trong đó ít nhất phần của thông tin gán trọng số cho băng tần dưới được sử dụng trong phép toán tạo hình cho băng tần trên là thừa số tạo hình được kết hợp với băng phụ của băng tần dưới có tần số giữa cao nhất trong số tất cả các băng phụ trong băng tần dưới, hoặc

trong đó thông tin suy giảm là thừa số suy giảm được áp dụng cho ít nhất một giá trị phổ trong vùng phổ được phát hiện hoặc tất cả các giá trị phổ trong vùng phổ được phát hiện hoặc tất cả các giá trị phổ trong băng tần trên mà vùng phổ đỉnh đã được phát hiện bởi bộ phát hiện (802) cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh, hoặc

trong đó bộ tạo hình (804) được tạo cấu hình để thực hiện việc tạo hình băng tần dưới và cao hơn mà không có thêm sự suy giảm nào khi bộ phát hiện (802) chưa phát

hiện bất kì vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của khung thời gian của tín hiệu âm thanh.

19. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bước của bộ tạo lượng tử hoá và bộ mã hoá (806) bao gồm bộ xử lý vòng lặp tốc độ để ước lượng đặc điểm bộ lượng tử hoá để thu được tốc độ bit được định trước của tín hiệu âm thanh được mã hoá entropi.

20. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 19, trong đó đặc điểm bộ lượng tử hóa là độ khuếch đại toàn cục,

trong đó bước của bộ lượng tử hóa và bộ mã hoá (806) bao gồm:

bộ gán trọng số (1502) để gán trọng số các giá trị phổ được tạo hình trong băng tần dưới và các giá trị phổ được tạo hình trong băng tần trên bằng độ khuếch đại toàn cục giống nhau,

bộ lượng tử hoá (1504) để lượng tử hóa các giá trị được gán trọng số bằng độ khuếch đại toàn cục; và

bộ mã hoá entropi (1506) để mã hoá entropi các giá trị được lượng tử hoá, trong đó bộ mã hoá entropi bao gồm bộ mã hoá số học hoặc bộ mã hoá Huffman.

21. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên, bộ mã hoá âm thanh còn bao gồm:

bộ xử lý màn chắn âm (1012) để xác định, trong băng tần trên, nhóm thứ nhất gồm các giá trị phổ sẽ được lượng tử hoá và được mã hoá entropi và nhóm thứ hai gồm các giá trị phổ sẽ được mã hóa theo tham số bởi quy trình điền đầy khoảng trống, trong đó bộ xử lý màn chắn âm được tạo cấu hình để thiết lập nhóm thứ hai gồm các giá trị phổ đến các giá trị 0.

22. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm nêu trên, bộ mã hoá âm thanh còn bao gồm:

bộ xử lý chung (1002);

bộ mã hóa miền tần số (1012, 802, 804, 806); và

bộ mã hóa dự báo tuyến tính (1008),

trong đó bộ mã hóa miền tần số bao gồm bộ phát hiện (802), bộ tạo hình (804) và bước của bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa (806), và

trong đó bộ xử lý chung được tạo cấu hình để tính toán dữ liệu sẽ được sử dụng bởi bộ mã hóa miền tần số và bộ mã hóa dự báo tuyến tính.

23. Bộ mã hóa âm thanh theo điểm 22,

trong đó bộ xử lý chung được tạo cấu hình để lấy mẫu lại (1006) tín hiệu âm thanh để thu được băng tín hiệu âm thanh được lấy mẫu lại được hạn chế đến băng tần dưới cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh, và

trong đó bộ xử lý chung (1002) bao gồm bộ phân tích dự báo tuyến tính (808) để suy ra các hệ số dự báo tuyến tính cho khung thời gian của tín hiệu âm thanh bằng cách phân tích khối các mẫu âm thanh trong khung thời gian, các mẫu âm thanh được giới hạn băng đến băng tần dưới, hoặc

trong đó bộ xử lý chung (1002) được tạo cấu hình để điều khiển khung thời gian của tín hiệu âm thanh sẽ được biểu diễn bởi đầu ra của bộ mã hóa dự báo tuyến tính hoặc đầu ra của bộ mã hóa miền tần số.

24. Bộ mã hóa âm thanh theo một trong số các điểm 22 đến 23,

trong đó bộ mã hóa miền tần số bao gồm bộ chuyển đổi thời gian thành tần số (1012) để chuyển đổi khung thời gian của tín hiệu âm thanh thành phép biểu diễn tần số bao gồm băng tần dưới và băng tần trên.

25. Phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh có băng tần dưới và băng tần trên, phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh bao gồm:

phát hiện (802) vùng phổ đỉnh trong băng tần trên của tín hiệu âm thanh;

tạo hình (804) băng tần dưới của tín hiệu âm thanh sử dụng thông tin tạo hình cho băng tần dưới và tạo hình (1702) băng tần trên của tín hiệu âm thanh sử dụng ít nhất phần của thông tin tạo hình cho băng tần dưới, trong đó tạo hình băng tần trên bao gồm sự suy giảm bổ sung (1704) của giá trị phổ trong vùng phổ đỉnh được phát hiện trong băng tần trên.

26. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện,

khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, phương pháp theo điểm 25.

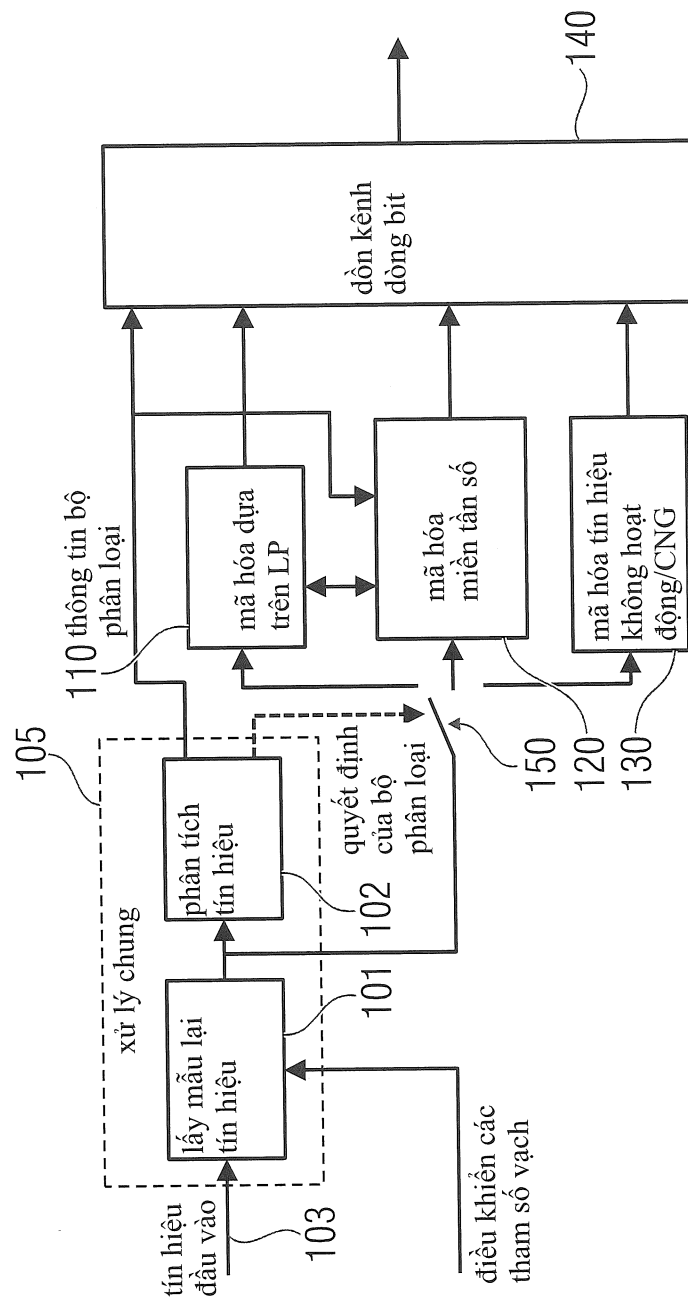


Fig. 1

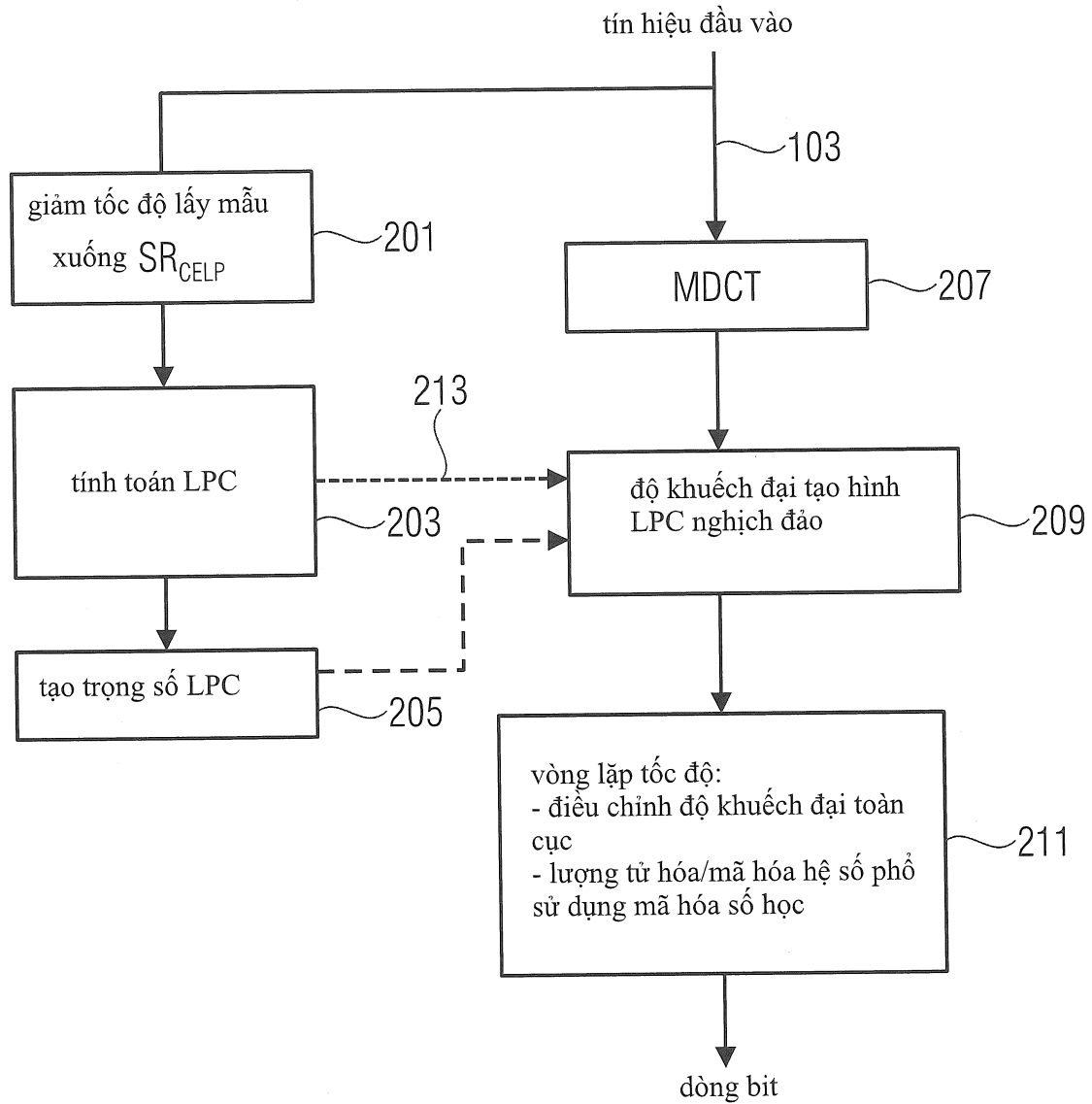


Fig. 2

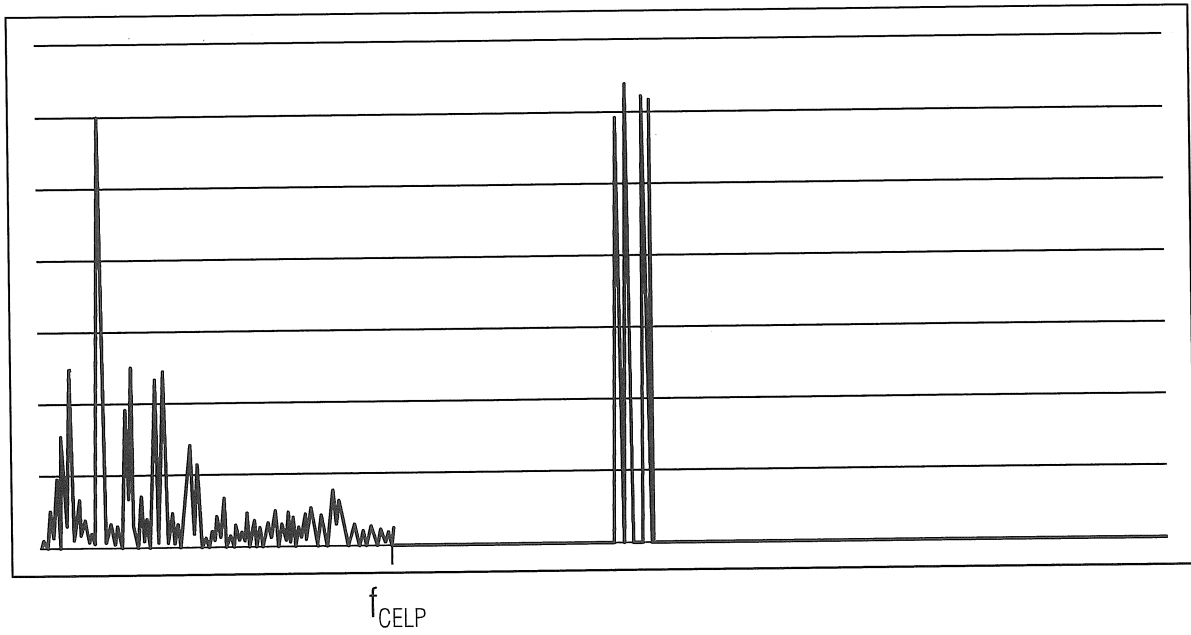


Fig. 3

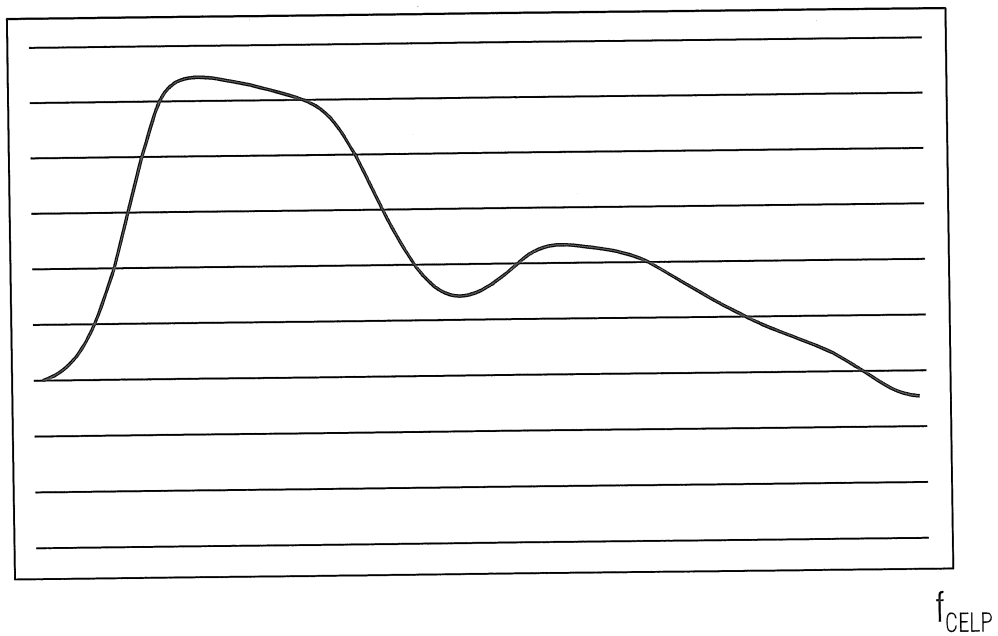


Fig. 4

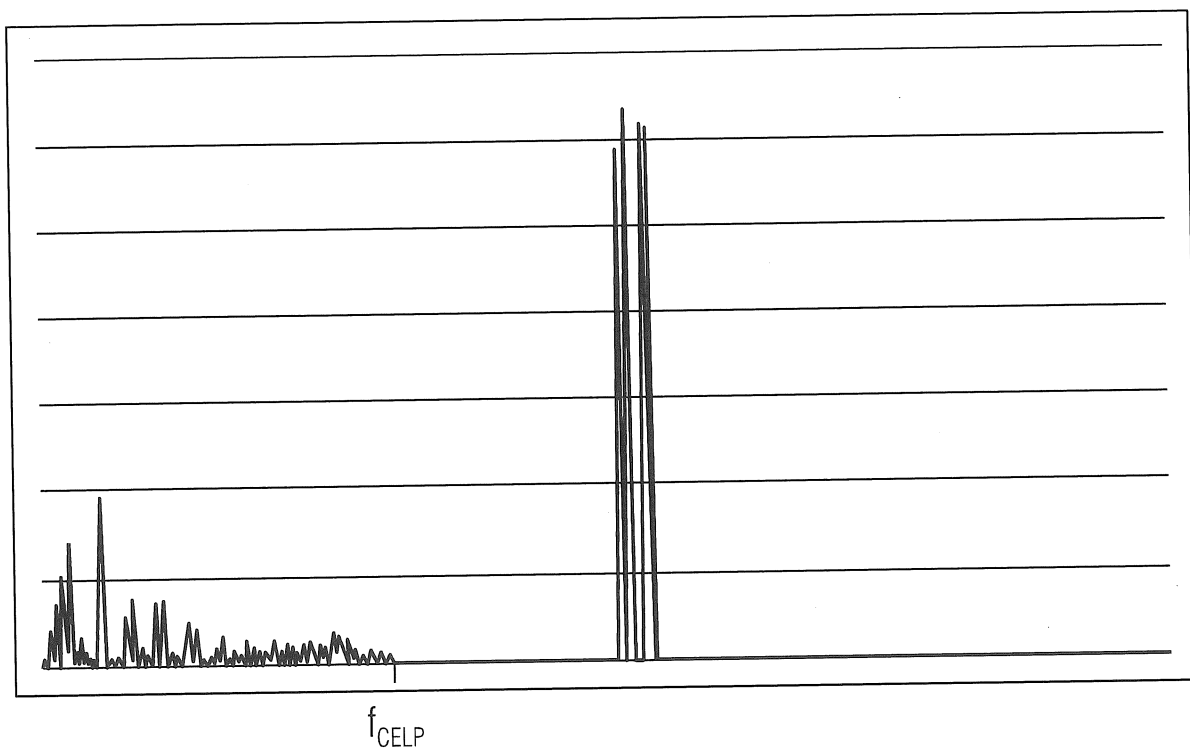


Fig. 5

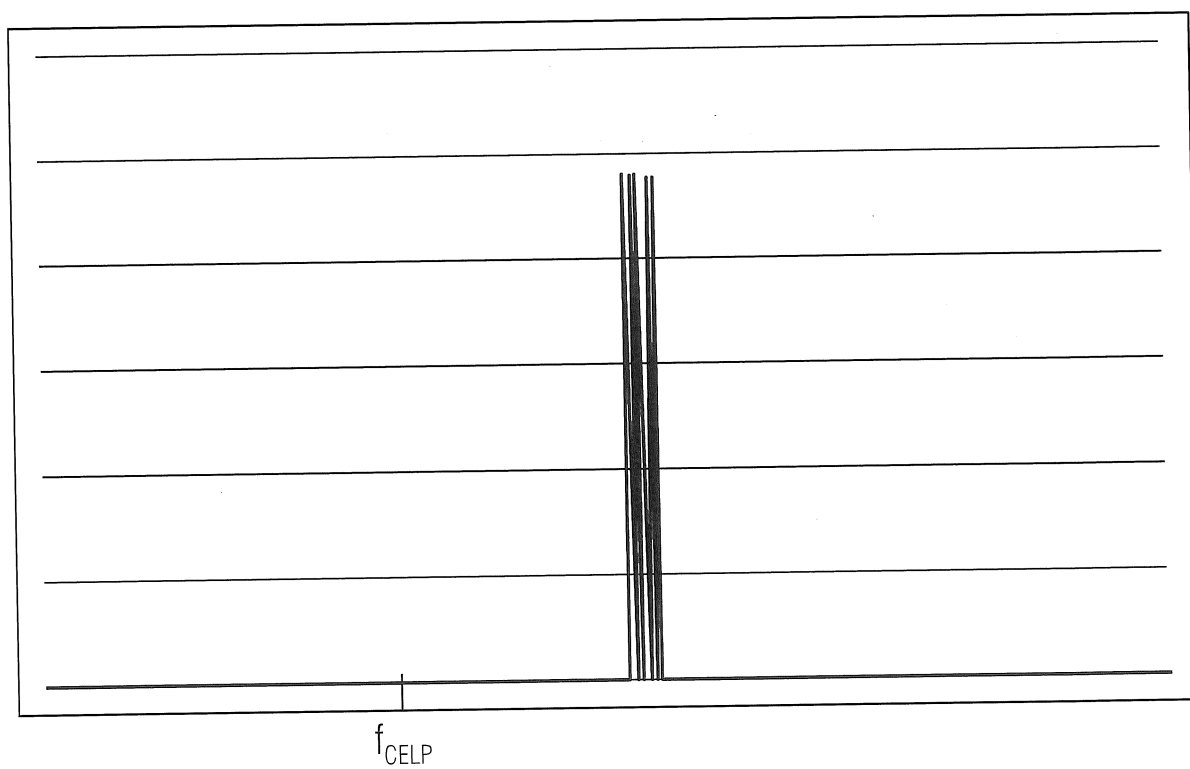


Fig. 6

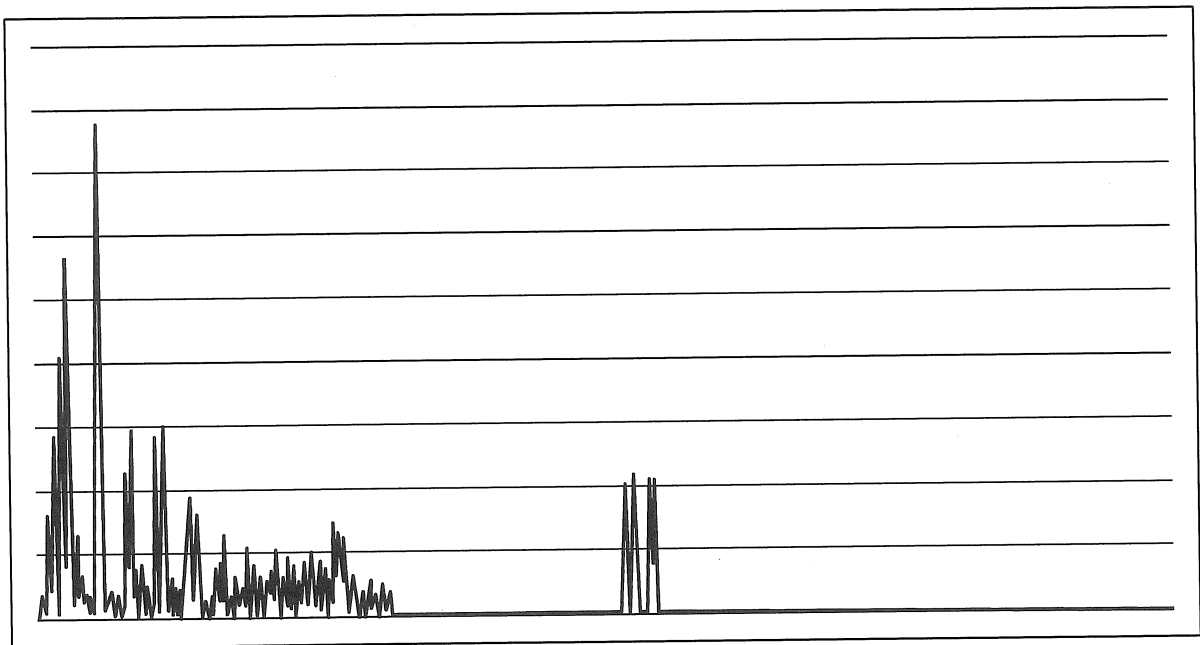


Fig. 7

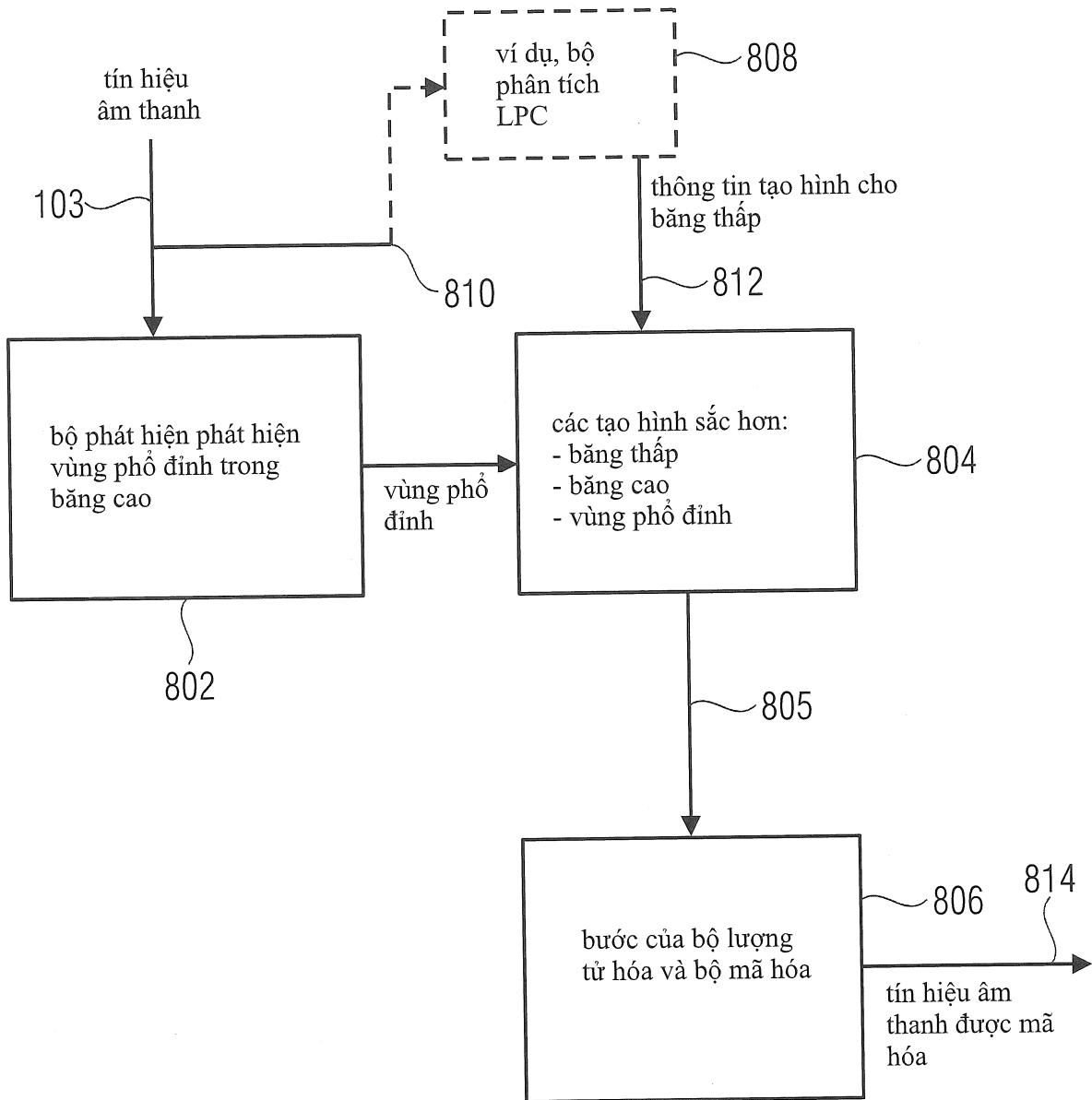
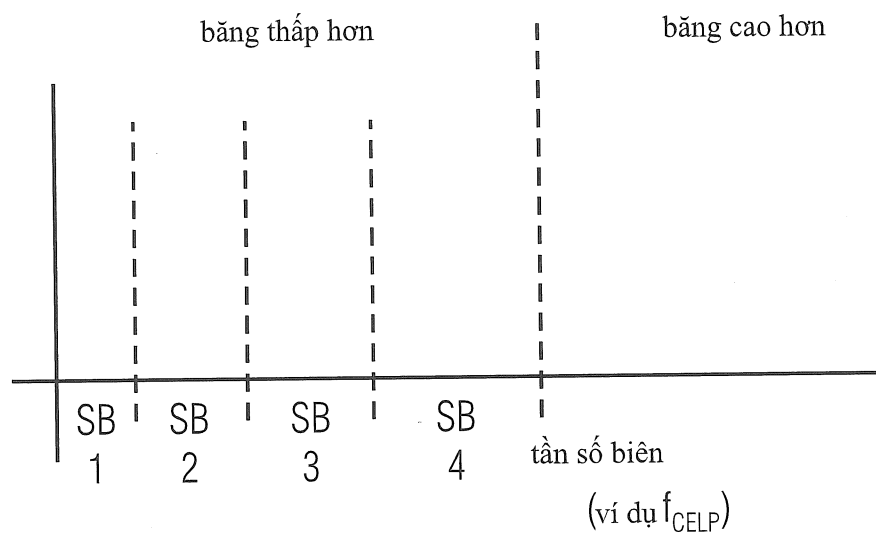


Fig. 8



- thông tin tạo hình cho SB1 được sử dụng để tạo hình SB1
- thông tin tạo hình cho SB2 được sử dụng để tạo hình SB2
- thông tin tạo hình cho SB3 được sử dụng để tạo hình SB3
- thông tin tạo hình cho SB4 được sử dụng để tạo hình SB4
- thông tin tạo hình cho SB4 được sử dụng để tạo hình băng cao hơn

Fig. 9

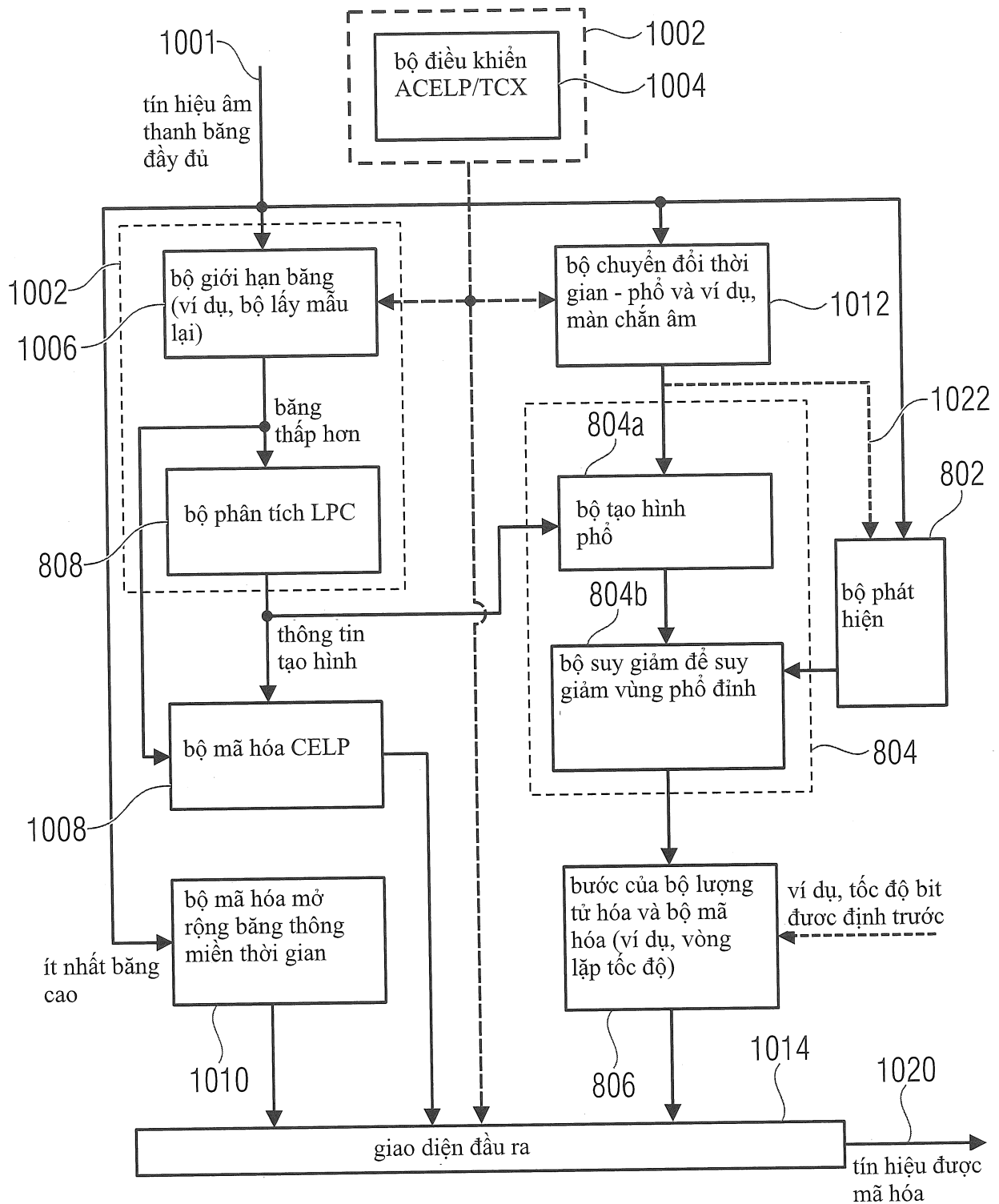


Fig. 10

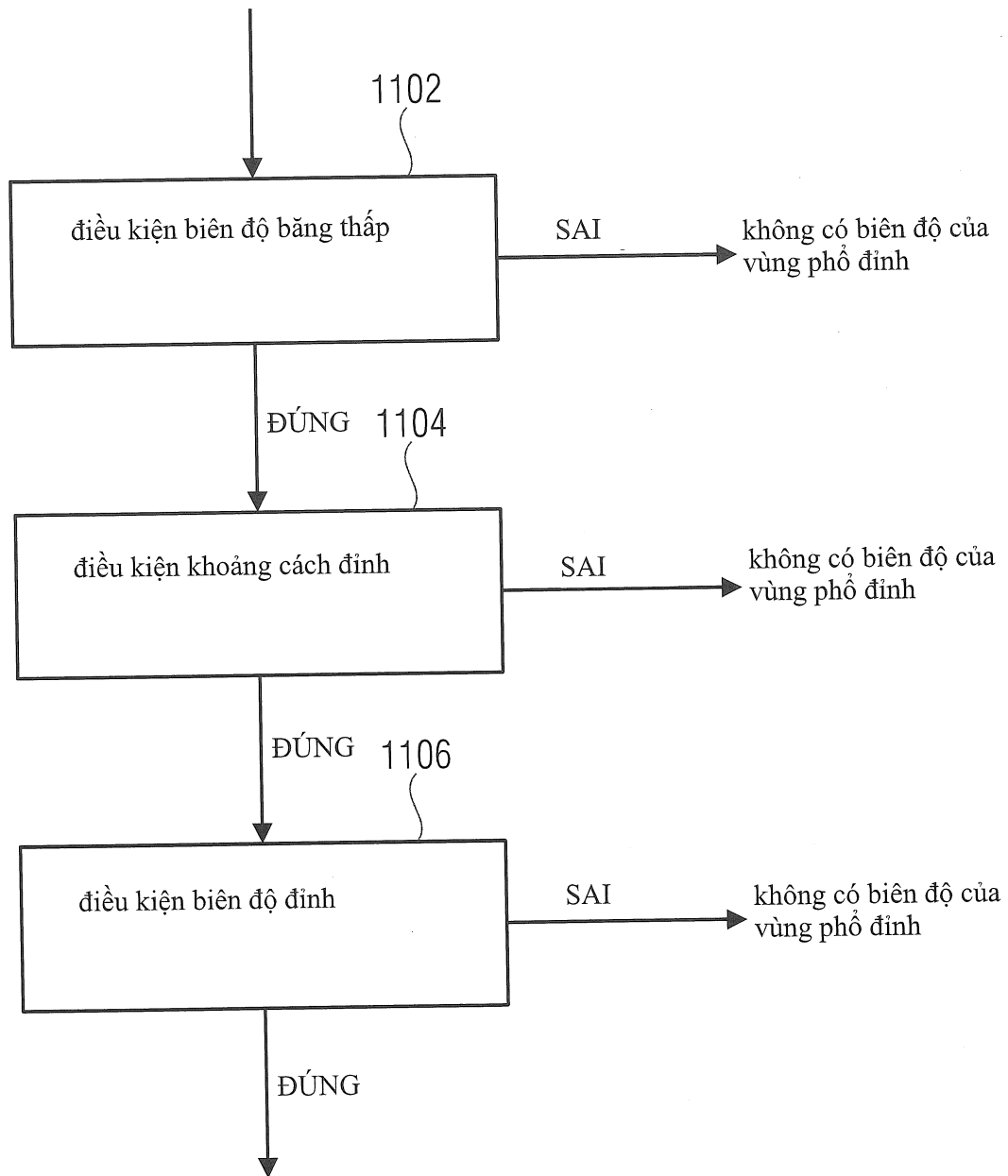


Fig. 11

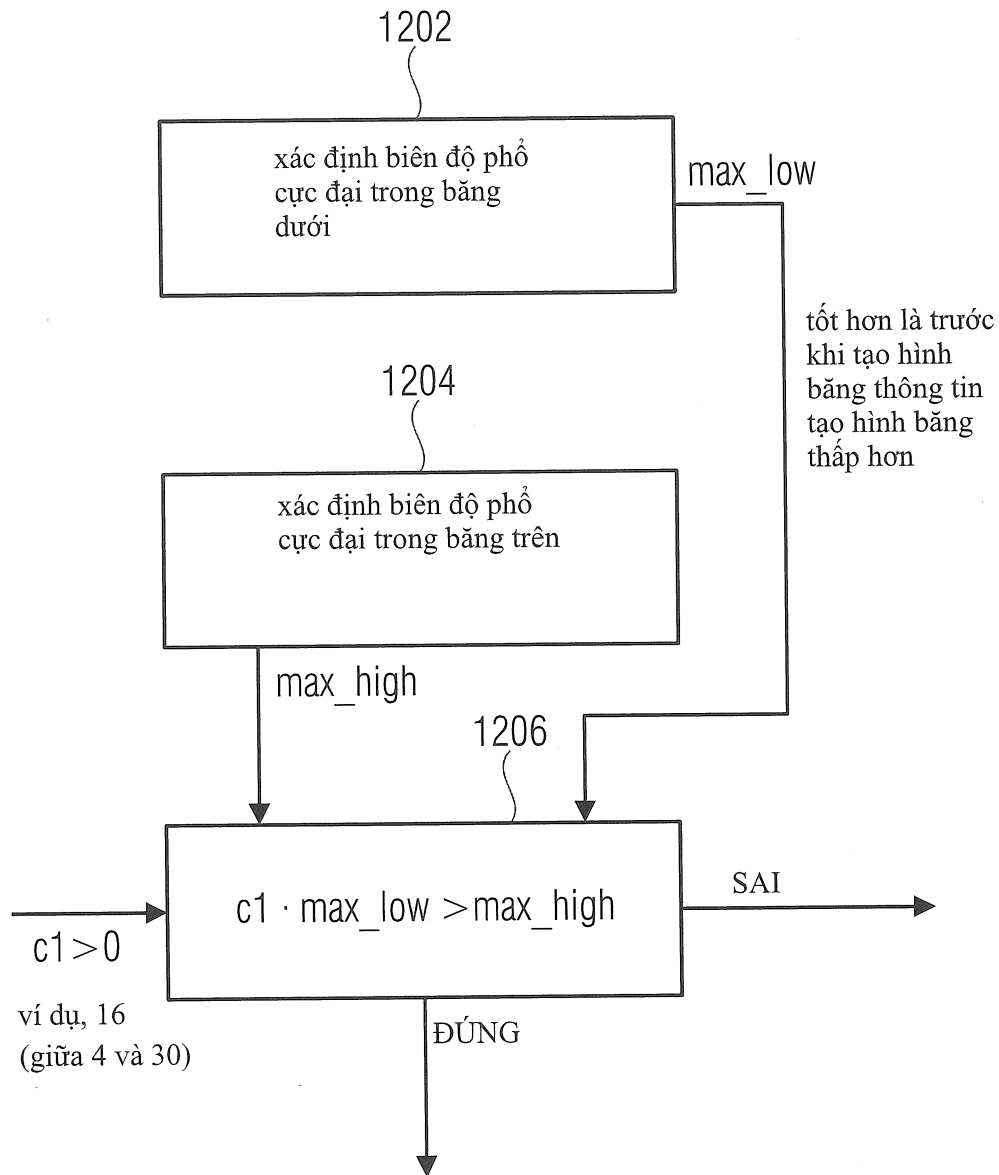


Fig. 12

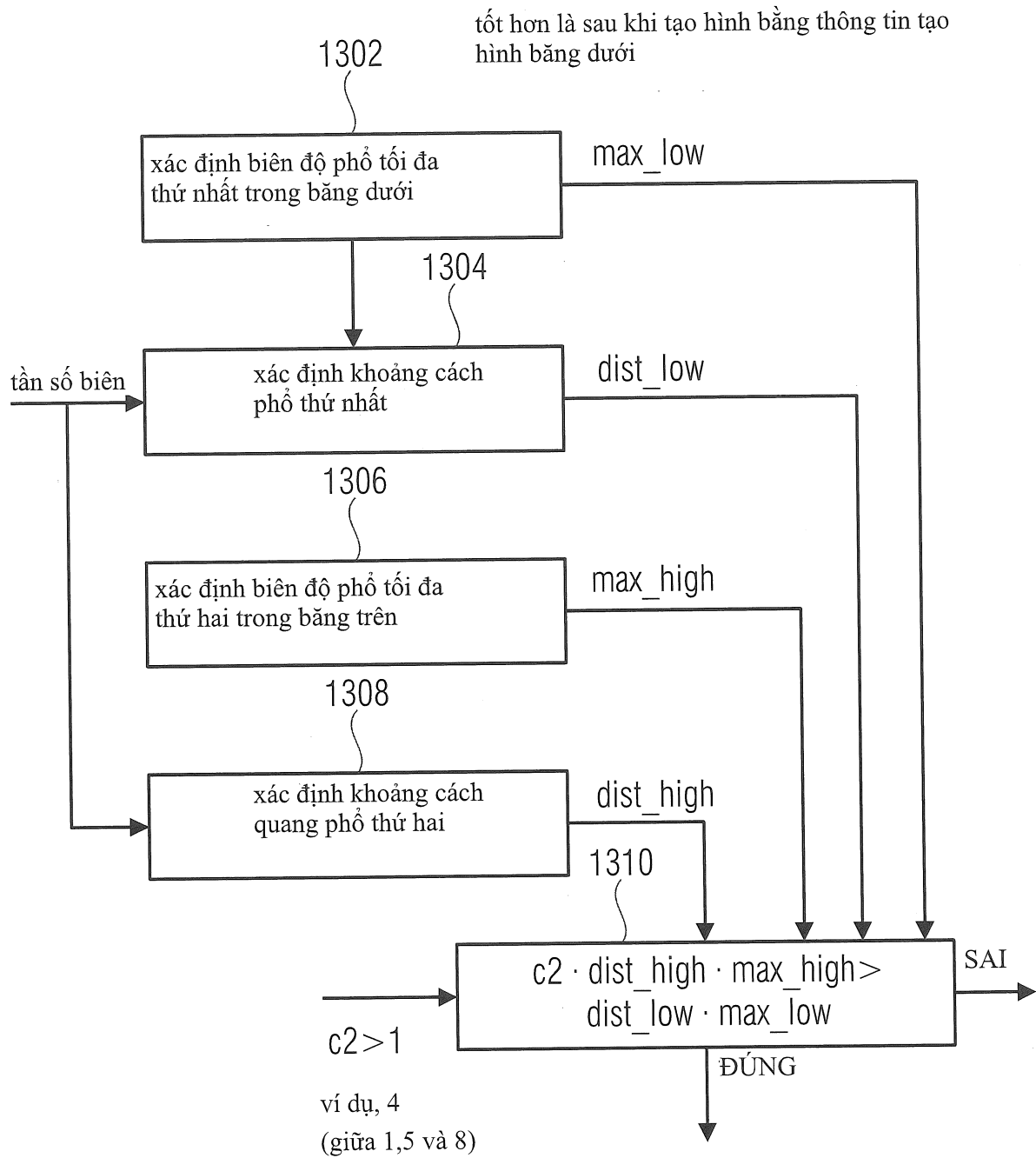


Fig. 13

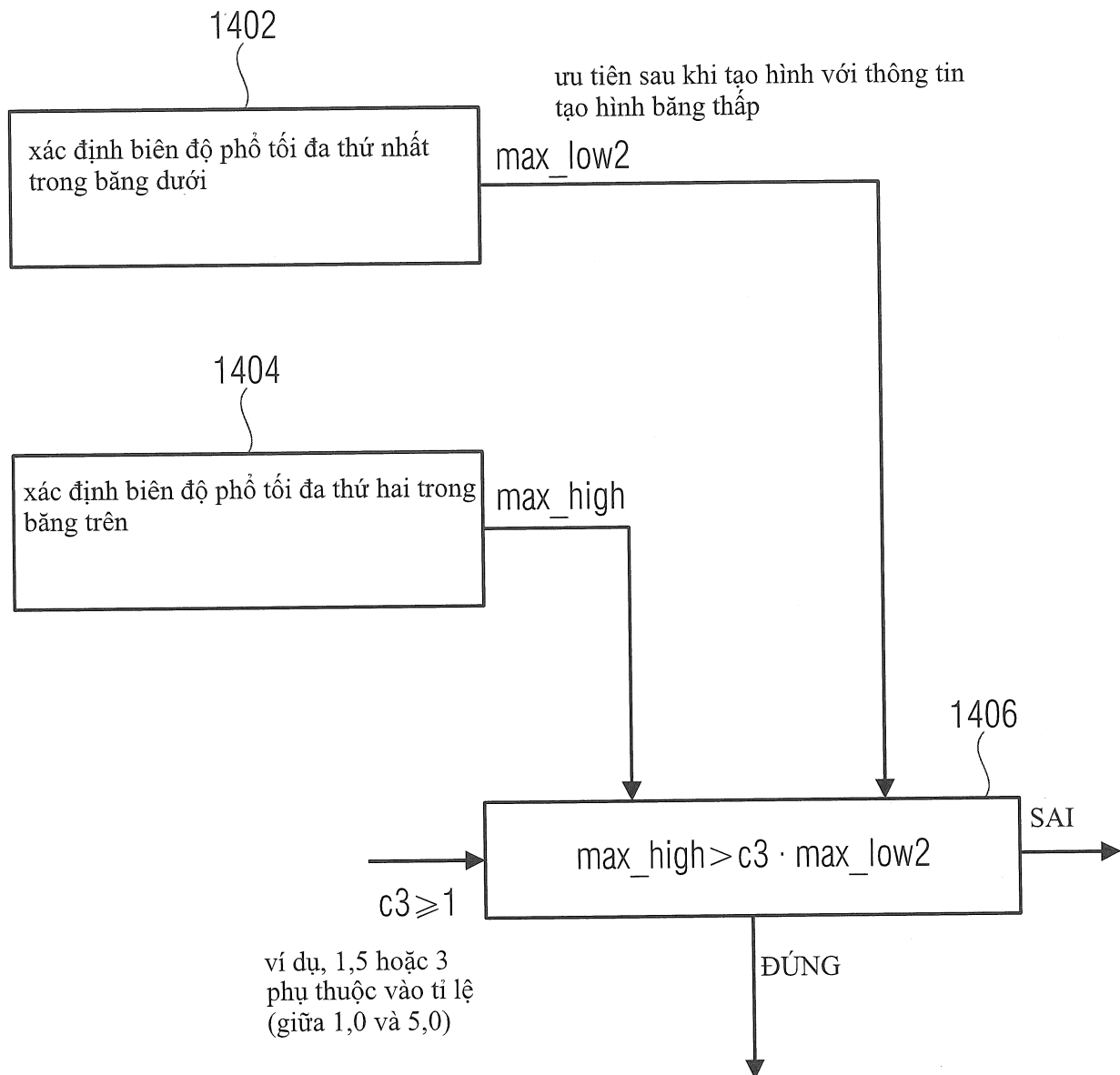


Fig. 14

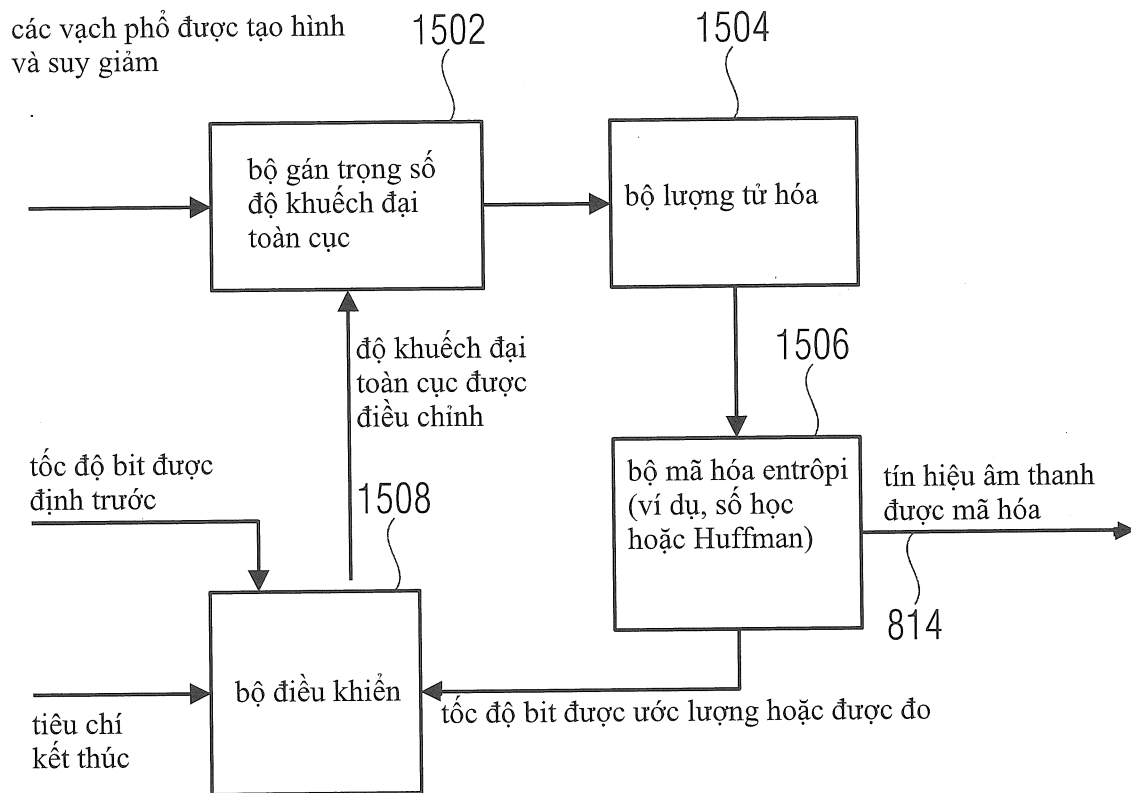


Fig. 15a

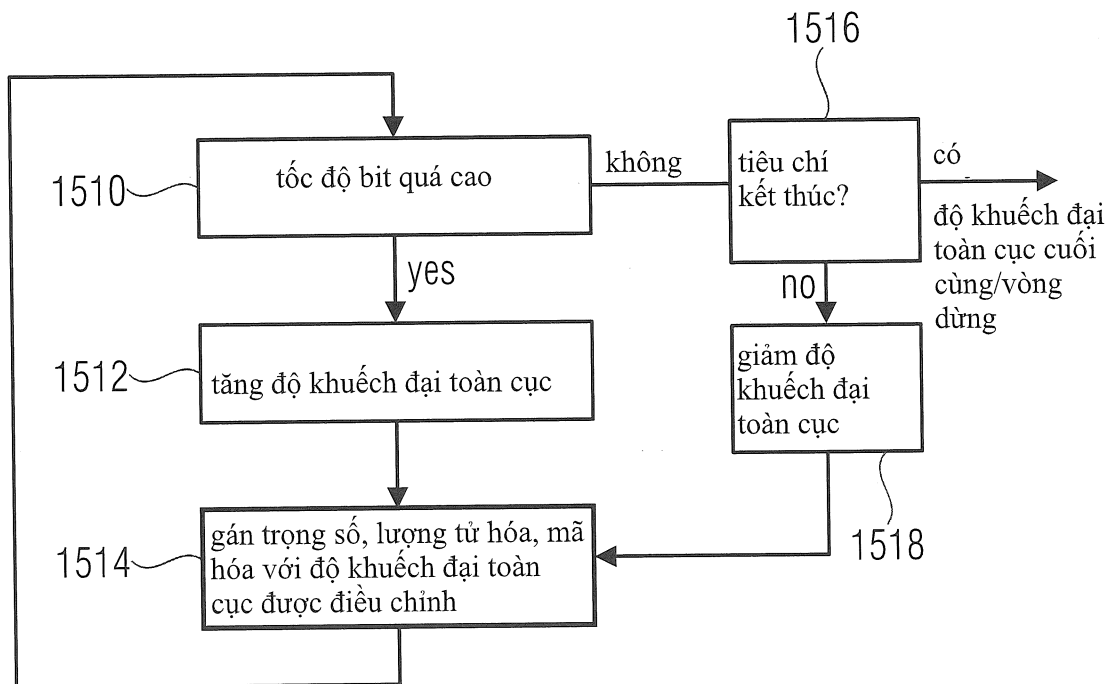


Fig. 15b

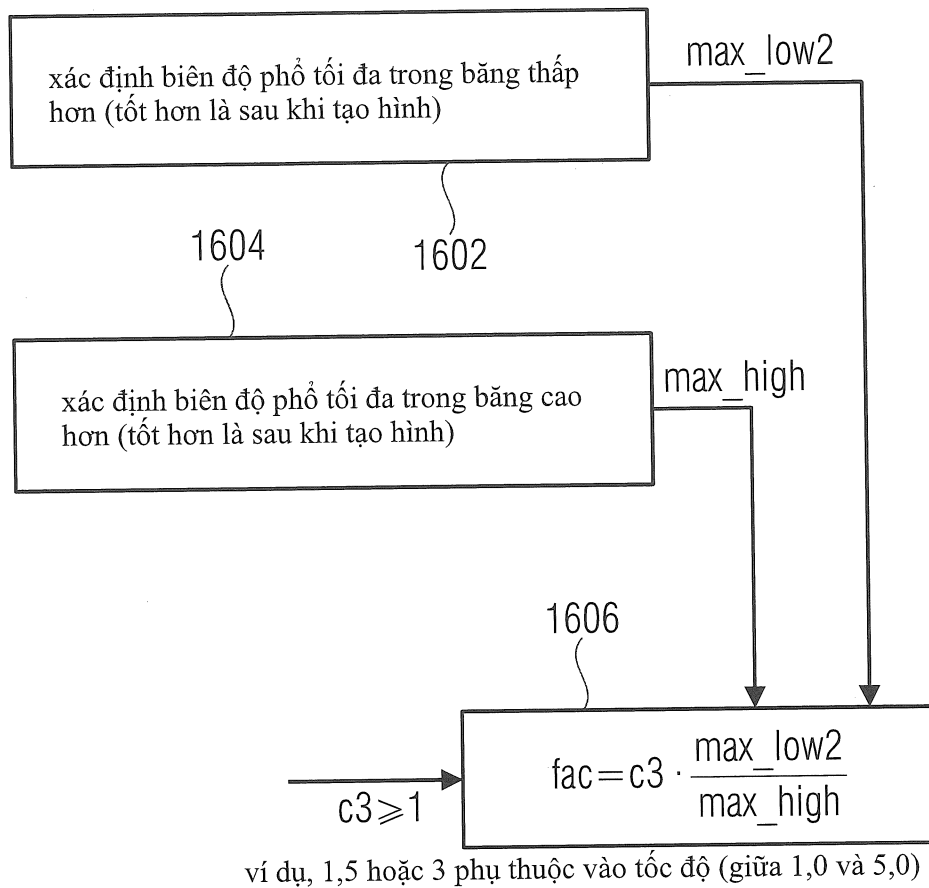


Fig. 16

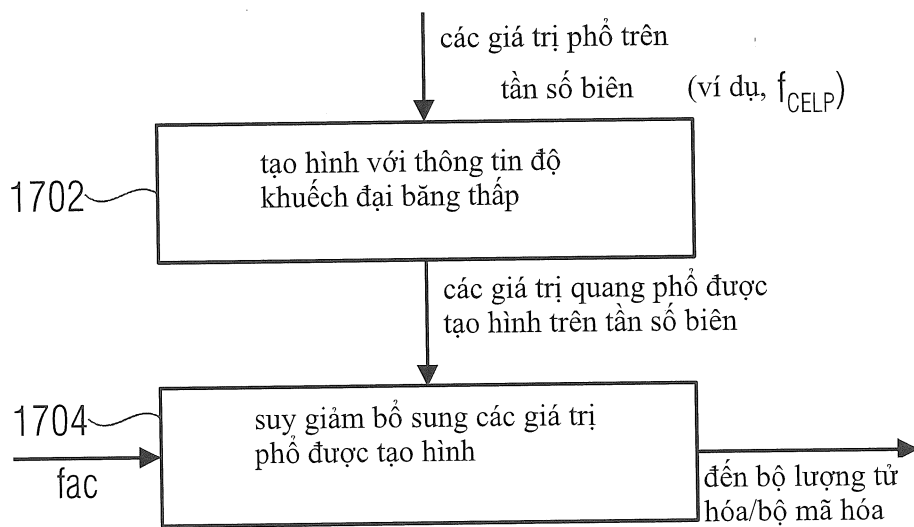


Fig. 17