



(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)



1-0042238

(51)^{2020.01} G10L 19/00; G10L 19/008

(13) B

(21) 1-2020-03430

(22) 16/11/2018

(86) PCT/EP2018/081623 16/11/2018

(87) WO 2019/097018 23/05/2019

(30) 17202393.9 17/11/2017 EP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/08/2020 389

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

Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) FUCHS, Guillaume (FR); HERRE, Juergen (DE); KUECH, Fabian (DE); DOEHLA,
Stefan (DE); MULTRUS, Markus (DE); THIERGART, Oliver (DE); WUEBBOLT,
Oliver (DE); GHIDO, Florin (RO); BAYER, Stefan (AT); JAEGER, Wolfgang
(DE).

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

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA CÁC THAM SỐ MÃ HÓA ÂM THANH
ĐỊNH HƯỚNG, BỘ GIẢI MÃ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ TÍN HIỆU ÂM
THANH ĐƯỢC MÃ HÓA

(21) 1-2020-03430

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng, bộ giải mã và phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa. Thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng bao gồm: bộ lượng tử hóa tham số (210) để lượng tử hóa các tham số khuếch tán và các tham số hướng; bộ mã hóa tham số (220) để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa; và giao diện đầu ra (230) để tạo ra sự biểu diễn tham số được mã hóa bao gồm thông tin về các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa.

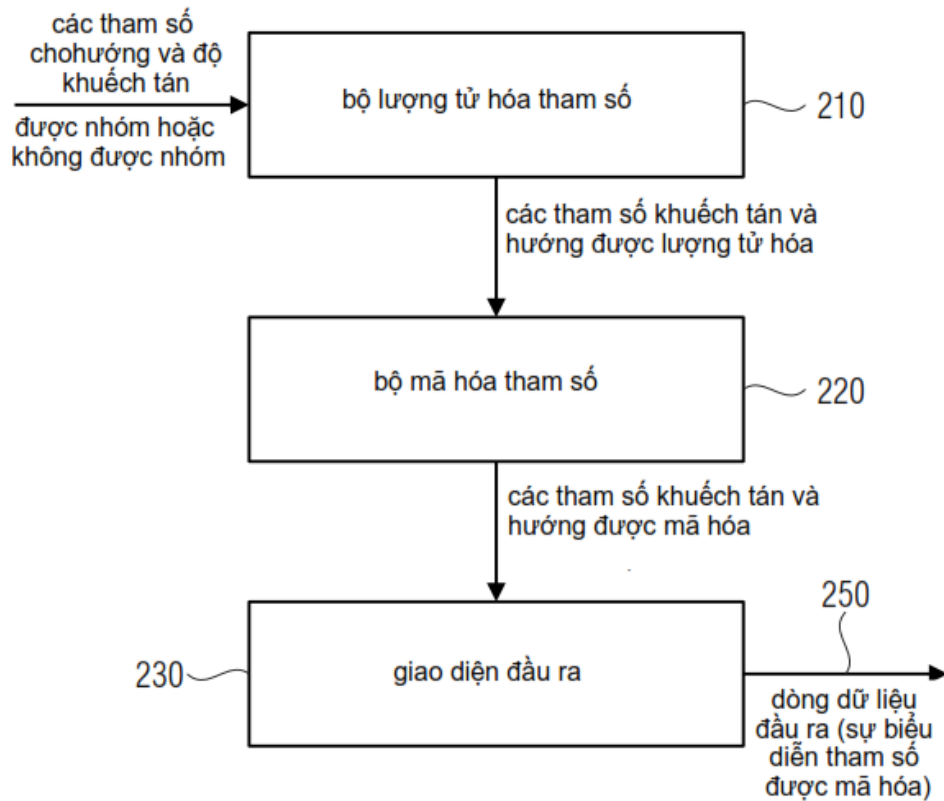


Fig. 4a

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xử lý tín hiệu âm thanh và cụ thể đề cập đến sơ đồ mã hóa hiệu quả các tham số mã hóa âm thanh định hướng như siêu dữ liệu DirAC.

Sáng chế cũng nhằm mục đích đề xuất giải pháp mã hóa ở tốc độ bit thấp để mã hóa siêu dữ liệu không gian từ phép phân tích cảnh âm thanh 3 chiều (three dimension – 3D) được thực hiện bởi mã hóa âm thanh định hướng (Directional Audio Coding - DirAC), kỹ thuật thúc đẩy theo cảm nhận để xử lý âm thanh không gian.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc truyền cảnh âm thanh theo ba chiều yêu cầu xử lý nhiều kênh mà thường sinh ra lượng lớn dữ liệu để truyền. Kỹ thuật mã hóa âm thanh định hướng (DirAC) [1] là phương pháp hiệu quả để phân tích cảnh âm thanh và biểu diễn nó theo tham số. DirAC sử dụng sự biểu diễn được thúc đẩy theo cảm nhận của trường âm dựa trên hướng đến (direction of arrival - DOA) và độ khuếch tán được đo trên mỗi băng tần số. Điều này được xây dựng trên giả định rằng ở một thời điểm và đối với một băng tần tới hạn, độ phân giải không gian của hệ thống thính giác được giới hạn để giải mã một tín hiệu cho hướng và một tín hiệu khác cho sự kết hợp liên âm. Âm không gian sau đó được tái tạo trong miền tần số bằng cách tăng giảm chéo hai dòng: dòng khuếch tán không định hướng và dòng không khuếch tán định hướng

Sáng chế bộc lộ phương pháp mã hóa âm thanh 3D dựa trên sự biểu diễn và sự tái tạo âm DirAC để đạt được việc truyền nội dung âm thanh chìm đắm với tốc độ bit thấp.

DirAC là sự tái tạo âm không gian được thúc đẩy theo cảm quan. Được giả định rằng ở một thời điểm và đối với một băng tần tới hạn, độ phân giải không gian của hệ thống thính giác được giới hạn để giải mã một tín hiệu cho hướng và một tín hiệu khác cho sự kết hợp liên âm.

Dựa trên các giả định này, DirAC biểu diễn âm không gian trong một băng tần số bằng cách tăng giảm chéo hai dòng: dòng khuếch tán không định hướng và dòng không khuếch tán định hướng. Việc xử lý DirAC được thực hiện theo hai pha: phân tích và tổng hợp như được mô tả trên Fig.10a và Fig.10b.

Trong giai đoạn phân tích DirAC, micro trùng khớp bậc một trong định dạng B được xem xét như đầu vào và độ khuếch tán và hướng đến của âm được phân tích trong miền tần số.

Trong giai đoạn phân tích DirAC, âm được chia thành hai dòng, dòng không khuếch tán và dòng khuếch tán. Dòng không khuếch tán được tái tạo như các nguồn điểm sử dụng sự quét biên độ, mà có thể được thực hiện bằng cách sử dụng sự quét biên độ trên cơ sở vectơ (vector base amplitude panning - VBAP) [2]. Dòng khuếch tán chịu trách nhiệm cho cảm giác bao bọc và được tạo ra bằng cách truyền các tín hiệu được giải tương quan qua lại đến các loa phóng thanh.

Các tham số DirAC, cũng được gọi là siêu dữ liệu không gian hoặc siêu dữ liệu DirAC trong phần sau đây, bao gồm các bộ gồm độ khuếch tán và hướng. Hướng có thể được biểu diễn trong hệ tọa độ cầu bởi hai góc, góc phương vị và góc nâng, trong khi độ khuếch tán là thừa số vô hướng nằm trong khoảng giữa 0 và 1.

Fig.10a thể hiện giàn lọc 130 nhận tín hiệu đầu vào định dạng B. Phép phân tích năng lượng 132 và phân tích cường độ 134 được thực hiện. Trung bình theo thời gian đối với các kết quả năng lượng được biểu thị tại 136 và trung bình theo thời gian đối với các kết quả cường độ được biểu thị tại 138 được thực hiện và, từ dữ liệu trung bình, các giá trị khuếch tán cho các ngăn thời gian/tần số riêng lẻ được tính toán như được biểu thị tại 110. Các giá trị hướng cho các ngăn thời gian/tần số được cho bởi độ phân giải thời gian hoặc tần số của giàn lọc 130 được tính toán bởi khối 120.

Trong phép tổng hợp DirAC được minh họa tại Fig.10b, giàn lọc phân tích 431 lại được sử dụng. Khối xử lý micro ảo 421 được áp dụng, trong đó các micro ảo tương ứng với, ví dụ, các vị trí loa phóng thanh của, ví dụ, thiết lập loa phóng thanh 5.1. Siêu dữ liệu khuếch tán được xử lý bởi các khối xử lý 422 tương ứng cho độ khuếch tán và bởi bảng khuếch đại quét biên độ trên cơ sở vectơ (vector based amplitude panning - VBAP) được biểu thị tại khối 423. Khối trung bình loa phóng thanh 424 được tạo cấu hình để thực hiện phép tính trung bình độ khuếch đại và khối chuẩn hóa 425 tương ứng được áp dụng để có mức âm lượng được xác định tương ứng trong các tín hiệu loa phóng thanh cuối cùng riêng lẻ. Việc bù micro được thực hiện trong khối 426.

Các tín hiệu thu được được sử dụng để tạo ra, một mặt, dòng khuếch tán 427 mà bao gồm giai đoạn giải tương quan và, ngoài ra, dòng không khuếch tán 428 cũng được tạo ra. Cả hai dòng được bổ sung trong bộ cộng 429 cho bằng con tương ứng

trong khối 431, và cùng với các băng con khác, tức là, sự chuyển đổi tần số sang thời gian được thực hiện. Do đó, khối 431 cũng có thể được xem xét để là giàn lọc tổng hợp. Các phép toán xử lý tương tự được thực hiện cho các kênh khác từ thiết lập loa phóng thanh nhất định, trong đó đối với kênh khác, việc cài đặt các micro ảo trong khối 421 sẽ khác.

Trong giai đoạn phân tích DirAC, micro trùng khớp bậc một trong định dạng B được xem xét như đầu vào và độ khuếch tán và hướng đến của âm được phân tích trong miền tần số.

Trong giai đoạn tổng hợp DirAC, âm được chia thành hai dòng, dòng không khuếch tán và dòng khuếch tán. Dòng không khuếch tán được tái tạo như các nguồn điểm sử dụng sự quét biên độ, mà có thể được thực hiện bằng cách sử dụng sự quét biên độ trên cơ sở vectơ (VBAP) [2]. Dòng khuếch tán chịu trách nhiệm cho cảm giác bao bọc và được tạo ra bằng cách truyền các tín hiệu được giải tương quan qua lại đến các loa phóng thanh.

Các tham số DirAC, cũng được gọi là siêu dữ liệu không gian hoặc siêu dữ liệu DirAC trong phần sau đây, bao gồm bộ gồm độ khuếch tán và hướng. Hướng có thể được biểu diễn trong hệ tọa độ cầu bởi hai góc, góc phương vị và góc nâng, trong khi độ khuếch tán là thừa số vô hướng nằm trong khoảng giữa 0 và 1.

Nếu phép biến đổi Fourier ngắn hạn (short-term Fourier Transform - STFT) được xem xét như phép biến đổi thời gian-tần số với độ phân giải thời gian bằng 20 mili giây, mà thường được đề xuất trong một số tài liệu, và với sự chồng lấp 50% giữa các cửa sổ phân tích liên kề, phép phân tích DirAC sẽ tạo ra, đối với đầu vào được lấy mẫu ở 48kHz, 288000 giá trị trên giây, mà tương ứng nếu các góc được lượng tử hóa trên 8 bit đến tốc độ bit tổng bằng khoảng 2,3 Mbit/giây. Lượng dữ liệu không phù hợp để đạt được việc mã hóa âm thanh không gian tốc độ bit thấp, và sơ đồ mã hóa hiệu quả của siêu dữ liệu DirAC do đó được cần đến

Các công việc trước đây về việc làm giảm siêu dữ liệu chủ yếu tập trung vào các kịch bản hội thảo từ xa, trong đó khả năng của DirAC đã giảm đáng kể để cho phép tốc độ dữ liệu cực tiểu của các tham số của nó [4]. Thật vậy, sáng chế đề xuất để giới hạn phân tích định hướng theo góc phương vị trong mặt phẳng ngang để chỉ tái tạo cảnh âm thanh 2D. Hơn nữa, độ khuếch tán và góc phương vị chỉ được truyền đến 7 kHz, giới hạn truyền thông đến tiếng nói băng rộng. Cuối cùng, độ khuếch tán được

lượng tử hóa thô trên một hoặc hai bit, đôi khi chỉ bật hoặc tắt dòng khuếch tán trong giai đoạn tổng hợp, mà không đủ chung khi xem xét nhiều nguồn âm thanh và nhiều hơn tiếng nói đơn qua nhiều âm nền. Trong tài liệu [4], góc phương vị được lượng tử hóa trên 3 bit và giả định rằng nguồn, trong trường hợp loa, có vị trí rất tĩnh. Do đó, các tham số chỉ được truyền với tần số cập nhật 50 mili giây. Dựa trên nhiều giả định mạnh mẽ này, yêu cầu đối với các bit có thể được giảm đến khoảng 3 kbit/giây.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cung cấp khái niệm mã hóa âm thanh không gian được cải thiện.

Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Theo một khía cạnh, sáng chế dựa trên phát hiện ra rằng một mặt là chất lượng được tăng cường và, mặt khác là, ở cùng thời điểm, tốc độ bit giảm để mã hóa các tham số mã hóa âm thanh không gian thu được khi một mặt là các tham số khuếch tán và mặt khác là các tham số hướng được cung cấp với độ phân giải khác nhau và các tham số với các độ phân giải khác nhau được lượng tử hóa và được mã hóa để thu được các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa.

Theo phương án, độ phân giải thời gian hoặc tần số cho các tham số khuếch tán thấp hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số của các tham số định hướng. Theo phương án nữa, việc nhóm không chỉ được thực hiện qua tần số mà còn được thực hiện qua thời gian. Các tham số khuếch tán gốc/các tham số mã hóa âm thanh định hướng được tính toán với độ phân giải cao, ví dụ, đối với các ngăn thời gian/tần số có độ phân giải cao, và việc nhóm và tốt hơn là việc nhóm với việc tính trung bình được thực hiện để tính toán tham số khuếch tán kết quả với độ phân giải thời gian hoặc tần số thấp và để tính toán tham số định hướng kết quả với độ phân giải thời gian hoặc tần số trung bình, tức là, với độ phân giải thời gian hoặc tần số nằm giữa độ phân giải thời gian hoặc tần số cho tham số khuếch tán và độ phân giải cao gốc, mà các tham số thô gốc đã được tính với.

Trong các phương án, các độ phân giải thời gian thứ nhất và thứ hai là khác nhau và các độ phân giải tần số thứ nhất và thứ hai là giống nhau hoặc vênh, tức là, các độ phân giải tần số thứ nhất và thứ hai là khác nhau nhưng các độ phân giải thời gian thứ nhất và thứ hai là giống nhau. Trong phương án nữa, cả độ phân giải thời gian thứ nhất và thứ hai là khác nhau và độ phân giải tần số thứ nhất và thứ hai cũng khác

nhau. Do đó, độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất cũng có thể được xem xét là độ phân giải thời gian-tần số thứ nhất và độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai cũng có thể được xem xét là độ phân giải thời gian-tần số thứ hai.

Trong phương án nữa, việc nhóm các tham số khuếch tán được thực hiện với sự bổ sung được gán trọng số, trong đó các thừa số gán trọng số cho sự bổ sung được gán trọng số được xác định dựa trên công suất của tín hiệu âm thanh sao cho các ngăn thời gian/tần số có công suất cao hơn hoặc, nói chung, số đo liên quan đến biên độ cao hơn cho tín hiệu âm thanh có ảnh hưởng đến kết quả nhiều hơn so với tham số khuếch tán cho ngăn thời gian/tần số, mà trong đó tín hiệu sẽ được phân tích có công suất thấp hơn hoặc số đo liên quan đến năng lượng thấp hơn.

Ưu tiên hơn là thực hiện phép tính trung bình được gán trọng số hai lần cho việc tính toán các tham số định hướng được nhóm. Phép tính trung bình được gán trọng số hai lần này được thực hiện theo cách mà các tham số định hướng từ các ngăn thời gian/tần số có ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng nhiều hơn, khi công suất của tín hiệu gốc khá cao trong ngăn thời gian/tần số này. Ở cùng thời điểm, giá trị khuếch tán cho ngăn tương ứng cũng được tính đến sao cho, cuối cùng, tham số định hướng từ ngăn thời gian/tần số mà đã kết hợp độ khuếch tán cao có tác động thấp hơn lên kết quả cuối cùng so với tham số định hướng có độ khuếch tán thấp, khi công suất là công suất trong cả ngăn thời gian/tần số.

Ưu tiên là thực hiện việc xử lý các tham số trong các khung, ở đó từng khung được thiết lập theo số lượng băng nhất định, ở đó từng băng bao gồm ít nhất hai ngăn tần số gốc, trong đó các tham số đã được tính toán. Băng thông của các băng, tức là các ngăn tần số gốc tăng với số lượng băng tăng sao cho các băng tần số cao hơn sẽ rộng hơn các băng tần số thấp hơn. Các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng, trong các phương án ưu tiên, số lượng tham số khuếch tán trên mỗi băng và khung bằng một trong khi số lượng tham số định hướng trên mỗi khung và băng là hai hoặc thậm chí lớn hơn hai như, ví dụ, bốn. Các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng, độ phân giải tần số giống nhau nhưng độ phân giải thời gian khác nhau, đối với các tham số khuếch tán và định hướng là hữu ích, tức là, số lượng băng cho các tham số khuếch tán và các tham số định hướng trong khung là bằng nhau. Các tham số được nhóm này sau đó được lượng tử hóa và được mã hóa bởi bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, mục đích của sáng chế là cung cấp khái niệm xử lý được cải thiện cho các tham số mã hóa âm thanh không gian đạt được bởi bộ lượng tử hóa tham số để lượng tử hóa các tham số khuếch tán và các tham số hướng và bộ mã hóa tham số được kết nối sau đó để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa và giao diện đầu ra tương ứng để tạo ra sự biểu diễn tham số được mã hóa bao gồm thông tin về các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa. Do đó, bằng cách lượng tử hóa và mã hóa entropy sau đó, thu được sự giảm tốc độ dữ liệu đáng kể.

Các tham số khuếch tán và các tham số hướng được nhập vào bộ mã hóa có thể là các tham số khuếch tán/hướng có độ phân giải cao hoặc các tham số âm thanh định hướng có độ phân giải thấp được nhóm hoặc không được nhóm. Một dấu hiệu của bộ lượng tử hóa tham số ưu tiên là độ chính xác lượng tử hóa để lượng tử hóa các tham số hướng được suy ra từ giá trị khuếch tán của tham số khuếch tán kết hợp với vùng thời gian/tần số tương tự. Do đó, trong một dấu hiệu của khía cạnh thứ hai, các tham số hướng mà được kết hợp với các tham số khuếch tán có độ khuếch tán cao được lượng tử hóa ít chính xác hơn so với các tham số hướng được kết hợp với các vùng thời gian/tần số có tham số khuếch tán biểu thị độ khuếch tán thấp.

Các tham số khuếch tán có thể được mã hóa theo chế độ mã hóa thô, hoặc có thể được mã hóa theo chế độ mã hóa giá trị đơn khi các tham số khuếch tán cho các băng của khung có cùng giá trị trong suốt khung. Trong các phương án khác, các giá trị khuếch tán có thể được mã hóa theo thủ tục chỉ hai giá trị liên tiếp.

Dấu hiệu khác của khía cạnh thứ hai là các tham số hướng được chuyển đổi thành sự biểu diễn góc phương vị/góc nâng. Trong dấu hiệu này, giá trị góc nâng được sử dụng để xác định bảng mẫu tự cho phép lượng tử hóa và mã hóa của giá trị góc phương vị. Tốt hơn là, bảng mẫu tự góc phương vị có lượng các giá trị khác nhau lớn nhất khi góc nâng biểu thị góc bằng không hoặc nói chung là góc xích đạo trên khối cầu đơn vị. Lượng giá trị nhỏ nhất trong bảng mẫu tự góc phương vị là khi góc nâng biểu thị cực bắc hoặc nam của khối cầu đơn vị. Do đó, giá trị bảng mẫu tự giảm với giá trị góc nâng tuyệt đối tăng được tính từ xích đạo.

Giá trị góc nâng này được lượng tử hóa với độ chính xác lượng tử hóa được xác định từ giá trị khuếch tán tương ứng, và, một mặt là bảng mẫu tự lượng tử hóa và mặt

khác là độ chính xác lượng tử hóa xác định sự lượng tử hóa và mã hóa entropy điển hình của các giá trị góc phương vị tương ứng.

Do đó, việc xử lý được làm thích ứng hệ số và tham số được thực hiện mà loại bỏ tính không thích hợp nhiều nhất có thể và, ở cùng thời điểm, áp dụng độ phân giải cao hoặc độ chính xác cao cho vùng mà ở đó đáng để làm như vậy trong khi trong các vùng khác như cực bắc hoặc cực nam của khối cầu đơn vị, độ chính xác không quá cao, so với xích đạo của khối cầu đơn vị.

Hoạt động phía bộ giải mã theo khía cạnh thứ nhất thực hiện bất cứ loại giải mã nào và thực hiện việc khử nhóm tương ứng với các tham số khuếch tán được mã hóa hoặc được giải mã và các tham số hướng được mã hóa hoặc được giải mã. Do đó, việc chuyển đổi độ phân giải tham số được thực hiện để tăng cường độ phân giải từ tham số mã hóa âm thanh được mã hóa hoặc được giải mã đến độ phân giải mà cuối cùng được sử dụng bởi bộ kết xuất âm thanh để thực hiện việc kết xuất cảnh âm thanh. Trong quá trình chuyển đổi độ phân giải này, sự chuyển đổi độ phân giải khác nhau được thực hiện cho một mặt là các tham số khuếch tán và mặt khác là các tham số hướng.

Các tham số khuếch tán điển hình được mã hóa với độ phân giải thấp và, do đó, một tham số khuếch tán phải được nhân hoặc được sao chép một vài lần để thu được sự biểu diễn có độ phân giải cao. Mặt khác, tham số định hướng tương ứng phải được sao chép ít thường xuyên hơn hoặc được nhân ít thường xuyên hơn so với tham số khuếch tán, vì độ phân giải của tham số định hướng đã lớn hơn độ phân giải của các tham số khuếch tán trong tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Trong một phương án, các tham số mã hóa âm thanh định hướng được sao chép hoặc được nhân được áp dụng khi chúng được xử lý như được làm nhẵn hoặc được lọc thông thấp để tránh các thành phần lạ gây ra bởi các tham số thay đổi mạnh theo tần số hoặc thời gian. Tuy nhiên, vì trong phương án ưu tiên, ứng dụng của dữ liệu tham số được chuyển đổi độ phân giải được thực hiện trong miền phổ, sự chuyển đổi tần số-thời gian tương ứng của tín hiệu âm thanh được kết xuất từ miền tần số sang miền thời gian thực hiện phép tính trung bình vốn có do thủ tục chồng lấp và cộng được áp dụng một cách ưu tiên mà là dấu hiệu điển hình được chứa trong các giàn lọc tổng hợp.

Trên phía giải mã theo khía cạnh thứ hai, các thủ tục cụ thể được thực hiện trên phía bộ mã hóa đối với một mặt là mã hóa entropy và mặt khác là lượng tử hóa không được thực hiện. Ưu tiên để xác định độ chính xác giải lượng tử hóa trên phía bộ giải

mã từ tham số khuếch tán được lượng tử hóa hoặc giải lượng tử hóa điển hình kết hợp với tham số hướng tương ứng.

Ưu tiên để xác định bảng mẫu tự cho tham số góc nâng từ giá trị khuếch tán tương ứng và độ chính xác giải lượng tử hóa liên quan của nó. Cũng được ưu tiên đối với khía cạnh thứ hai để thực hiện việc xác định bảng mẫu tự giải lượng tử hóa cho tham số góc phương bị dựa trên giá trị của tham số góc nâng được lượng tử hóa hoặc tốt hơn là được giải lượng tử hóa.

Theo khía cạnh thứ hai, một mặt là chế độ mã hóa thô hoặc mặt khác là chế độ mã hóa entropy được thực hiện trên phía bộ mã hóa và chế độ thu được số lượng bit thấp hơn được chọn trong bộ mã hóa và được báo hiệu đến bộ giải mã thông qua một số thông tin phụ. Thông thường, chế độ mã hóa luôn được thực hiện cho các tham số định hướng đã được kết hợp với nó các giá trị khuếch tán cao trong khi chế độ mã hóa entropy được thử cho các tham số định hướng đã được kết hợp với nó các giá trị khuếch tán thấp hơn. Theo chế độ mã hóa entropy với mã hóa thô, các giá trị góc phương vị và góc nâng được hợp nhất thành chỉ số khối cầu và chỉ số khối cầu sau đó được mã hóa bằng cách sử dụng mã nhị phân hoặc mã thùng và, ở phía bộ giải mã, việc mã hóa entropy này theo đó không được thực hiện.

Theo chế độ mã hóa entropy với việc mô hình hóa, giá trị góc nâng và góc phương vị trung bình được tính toán cho khung và các giá trị dư so với với các giá trị trung bình này được tính toán thực sự. Do đó, loại dự đoán được thực hiện và giá trị dư dự đoán, tức là khoảng cách cho góc nâng và góc phương vị được mã hóa entropy. Đối với mục đích này, ưu tiên thực hiện thủ tục Golomb-Rice mở rộng dựa trên tham số Golomb-Rice mà được xác định trên phía bộ mã hóa và được mã hóa, ngoài các khoảng cách được kí hiệu ưu tiên và các giá trị trung bình. Ở phía bộ giải mã, ngay sau khi mã hóa entropy với việc mô hình hóa, tức là, chế độ giải mã này, được báo hiệu và được xác định bởi sự đánh giá thông tin phụ trong bộ giải mã, giải mã với thủ tục Golomb-Rice mở rộng được thực hiện sử dụng các trung bình được mã hóa, các khoảng cách được kí hiệu ưu tiên được mã hóa và các tham số Golomb-Rice tương ứng cho góc nâng và góc phương vị.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả sau đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1a là hình minh họa phương án ưu tiên của phía bộ mã hóa của khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai;

Fig.1b là hình minh họa phương án ưu tiên của phía bộ giải mã của khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai;

Fig.2a là hình minh họa phương án ưu tiên của thiết bị mã hóa theo phía cạnh thứ nhất;

Fig.2b là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ tính toán tham số của Fig.2a;

Fig.2c là hình minh họa phương án thực hiện nữa cho việc tính toán tham số khuếch tán;

Fig.2d là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên nữa của bộ tính toán tham số 100 của Fig.2a;

Fig.3a là hình minh họa sự biểu diễn thời gian/tần số thu được bởi giàn lọc phân tích 130 của Fig.1a hoặc 430 của Fig.1b với độ phân giải thời gian hoặc tần số cao;

Fig.3b là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của việc nhóm độ khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thấp và, cụ thể, độ phân giải thời gian thấp cụ thể của tham số khuếch tán đơn trên mỗi khung;

Fig.3c là hình minh họa phương án minh họa ưu tiên của độ phân giải trung bình cho các tham số hướng một mặt có năm băng và mặt khác là bốn vùng thời gian dẫn đến 20 vùng thời gian/tần số;

Fig.3d là hình minh họa dòng bit đầu ra với các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa

Fig.4a là hình minh họa thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng theo khía cạnh thứ hai;

Fig.4b là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ lượng tử hóa tham số và bộ mã hóa tham số cho việc tính toán các tham số khuếch tán được mã hóa;

Fig.4c là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ mã hóa của Fig.4a đối với sự kết hợp của các phần tử khác nhau;

Fig.4d là hình minh họa sự bao phủ gần như đều của khối cầu đơn vị như được áp dụng cho mục đích lượng tử hóa trong phương án ưu tiên;

Fig.5a là hình minh họa tổng quan về hoạt động của bộ mã hóa tham số của Fig.4a vận hành theo các chế độ khác nhau;

Fig.5b là hình minh họa việc xử lý trước của các chỉ số hướng cho cả hai chế độ của Fig.5a;

Fig.5c là hình minh họa chế độ mã hóa thứ nhất trong phương án ưu tiên;

Fig.5d là hình minh họa phương án ưu tiên của chế độ mã hóa thứ hai

Fig.5e là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của việc mã hóa entropy của các khoảng cách được kí hiệu và các trung bình tương ứng sử dụng thủ tục mã hóa Golomb-Rice (GR);

Fig.5f là hình minh họa phương án ưu tiên cho việc xác định tham số Golomb-Rice tối ưu;

Fig.5g là hình minh họa phương án thực hiện thủ tục Golomb-Rice mở rộng để mã hóa các khoảng cách kí hiệu được sắp xếp lại như được biểu thị trong khối 279 của Fig.5e;

Fig.6a là hình minh họa phương án thực hiện của bộ lượng tử hóa tham số của Fig.4a;

Fig.6b là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của các chức năng cho bộ giải lượng tử hóa tham số cũng được sử dụng trong các khía cạnh nhất định trong phương án thực hiện phía bộ mã hóa;

Fig.6c là hình minh họa tổng quan về phương án thực hiện của thủ tục mã hóa hướng thô;

Fig.6d là hình minh họa việc tính toán và lượng tử hóa và giải lượng tử hóa cho hướng trung bình cho góc phương vị và góc nâng;

Fig.6e là hình minh họa phép chiếu của dữ liệu góc nâng và góc phương vị trung bình

Fig.6f là hình minh họa sự tính toán các khoảng cách cho góc nâng và góc phương vị;

Fig.6g là hình minh họa tổng quan về việc mã hóa của hướng trung bình theo chế độ mã hóa entropy với việc mô hình hóa;

Fig.7a là hình minh họa bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa theo khía cạnh thứ nhất

Fig.7b là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ chuyển đổi độ phân giải tham số của Fig.7a và kết xuất âm thanh sau đó;

Fig.8a là hình minh họa bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa theo khía cạnh thứ hai;

Fig.8b là hình minh họa sự biểu diễn dòng bit dưới dạng sơ đồ cho các tham số khuếch tán được mã hóa theo phương án;

Fig.8c là hình minh họa phương án thực hiện của dòng bit khi chế độ mã hóa thô đã được lựa chọn;

Fig.8d là hình minh họa dòng bit dưới dạng sơ đồ khi chế độ mã hóa khác, tức là, chế độ mã hóa entropi với việc mô hình hóa đã được chọn;

Fig.8e là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ giải mã tham số và bộ giải lượng tử hóa tham số trong đó độ chính xác giải lượng tử hóa được xác định dựa trên độ khuếch tán cho vùng thời gian/tần số;

Fig.8f là hình minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ giải mã tham số và bộ giải lượng tử hóa tham số, mà ở đó bảng mẫu tự góc nâng được xác định từ độ chính xác giải lượng tử hóa và bảng mẫu tự góc phương vị được xác định dựa trên độ chính xác giải lượng tử hóa và dữ liệu góc nâng cho vùng thời gian/tần số;

Fig.8g là hình minh họa tổng quan về bộ giải mã tham số của Fig.8a minh họa hai chế độ giải mã khác nhau;

Fig.9a là hình minh họa phép toán giải mã, khi chế độ mã hóa thô hoạt động;

Fig.9b là hình minh họa việc giải mã của hướng trung bình, khi chế độ giải mã entropi với việc mô hình hóa hoạt động;

Fig.9c là hình minh họa việc khôi phục các góc nâng và góc phương vị khi chế độ giải mã với việc mô hình hóa hoạt động, và việc giải lượng tử hóa sau đó;

Fig.10a là hình minh họa bộ phân tích đã biết; và

Fig.10b là hình minh họa bộ tổng hợp DirAC đã biết.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế tổng quát hóa việc nén siêu dữ liệu DirAc tới bất kỳ loại kịch bản nào. Sáng chế được áp dụng trong hệ thống mã hóa không gian được minh họa trên Fig.1a và Fig.1b, trong đó bộ mã hóa và giải mã không gian trên cơ sở DirAC được mô tả.

Bộ mã hóa thường phân tích cảnh âm thanh không gian theo định dạng B. Theo cách khác, phép phân tích DirAC có thể được điều chỉnh để phân tích các định dạng âm thanh khác nhau như các đối tượng âm thanh hoặc các tín hiệu đa kênh hoặc tổ hợp của các định dạng âm thanh không gian bất kỳ. Phép phân tích DirAC trích xuất sự

biểu diễn tham số từ cảnh âm thanh đầu vào. Hướng đến (DOA) và đơn vị thời gian-tần số được đo độ khuếch tán tạo thành các tham số. Phép phân tích DirAC được theo sau bởi bộ mã hóa siêu dữ liệu không gian, mà lượng tử hóa và mã hóa các tham số DirAC để thu được sự biểu diễn tham số có tốc độ bit thấp. Môđun sau là đối tượng của sáng chế này.

Cùng với các tham số, tín hiệu trộn giảm được suy ra từ các nguồn khác nhau hoặc các tín hiệu đầu vào âm thanh được mã hóa cho việc truyền bởi bộ mã hóa lỗi âm thanh thông thường. Trong phương án ưu tiên, bộ mã hóa âm thanh EVS được ưu tiên để mã hóa tín hiệu trộn giảm, nhưng sáng chế không được giới hạn đến bộ mã hóa lỗi này và có thể được áp dụng cho bộ mã hóa lỗi âm thanh bất kỳ. Tín hiệu trộn giảm bao gồm các kênh khác nhau, được gọi là các kênh truyền tải, tín hiệu có thể là, ví dụ, bốn tín hiệu hệ số bao gồm tín hiệu định dạng B, cặp âm lập thể hoặc trộn giảm đơn âm tùy theo tốc độ bit mục tiêu. Các tham số không gian được mã hóa và dòng bit âm thanh được mã hóa được nhân trước khi được truyền qua kênh truyền thông.

Trong bộ giải mã, các kênh truyền tải được giải mã bởi bộ giải mã lỗi, trong khi siêu dữ liệu DirAC được giải mã đầu tiên trước khi được truyền với các kênh truyền tải được giải mã tới phép tổng hợp DirAC. Phép tổng hợp DirAC sử dụng siêu dữ liệu được giải mã để điều khiển sự tái tạo của dòng âm trực tiếp và hỗn hợp của nó với dòng âm khuếch tán. Trường âm được tái tạo có thể được tái tạo trên sự bố trí loa phóng thanh tùy chọn hoặc có thể được tạo ra trong định dạng Ambisonic (HOA/FOA) với thứ tự tùy chọn.

Bộ mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh như tín hiệu đầu vào định dạng B được minh họa trên Fig.1a. Bộ mã hóa âm thanh bao gồm bộ phân tích DirAC 100. Bộ phân tích DirAC 100 có thể bao gồm giàn lọc phân tích 130, bộ ước lượng độ khuếch tán 110 và bộ ước lượng hướng 120. Dữ liệu độ khuếch tán và dữ liệu hướng được xuất ra đến bộ mã hóa siêu dữ liệu 200 mà, cuối cùng, xuất ra siêu dữ liệu được mã hóa trên đường 250. Tín hiệu định dạng B cũng có thể được chuyển tiếp đến bộ tạo chùm/bộ lựa chọn tín hiệu 140 mà tạo ra, từ tín hiệu đầu vào, tín hiệu âm thanh truyền tải đơn âm hoặc âm lập thể mà sau đó được mã hóa trong bộ mã hóa âm thanh 150 mà tốt hơn là bộ mã hóa dịch vụ thoại nâng cao (Enhanced Voice Services - EVS). Tín hiệu âm thanh được mã hóa được xuất ra tại 170. Các tham số mã hóa được mã hóa được biểu thị tại 250 được nhập vào bộ giải mã siêu dữ liệu không gian 300. Tín hiệu

âm thanh được mã hóa 170 được nhập vào trong bộ giải mã âm thanh 340 mà được thực hiện, trong phương án ưu tiên và nối tiếp với việc thực hiện phía bộ mã hóa, như bộ giải mã EVS.

Tín hiệu truyền tải được giải mã được nhập vào bộ tổng hợp DirAC 400 cùng với các tham số mã hóa âm thanh định hướng được giải mã. Trong phương án được minh họa trên Fig.1b, bộ tổng hợp DirAC bao gồm bộ tổng hợp đầu ra 420, giàn lọc phân tích 430 và giàn lọc tổng hợp 440. Ở đầu ra của giàn lọc tổng hợp 400, tín hiệu đa kênh được giải mã 450 thu được mà có thể được chuyển tiếp tới các loa phóng thanh hoặc có thể, theo cách khác, là tín hiệu theo định dạng khác bất kỳ như định dạng Ambisonic bậc 1 (FOA) hoặc định dạng Ambisonic bậc cao hơn (HOA). Về bản chất, dữ liệu tham số khác như dữ liệu MPS (MPEG bao quanh) hoặc dữ liệu mã hóa đối tượng âm thanh không gian (Spatial Audio Object Coding - SAOC) có thể được tạo ra cùng với kênh truyền tải là kênh đơn âm hoặc kênh lập thể.

Nói chung, bộ tổng hợp đầu ra vận hành bằng cách tính, cho từng ngăn thời gian-tần số như được xác định bởi giàn lọc phân tích 430, một mặt là tín hiệu âm thanh hướng và mặt khác là tín hiệu âm thanh khuếch tán. Tín hiệu âm thanh hướng được tính toán dựa trên các tham số hướng và mối quan hệ giữa tín hiệu âm thanh hướng và tín hiệu âm thanh khuếch tán trong tín hiệu âm thanh cuối cùng đối với ngăn thời gian/tần số này, được xác định dựa trên tham số khuếch tán sao cho ngăn thời gian/tần số có tham số khuếch tán cao dẫn đến tín hiệu đầu ra mà có lượng tín hiệu khuếch tán cao và lượng tín hiệu hướng thấp trong khi, ngăn thời gian/tần số có độ khuếch tán thấp dẫn đến tín hiệu đầu ra có lượng tín hiệu hướng cao và lượng tín hiệu khuếch tán thấp.

Fig.2a là hình minh họa thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng theo khía cạnh thứ nhất. Thiết bị bao gồm bộ tính tham số 100 để tính các tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và để tính toán các tham số hướng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai. Thiết bị bao gồm bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 để tạo ra sự biểu diễn được lượng tử hóa và được mã hóa của các tham số khuếch tán và các tham số hướng được minh họa ở 250. Bộ tính toán tham số 100 có thể bao gồm các phần tử 110, 120, 130 của Fig.1a, trong đó các tham số khác nhau đã được tính trong độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo cách khác, các phương án thực hiện ưu tiên được minh họa trên Fig.2b. Ở đây, bộ tính toán tham số và, cụ thể, các khối 110, 120 trên Fig.1a được tạo cấu hình như được minh họa ở mục 130 của Fig.2b, tức là, chúng tính toán các tham số với độ phân giải thời gian hoặc tần số cao điển hình tứ ba hoặc thứ tư. Các phép toán tạo nhóm được thực hiện. Để tính toán các tham số khuếch tán, việc tạo nhóm và tính trung bình được thực hiện như được minh họa trong khối 141 để thu được sự biểu diễn tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và, đối với việc tính toán các tham số hướng, việc nhóm (và tính trung bình) được thực hiện trong khối 142 để thu được sự biểu diễn các tham số hướng trong độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai.

Các tham số khuếch tán và các tham số hướng được tính toán sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai hoặc độ phân giải tần số thứ hai lớn hơn độ phân giải tần số thứ nhất hoặc, theo cách khác nữa, độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai và độ phân giải tần số thứ nhất bằng độ phân giải tần số thứ hai.

Thông thường, các tham số khuếch tán và các tham số hướng được tính toán cho tập hợp các băng tần số, trong đó băng có tần số trung tâm thấp hơn sẽ hẹp hơn băng có tần số trung tâm cao hơn. Như đã được mô tả về Fig.2b, bộ tính tham số 100 được tạo cấu hình để thu được các tham số khuếch tán ban đầu có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba và bộ tính tham số 100 cũng được tạo cấu hình để thu được các tham số hướng ban đầu có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư trong đó, một cách điển hình, độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba và thứ tư bằng nhau.

Bộ tính tham số sau đó được tạo cấu hình để nhóm và tính trung bình các tham số khuếch tán ban đầu sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba cao hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất, tức là, việc làm giảm độ phân giải được thực hiện. Bộ tính tham số cũng được tạo cấu hình để nhóm và tính trung bình các tham số hướng ban đầu sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư cao hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai, tức là việc làm giảm độ phân giải được thực hiện. Tốt hơn là, độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba là độ phân giải thời gian không đổi sao cho từng tham số khuếch tán ban đầu được kết hợp với khe thời gian hoặc ngăn tần số có cùng kích thước. Độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư cũng là độ phân giải

tần số không đổi sao cho từng tham số hướng ban đầu được kết hợp với khe thời gian hoặc ngăn tần số có cùng kích thước.

Bộ tính tham số được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số khuếch tán thứ nhất kết hợp với nhiều khe thời gian thứ nhất. Bộ tính tham số 100 cũng được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số khuếch tán thứ hai kết hợp với nhiều ngăn tần số thứ hai, và bộ tính tham số cũng được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số hướng thứ ba kết hợp với nhiều khe thời gian thứ ba hoặc bộ tính tham số cũng được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số hướng thứ tư kết hợp với nhiều ngăn tần số thứ tư.

Như sẽ được thảo luận về Fig.2c và Fig.2d, bộ tính tham số 100 được tạo cấu hình để thực hiện phép tính trung bình được gán trọng số trong đó tham số khuếch tán hoặc tham số hướng được suy ra từ phần tín hiệu đầu vào có số đo liên quan đến biên độ cao hơn được gán trọng số sử dụng thừa số gán trọng số cao hơn so với tham số khuếch tán hoặc tham số hướng được suy ra từ phần tín hiệu đầu vào có số đo liên quan đến biên độ thấp hơn. Bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính toán 143 và số đo liên quan đến biên độ trên mỗi ngăn trong độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba hoặc thứ tư như được minh họa trên Fig.2c, mục 143. Trong khối 144, các thừa số gán trọng số cho từng ngăn được tính toán và, trong khối 145, việc nhóm và tính trung bình được thực hiện bằng cách sử dụng tổ hợp được gán trọng số như phép cộng được gán trọng số trong đó các tham số khuếch tán cho các ngăn riêng lẻ được nhập vào trong khối 145. Ở đầu ra của khối 145, các tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất thu được mà có thể, sau đó được chuẩn hóa trong khối 146 nhưng thủ tục này chỉ là tùy chọn.

Fig.2 minh họa việc tính các tham số hướng với độ phân giải thứ hai. Trong khối 146, số đo liên quan đến biên độ được tính toán trên mỗi ngăn trong độ phân giải thứ ba hoặc thứ tư giống với mục 143 của Fig.2c Trong khối 147, các thừa số gán trọng số được tính toán cho từng ngăn, nhưng không chỉ phụ thuộc vào số đo liên quan đến biên độ thu được từ khối 147 mà còn sử dụng tham số khuếch tán tương ứng trên mỗi ngăn như được minh họa trên Fig.2d. Do đó, đối với cùng số đo liên quan đến biên độ, thừa số cao hơn thường được tính toán cho độ khuếch tán thấp hơn. Trong khối 148, việc nhóm và tính trung bình được thực hiện sử dụng tổ hợp được gán trọng số như phép cộng và kết quả có thể được chuẩn hóa như được minh họa trong khối 146

tùy chọn. Do đó, ở đầu ra của khối 146, tham số hướng thu được như vector đơn vị tương ứng với vùng hai chiều hoặc ba chiều như vector Đề-các mà có thể dễ dàng được chuyển đổi thành dạng cực có giá trị góc phương vị và giá trị góc nâng.

Fig.3 minh họa bộ quét mảnh thời gian/tần số như thu được bởi phép phân tích giàn lọc 430 của Fig.1a và Fig.1b hoặc như được áp dụng bởi phép tổng hợp giàn lọc 404 của Fig.1b. Theo phương án, phạm vi tần số toàn bộ được phân tách trong 60 băng tần số và khung có thêm 16 khe thời gian. Độ phân giải thời gian hoặc tần số cao này ưu tiên là độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba hoặc thứ tư. Do đó, bắt đầu từ 60 băng tần số và 16 khe thời gian, thu được 960 ô hoặc ngăn thời gian/tần số trên mỗi băng.

Fig.3b minh họa việc làm giảm độ phân giải được thực hiện bởi bộ tính tham số và, cụ thể, bởi khối 141 của Fig.2b để thu được sự biểu diễn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất cho giá trị khuếch tán. Trong phương án này, băng thông tần số toàn bộ được tách thành năm băng tạo nhóm và chỉ khe thời gian đơn. Do đó, đối với một khung, cuối cùng thu được chỉ năm tham số khuếch tán trên mỗi khung mà sau đó còn được lượng tử hóa và được mã hóa.

Fig.3c minh họa thủ tục tương ứng được thực hiện bởi khối 142 của Fig.2b. Các tham số hướng độ phân giải cao từ Fig.3a mà một tham số hướng được tính toán cho từng ngăn được nhóm và được tính trung bình thành sự biểu diễn độ phân giải trung bình trên Fig.3c mà có, đối với từng khung, năm băng tần số nhưng, trái lại với Fig.3a, bốn khe thời gian. Do đó, cuối cùng, một khung nhận 20 tham số hướng, tức là 20 ngăn được nhóm trên mỗi khung cho các tham số hướng và chỉ năm ngăn được nhóm trên mỗi khung cho các tham số khuếch tán của Fig.3b. Trong phương án ưu tiên, các mép băng tần số là loại trừ trong các mép phía trên của chúng.

Khi so sánh Fig.3b và Fig.3c, lưu ý rằng tham số khuếch tán cho băng thứ nhất, tức là, tham số khuếch tán 1 tương ứng với bốn tham số hướng cho băng thứ nhất hoặc được kết hợp với chúng. Như sẽ được mô tả sau đây, độ chính xác lượng tử hóa đối với tất cả các tham số hướng trong băng thứ nhất được xác định bởi tham số khuếch tán cho băng thứ nhất hoặc, ví dụ, độ chính xác lượng tử hóa cho các tham số hướng cho băng thứ tư, tức là, đối với bốn tham số hướng tương ứng bao hàm băng thứ năm và bốn khe thời gian trong băng thứ năm được xác định bởi tham số khuếch tán đơn cho băng thứ năm.

Do đó, trong phương án này, chỉ tham số khuếch tán đơn bao gồm trên mỗi băng, tất cả các tham số hướng trong một băng có cùng độ chính xác lượng tử hóa/giải lượng tử hóa. Như sẽ được mô tả sau đây, bảng mẫu tự để lượng tử hóa và mã hóa tham số góc phương vị phụ thuộc vào giá trị tham số góc nâng gốc/được lượng tử hóa/được giải lượng tử hóa. Do đó, dù từng tham số hướng cho từng băng có cùng tham số lượng tử hóa/giải lượng tử hóa, từng tham số góc phương vị cho từng ngăn hoặc vùng thời gian/tần số được nhóm của Fig.3c có thể có bảng mẫu tự khác nhau cho phép lượng tử hóa và mã hóa.

Dòng bit thu được được tạo ra bởi bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 minh họa ở 250 trên Fig.2a được minh họa chi tiết hơn trên Fig.3d. Dòng bit có thể bao gồm chỉ báo độ phân giải 260 biểu thị độ phân giải thứ nhất và độ phân giải thứ hai. Tuy nhiên, khi độ phân giải thứ nhất và độ phân giải thứ hai được thiết lập cố định bởi bộ mã hóa và bộ giải mã thì chỉ báo độ phân giải này không cần thiết. Các mục 261, 262 minh họa các tham số khuếch tán được mã hóa cho các băng tương ứng. Vì Fig.3d minh họa chỉ năm băng nên chỉ năm tham số khuếch tán được chứa trong dòng dữ liệu được mã hóa. Mục 363, 364 minh họa các tham số hướng được mã hóa. Đối với băng thứ nhất, có bốn tham số hướng được mã hóa, trong đó chỉ số thứ nhất của tham số hướng biểu thị băng và tham số thứ hai biểu thị khe thời gian. Tham số hướng cho băng thứ năm và khe thời gian thứ tư, tức là, đối với ngăn tần số bên phải phía trên trên Fig.3c, được biểu thị như DIR54.

Sau đây, phương án thực hiện ưu tiên nữa được mô tả chi tiết.

Khai triển thời gian-tần số

Trong DirAC, cả phép phân tích và tổng hợp được thực hiện trong miền tần số. Phép phân tích và tổng hợp thời gian-tần số có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các biến đổi khác nhau, như biến đổi Fourier ngắn hạn (short-term Fourier Transform - STFT), hoặc các giàn lọc, như giàn lọc gương cầu phương (Quadrature Mirror Filterbank - QMF) được biến đổi phức. Trong phương án ưu tiên, các tác giả sáng chế nhằm mục đích chia sẻ việc tạo khung giữa quá trình xử lý DirAC và bộ mã hóa lõi. Vì bộ mã hóa lõi tốt hơn là dựa trên bộ mã hóa-giải mã 3GPP EVS, việc tạo khung bằng 20ms được mong muốn. Hơn nữa, tiêu chí quan trọng như độ phân giải thời gian và tần số và độ mạnh cho rằng cần có liên quan đối với việc xử lý thời gian-

tần số rất tích cực trong DirAC. Vì hệ thống được thiết kế cho truyền thông, độ trễ thuật toán là khía cạnh quan trọng khác.

Đối với tất cả các lý do này, giàn lọc độ trễ thấp được biến đổi phức (Complex modulated low-delay filterbank - CLDFB) là lựa chọn ưu tiên. CLDFB có độ phân giải thời gian bằng 1,25 mili giây và chia khung 20 mili giây thành 16 khe thời gian. Độ phân giải tần số bằng 400Hz, mà có nghĩa là tín hiệu đầu vào được khai triển thành $(fs/2)/400$ băng tần số. Phép toán giàn lọc được mô tả trọng dạng chung bởi công thức sau đây:

$$X_{CR}(t, k) = \sqrt{\frac{80}{L_c}} \cdot \sum_{n=0}^{n=10L_c-1} -w_c(10L_c-n) \cdot s_{HP}(10L_c-n+t \cdot L_c) \cos \left[\frac{\pi}{L_c} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{L_c}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

$$X_{CI}(t, k) = \sqrt{\frac{80}{L_c}} \cdot \sum_{n=0}^{n=10L_c-1} -w_c(10L_c-n) \cdot s_{HP}(10L_c-n+t \cdot L_c) \sin \left[\frac{\pi}{L_c} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{L_c}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right],$$

trong đó X_{CR} và X_{CI} lần lượt là cá giá trị bằng còn thực và ảo, t là chỉ số thời gian bằng con với $0 \leq t \leq 15$ và k là chỉ số bằng con với $0 \leq k \leq L_c-1$. Nguyên mẫu phân tích w_c là bộ lọc thông thấp bất đối xứng với độ dài thích ứng phụ thuộc vào s_{HP} . Độ dài của w_c được cho bởi $L_{w_c} = 10 \cdot L_c$ có nghĩa là bộ lọc kéo dài hơn 10 khối liên tiếp để biến đổi.

Ví dụ, CLDFB sẽ khai triển tín hiệu được lấy mẫu ở 48 kHz thành $60 \times 16 = 960$ ô thời gian-tần số trên mỗi khung. Độ trễ sau khi phân tích và tổng hợp có thể được điều chỉnh bằng cách lựa chọn các bộ lọc nguyên mẫu khác nhau. Các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng độ trễ 5 mili giây (phân tích và tổng hợp) là sự thỏa hiệp tốt giữa chất lượng được phân phối và độ trễ được mang lại. Đối với từng thời gian-tần số, độ khuếch tán và hướng được tính.

Ước lượng tham số DirAC

Trong từng băng tần số, hướng đến của âm cùng với độ khuếch tán của âm được ước lượng. Từ phép phân tích thời gian-tần số của các thành phần định dạng B đầu vào $w^i(n), x^i(n), y^i(n), z^i(n)$, vector áp suất và vận tốc có thể được xác định là:

$$P^i(n, k) = W^i(n, k)$$

$$U^i(n, k) = X^i(n, k) \mathbf{e}_x + Y^i(n, k) \mathbf{e}_y + Z^i(n, k) \mathbf{e}_z$$

trong đó i là chỉ số của đầu vào, n và k các chỉ số thời gian và tần số của ô thời gian-tần số, và $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$ biểu diễn vector đơn vị Đề-các. $P(n, k)$ và $U(n, k)$ là cần thiết để

tính toán các tham số DirAC, cụ thể là DOA và độ khuếch tán qua việc tính toán vector cường độ:

$$I(n, k) = \frac{1}{2} \Re \{ F(n, k) \cdot \overline{U(n, k)} \},$$

trong đó $\overline{(\cdot)}$ biểu thị sự kết hợp phức. Độ khuếch tán của trường âm được tổ hợp được cho bởi:

$$\psi(n, k) = 1 - \frac{\|E\{I(n, k)\}\|}{cE\{E(n, k)\}}$$

trong đó $E\{\cdot\}$ là toán tử trung bình theo thời gian, c là tốc độ của âm và $E(k, n)$ là năng lượng trường âm được cho bởi:

$$E(n, k) = \frac{\rho_0}{4} \|U(n, k)\|^2 + \frac{1}{\rho_0 c^2} |P(n, k)|^2$$

Độ khuếch tán của trường âm được xác định như tỉ số giữa cường độ âm và mật độ năng lượng, có các giá trị nằm giữa 0 và 1.

Hướng đến (DOA) được biểu diễn bởi trung bình của vector đơn vị $direction(n, k)$, được xác định là

$$direction(n, k) = -\frac{I(n, k)}{\|I(n, k)\|}$$

Hướng đến được xác định bởi phép phân tích mạnh của đầu vào định dạng B và có thể được định rõ như hướng đối diện của vector cường độ. Hướng được định rõ trong tọa độ Đề-các nhưng có thể được biến đổi dễ dàng trong tọa độ cầu được định rõ bởi bán kính thống nhất, góc phương vị và góc nâng.

Tổng cộng, nếu các giá trị tham số được chuyển đổi trực tiếp thành các bit, đối với từng ô thời gian-tần số, ba giá trị phải được mã hóa: góc phương vị, góc nâng và độ khuếch tán. Siêu dữ liệu sau đó bao gồm trong ví dụ của of CLDFB bằng 2880 giá trị trên mỗi khung, tức là 144000 giá trị trên mỗi giây. Lượng lớn dữ liệu này cần được giảm mạnh để đạt được việc mã hóa tốc độ bit thấp.

Nhóm và tính trung bình siêu dữ liệu

Để làm giảm số lượng tham số, các tham số được tính trong từng ô thời gian-tần số trước hết được nhóm và được tính trung bình dọc theo các băng tham số tần số và trên một số khe thời gian. Việc nhóm được tách riêng giữa độ khuếch tán và hướng, mà là khía cạnh quan trọng của sáng chế. Thật vậy, việc tách riêng khai thác thực tế là

độ khuếch tán giữ lại đặc tính dài hạn hơn của trường âm so với hướng, mà là tín hiệu không gian hoạt động hơn.

Các băng tham số cấu thành sự khai triển không chồng lấp và không đồng nhất của các băng tần số đại khái theo sau số lần là số nguyên của thang băng thông chữ nhật tương đương (Equivalent Rectangular Bandwidth - ERB). Theo mặc định, thang ERB 9 lần được áp dụng cho tổng số 5 băng tham số cho băng thông âm thanh bằng 16kHz.

Độ khuếch tán được tính là:

$$\text{diff}[g, b] = \frac{\sum_{n=\text{slot_diff}[g]}^{\text{slot_diff}[g+1]-1} \sum_{k=\text{band_diff}[b]}^{\text{band_diff}[b+1]-1} \text{diffuseness}(n, k) \cdot \text{power}(n, k)^\alpha}{\sum_{n=\text{slot_diff}[g]}^{\text{slot_diff}[g+1]-1} \sum_{k=\text{band_diff}[b]}^{\text{band_diff}[b+1]-1} \text{power}(n, k)^\alpha},$$

trong đó $\text{power}(n, k)^\alpha$ là năng lượng của tín hiệu đầu vào được đo trong ô thời gian-tần số của các chỉ số (t, k) và tăng đến lũy thừa của α , và $\text{diffuseness}(n, k)$ là độ khuếch tán của tín hiệu đầu vào được đo trong ô thời gian-tần số của các chỉ số (n, k), và trong đó $\text{band_diff}[]$ định rõ giới hạn các băng tham số về mặt chỉ số băng tần số, và $\text{slot_diff}[]$ chỉ rõ giới hạn của việc tạo nhóm trên thời gian trong các chỉ số khe thời gian. Ví dụ, các bảng có thể được xác định cho 5 băng tham số và 1 nhóm thời gian là:

$$\text{slot_diff} = [0, 16]$$

$$\text{band_diff} = [0, 1, 3, 7, 15, 60]$$

Vector hướng trong tọa độ Đề-các được tính toán là:

$$\text{dv}[g, b] = \frac{\sum_{n=\text{slot_dv}[g]}^{\text{slot_dv}[g+1]-1} \sum_{k=\text{band_dv}[b]}^{\text{band_dv}[b+1]-1} \text{direction}(n, k) \cdot (1 - \text{diffuseness}(n, k)) \cdot \text{power}(n, k)^\alpha}{\sum_{n=\text{slot_dv}[g]}^{\text{slot_dv}[g+1]-1} \sum_{k=\text{band_dv}[b]}^{\text{band_dv}[b+1]-1} (1 - \text{diffuseness}(n, k)) \cdot \text{power}(n, k)^\alpha},$$

trong đó $\text{power}(n, k)^\alpha$ là năng lượng của tín hiệu đầu vào được đo trong ô thời gian-tần số của các chỉ số (t, k) và tăng đến công suất bằng α , $\text{diffuseness}(n, k)$ là độ khuếch tán của tín hiệu đầu vào được đo trong ô thời gian-tần số của các chỉ số (n, k), và $\text{direction}(n, k)$ là hướng được đo trong ô thời gian-tần số của các chỉ số (n, k) trong tọa độ Đề-các ba chiều, và trong đó $\text{band_dv}[]$ định rõ giới hạn của các băng tham số về mặt chỉ số băng tần số, và $\text{slot_dv}[]$ định rõ giới hạn của việc tạo nhóm trên thời gian trong các chỉ số khe thời gian. Ví dụ, các bảng có thể được xác định cho 5 băng tần số tham số và 4 nhóm thời gian là:

$$\text{slot}_{dv} = [0,4,8,12,16]$$

$$\text{band}_{dv} = [0,1,3,7,15,60]$$

Tham số α cho phép nén hoặc mở rộng các trọng số dựa trên công suất trong tổng trọng số được thực hiện để tính trung bình các tham số. Theo chế độ ưu tiên, $\alpha = 1$.

Nói chung giá trị này có thể là số thực không âm, vì số mũ nhỏ hơn 1 cũng có thể có ích. Ví dụ, 0,5 (căn bậc hai) vẫn sẽ cho trọng số nhiều hơn đến các tín hiệu liên quan đến biên độ cao hơn, nhưng vừa phải hơn khi so sánh với số mũ bằng 1 hoặc lớn hơn 1.

Sau khi nhóm và tính trung bình, vector định hướng thu được $dv[g,b]$ không còn là một vector đơn vị nói chung. Do đó sự chuẩn hóa là cần thiết.

$$dv[g,b] = \frac{dv[g,b]}{\|dv[g,b]\|}$$

Sau đó phương án ưu tiên của khía cạnh thứ hai của sáng chế được mô tả. Fig.4a minh họa thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng theo khía cạnh thứ hai nữa. Thiết bị bao gồm bộ lượng tử hóa tham số 210 nhận, như đầu vào của nó, các tham số được nhóm như được mô tả đối với khía cạnh thứ nhất hoặc các tham số mà đã không được nhóm hoặc đã được nhóm theo cách khác nhau.

Do đó, bộ lượng tử hóa tham số 210 và bộ mã hóa tham số được kết nối sau đó 220 để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa được chứa cùng với giao diện để tạo ra sự biểu diễn tham số được mã hóa bao gồm, ví dụ, thông tin về các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa trong khối 200 của Fig.1a. Bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 của Fig.2a có thể được triển khai như, ví dụ, được mô tả sau đây đối với bộ lượng tử hóa tham số 210 và bộ mã hóa tham số 220, nhưng bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 cũng có thể được thực hiện theo cách bất kỳ đối với khía cạnh thứ nhất.

Tốt hơn là, bộ lượng tử hóa tham số 210 của Fig.4a được tạo cấu hình để lượng tử hóa tham số khuếch tán như được minh họa ở 231 trên Fig.4b sử dụng bộ lượng tử hóa không đồng đều để tạo ra các chỉ số khuếch tán. Bộ mã hóa tham số 220 của Fig.4a được tạo cấu hình như được minh họa trên mục 232, tức là, để mã hóa entropy

các giá trị khuếch tán thu được cho khung tốt hơn là sử dụng ba chế độ khác nhau, dù một chế độ cũng có thể được sử dụng hoặc chỉ hai chế độ khác nhau. Một chế độ là chế độ thô mà được thực hiện theo cách mà từng giá trị khuếch tán riêng lẻ được mã hóa bằng cách sử dụng, ví dụ, mã nhị phân hoặc mã nhị phân thung. Theo cách khác, phép mã hóa vi phân có thể được thực hiện sao cho từng chênh lệch và giá trị tuyệt đối ban đầu được mã hóa bằng cách sử dụng chế độ thô. Tuy nhiên, tình huống có thể là cùng một khung có cùng độ khuếch tán trên tất cả các băng tần số và mã chỉ một giá trị có thể được sử dụng. Ngoài ra, theo cách khác, tình huống có thể là chỉ có các giá trị liên tiếp cho độ khuếch tán, tức là, các chỉ số khuếch tán liên tiếp trong một khung, và sau đó chế độ mã hóa thứ ba có thể được áp dụng như được minh họa trong khối 232.

Fig.4c minh họa phương án thực hiện của bộ lượng tử hóa tham số 210 của Fig.4a. Bộ lượng tử hóa tham số 210 của Fig.4a được tạo cấu hình để chuyển đổi tham số hướng thành dạng cực như được minh họa ở 233. Trong khối 234, độ chính xác lượng tử hóa cho ngăn được xác định. Ngăn này có thể là ngăn có độ phân giải cao gốc hoặc, theo cách khác, và tốt hơn là, ngăn được nhóm có độ phân giải thấp.

Như được mô tả ở trên về Fig.3b và Fig.3c, từng băng có cùng giá trị khuếch tán nhưng có bốn giá trị hướng khác nhau. Cùng độ chính xác lượng tử hóa được xác định cho toàn bộ băng, tức là, đối với tất cả các tham số hướng trong băng. Trong khối 235, tham số góc nâng như được xuất ra bởi khối 233 được lượng tử hóa bằng cách sử dụng độ chính xác lượng tử hóa. Bảng mẫu tự lượng tử hóa để lượng tử hóa tham số góc nâng tốt hơn là cũng thu được từ độ chính xác lượng tử hóa cho ngăn như được xác định trong khối 234.

Vì mục đích xử lý giá trị góc phương vị, bảng mẫu tự góc phương vị được xác định 236 từ thông tin góc nâng cho ngăn thời gian/tần số (được nhóm) tương ứng. Thông tin góc nâng có thể là giá trị góc nâng được lượng tử hóa, giá trị góc nâng gốc hoặc giá trị góc nâng được lượng tử hóa hoặc được giải lượng tử hóa lại mà, giá trị sau, tức là, giá trị góc nâng được lượng tử hóa và được giải lượng tử hóa lại, được ưu tiên để có cùng tình huống ở phía bộ mã hóa và ở phía bộ giải mã. Trong khối 237, tham số góc phương vị được lượng tử hóa với bảng mẫu tự cho ngăn thời gian/tần số này. Trong khi có thể có cùng độ chính xác lượng tử hóa của băng như được mô tả ở trên về Fig.3b, tuy nhiên có thể có các bảng mẫu tự góc phương vị khác nhau cho từng ngăn thời gian/tần số được nhóm riêng lẻ kết hợp với tham số hướng.

Mã hóa siêu dữ liệu DirAC

Đối với từng khung, các tham số không gian DirAC được tính trên lưới bao gồm n_{bands} băng qua tần số và, đối với từng băng tần số b , num_slots khe thời gian được nhóm thành số lượng các nhóm thời gian $nblocks(b)$ được định kích thước đồng đều. Tham số khuếch tán được gửi cho từng băng tần số, và tham số hướng cho từng nhóm thời gian cho từng băng tần số.

Ví dụ, nếu $n_{bands} = 5$ và $nblocks(b) = 4$, với $num_slots = 16$, việc này sẽ thu được 5 tham số khuếch tán và 20 tham số hướng trên mỗi khung, mà sẽ được lượng tử hóa và mã hóa entropy thêm.

Lượng tử hóa các tham số khuếch tán

Từng tham số khuếch tán $diff(b)$ được lượng tử hóa tới một trong số $diff_alph$ mức riêng biệt, sử dụng bộ lượng tử hóa không đồng đều tạo ra chỉ số khuếch tán $diff_idx(b)$. Ví dụ, bộ lượng tử hóa có thể được suy ra từ bảng lượng tử hóa ICC được sử dụng trong tiêu chuẩn MPS, mà các ngưỡng và các mức khôi phục được tính bởi hàm *generate_diffuseness_quantizer*.

Tốt hơn là, chỉ các giá trị không âm từ bảng lượng tử hóa ICC được sử dụng, như $icc = [1,0, 0,937, 0,84118, 0,60092, 0,36764, 0,0]$, chứa chỉ 6 mức của gốc 8. Vì ICC của 0,0 tương ứng với độ khuếch tán bằng 1,0, và ICC bằng 1,0 tương ứng với độ khuếch tán bằng 0,0, tập hợp gồm các tọa độ y được tạo ra là $y = 1,0 - icc$, với tập hợp gồm các tọa độ x là $x = [0,0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0]$. Phương pháp nội suy lập phương theo mảnh bảo toàn hình dạng, được biết đến như đa thức nội suy Hermite lập phương theo mảnh (Piecewise Cubic Hermite Interpolating Polynomial - PCHIP), được sử dụng để suy ra đường cong đi qua tập hợp các điểm được xác định bởi x và y. Số bước của bộ lượng tử hóa khuếch tán là $diff_alph$, mà trong phương án thực hiện được đề xuất là 8, nhưng không có mối tương quan với tổng số các mức của bảng lượng tử hóa ICC, mà cũng là 8.

Tập hợp mới gồm $diff_alph$ tọa độ cách đều nhau x được nội suy ($x_interpolated$) từ 0,0 đến 1,0 (hoặc gần với, nhưng nhỏ hơn 1,0, khi trường hợp độ khuếch tán thuần túy bằng 1,0 được tránh khỏi vì sự xem xét kết xuất âm) được tạo ra, và các giá trị y tương ứng trên đường cong được sử dụng như các giá trị khôi phục, các giá trị khôi phục đó được đặt cách không tuyến tính. Các điểm ở nửa chừng nằm giữa

các giá trị x được nội suy ($x_interpolated$) liên tiếp cũng được tạo ra, và các giá trị y tương ứng của đường cong được sử dụng như các giá trị ngưỡng để quyết định giá trị nào ánh xạ đến chỉ số khuếch tán cụ thể và do đó quyết định giá trị khôi phục. Đối với phương án thực hiện được đề xuất, các giá trị khôi phục (reconstruction) và ngưỡng (threshold) được tạo ra (làm tròn đến 5 chữ số), được tính bởi hàm `generate_diffuseness_quantizer` là:

Khôi phục (reconstructions) = [0,0, 0,03955, 0,08960, 0,15894, 0,30835, 0,47388, 0,63232, 0,85010]

Ngưỡng (thresholds) = [0,0, 0,01904, 0,06299, 0,11938, 0,22119, 0,39917, 0,54761, 0,73461, 2,0]

Giá trị ngưỡng lớn ngoài phạm vi phân giữ chỗ (2,0) được bổ sung ở cuối của ngưỡng để làm cho việc tìm kiếm nó đơn giản hơn. Để làm ví dụ, nếu $\text{diff}(b) = 0,33$, đối với bảng cụ thể b , thì $\text{thresholds}[4] \leq \text{diff}(b) < \text{thresholds}[5]$, do đó $\text{diff_idx}(b) = 4$, và giá trị khôi phục tương ứng là $\text{reconstructions}[4] = 0,30835$.

Thủ tục ở trên chỉ là một lựa chọn có khả năng của bộ lượng tử hóa không tuyến tính cho các giá trị khuếch tán.

Mã hóa entropy các tham số khuếch tán

Hàm *EncodeQuasiUniform*(*value*, *alphabet_sz*) được sử dụng để mã hóa *value* với xác suất gần như đều bằng cách sử dụng mã thùng. Đối với $\text{value} \in \{0, \dots, \text{alphabet_sz} - 1\}$, số lượng gồm những đối tượng nhỏ nhất được mã hóa sử dụng $\lfloor \log_2 \text{alphabet_sz} \rfloor$ bit, và phần còn lại sử dụng $\lfloor \log_2 \text{alphabet_sz} \rfloor + 1$ bit. Nếu *alphabet_sz* là lũy thừa của hai, kết quả là mã hóa nhị phân.

Phụ thuộc vào các giá trị của chúng, các chỉ số khuếch tán được lượng tử hóa có thể được mã hóa entropy bằng cách sử dụng một trong số ba phương pháp khả dụng: mã hóa thô, chỉ một giá trị, và chỉ hai giá trị liên tiếp. Bit thứ nhất (*diff_use_raw_coding*) biểu thị liệu phương pháp mã hóa thô được sử dụng hay không. Đối với mã hóa thô, từng giá trị chỉ số khuếch tán được mã hóa sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*.

Nếu tất cả các giá trị chỉ số bằng nhau, phương pháp chỉ một giá trị được sử dụng. Bit thứ hai (*diff_have_unique_value*) được sử dụng để biểu thị phương pháp này, sau đó giá trị đơn nhất được mã hóa sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Nếu tất

cả các giá trị chỉ số chỉ bao gồm hai giá trị liên tiếp, phương pháp chỉ hai giá trị liên tiếp được sử dụng, được biểu thị bởi bit thứ hai ở trên. Giá trị nhỏ hơn trong số hai giá trị liên tiếp được mã hóa sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*, tính đến kích thước bảng mẫu tự của nó được giảm dens $diff_alph - 1$. Sau đó, đối với từng giá trị, chênh lệch giữa nó và giá trị tối thiểu được mã hóa sử dụng một bit.

Hàm *EncodeQuasiUniform*(value, alphabet_sz) ưu tiên thực hiện những gì được gọi là mã thùng. Nó có thể được xác định trong mã giả là:

```
bits = floor(log2(alphabet_sz))
thresh = 2 ^ (bits + 1) - alphabet_sz
if (value < thresh)
    write_bits(value, bits)
else
    write_bits(value + thresh, bits + 1)
```

Nếu alphabet_sz là lũy thừa của 2, thì $alphabet_sz = 2^{bit}$, và $thresh = 2^{bit}$, do đó nhánh else không bao giờ được sử dụng, và kết quả là mã hóa nhị phân. Mặt khác, các giá trị ngưỡng nhỏ nhất thứ nhất được mã hóa bằng cách sử dụng mã nhị phân có các bit bits, và phần còn lại, bắt đầu với $value = thresh$, được mã hóa sử dụng mã nhị phân có bits + bits 1. Mã nhị phân thứ nhất được mã hóa sử dụng bits + bits 1 có giá trị $value + thresh = thresh + thresh = thresh * 2$, do đó bộ giải mã có thể hình dung, bằng cách đọc chỉ các bit bits thứ nhất và so sánh giá trị của nó với thresh, nếu cần đọc một bit bổ sung nữa. Hàm giải mã, *DecodeQuasiUniform*(alphabet_sz) có thể được xác định theo mã giả (pseudo-code) là:

```
bits = floor(log2(alphabet_sz))
thresh = 2 ^ (bits + 1) - alphabet_sz
value = read_bits(bits)
if (value >= thresh)
    value = (value * 2 + read_bits(1)) - thresh
return value
```

Chuyển đổi các tham số hướng sang tọa độ cực

Từng vector hướng ba chiều dv , mà được chuẩn hóa, sao cho $dv[0]^2 + dv[1]^2 + dv[2]^2 = 1$, được chuyển đổi thành sự biểu diễn cực bao gồm góc

nâng $el \in [-90, 90]$ và góc phương vị $az \in [0, 360]$, sử dụng hàm *DirectionVector2AzimuthElevation*. Sự chuyển đổi hướng ngược lại, từ tọa độ cực đến vector hướng được chuẩn hóa, đạt được bằng cách sử dụng hàm *AzimuthElevation2DirectionVector*.

Lượng tử hóa các tham số hướng

Hướng, được biểu diễn như cặp góc nâng và góc phương vị, được lượng tử hóa thêm. Đối với từng mức chỉ số khuếch tán được lượng tử hóa, độ chính xác góc yêu cầu được chọn từ vector cấu hình *angle_spacing* như $deg_req = angle_spacing(diff_idx(b))$ và được sử dụng để tạo ra cặp điểm lượng tử hóa được phân phối gần như đều trên khối cầu đơn vị.

Giá trị khoảng cách góc deg_req tốt hơn là không được tính từ độ khuếch tán $diff(b)$, nhưng được tính từ chỉ số khuếch tán $diff_idx(b)$. Do đó, có các giá trị deg_req có khả năng $diff_alph$, một giá trị cho từng chỉ số khuếch tán có khả năng. Ở phía bộ giải mã, độ khuếch tán góc $diff(b)$ không khả dụng, chỉ có chỉ số khuếch tán $diff_idx(b)$, mà có thể được sử dụng để chọn giá trị khoảng cách góc tương tự như trong bộ mã hóa. Trong phương án thực hiện được đề xuất, bảng khoảng cách góc là:

$angle_spacing_table = [5,0, 5,0, 7,5, 10,0, 18,0, 30,0, 45,0, 90,0]$

Các điểm được phân bố gần như đồng đều trên khối cầu đơn vị được tạo ra theo cách để thỏa mãn một vài đặc tính mong muốn quan trọng. Các điểm cần được phân bố đối xứng với các trục X, Y và Z. Sự lượng tử hóa của hướng đã cho tới điểm gần nhất và ánh xạ thành chỉ số nguyên nên là phép toán thời gian không đổi. Cuối cùng, việc tính điểm tương ứng trên khối cầu từ chỉ số số nguyên và giải lượng tử hóa đến hướng sẽ là phép toán thời gian không đổi hoặc logarit đối với tổng số lượng các điểm trên khối cầu.

Có hai loại đối xứng đối với trục cho các điểm trên mặt phẳng nằm ngang: với hai điểm có mặt trong đó trục trục giao giao với mặt cầu đơn vị trên mặt phẳng hiện tại và không có bất kỳ điểm nào có mặt. Như ví dụ cho mặt phẳng nằm ngang tùy chọn, có ba trường hợp có khả năng. Nếu số điểm là bội số của 4, như 8, có tính đối xứng so với trục X (trái-phải) và hai điểm có mặt ở 90 và 270 độ trên trục Y, và đối xứng so với trục Y (trước-sau) và hai điểm biểu diễn ở 0 và 180 độ trên trục X. Nếu số điểm chỉ là bội số của 2, như 6, có tính đối xứng so với trục X nhưng không có điểm ở 90 và

270 độ trên trục Y, và tính đối xứng so với trục Y và hai điểm có mặt ở 0 và 180 độ trên trục X. Cuối cùng, khi số điểm là số nguyên tùy chọn, như 5, có tính đối xứng so với trục X nhưng không có điểm ở 90 và 270 độ trên trục Y và không có tính đối xứng so với trục Y.

Trong phương án ưu tiên, có các điểm ở 0, 90, 180, và 270 độ trên tất cả các mặt phẳng ngang (tương ứng với tất cả các góc nâng được lượng tử hóa) được coi là hữu ích từ góc độ tâm thính học, ngụ ý rằng số điểm trên mỗi mặt phẳng ngang luôn là bội số của 4. Tuy nhiên, phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể, điều kiện về số điểm trên mỗi mặt phẳng ngang có thể được nói lỏng để chỉ là bội số của 2, hoặc số nguyên tùy chọn.

Ngoài ra, trong phương án ưu tiên, đối với mỗi góc nâng, điểm góc phương vị “góc” luôn tồn tại ở hướng đặc quyền 0 độ (hướng về phía trước). Đặc tính này có thể được nói lỏng bằng cách lựa chọn góc độ lệch lượng tử hóa được tính toán trước cho từng góc nâng riêng rẽ, với các điểm góc phương vị được phân bố tương ứng để nó thay thế hướng 0 độ. Có thể dễ dàng thực hiện bằng cách cộng độ lệch trước khi lượng tử hóa, và trừ sau khi giải lượng tử hóa.

Độ chính xác góc yêu cầu là deg_req và là ước số của 90 độ. Mặt khác, nó được tính toán lại trước khi sử dụng thực tế là $deg_req = 90 \div [90 \div deg_req]$. Ví dụ, danh mục các giá trị có khả năng là $\{90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 12.86, 11.25, 10, \dots, 5, \dots\}$. Góc nâng el được lượng tử hóa đồng đều, với kích thước bước deg_req , tạo ra $el_idx = round(el \div deg_req) + n_points$, một trong số $el_alph = 2 \cdot n_points + 1$ chỉ số lượng tử hóa, trong đó $n_points = [90 \div deg_req]$. Chỉ số này tương ứng với góc nâng được giải lượng tử hóa bằng $q_el = (el_idx - n_points) \cdot deg_req$. Một cách tương đương, chỉ dựa trên kích thước bảng mẫu tự, $el_idx = round(((el + 90) \div 180) \cdot (el_alph - 1))$ để lượng tử hóa và $q_el = (el_idx + (el_alph - 1)) \cdot 180 - 90$ để giải lượng tử hóa.

Ở xích đạo, góc phương vị az được lượng tử hóa đồng đều, với kích thước bước deg_req , tạo ra az_idx , một trong số $4 \cdot n_points$ chỉ số lượng tử hóa. Đối với các góc nâng khác, khoảng cách góc ngang khi được nhìn từ tâm của khối cầu đơn vị, mà tương ứng với độ dài dây cung giữa hai điểm liên tiếp, có thể được tính xấp xỉ bằng độ dài cung trên vòng tròn nằm ngang ở q_el góc nâng. Do đó, số lượng điểm tương ứng

với 90 độ trên vòng tròn nằm ngang này được giảm, tương ứng với đường tròn xích đạo, tỷ lệ với bán kính của nó, sao cho độ dài cung giữa hai điểm liên tiếp vẫn gần như nhau ở mọi nơi. Ở các cực, tổng số điểm bằng một.

Có $az_alph = \max(4 \cdot \text{round}(\text{radius_len} \cdot n_points), 1)$ chỉ số lượng tử hóa, tương ứng với q_el góc nâng, trong đó $\text{radius_len} = \cos(q_el)$. Chỉ số lượng tử hóa tương ứng là $az_idx = \text{round}((az \div 360) \cdot az_alph)$, trong đó giá trị kết quả bằng az_alph được thay thế với 0. Chỉ số này tương ứng với góc phương vị giải lượng tử hóa bằng $q_az = az_idx \cdot (360 \div az_alph)$. Lưu ý, ngoại trừ các cực mà $az_alph = 1$, giá trị nhỏ nhất gần cực là $az_alph = 4$ cho $deg_req = 90$ và $deg_req = 45$, và $az_alph = 8$ cho tất cả phần còn lại.

Nếu điều kiện về số lượng điểm trên mỗi mặt phẳng ngang được nói lỏng chỉ là bội số của 2, bảng mẫu tự góc phương vị trở thành $az_alph = \max(2 \cdot \text{round}(\text{radius_len} \cdot (2 \cdot n_points)), 1)$, vì có $2 \cdot n_points$ tương ứng với 180 độ trên mặt phẳng xích đạo. Nếu điều kiện về số lượng điểm được nói lỏng để là số nguyên tùy chọn, bảng mẫu tự góc phương vị trở thành $az_alph = \max(\text{round}(\text{radius_len} \cdot (4 \cdot n_points)), 1)$, vì có $4 \cdot n_points$ tương ứng với 360 độ trên mặt phẳng xích đạo. Trong cả hai trường hợp, trên mặt phẳng xích đạo, số lượng điểm luôn là bội số của 4, vì $\text{radius_len} = 1$ và n_points là số nguyên.

Quy trình lượng tử hóa và giải lượng tử hóa được mô tả ở trên đạt được bằng cách sử dụng lần lượt các hàm *QuantizeAzimuthElevation* and *DequantizeAzimuthElevation*.

Tốt hơn là, hàm $\text{round}(x)$ làm tròn x đến số nguyên gần nhất, thường được thực hiện trong điểm cố định như $\text{round}(x) = \text{floor}(x + 0,5)$. Việc làm tròn cho các liên kết, mà là các giá trị nửa chính xác giữa các số nguyên, như 1,5, có thể được thực hiện theo một vài cách. Định nghĩa ở trên làm tròn các liên kết về phía dương vô cực (1,5 được làm tròn đến 2, 2,5 được làm tròn đến 3). Việc triển khai dấu phẩy động thường có chức năng làm tròn số nguyên gốc, làm tròn các liên kết thành số nguyên chẵn (1,5 được làm tròn thành 2, 2,5 được làm tròn thành 2).

Fig.4d được biểu thị như “sự bao phủ gần như đều của khối cầu đơn vị” minh họa ví dụ về sự bao phủ gần như đều của khối cầu đơn vị sử dụng độ chính xác góc 15

độ, thể hiện các hướng được lượng tử hóa. Chế độ xem 3D là từ phía trên, chỉ có bán cầu trên được vẽ để hiển thị tốt hơn và đường chấm nối hình xoắn ốc chỉ để nhận dạng trực quan dễ dàng hơn về các điểm từ cùng một đường tròn hoặc mặt phẳng ngang.

Sau đó, việc thực hiện ưu tiên của bộ mã hóa tham số 220 của Fig.4a với mục đích mã hóa các tham số hướng được lượng tử hóa, tức là, các chỉ số góc nâng được lượng tử hóa và các chỉ số góc phương vị được lượng tử hóa được minh họa. Như được minh họa trên Fig.5a, bộ mã hóa được cấu hình để phân loại 240 mỗi khung liên quan đến các giá trị khuếch tán trong khung. Khối 240 nhận các giá trị khuếch tán, trong phương án trên Fig.3b, chỉ có năm giá trị khuếch tán cho khung. Nếu khung chỉ bao gồm các giá trị khuếch tán thấp, chế độ mã hóa độ khuếch tán thấp 241 được áp dụng. Khi năm giá trị khuếch tán trong khung chỉ là giá trị khuếch tán cao, thì chế độ mã hóa độ khuếch tán cao 242 được áp dụng. Khi xác định rằng các giá trị khuếch tán trong khung đều ở dưới và trên ngưỡng độ khuếch tán ec_max , thì chế độ mã hóa độ khuếch tán hỗn hợp 243 được áp dụng. Trong cả chế độ mã hóa độ khuếch tán thấp 241 và chế độ mã hóa độ khuếch tán cao 242, và đối với các băng khuếch tán thấp, đối với khung khuếch tán hỗn hợp, một mặt là mã hóa thô và mặt khác là mã hóa entropy được thử tức là, được thực hiện như được biểu thị ở tại 244a, 244b và 244c. Tuy nhiên, đối với các băng khuếch tán trong khung khuếch tán hỗn hợp, chế độ mã hóa thô luôn được sử dụng như được biểu thị ở 244d.

Trong trường hợp sử dụng các chế độ mã hóa khác nhau, tức là, chế độ mã hóa thô và chế độ mã hóa entropy (có mô hình hóa), kết quả được chọn bởi bộ điều khiển mã hóa mà chọn chế độ dẫn đến số bit nhỏ hơn để mã hóa các chỉ số lượng tử hóa. Điều này được biểu thị ở 245a, 245b và 245c.

Một mặt, có thể chỉ sử dụng chế độ mã hóa cho tất cả các khung và băng hoặc chỉ chế độ mã hóa với việc mô hình hóa cho tất cả các băng hoặc chế độ mã hóa khác bất kỳ để mã hóa các chỉ số như chế độ mã hóa Huffman hoặc chế độ mã hóa số học có hoặc không có thích ứng ngữ cảnh.

Phụ thuộc vào kết quả của thủ tục chọn trong khối 245a, 245b và 245c, thông tin phụ được đặt cho toàn bộ khung như được minh họa trong các khối 246a, 246b hoặc được đặt chỉ cho các băng tương ứng, tức là, các băng khuếch tán thấp trong khối 246c. Theo cách khác, thông tin phụ cũng có thể được đặt cho toàn bộ khung trong trường hợp của mục 246c. Trong trường hợp này, việc xác định các băng khuếch tán

cao có thể được thực hiện trong riêng bộ giải mã sao cho mặc dù thông tin phụ được đặt cho toàn bộ khung, tuy nhiên bộ giải mã xác định rằng có khung độ khuếch tán hỗn hợp và các tham số hướng cho các băng có giá trị khuếch tán cao trong khung khuếch tán hỗn hợp này được mã hóa với chế độ mã hóa thô dù thông tin phụ cho khung biểu thị chế độ mã hóa entropy với sự mô hình hóa

Trong phương án ưu tiên, $\text{diff_alph} = 8$. Sau đó, giá trị ngưỡng ec_max đã được chọn sẽ bằng 5, bằng cách giảm thiểu kích thước nén trung bình trên lượng thử nghiệm lớn. Giá trị ngưỡng ec_max này được sử dụng theo chế độ sau đây, phụ thuộc vào phạm vi giá trị cho các chỉ số khuếch tán của khung hiện thời:

- đối với các khung có độ khuếch tán thấp đến trung bình, trong đó $\text{diff_idx}(b) \leq \text{ec_max}$, cho tất cả các băng b , tất cả các hướng được mã hóa sử dụng cả mã hoá thô và mã hóa entropy và tốt nhất là được chọn và được biểu thị bởi một bit như thông tin phụ (được nhận biết ở trên như `dir_use_raw_coding`);

- đối với các khung khuếch tán được trộn lẫn, trong đó $\text{diff_idx}(b) \leq \text{ec_max}$, đối với một số băng b , các hướng tương ứng với các băng đó được mã hóa chính xác trong trường hợp thứ nhất; tuy nhiên, đối với các băng có độ khuếch tán cao b khác, trong đó $\text{diff_idx}(b) > \text{ec_max}$, các hướng tương ứng với các băng khác này luôn được mã hóa như thô (để tránh trộn lẫn các thống kê mã hóa entropy của các hướng có độ khuếch tán thấp đến trung bình với các hướng có độ khuếch tán cao, cũng được lượng tử hóa rất thô);

- đối với các khung có độ khuếch tán cao, trong đó $\text{diff_idx}(b) > \text{ec_max}$, cho tất cả các băng b , ngưỡng ec_max được đặt trước $\text{ec_max} = \text{diff_alph}$ cho khung hiện thời (vì các chỉ số khuếch tán được mã hóa trước các hướng, việc đặt này có thể được thực hiện trước một cách giống hệt ở phía bộ giải mã), do đó trường hợp này được giảm tới trường hợp thứ nhất.

Fig.5b minh họa việc xử lý ưu tiên nhưng tùy chọn của các chỉ số hướng cho cả hai chế độ. Đối với cả hai chế độ, các chỉ số hướng được lượng tử hóa, tức là các chỉ số góc phương vị được lượng tử hóa và các chỉ số góc nâng được lượng tử hóa được xử lý trong khối 247 thành phép chuyển đổi các chỉ số góc nâng/góc phương vị dẫn đến các giá trị được kí hiệu, trong đó các chỉ số bằng không tương ứng với góc nâng hoặc góc phương vị bằng không. Phép chuyển đổi tiếp theo 248 thành các giá trị không được kí hiệu bao gồm việc xen kẽ các giá trị dương/âm được thực hiện để có sự

biểu diễn nhỏ gọn hơn của các chỉ số góc phương vị/góc nâng không được kí hiệu được sắp xếp lại.

Fig.5c minh họa phương án thực hiện ưu tiên của chế độ mã hóa thứ nhất 260, tức là, chế độ mã hóa thô mà không mô hình hóa. Các chỉ số góc phương vị/góc nâng được xử lý trước được nhập vào khối 261 để hợp nhất cả hai chỉ số thành chỉ số khối cầu đơn. Dựa trên độ chính xác lượng tử hóa được suy ra từ chỉ số khuếch đại kết hợp, tức là, deg_req , việc mã hóa với hàm mã hóa như EncodeQuasiUniform hoặc mã nhị phân (thùng) được thực hiện 262. Do đó, thu được các chỉ số khối cầu cho băng hoặc cho toàn bộ khung. Các chỉ số khối cầu được mã hóa cho toàn bộ khung thu được trong trường hợp chỉ khung có độ khuếch tán thấp mà phép mã hóa thô đã được lựa chọn hoặc trong khung chỉ độ khuếch tán cao, trong đó phép mã hóa thô được lựa chọn hoặc các chỉ số khối cầu được mã hóa chỉ cho các băng có độ khuếch tán cao của khung thu được trong trường hợp khung có độ khuếch tán hỗn hợp được biểu thị ở 243 trên Fig.5 mà, đối với các băng khác, với độ khuếch tán thấp hoặc trung bình, chế độ mã hóa thứ hai như mã hóa entropy với việc mô hình hóa đã được lựa chọn.

Fig.5 minh họa chế độ mã hóa thứ hai mà có thể, ví dụ, là chế độ mã hóa entropy với việc mô hình hóa. Các chỉ số được xử lý trước mà, ví dụ, được phân loại cho khung có độ khuếch tán hỗn hợp như được minh họa trên Fig.5a tại 240 được nhập vào khối 266 mà thu thập dữ liệu lượng tử hóa tương ứng như chỉ số góc nâng, bảng mẫu tự góc nâng, chỉ số góc phương vị, bảng mẫu tự góc phương vị, và dữ liệu này được thu thập vào các vector riêng cho khung. Trong khối 267, các trung bình được tính cho góc nâng và góc phương vị một cách rõ ràng trên cơ sở thông tin được suy ra từ phép giải lượng tử hóa và phép biến đổi vector tương ứng như được thảo luận sau đây. Các giá trị trung bình này được lượng tử hóa với độ chính xác góc cao nhất được sử dụng trong khung được biểu thị ở khối 268. Các chỉ số góc nâng và góc phương vị được dự đoán được tạo ra từ các giá trị trung bình như được minh họa trong khối 269, và, các khoảng cách được kí hiệu cho góc nâng và góc phương vị từ các chỉ số gốc và liên quan đến các chỉ số góc nâng và góc phương vị dự đoán được tính và tùy chọn giảm xuống khoảng giá trị nhỏ hơn khác.

Như được minh họa trên Fig.5e, dữ liệu được tạo ra bằng phép toán mô hình hóa sử dụng phép toán chiếu để suy ra các giá trị dự đoán được minh họa trên Fig.5d được mã hóa entropy. Phép toán mã hóa này được minh họa trên Fig.5e cuối cùng tạo

ra các bit mã hóa từ dữ liệu tương ứng. Trong khối 271, các giá trị trung bình cho góc phương vị và góc nâng được chuyển đổi sang các giá trị được kí hiệu và, việc kết xuất 272 nhất định được thực hiện để có sự biểu diễn gọn hơn và, các giá trị trung bình đó được mã hóa 273 với mã nhị phân hoặc mã nhị phân thủng để tạo ra các bit trung bình góc nâng 274 và các bit trung bình góc phương vị. Trong khối 275, tham số Golomb-Rice được xác định như được minh họa trên Fig.5f, và tham số này sau đó được mã hóa với mã nhị phân (thủng) được minh họa ở khối 276 để có tham số Golomb-Rice cho góc nâng và tham số Golomb-Rice khác cho góc phương vị được minh họa ở 277. Trong khối 278, khoảng cách được kí hiệu (giảm) được tính toán bởi khối 270 được sắp xếp lại và sau đó được mã hóa với phương pháp Golomb-Rice mở rộng được minh họa ở 279 để có khoảng cách góc nâng và khoảng cách góc phương vị được mã hóa biểu thị ở 280.

Fig.5f minh họa phương án thực hiện ưu tiên cho việc xác định tham số Golomb-Rice trong khối 275 mà được thực hiện cho việc xác định tham số Golomb-Rice góc nâng hoặc tham số Golomb-Rice góc phương vị. Trong khối 281, các khoảng được xác định cho tham số Golomb-Rice tương ứng. Trong khối 282, tổng số bit cho tất cả các khoảng cách được kí hiệu giảm được tính toán, cho từng giá trị ứng viên và, trong khối 283, giá trị ứng viên dẫn đến số lượng bit nhỏ nhất được chọn như tham số Golomb-Rice cho việc xử lý góc phương vị hoặc góc nâng.

Sau đó, Fig.5f được mô tả để minh họa thêm thủ tục trong khối 279 của Fig.5e, tức là, phương pháp Golomb-Rice mở rộng. Dựa trên tham số Golomb-Rice được chọn p , chỉ số khoảng cách cho góc nâng hoặc góc phương vị được tách trong phần quan trọng nhất (most significant part - MSP) và phần ít quan trọng nhất (least significant part - LSP) như được minh họa ở phía bên phải của khối 284. Trong khối 285, bit không cuối cùng của phần MSP được loại bỏ, trong trường hợp khi MSP là giá trị có khả năng cực đại, và trong khối 286, kết quả được mã hóa với mã nhị phân (thủng).

Phần LSP cũng được mã hóa với mã nhị phân (thủng) được minh họa ở 287. Do đó, trên các đường 288 và 289, các bit được mã hóa cho phần quan trọng nhất MSP và các bit được mã hóa cho phần ít quan trọng nhất LSP thu được mà cùng biểu diễn khoảng cách được kí hiệu giảm được mã hóa tương ứng cho góc nâng hoặc góc phương vị.

Fig.8d minh họa ví dụ cho hướng được mã hóa. Bit chế độ 806 biểu thị, ví dụ, chế độ mã hóa entropy với việc mô hình hóa. Mục 808a minh họa các bit trung bình góc phương vị mà mục 808b minh họa các bit trung bình góc nâng như được thảo luận ở trên đối với mục 274 của Fig.5e. Tham số góc phương vị Golomb-Rice 808c và tham số góc nâng Golomb-Rice 808d cũng được chứa dưới dạng được mã hóa trong dòng bit của Fig.8d tương ứng với những gì đã được mô tả ở trên đối với mục 277. Các khoảng cách góc nâng được mã hóa và các khoảng cách góc phương vị được mã hóa 808e và 808f được chứa trong dòng bit như thu được ở 288 và 289 hoặc được mô tả ở trên đối với mục 280 trên Fig.5e và Fig.5g. Mục 808g minh họa bit trọng tải nữa cho các khoảng cách góc nâng/góc phương vị nữa. Trung bình cho góc nâng và góc phương vị và các tham số Golomb-Rice cho góc nâng và góc phương vị chỉ được yêu cầu thời gian đơn cho từng khung, nhưng có thể, nếu cần, cũng được tính hai lần cho khung hoặc hơn, nếu khung khá dài hoặc thống kê tín hiệu thay đổi mạnh trong khung.

Fig.8c minh họa dòng bit khi bit chế độ biểu thị phép mã hóa thô như được xác định bởi Fig.5c, khối 260. Bit chế độ 806 biểu thị chế độ mã hóa thô và mục 808 biểu thị bit tải trọng cho các chỉ số khối cầu, tức là, kết quả của khối 262 của Fig.5c.

Mã hóa entropy của các tham số hướng

Khi mã hóa hướng được lượng tử hóa, chỉ số góc nâng el_idx luôn được mã hóa trước tiên, trước chỉ số góc phương vị az_idx . Nếu cấu hình hiện thời chỉ xem xét mặt phẳng xích đạo ngang, thì không có gì được mã hóa cho góc nâng và nó được xem xét bằng không ở mọi nơi.

Trước khi mã hóa, các giá trị được kí hiệu được ánh xạ thành các giá trị không được kí hiệu bằng cách sử dụng phép biến đổi sắp xếp lại chung, xen kẽ các số dương và các số âm thành các số không được kí hiệu như $u_val = 2 \cdot |s_val| - (s_val < 0)$, được thực hiện bởi hàm *ReorderGeneric*. Biểu thức (*condition*) đánh giá 1 nếu *condition* là đúng, và đánh giá 0 nếu *condition* là sai.

Vì số lượng giá trị không được kí hiệu nhỏ hơn được mã hóa hiệu quả hơn, với một bit nhỏ hơn, sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*, cả chỉ số góc nâng và góc phương vị, mà đã không được kí hiệu, được chuyển đổi thành được kí hiệu sao cho giá trị chỉ số được kí hiệu của không tương ứng với góc nâng hoặc góc phương vị bằng không, và chỉ sau đó hàm *ReorderGeneric* được áp dụng. Bằng cách chuyển đổi trước

hết thành được kí hiệu, giá trị bằng không nằm ở giữa khoảng giá trị có khả năng được kí hiệu, và sau khi áp dụng hàm *ReorderGeneric* giá trị chỉ số góc nâng được sắp xếp lại không được kí hiệu thu được là $el_idx_r = ReorderGeneric(el_idx - |el_alph + 2|)$, và giá trị chỉ số góc phương vị được sắp xếp lại không được kí hiệu là $az_idx_r = ReorderGeneric(az_idx - az_alph \cdot (az_idx \geq az_alph + 2))$.

Đối với mã hóa thô, mà không mô hình hóa, hai chỉ số được sắp xếp lại không được kí hiệu được hợp nhất thành chỉ số khối cầu không được kí hiệu đơn lẻ $sphere_idx = sphere_offsets(deg_req, el_idx_r) + az_idx_r$, trong đó hàm *sphere_offsets* tính tổng của tất cả các bảng mẫu tự góc phương vị az_alph tương ứng với các chỉ số góc nâng được sắp xếp lại không được kí hiệu nhỏ hơn el_idx_r . Ví dụ, khi $deg_req = 90$, trong đó $el_idx_r = 0$ (góc nâng 0 độ) có $az_alph = 4$, $el_idx_r = 1$ (góc nâng -90 độ) có $az_alph = 1$, và $el_idx_r = 2$ (góc nâng 90 độ) có $az_alph = 1$, $sphere_offsets(90,2)$ sẽ lấy giá trị $4 + 1$. Nếu cấu hình hiện thời chỉ xem xét mặt phẳng xích đạo nằm ngang, thì el_idx_r luôn luôn bằng 0 và chỉ số khối cầu không được kí hiệu đơn giản hóa để $sphere_idx = az_idx_r$. Nói chung, tổng số điểm trên khối cầu, hoặc số điểm khối cầu, là $sphere_alph = sphere_offsets(deg_req, el_alph + 1)$.

Chỉ số khối cầu không được kí hiệu $sphere_idx$ được mã hóa sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Đối với mã hóa entropy, với việc mô hình hóa, các hướng được lượng tử hóa được nhóm thành hai loại. Loại thứ nhất chứa các hướng được lượng tử hóa cho các chỉ số khuếch tán $diff_idx(b) \leq ec_max$ mà được mã hóa entropy, và chỉ số thứ hai chứa các hướng được lượng tử hóa cho các chỉ số khuếch tán $diff_idx(b) > ec_max$ mà được mã hóa thô, trong đó ec_max là ngưỡng được chọn tối ưu phụ thuộc vào $diff_alph$. Cách tiếp cận này hoàn toàn loại trừ khỏi phép mã hóa entropy các băng tần số có độ khuếch tán cao, khi các băng tần số có độ khuếch tán thấp đến trung bình cũng có mặt trong khung, để tránh trộn lẫn các số liệu thống kê của phần dư. Đối với khung khuếch tán, phép mã hóa thô luôn được sử dụng cho băng tần số với độ khuếch tán cao. Tuy nhiên, nếu tất cả các băng tần số có độ khuếch tán cao, $diff_idx(b) > ec_max$, ngưỡng được đặt trước $ec_max = diff_alph$ để cho phép mã hóa entropy cho tất cả các băng tần số.

Đối với loại gồm các hướng được lượng tử hóa thứ nhất, mà được mã hóa entropy, các chỉ số góc nâng tương ứng el_idx , các bảng mẫu tự góc nâng el_alph , các chỉ số góc phương vị az_idx , và các bảng mẫu tự góc phương vị az_alph được tập hợp thành các vector riêng rẽ cho việc xử lý thêm.

Vector hướng trung bình được suy ra, bằng cách chuyển đổi từng hướng được lượng tử hóa mà được mã hóa entropy trở lại vector hướng, tính toán giá trị trung bình, giá trị giữa, giá trị thường xuyên xuất hiện của vector hướng gồm tái chuẩn hóa và chuyển đổi vector hướng trung bình thành góc nâng và góc phương vị el_avg trung bình az_avg . Hai giá trị này được lượng tử hóa bằng cách sử dụng độ chính xác góc tốt nhất deg_req được sử dụng bởi các hướng được lượng tử hóa mà được mã hóa entropy, được biểu thị bởi deg_req_avg , mà thường là độ chính xác góc yêu cầu tương ứng với chỉ số khuếch tán nhỏ nhất $\min(diff_idx(b))$, for $b \in \{0, \dots, nbands - 1\}$ and $diff_idx(b) \leq ec_max$.

Việc sử dụng giá trị n_points_avg tương ứng được suy ra từ deg_req_avg , el_avg được lượng tử hóa sản xuất bình thường el_avg_idx và el_avg_alph , tuy nhiên, az_avg được lượng tử hóa sử dụng độ chính xác tại xích đạo, tạo ra az_avg_idx và $az_avg_alph = 4 \cdot n_points_avg$.

Đối với từng hướng được mã hóa entropy, góc nâng và góc phương vị trung bình được giải lượng tử hóa q_el_avg q_az_avg được chiếu bằng cách sử dụng độ chính xác của hướng đó, để có được chỉ số góc nâng và góc phương vị dự đoán. Đối với chỉ số góc nâng el_idx , độ chính xác của nó, mà có thể được suy ra từ el_alph , được sử dụng để tính chỉ số góc nâng trung bình được chiếu $el_avg_idx_p$. Đối với chỉ số góc phương vị tương ứng az_idx , độ chính xác của nó trên vòng tròn nằm ngang nằm ở góc nâng q_el , mà có thể được suy ra từ az_alph , được sử dụng để tính toán chỉ số góc phương vị được chiếu $az_avg_idx_p$.

Phép chiếu để thu được các chỉ số góc nâng và góc phương vị được dự đoán có thể được tính toán theo một vài cách tương đương. Đối với góc nâng, $el_avg_idx_p = \text{round}\left(\frac{q_el_avg + 90}{180} \cdot (el_alph - 1)\right)$, mà có thể được đơn giản hóa dễ dàng thành $el_avg_idx_p = \text{round}\left(\frac{el_avg_idx}{el_avg_alph - 1} \cdot (el_alph - 1)\right)$. Để tạo điều kiện thuận lợi cho

phép toán bit chính xác, công thức trước có thể được viết lại bằng cách sử dụng toán học chỉ số nguyên, bao gồm cả phép chia, như

$$el_avg_idx_p = (2 \cdot el_avg_idx \cdot (el_alph - 1) + (el_avg_alph - 1)) \operatorname{div} (2 \cdot (el_avg_alph - 1)).$$

Đối với góc phương vị, $az_avg_idx_p = \operatorname{round}\left(\frac{q_az_avg}{360}, az_alph\right) \bmod az_alph$, mà có thể được đơn giản hóa dễ dàng thành

$$az_avg_idx_p = \operatorname{round}\left(\frac{az_avg_idx}{az_avg_alph} \cdot az_alph\right) \bmod az_alph.$$

Để tạo điều kiện thuận lợi cho phép toán bit chính xác, công thức trước có thể được viết lại bằng cách sử dụng toán học chỉ số nguyên, bao gồm cả phép chia, như

$$az_avg_idx_p = ((2 \cdot az_avg_idx \cdot az_alph + az_avg_alph) \operatorname{div} (2 \cdot az_avg_alph)) \bmod az_alph$$

Ở các cực, trong đó $az_alph = 1$, các tác giả luôn có $az_idx = 0$ và đặt $az_avg_idx_p = 0$ một cách trực tiếp.

Khoảng cách được kí hiệu el_idx_dist được tính toán như chênh lệch giữa từng chỉ số góc nâng el_idx và tương ứng của nó $el_avg_idx_p$. Ngoài ra, vì chênh lệch tạo ra các giá trị trong khoảng $\{-el_alph + 1, \dots, el_alph - 1\}$, chúng được giảm đến khoảng $\{-[el_alph \div 2], \dots, [el_alph \div 2]\}$ bằng cách cộng el_alph cho các giá trị mà quá nhỏ và trừ el_alph cho các giá trị mà quá lớn, giống như trong số học theo môđun. Nếu khoảng cách được giảm này tương ứng với $el_avg_idx_p$ được giải thích bằng cách sử dụng phép vòng lại, có thể tạo ra tất cả các giá trị từ bảng mẫu tự không được kí hiệu chứa các giá trị el_alph .

Tương tự, khoảng cách được kí hiệu az_idx_dist được tính toán như chênh lệch giữa từng chỉ số góc phương vị az_idx và tương ứng của nó $az_avg_idx_p$. Phép toán chênh lệch tạo ra các giá trị trong khoảng $\{-az_alph + 1, \dots, az_alph - 1\}$, mà được giảm tới khoảng $\{-az_alph \div 2, \dots, az_alph \div 2 - 1\}$ bằng cách cộng az_alph cho các giá trị mà quá nhỏ và trừ az_alph cho các giá trị mà quá lớn. Khi $az_alph = 1$, chỉ số góc phương vị luôn luôn $az_idx = 0$ và không có gì cần được mã hóa.

Phụ thuộc vào các giá trị của chúng, các chỉ số góc nâng và góc phương vị được lượng tử hóa có thể được mã hóa bằng cách sử dụng một trong số hai phương pháp có

sẵn là mã hóa thô và mã hóa entropy. Bit thứ nhất (*dir_use_raw_coding*) biểu thị liệu phương pháp mã hóa thô có được sử dụng không. Đối với mã hóa thô, các chỉ số khối cầu không được kí hiệu đơn *sphere_index* đã hợp nhất được mã hóa trực tiếp bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*.

Mã hóa entropy bao gồm một số phần. Tất cả các chỉ số góc nâng và góc phương vị được lượng tử hóa tương ứng với các chỉ số khuếch tán $diff_idx(b) > ec_max$ được mã hóa như đối với mã hóa thô. Sau đó, đối với những phần còn lại, phần góc nâng được mã hóa entropy trước hết, được theo sau bởi phần góc phương vị.

Phần góc nâng bao gồm ba thành phần: chỉ số góc nâng, tham số Golomb-Rice, và các khoảng cách góc nâng được kí hiệu đã giảm. Chỉ số góc nâng trung bình el_avg_idx được chuyển đổi sang được kí hiệu, sao cho giá trị 0 ở phần giữa của khoảng các giá trị có khả năng được kí hiệu, hàm *ReorderGeneric* được áp dụng và kết quả được mã hóa bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Tham số Golomb-Rice, có kích thước bằng mẫu tự phụ thuộc vào cực đại của kích thước bằng mẫu tự của các chỉ số góc nâng, được mã hóa bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Cuối cùng, đối với từng khoảng cách góc nâng được kí hiệu đã giảm el_idx_dist , hàm *ReorderGeneric* được áp dụng để tạo ra $el_idx_dist_r$, và kết quả được mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice mở rộng với tham số được biểu thị ở trên.

Ví dụ, nếu độ chính xác góc tốt nhất deg_req_min được sử dụng là 5 độ, sau đó cực đại của kích thước bằng mẫu tự góc nâng el_alph sẽ là $el_alph_max = 2 \cdot [90 \div deg_req_min] + 1 = 37$. Trong trường hợp này, các giá trị tham số Golomb-Rice (được biểu thị là p trong phần mô tả phương pháp Golomb-Rice dưới đây) được giới hạn đến khoảng $\{0,1,2,3,4\}$. Nói chung, giá trị hữu ích tiềm năng lớn nhất của tham số Golomb-Rice parameter là $\lceil \log_2 el_alph_max \rceil - 1$, mà tạo ra các từ mã nhị phân có độ dài bằng hoặc dài hơn một chút so với từ mã được tạo bởi mã hóa thô bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Giá trị tối ưu của tham số Golomb-Rice el_gr_param được chọn bằng cách tính toán hiệu quả mà không mã hóa, đối với từng giá trị trong khoảng ở trên, tổng kích thước trong bit đối với tất cả các giá trị

$el_idx_dist_r$ sẽ được mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice mở rộng, và chọn một giá trị mà cung cấp kích thước bit nhỏ nhất.

Phần góc phương vị cũng bao gồm ba thành phần, chỉ số góc phương vị trung bình, tham số Golomb-Rice, và các khoảng cách góc phương vị được kí hiệu đã giảm. Chỉ số góc phương vị trung bình az_avg_idx được chuyển đổi thành được kí hiệu, sao cho các giá trị bằng 0 ở giữa của khoảng được kí hiệu của các giá trị có khả năng, hàm *ReorderGeneric* được áp dụng, và kết quả được mã hóa bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Tham số Golomb-Rice, có kích thước bằng mẫu tự phụ thuộc vào cực đại của kích thước bảng mẫu tự của các chỉ số góc phương vị, được mã hóa bằng cách sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform*. Cuối cùng, đối với từng khoảng cách góc phương vị được kí hiệu đã giảm az_idx_dist , hàm *ReorderGeneric* được áp dụng để tạo ra $az_idx_dist_r$, và kết quả được mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice mở rộng với tham số được biểu thị ở trên.

Ví dụ, nếu độ chính xác góc tốt nhất deg_req_min được sử dụng là 5 độ, thì cực đại của kích thước bảng mẫu tự góc phương vị az_alph sẽ là $az_alph_max = 4 \cdot [90 \div deg_req_min] = 72$. Trong trường hợp này, các giá trị tham số Golomb-Rice (được biểu thị là p trong phần mô tả về phương pháp Golomb-Rice dưới đây) được giới hạn đến khoảng $\{0,1,2,3,4,5\}$. Giá trị tối ưu của tham số Golomb-Rice az_gr_param được chọn bằng cách tính toán hiệu quả, đối với từng giá trị trong khoảng ở trên, tổng kích thước trong các bit cho tất cả các giá trị $az_idx_dist_r$ sẽ được mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice mở rộng, và chọn giá trị mà cung cấp kích thước bit nhỏ nhất.

Đặc tính quan trọng để xem xét việc mã hóa entropy hiệu quả là từng khoảng cách góc nâng được giảm được sắp xếp lại $el_idx_dist_r$ có thể có kích thước bảng mẫu tự khác nhau, mà chính xác là el_alph của giá trị chỉ số góc nâng góc el_idx , và phụ thuộc vào chỉ số khuếch tán tương ứng $diff_idx(b)$. Ngoài ra, từng khoảng cách góc phương vị giảm được sắp xếp lại $az_idx_dist_r$ có thể có kích thước bảng mẫu tự khác nhau, mà chính xác là az_alph của giá trị chỉ số góc phương vị góc az_idx , và phụ

thuộc vào cả q_{el} tương ứng của vòng tròn nằm ngang và chỉ số khuếch tán $diff_idx(b)$.

Phương pháp mã hóa entropy Golomb-Rice hiện thời, với tham số nguyên $p \geq 0$, được sử dụng để mã hóa số nguyên không được kí hiệu u . Trước hết, u được chia thành phần ít quan trọng nhất với p bit, $u_lsp = u \bmod 2^p$, và phần quan trọng nhất $u_msp = \lfloor u \div 2^p \rfloor$. Phần quan trọng nhất được mã hóa theo đơn phân, bằng cách sử dụng u_msp các bit một, và phần ít quan trọng nhất được mã hóa theo nhị phân.

Vì các số nguyên lớn tùy chọn có thể được mã hóa, một số hiệu quả mã hóa có thể bị mất khi các giá trị thực tế sẽ được mã hóa có kích thước bằng mẫu tự đã biết và tương đối nhỏ. Lợi ích khác là khả năng giải mã giá trị ngoài phạm vi hoặc vô hiệu, hoặc đọc số lượng lớn các bit một, trong trường hợp lỗi truyền hoặc dòng bit vô hiệu được cố ý tạo ra.

Phương pháp Golomb-Rice mở rộng kết hợp ba cải tiến so với phương pháp Golomb-Rice hiện có, để mã hóa vector của các giá trị, mỗi vector có kích thước bằng mẫu tự khác nhau u_alph . Trước hết, kích thước bằng mẫu tự của phần quan trọng nhất có thể được tính toán là $u_msp_alph = \lfloor u_alph \div 2^p \rfloor$. Nếu giá trị có khả năng cực đại của phần quan trọng nhất được mã hóa, $u_msp_alph - 1$, bit không kết thúc có thể được loại bỏ, bởi vì điều kiện này có thể được phát hiện ngầm ở phía bộ giải mã, phép biến đổi là phương pháp Golomb-Rice giới hạn hiện có. Ngoài ra, đối với cùng trường hợp khi $u_msp = u_msp_alph - 1$, kích thước bằng mẫu tự của phần ít quan trọng nhất u_lsp , mà có thể được tính là $u_alph - (u_msp_alph - 1) \cdot 2^p$, có thể nhỏ hơn 2^p , cho phép sử dụng hàm *EncodeQuasiUniform* thay vì mã hóa với p bit. Điều này là hữu dụng khi giá trị cụ thể u có bằng mẫu tự u_alph nhỏ hơn 2^p . Cuối cùng, khi $u_msp_alph \leq 3$ phương pháp Golomb-Rice giới hạn tạo ra các mã có chỉ một độ dài, bằng p hoặc $p + 1$ bit, hoặc các mã có chỉ hai độ dài, bằng $p + 1$ và $p + 2$ bit. Hàm *EncodeQuasiUniform* là tối ưu đối với lên đến hai độ dài, do đó nó được sử dụng thay thế.

Ngưỡng bằng 3 là giá trị ưu tiên cụ thể, vì khi $u_msp_alph = 3$ các từ mã của Golomb-Rice giới hạn cho phần quan trọng nhất là 0, 10, 11; do đó, tổng độ dài của

mã là $1+p$, $2+p$, và $2+p$, trong đó p là số bit cho phần ít quan trọng nhất; vì mã thùng luôn là tối ưu cho tới hai độ dài, được sử dụng thay, thay thế cả phần quan trọng nhất và phần ít quan trọng nhất.

Hơn nữa, sẽ được mô tả là hàm EncodeQuasiUniform chính xác mà mã thùng, mà hoàn toàn trở thành mã nhị phân khi kích thước bảng mẫu tự là lũy thừa của hai. Nói chung, mã thùng là tối ưu và được xác định duy nhất với kích thước bảng mẫu tự đã cho; nó tạo ra các mã chỉ có một hoặc hai độ dài; đối với 3 hoặc nhiều hơn ba độ dài mã liên tiếp trở lên, các mã có khả năng không còn đồng nhất nữa và có các lựa chọn khác nhau cho số lượng mã có khả năng của mỗi độ dài.

Sáng chế không được giới hạn đến sự mô tả chính xác ở trên. Ngoài ra, sáng chế có thể dễ dàng được mở rộng dưới dạng sơ đồ mã hóa dự đoán liên khung, trong đó với mỗi băng tham số, vector hướng trung bình được tính bằng cách sử dụng vector hướng trước đó theo thời gian, từ khung hiện thời và cũng tùy chọn từ các khung trước đó, thay vào đó hơn là tính toán vector hướng trung bình đơn cho toàn bộ khung hiện thời và lượng tử hóa và mã hóa nó như thông tin phụ. Giải pháp này sẽ có lợi là hiệu quả hơn trong việc mã hóa nhưng cũng kém mạnh hơn việc mất gói có khả năng.

Các hình vẽ từ Fig.6a đến Fig.6g minh họa thủ tục nữa được thực hiện trong bộ mã hóa như được mô tả ở trên. Fig.6a minh họa tổng quan chung về bộ lượng tử hóa tham số 210 bao gồm hàm góc nâng lượng tử hóa 210a, hàm góc phương vị lượng tử hóa 210b và hàm góc láng giải lượng tử hóa 210c. Phương án ưu tiên trên Fig.6a minh họa bộ lượng tử hóa tham số có hàm góc phương vị 210c dựa trên giá trị góc nâng được lượng tử hóa và được giải lượng tử hóa lại q_{el} .

Fig.6c minh họa bộ giải lượng tử hóa tương ứng để giải lượng tử hóa góc nâng như đã được mô tả ở trên đối với Fig.6a cho bộ mã hóa. Tuy nhiên, phương án của Fig.6b cũng hữu ích cho bộ giải lượng tử hóa được minh họa trong mục 840 của Fig.8a. Dựa trên độ chính xác giải lượng tử hóa deg_req , một mặt là chỉ số góc nâng và mặt khác là chỉ số góc phương vị được giải lượng tử hóa để cuối cùng thu được giá trị góc nâng được giải lượng tử hóa q_{el} và giá trị góc phương vị được giải lượng tử hóa q_{az} . Fig.6c minh họa chế độ mã hóa thứ nhất, tức là, chế độ mã hóa thô như được mô tả đối với các mục từ 260 đến 262 trên Fig.5c. Fig.6c minh họa thêm việc xử lý được mô tả trên Fig.5b thể hiện sự chuyển đổi dữ liệu góc nâng thành các giá trị được kí hiệu ở 247a và sự chuyển đổi tương ứng của dữ liệu góc phương vị thành các giá trị

được kí hiệu tại 247b. Việc sắp xếp lại được thực hiện cho góc nâng như được biểu thị ở 248a và cho góc phương vị như được biểu thị tại 248b. Thủ tục đếm điểm khối cầu được thực hiện trong khối 248c để tính toán, dựa trên độ chính xác lượng tử hóa và giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự khối cầu. Trong khối 261, việc hợp nhất cả hai chỉ số thành chỉ số khối cầu đơn được thực hiện và, việc mã hóa trong khối 262 được thực hiện với mã nhị phân hoặc mã nhị phân thung trong đó, ngoài chỉ số khối cầu này, bảng mẫu tự khối cầu cho độ chính xác giải lượng tử hóa tương ứng được suy ra như cũng được minh họa trên Fig.5c.

Fig.6d minh họa thủ tục được thực hiện cho chế độ mã hóa entropy với việc mô hình hóa. Trong mục 267a, phép giải lượng tử hóa của dữ liệu góc phương vị và góc nâng được thực hiện dựa trên các chỉ số tương ứng và độ chính xác giải lượng tử hóa. Các giá trị giải lượng tử hóa được nhập vào khối 267b để tính toán vector hướng từ các giá trị được giải lượng tử hóa. Trong khối 267c, phép tính trung bình được thực hiện cho các vector có chỉ số khuếch tán kết hợp dưới ngưỡng tương ứng để thu được vector trung bình. Trong khối 267d, vector hướng trung bình được chuyển đổi lần nữa trở lại thành trung bình góc nâng và trung bình góc phương vị, và các giá trị này sau đó được lượng tử hóa sử dụng độ chính xác cao nhất như được xác định bởi khối 268e. Phép lượng tử hóa này được minh họa ở 268a, 268b và phép lượng tử hóa cho kết quả là các chỉ số được lượng tử hóa tương ứng và các bảng mẫu tự lượng tử hóa mà các bảng mẫu tự được xác định bởi trung bình của độ chính xác lượng tử hóa cho giá trị trung bình. Trong các khối 268c và 268d, phép giải lượng tử hóa lại được thực hiện để thu được giá trị trung bình được giải lượng tử hóa cho góc nâng và góc phương vị.

Trên Fig.6e, trung bình góc nâng được chiếu được tính toán trong khối 269a và trung bình góc phương vị được chiếu được tính toán trong khối 269b, tức là, Fig.6e minh họa phương án thực hiện ưu tiên trong khối 269 của Fig.5d. Như được minh họa trên Fig.6e, các khối 269a, 269b tốt hơn là nhận các giá trị trung bình được lượng tử hóa và được lượng tử hóa lại cho góc nâng và góc phương vị. Ngoài ra, phép chiếu có thể được thực hiện trên đầu ra của khối 267d một cách trực tiếp, dù thủ tục với phép lượng tử hóa và phép giải lượng tử hóa lại được thực hiện cho độ chính xác cao hơn và tính tương thích cao hơn với trạng thái trên phía bộ mã hóa và trên phía bộ giải mã.

Trên Fig.6f, thủ tục được minh họa tương ứng với khối 270 của Fig.5d trong phương án ưu tiên. Trong các khối 278a, 278b, các chênh lệch tương ứng hoặc “các

khoảng cách” như chúng được gọi trong khối 270 của Fig.5d được tính toán giữa các chỉ số góc và các chỉ số được chiếu. Sự giảm khoảng tương ứng được thực hiện trong các khối 270c cho góc nâng và 270d cho dữ liệu góc phương vị. Sau khi sắp xếp lại trong khối 270e, 270f, thu được dữ liệu sẽ được trải qua mã hóa Golomb-Rice mở rộng như được mô tả ở trên đối với các hình vẽ từ Fig.5e đến Fig.5g.

Fig.6g minh họa chi tiết thêm về thủ tục được thực hiện để tạo ra các bit được mã hóa cho trung bình góc nâng và trung bình góc phương vị. Các khối 271a và 271b minh họa sự chuyển đổi của dữ liệu trung bình góc nâng và góc phương vị thành dữ liệu được kí hiệu và hàm ReorderGeneric được minh họa đối với cả hai loại dữ liệu trong khối 272a và 272b. Các mục 273a và 273b minh họa phép mã hóa của dữ liệu này bằng cách sử dụng mã nhị phân (thùng) như hàm gần như đồng đều mã hóa được thảo luận ở trên.

Fig.7a minh họa bộ giải mã theo khía cạnh thứ nhất để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa, các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa bao gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa. Thiết bị bao gồm bộ xử lý tham số 300 để giải mã các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa để thu được các tham số khuếch tán được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và các tham số hướng được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai. Bộ xử lý tham số 300 được kết nối với bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 để chuyển đổi các tham số khuếch tán được giải mã hoặc các tham số hướng được giải mã thành các tham số khuếch tán được chuyển đổi hoặc các tham số hướng được chuyển đổi. Theo cách khác, như được minh họa bởi đường bao vây, bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 có thể đã thực hiện xử lý độ phân giải tham số với dữ liệu tham số được mã hóa và các tham số mã hóa được chuyển đổi được gửi từ bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 đến bộ xử lý tham số 300. Trong trường hợp sau này, bộ xử lý tham số 300 sau đó cấp các tham số được xử lý, tức là các tham số được giải mã trực tiếp đến bộ kết xuất 420. Tuy nhiên, ưu tiên để thực hiện sự chuyển đổi độ phân giải tham số với các tham số khuếch tán được giải mã và các tham số hướng được giải mã.

Các tham số hướng và khuếch tán được giải mã thường có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba hoặc thứ tư khi chúng được cung cấp đến bộ kết xuất 420, mà

độ phân giải thứ ba hoặc thứ tư lớn hơn độ phân giải mà vốn có cho các tham số này khi chúng được xuất ra bởi bộ xử lý tham số 300.

Bộ chuyển đổi độ phân giải tham số được tạo cấu hình để thực hiện phép chuyển đổi độ phân giải tham số khác nhau với các tham số khuếch tán được giải mã và các tham số hướng được giải mã, vì độ phân giải thời gian hoặc tần số vốn có cho các tham số khuếch tán được giải mã và các tham số hướng được giải mã là khác nhau, và, thông thường, các tham số khuếch tán được giải mã có độ phân giải thời gian hoặc tần số thấp hơn so với các tham số hướng được giải mã. Như được mô tả ở trên đối với các hình vẽ từ Fig.3a đến Fig.3c, độ phân giải cao nhất mà được sử dụng bởi bộ kết xuất âm thanh 420 là độ phân giải được minh họa trên Fig.3b và độ phân giải trung gian như được minh họa trên Fig.3c là độ phân giải mà vốn có cho các tham số hướng được giải mã và độ phân giải thấp vốn có cho các tham số khuếch tán được giải mã là độ phân giải được minh họa trên Fig.3b.

Các hình vẽ từ Fig.3a đến Fig.3c chỉ là các ví dụ minh họa ba độ phân giải thời gian hoặc tần số rất cụ thể. Độ phân giải thời gian hoặc tần số khác bất kỳ mà có cùng xu hướng là có độ phân giải thời gian hoặc tần số cao, độ phân giải trung bình và độ phân giải thấp cũng có thể được áp dụng theo sáng chế. Độ phân giải thời gian hoặc tần số thấp hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số khác khi cả hai độ phân giải này có cùng độ phân giải tần số nhưng độ phân giải thời gian khác nhau hoặc ngược lại, như đã được minh họa trong ví dụ của Fig.3b và Fig.3c. Trong ví dụ này, độ phân giải tần số là giống trên Fig.3b và Fig.3c, nhưng độ phân giải thời gian là cao hơn trên Fig.3c sao cho Fig.3c minh họa độ phân giải trung bình trong khi Fig.3b minh họa độ phân giải thấp.

Kết quả của bộ kết xuất âm thanh 420 vận hành theo độ phân giải thời gian hoặc tần số cao thứ ba hoặc thứ tư sau đó được chuyển tiếp đến bộ chuyển đổi phổ/thời gian 440 mà sau đó tạo ra tín hiệu âm thanh đa kênh trong miền thời gian 450 như đã được mô tả ở trên về Fig.1b. Bộ chuyển đổi phổ/thời gian 440 chuyển đổi dữ liệu từ miền phổ như được tạo ra bởi bộ kết xuất âm thanh 420 thành miền thời gian trên đường 450. Miền phổ, trong đó bộ kết xuất âm thanh 420 vận hành bao gồm, đối với khung, số khe thời gian thứ nhất và số băng tần số thứ hai. Khung bao gồm số ngăn thời gian/tần số bằng với kết quả phép nhân của số thứ nhất và số thứ hai, trong đó số thứ

nhất và số thứ hai định rõ độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba, tức là độ phân giải thời gian hoặc tần số cao.

Bộ chuyển đổi độ phân giải 710 được tạo cấu hình để tạo ra, từ tham số khuếch tán kết hợp với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất, số lượng gồm ít nhất bốn tham số khuếch tán, trong đó hai trong số các tham số khuếch tán này là các ngăn thời gian/tần số liên kề theo thời gian và hai tham số còn lại của ít nhất bốn tham số khuếch tán đó là các ngăn thời gian/tần số liên kề với nhau theo tần số.

Vì độ phân giải thời gian hoặc tần số cho các tham số khuếch tán thấp hơn cho các tham số hướng, bộ chuyển đổi độ phân giải tham số được tạo cấu hình để tạo ra, đối với tham số khuếch tán được giải mã, tập hợp các tham số khuếch tán được chuyển đổi thứ nhất và đối với tham số hướng được giải mã, tập hợp các tham số hướng được chuyển đổi thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai cao hơn tập hợp thứ nhất.

Fig.7 minh họa thủ tục ưu tiên được thực hiện bởi bộ chuyển đổi độ phân giải tham số. Trong khối 721, bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 thu được các tham số khuếch tán/hướng cho khung. Trong khối 722, phép nhân các tham số khuếch tán hoặc phép toán sao chép với ít nhất bốn ngăn thời gian/tần số có độ phân giải cao được thực hiện. Trong khối 273, phép xử lý tối ưu như làm nhẵn hoặc lọc thông thấp được thực hiện cho các tham số nhân nằm trong sự biểu diễn có độ phân giải cao. Trong khối 274, các tham số có độ phân giải cao được áp dụng cho dữ liệu âm thanh tương ứng trong ngăn thời gian/tần số có độ phân giải cao.

Fig.8a minh họa phương án thực hiện ưu tiên của bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa theo khía cạnh thứ nhất. Tín hiệu âm thanh được mã hóa được nhập vào giao diện đầu vào. Giao diện đầu vào 800 nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa và tách, từ tín hiệu âm thanh được mã hóa, các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa, thường theo cách khung cạnh khung. Dữ liệu này được nhập vào bộ giải mã tham số 820 mà tạo ra, từ các tham số được mã hóa, các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa trong đó cả tham số hướng được lượng tử hóa là, ví dụ, các chỉ số góc phương vị và các chỉ số góc nâng. Dữ liệu này được nhập vào bộ giải lượng tử hóa tham số 840 để xác định, từ các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa, các tham số

khuếch tán được giải lượng tử hóa và các tham số hướng được giải lượng tử hóa. Dữ liệu này sau đó có thể được sử dụng để chuyển đổi một định dạng âm thanh thành định dạng âm thanh khác hoặc có thể được sử dụng để kết xuất tín hiệu âm thanh thành tín hiệu đa kênh hoặc theo sự biểu diễn khác bất kỳ như sự biểu diễn Ambisonics, sự biểu diễn MPS hoặc sự biểu diễn SAOC.

Các tham số giải lượng tử hóa được xuất ra bởi khối 840 có thể được nhập vào bộ chuyển đổi độ phân giải phổ tùy chọn như được mô tả ở trên về Fig.7a tại khối 710. Các tham số được chuyển đổi hoặc không được chuyển đổi có thể được nhập vào bộ kết xuất âm thanh 420, 440 được minh họa trên Fig.8a. Khi tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm thêm tín hiệu truyền tải được mã hóa, giao diện đầu vào 800 được tạo cấu hình để tách tín hiệu truyền tải được mã hóa ra khỏi tín hiệu âm thanh được mã hóa và cấp dữ liệu này vào bộ giải mã tín hiệu truyền tải âm thanh 340 mà đã được mô tả ở trên về Fig.8b. Kết quả được nhập vào bộ chuyển đổi thời gian-phổ 430 cấp cho bộ kết xuất âm thanh 420. Khi bộ kết xuất âm thanh 420 được thực hiện như được minh họa trên Fig.1b, việc chuyển đổi thành miền thời gian được thực hiện bằng cách sử dụng giàn lọc tổng hợp 440 của Fig.1b.

Fig.8b minh họa phân tín hiệu âm thanh được mã hóa thường được tổ chức trong dòng bit mà việc dẫn đến các tham số khuếch tán được mã hóa. Các tham số khuếch tán đã kết hợp với nó tốt hơn là hai bit chế độ 802 để biểu thị ba chế độ khác nhau được minh họa trên Fig.8b và được mô tả ở trên. Dữ liệu được mã hóa cho các tham số khuếch tán bao gồm dữ liệu tải trọng 804.

Các phần dòng bit cho các tham số hướng được minh họa trên Fig.8c và Fig.8d như được mô tả ở trên, trong đó Fig.8c minh họa tình huống khi chế độ mã hóa thô đã được chọn và Fig.8d minh họa tình huống trong đó chế độ giải mã entropy với mô hình hóa đã được chọn/biểu thị bằng bit chế độ hoặc cờ hiệu chế độ 806.

Bộ giải mã tham số 820 của Fig.8a được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu trọng tải khuếch tán cho vùng thời gian/tần số như được biểu thị trong khối 850, và vùng thời gian/tần số là vùng thời gian/tần số với độ phân giải thấp trong phương án ưu tiên. Trong khối 851, độ chính xác giải lượng tử hóa cho vùng thời gian/tần số được xác định. Dựa trên độ chính xác giải lượng tử hóa này, khối 852 của Fig.8e minh họa phép giải mã và/hoặc giải lượng tử hóa của các tham số hướng bằng cách sử dụng độ chính xác giải lượng tử hóa và tương tự cho vùng thời gian/tần số mà kết hợp với tham số

khuếch tán. Đầu ra của Fig.8e là tập hợp các tham số hướng được giải mã cho vùng thời gian/tần số như cho một băng của Fig.3c, tức là, trong ví dụ minh họa, bốn tham số hướng cho một băng trong khung.

Fig.8f minh họa dấu hiệu nữa của bộ giải mã và, cụ thể, bộ giải mã tham số 820 và bộ giải lượng tử hóa tham số 840 của Fig.8a. Bất kể liệu độ chính xác của phép giải lượng tử hóa được xác định dựa trên tham số khuếch tán hoặc được báo hiệu rõ ràng hoặc được xác định ở nơi khác, khối 852a biểu thị việc xác định bảng mẫu tự góc nâng từ độ chính xác giải lượng tử hóa được báo hiệu cho vùng thời gian/tần số. Trong khối 852b, dữ liệu góc nâng được giải mã và tùy chọn được giải lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc nâng cho vùng thời gian/tần số để thu được, ở đầu ra của khối 852b, các tham số góc nâng được giải lượng tử hóa. Trong khối 852c, bảng mẫu tự góc phương vị cho vùng thời gian/tần số được xác định không chỉ từ độ chính xác giải lượng tử hóa từ khối 851, mà còn từ dữ liệu góc nâng được lượng tử hóa hoặc giải lượng tử hóa cũng như để phản ánh trường hợp mà đã được mô tả ở trên về sự bao phủ gần như đều của khối cầu đơn vị trên Fig.4d. Trong khối 852d, việc giải mã và tùy chọn giải lượng tử hóa của dữ liệu góc phương vị với bảng mẫu tự góc phương vị được thực hiện cho vùng thời gian/tần số.

Sáng chế theo khía cạnh thứ hai tốt hơn là tổ hợp hai dấu hiệu đó, nhưng hai dấu hiệu, tức là một dấu hiệu của Fig.8a hoặc dấu hiệu khác của Fig.8f cũng có thể được áp dụng riêng biệt với nhau.

Fig.8g minh họa tổng quan về việc giải mã tham số phụ thuộc vào việc liệu chế độ giải mã thô được chọn hay chế độ giải mã với việc mô hình hóa như được biểu thị bởi bit chế độ 806 được mô tả trên Fig.8c và Fig.8d. Khi phép giải mã thô được áp dụng, các chỉ số khối cầu cho băng được giải mã như được biểu thị ở 862 và các tham số góc phương vị/góc nâng được lượng tử hóa cho băng được tính toán từ các chỉ số khối cầu được giải mã như được biểu thị ở khối 864.

Khi giải mã với việc mô hình hóa được biểu thị bởi bit chế độ 806, thì trung bình cho dữ liệu góc phương vị/góc nâng trong băng/khung được giải mã như được biểu thị bởi khối 866. Trong khối 868, khoảng cách cho thông tin góc phương vị, góc nâng trong băng được giải mã và, trong khối 870, các tham số góc nâng và góc phương vị được lượng tử hóa tương ứng được tính toán bằng cách sử dụng phép toán cộng.

Phụ thuộc vào việc liệu chế độ giải mã thô hay chế độ giải mã với việc mô hình hóa đã được áp dụng, các chỉ số góc phương vị/góc nâng được lượng tử hóa 872 như cũng đã minh họa ở 840 trên Fig.8a, và trong khối 874, và kết quả có thể được chuyển đổi sang tọa độ Đề-các cho bằng. Ngoài ra, khi dữ liệu góc phương vị và góc nâng có thể được sử dụng trực tiếp trong bộ kết xuất âm thanh thì phép chuyển đổi bất kỳ như vậy trong khối 874 là không cần thiết. Bất kỳ phép chuyển đổi độ phân giải tham số có khả năng được sử dụng có thể được áp dụng trước hoặc sau khi chuyển đổi nếu việc chuyển đổi thành tọa độ Đề-các được thực hiện bằng mọi cách.

Sau đó, tham khảo các hình vẽ từ Fig.9a đến Fig.9c về các phương án thực hiện ưu tiên bổ sung của bộ giải mã. Fig.9a minh họa phép toán giải mã được minh họa trong khối 862. Phụ thuộc vào độ chính xác giải lượng tử hóa như được xác định bởi khối 851 trên Fig.8e hoặc Fig.8f, phép đếm điểm khối cầu chức năng của khối 248c được thực hiện để xác định bảng mẫu tự khối cầu thực tế mà cũng đã được áp dụng trong quá trình mã hóa. Các bit cho chỉ số khối cầu được giải mã trong khối 862 và phép khai triển thành hai chỉ số được thực hiện như được minh họa ở 864a và được cho chi tiết hơn trên Fig.9a. Hàm sắp xếp lại 864b và 864c và hàm chuyển đổi tương ứng trong khối 864d và 864e được thực hiện để cuối cùng thu được các chỉ số góc nâng, các chỉ số góc phương vị và bảng mẫu tự tương ứng cho phép giải lượng tử hóa sau đó trong khối 872 của Fig.8g.

Fig.9b minh họa thủ tục tương ứng cho chế độ giải mã khác, tức là chế độ giải mã với việc mô hình hóa. Trong khối 866a, độ chính xác giải lượng tử hóa cho các trung bình được tính toán thích hợp với những gì đã được mô tả ở trên về phía bộ mã hóa. Bảng mẫu tự được tính toán trong khối 866b và trong khối 866c và 866d, các bit tương ứng 808a, 808b của Fig.8d được giải mã. Hàm sắp xếp lại 866e, 866f được thực hiện trong các phép toán chuyển đổi tiếp theo 866g, 866h để hoàn tác hoặc bất chước các phép toán tương ứng được thực hiện ở phía bộ mã hóa.

Fig.9c minh họa thêm phép toán giải lượng tử hóa hoàn toàn 840 trong phương án ưu tiên. Các khối 852a xác định bảng mẫu tự góc nâng đã được mô tả về Fig.8f và phép tính tương ứng của bảng mẫu tự góc phương vị được thực hiện trong khối 852c. Phép toán chiếu 820a, 820e cũng được thực hiện cho góc nâng và góc phương vị. Các thủ tục sắp xếp lại cho góc nâng 820b và góc phương vị 820f cũng được thực hiện và các phép toán cộng tương ứng 820c, 820g cũng được thực hiện. Sự giảm khoảng tương

ứng trong các khối 820d cho góc nâng và 820h cho góc phương vị cũng được thực hiện và, phép giải lượng tử hóa của góc nâng được thực hiện trong khối 840a và 840b. Fig.9c thể hiện rằng thủ tục này ngụ ý thứ tự nhất định, tức là dữ liệu góc nâng được xử lý trước hết và dựa trên dữ liệu góc nâng được giải lượng tử hóa, phép giải mã và giải lượng tử hóa dữ liệu góc phương vị được thực hiện trong phương án ưu tiên của sáng chế.

Sau đây, các lợi ích và hiệu quả có lợi của các phương án ưu tiên được tóm tắt:

- Phép mã hóa hiệu quả siêu dữ liệu không gian được tạo ra bởi DirAC mà không bao gồm tính tổng quát của mô hình. Nó là một công cụ hỗ trợ chính để tích hợp DirAC vào sơ đồ mã hóa tốc độ bit thấp.
- Việc nhóm và tính trung bình của các tham số hướng và độ khuếch tán với độ phân giải thời gian khác nhau (hoặc tần số tùy chọn) độ khuếch tán được tính trung bình trên thời gian dài hơn so với hướng, vì độ khuếch tán giữ lại đặc tính dài hạn hơn của trường âm so với hướng, mà là tín hiệu không gian hoạt động hơn.
- Sự bao phủ động gần như đồng đều của khối cầu 3D, đối xứng hoàn toàn với các trục tọa độ X, Y và Z, và độ phân giải góc mong muốn bất kỳ là có khả năng.
- Các phép toán lượng tử hóa và giải lượng tử hóa có độ phức tạp không đổi (không cần tìm kiếm vector mã gần nhất).
- Việc mã hóa và giải mã một chỉ số điểm được lượng tử hóa có độ phức tạp logarit không đổi hoặc ở độ phức tạp logarit nhất so với tổng số điểm được lượng tử hóa trên khối cầu.
- Kích thước mã hóa entropy trường hợp xấu nhất của toàn bộ siêu dữ liệu không gian DirAC cho một khung luôn được giới hạn tới chỉ nhiều hơn hai bit so với mã hóa thô.
- Phương pháp mã hóa Golomb-Rice mở rộng, mà là tối ưu để mã hóa vector của các biểu tượng với kích thước bảng mẫu tự khác nhau có khả năng.
- Sử dụng hướng trung bình cho việc mã hóa entropy hiệu quả của các hướng, ánh xạ hướng trung bình được lượng tử hóa từ độ phân giải cao nhất đến độ phân giải của từng góc phương vị và góc nâng.

- Luôn luôn sử dụng mã hóa thô cho các hướng với độ khuếch tán cao, trên ngưỡng được định trước, cho các khung khuếch tán được trộn.
- Sử dụng độ phân giải góc cho từng hướng như hàm của độ khuếch tán tương ứng của nó.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế được hướng đến việc xử lý các tham số khuếch tán và các tham số hướng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và thứ hai và phép lượng tử hóa sau đó và mã hóa các giá trị này. Khía cạnh thứ nhất viện dẫn thêm đến việc nhóm các tham số với độ phân giải thời gian/tần số khác nhau. Khía cạnh nữa liên quan đến việc thực hiện việc gán trọng số liên quan đến số đo biên độ trong việc nhóm và khía cạnh nữa liên quan đến việc gán trọng số cho việc tính trung bình và nhóm các tham số hướng bằng cách sử dụng các tham số khuếch tán tương ứng làm cơ sở cho các trọng số tương ứng. Các khía cạnh ở trên cũng được mô tả và xây dựng trong bộ yêu cầu bảo hộ thứ nhất.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế mà được xây dựng sau nhiều hơn trong tập hợp các ví dụ kèm theo được hướng đến việc thực hiện phép lượng tử hóa và mã hóa. Khía cạnh này có thể được thực hiện mà không được mô tả trong khía cạnh thứ nhất hoặc có thể được sử dụng cùng với các dấu hiệu được xây dựng trong khía cạnh thứ nhất.

Do đó, tất cả các khía cạnh khác nhau được xây dựng trong các điểm yêu cầu bảo hộ và tập hợp các ví dụ và như được xây dựng trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc khác nhau trong bộ yêu cầu bảo hộ và các ví dụ có thể được sử dụng độc lập với nhau hoặc có thể được sử dụng cùng nhau và được đặc biệt ưu tiên cho phương án ưu tiên nhất mà tất cả các khía cạnh của bộ yêu cầu bảo hộ được sử dụng cùng với tất cả các khía cạnh của tập hợp các ví dụ.

Tập hợp các ví dụ của sáng chế bao gồm các ví dụ sau đây:

1. Thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng, thiết bị bao gồm:

bộ tính toán tham số 100 để tính toán các tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và để tính toán các tham số hướng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai; và

bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 để tạo ra sự biểu diễn được lượng tử hóa và được mã hóa của các tham số khuếch tán và các tham số hướng.

2. Thiết bị theo ví dụ 1, trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính toán các tham số khuếch tán và các tham số hướng sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất.
3. Thiết bị theo ví dụ 1 hoặc ví dụ 2, trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính toán các tham số khuếch tán và các tham số hướng sao cho độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai, hoặc độ phân giải tần số thứ hai lớn hơn độ phân giải tần số thứ nhất, hoặc độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai và độ phân giải tần số thứ nhất bằng độ phân giải tần số thứ hai.
4. Thiết bị theo một trong số các ví dụ nêu trên,
trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính toán các tham số khuếch tán và các tham số hướng cho tập hợp các băng tần số, trong đó băng có tần số trung tâm thấp hơn sẽ hẹp hơn băng có tần số trung tâm cao hơn.
5. Thiết bị theo một trong số các ví dụ ở trên,
trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để thu được các tham số khuếch tán ban đầu có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba và để thu được các tham số hướng ban đầu có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư, và
trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để nhóm và tính trung bình các tham số khuếch tán ban đầu sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba cao hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất, hoặc
trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để nhóm và tính trung bình các tham số hướng ban đầu sao cho độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư cao hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai.
6. Thiết bị theo ví dụ 5,
trong đó độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba và độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư bằng nhau.
7. Thiết bị theo ví dụ 5 hoặc ví dụ 6,
trong đó độ phân giải thời gian hoặc độ phân giải tần số thứ ba là độ phân giải thời gian hoặc tần số không đổi, sao cho tham số khuếch tán ban đầu được kết hợp với khe thời gian hoặc ngăn tần số có cùng kích thước, hoặc

trong đó độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư là độ phân giải thời gian hoặc tần số không đổi sao cho từng tham số hướng ban đầu được kết hợp với khe thời gian hoặc ngăn tần số có cùng kích thước, và

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số khuếch tán thứ nhất kết hợp với nhiều khe thời gian thứ nhất, hoặc

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số khuếch tán thứ hai kết hợp với nhiều ngăn tần số thứ hai, hoặc

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số hướng thứ ba kết hợp với nhiều khe thời gian thứ ba, hoặc

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính trung bình trên nhiều tham số hướng thứ tư kết hợp với nhiều ngăn tần số thứ tư.

8. Thiết bị theo một trong số các ví dụ từ 5 đến 7,

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để tính trung bình bằng cách sử dụng trung bình được gán trọng số, trong đó tham số khuếch tán hoặc tham số hướng được suy ra từ phần tín hiệu đầu vào có số đo liên quan đến biên độ cao hơn được gán trọng số bằng cách sử dụng thừa số gán trọng số cao hơn so với tham số khuếch tán hoặc tham số hướng được suy ra từ phần tín hiệu đầu vào có số đo liên quan đến biên độ thấp hơn.

9. Thiết bị theo ví dụ 8,

trong đó số đo liên quan đến biên độ là công suất hoặc năng lượng trong phần thời gian hoặc phần tần số hoặc công suất hoặc năng lượng được ngoại suy bởi số thực không âm bằng hoặc khác 1 trong phần thời gian hoặc phần tần số.

10. Thiết bị theo một trong số các ví dụ từ 5 đến 9,

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để thực hiện phép tính trung bình sao cho tham số khuếch tán hoặc tham số hướng được chuẩn hóa đối với số đo liên quan đến biên độ được suy ra từ phần thời gian của tín hiệu đầu vào tương ứng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất hoặc thứ hai.

11. Thiết bị theo một trong số các ví dụ từ 5 đến 9,

trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để nhóm và tính trung bình các tham số hướng ban đầu sử dụng phép tính trung bình được gán trọng số, trong đó tham số hướng thứ nhất được kết hợp với phần thời gian thứ nhất có tham số khuếch tán thứ nhất biểu thị độ khuếch tán thấp hơn được gán trọng số mạnh hơn tham số

hướng thứ hai được kết hợp với phần thời gian thứ hai có tham số khuếch tán thứ hai biểu thị độ khuếch tán cao hơn.

12. Thiết bị theo một trong số các ví dụ trên,

trong đó bộ tính toán tham số (100) được tạo cấu hình để tính toán các tham số hướng ban đầu sao cho các tham số hướng ban đầu bao gồm vector Đề-các có thành phần cho từng hướng trong số hai hoặc ba hướng, và trong đó bộ tính toán tham số 100 được tạo cấu hình để thực hiện phép tính trung bình cho từng thành phần riêng lẻ của vector Đề-các một cách riêng lẻ, hoặc trong đó các thành phần được chuẩn hóa sao cho tổng của các thành phần được bình phương của vector Đề-các cho tham số hướng bằng để đồng nhất.

13. Thiết bị theo một trong số các ví dụ trên, trong đó thiết bị còn bao gồm:

bộ khai triển thời gian-tần số để khai triển tín hiệu đầu vào có nhiều kênh đầu vào thành sự biểu diễn thời gian-tần số cho từng kênh đầu vào, hoặc

trong đó bộ khai triển thời gian-tần số được tạo cấu hình để khai triển tín hiệu đầu vào có nhiều kênh đầu vào thành sự biểu diễn thời gian-tần số cho từng kênh đầu vào có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba hoặc độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư.

14. Thiết bị theo một trong số các ví dụ từ 6 đến 13,

trong đó bộ khai triển thời gian-tần số bao gồm giàn lọc được điều biến dẫn đến các giá trị phức cho từng tín hiệu băng con, trong đó từng tín hiệu băng con có nhiều khe thời gian trên mỗi khung và băng tần số.

15. Thiết bị theo một trong số các ví dụ nêu trên,

trong đó thiết bị được tạo cấu hình để kết hợp chỉ báo độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất hoặc thứ hai vào sự biểu diễn được lượng tử hóa và được mã hóa để truyền đến bộ giải mã hoặc để lưu trữ.

16. Thiết bị theo một trong số các ví dụ trên, trong đó bộ xử lý bộ lượng tử hóa và bộ mã hóa 200 để tạo ra sự biểu diễn được lượng tử hóa và được mã hóa của các tham số khuếch tán và các tham số hướng bao gồm bộ lượng tử hóa tham số để lượng tử hóa các tham số khuếch tán và các tham số hướng và bộ mã hóa tham số để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa như được định rõ theo điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 26 kèm theo.

17. Phương pháp mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng, trong đó phương pháp bao gồm các bước:

tính toán các tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và để tính toán các tham số hướng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai; và

tạo ra sự biểu diễn được lượng tử hóa và được mã hóa của các tham số khuếch tán và các tham số hướng.

18. Bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa, bộ giải mã bao gồm:

bộ xử lý tham số 300 để giải mã các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa để thu được tham số khuếch tán được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và tham số hướng được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai

bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 để chuyển đổi các tham số khuếch tán được mã hóa hoặc được giải mã hoặc các tham số hướng được mã hóa hoặc được giải mã thành các tham số khuếch tán được chuyển đổi hoặc các tham số hướng được chuyển đổi có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba, độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất hoặc độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai hoặc độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai.

19. Bộ giải mã theo ví dụ 18, trong đó bộ giải mã còn bao gồm bộ kết xuất âm thanh 420 vận hành trong miền phổ, miền phổ bao gồm, đối với khung, số lượng khe thời gian thứ nhất và số lượng băng tần số thứ hai, sao cho khung bao gồm số lượng ngăn thời gian/tần số bằng với kết quả phép nhân của số thứ nhất và số thứ hai, trong đó số thứ nhất và số thứ hai xác định độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba.

20. Bộ giải mã theo ví dụ 18 hoặc 19, còn bao gồm bộ kết xuất âm thanh 420 vận hành trong miền phổ, miền phổ bao gồm, đối với khung, số lượng khe thời gian thứ nhất và số lượng băng tần số thứ hai, sao cho khung bao gồm số lượng ngăn thời gian/tần số bằng với kết quả phép nhân của số thứ nhất và số thứ hai, trong đó số thứ nhất và số thứ hai xác định độ phân giải thời gian-tần số thứ tư, trong đó độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ tư bằng hoặc cao hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba.

21. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 20,

trong đó độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai, và

trong đó bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 được tạo cấu hình để tạo ra, từ tham số khuếch tán được giải mã, tập hợp các tham số khuếch tán được chuyển đổi thứ nhất và để tạo ra, từ tham số hướng được giải mã, tập hợp tham số hướng được chuyển đổi thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai lớn hơn tập hợp thứ nhất.

22. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 21,

trong đó tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm chuỗi khung, trong đó từng khung được sắp xếp trong các băng tần số, trong đó từng khung bao gồm chỉ một tham số khuếch tán được mã hóa trên mỗi băng tần số và ít nhất hai tham số hướng theo tuần tự thời gian trên mỗi băng tần số, và

trong đó bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 được tạo cấu hình để kết hợp tham số khuếch tán được giải mã với tất cả các ngăn thời gian trong băng tần số hoặc với từng ngăn thời gian/tần số được chứa trong băng tần số trong khung, và

để kết hợp một trong số ít nhất hai tham số hướng của băng tần số với nhóm thứ nhất gồm các ngăn thời gian và với từng ngăn thời gian/tần số được chứa trong băng tần số, và để kết hợp tham số hướng được giải mã thứ hai trong số ít nhất hai tham số hướng với nhóm thứ hai gồm các ngăn thời gian và với từng ngăn thời gian/tần số được chứa trong băng tần số, trong đó nhóm thứ hai không chứa bất kỳ ngăn nào trong số các ngăn thời gian trong nhóm thứ nhất.

23. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 22, trong đó tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu truyền tải âm thanh được mã hóa, trong đó bộ giải mã bao gồm:

bộ giải mã âm thanh 340 để giải mã tín hiệu âm thanh truyền tải được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được giải mã, và

bộ chuyển đổi thời gian/tần số 430 để chuyển đổi tín hiệu âm thanh được giải mã thành sự biểu diễn tần số có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba.

24. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 23, bao gồm:

bộ kết xuất âm thanh 420 để áp dụng tham số khuếch tán được chuyển đổi và các tham số hướng được chuyển đổi cho sự biểu diễn phổ của tín hiệu âm thanh trong độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba để thu được sự biểu diễn phổ tổng hợp; và

bộ chuyển đổi phổ/thời gian 440 để chuyển đổi sự biểu diễn phổ tổng hợp trong độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba hoặc thứ tư để thu được tín hiệu âm thanh không gian trong miền thời gian được tổng hợp có độ phân giải thời gian cao hơn độ phân giải của độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba.

25. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 24, trong đó bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 được tạo cấu hình để nhân tham số hướng được giải mã bằng cách sử dụng thao tác sao chép hoặc nhân tham số khuếch tán được giải mã bằng thao tác sao chép hoặc để làm nhân hoặc lọc thông thấp tập hợp các tham số hướng nhân hoặc một bộ tham số khuếch tán được nhân.

26. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 25, trong đó độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất.

27. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 26, trong đó độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai, hoặc độ phân giải tần số thứ hai lớn hơn độ phân giải tần số thứ nhất, hoặc độ phân giải thời gian thứ nhất thấp hơn độ phân giải thời gian thứ hai và độ phân giải tần số thứ nhất bằng độ phân giải tần số thứ hai.

28. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 27, trong đó bộ chuyển đổi độ phân giải tham số 710 được tạo cấu hình để nhân các tham số khuếch tán được giải mã và các tham số hướng được giải mã thành số tương ứng của các tham số được chuyển đổi liên kế tần số cho tập hợp các băng, trong đó băng có tần số trung tâm thấp hơn nhận ít tham số được nhân hơn băng có tần số trung tâm cao hơn.

29. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 28, trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để giải mã tham số khuếch tán được mã hóa cho khung của tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tham số khuếch tán được lượng tử hóa cho khung, và trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để xác định độ chính xác giải lượng tử hóa cho phép giải lượng tử hóa của ít nhất một tham số hướng cho khung sử dụng tham số khuếch tán được lượng tử hóa hoặc được giải lượng tử hóa, và

trong đó bộ xử lý tham số được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số hướng được lượng tử hóa bằng cách sử dụng độ chính xác giải lượng tử hóa.

30. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 29,

trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để xác định, từ độ chính xác giải lượng tử hóa sẽ được sử dụng bởi bộ xử lý tham số 300 để giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự giải mã để giải mã tham số hướng được mã hóa cho khung, và

trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để giải mã tham số hướng được mã hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự giải mã được xác định và để xác định tham số hướng được giải lượng tử hóa.

31. Bộ giải mã theo một trong số các ví dụ từ 18 đến 30,

trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để xác định, từ độ chính xác giải lượng tử hóa sẽ được sử dụng bởi bộ xử lý tham số 300 để giải lượng tử hóa tham số hướng, bảng mẫu tự góc nâng để xử lý tham số góc nâng được mã hóa và để xác định, từ chỉ số góc nâng thu được bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc nâng, bảng mẫu tự góc phương vị, và

trong đó bộ xử lý tham số 300 được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số góc phương vị sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị.

32. Phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa, phương pháp bao gồm:

giải mã 300 tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa để thu được tham số khuếch tán được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và tham số hướng được giải mã với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai; và

chuyển đổi 710 tham số khuếch tán được mã hóa hoặc được giải mã hoặc tham số hướng được mã hóa hoặc được giải mã thành các tham số khuếch tán được chuyển đổi hoặc các tham số hướng được chuyển đổi có độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba, độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ ba khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất hoặc độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai hoặc khác độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ nhất và độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai.

33. Chương trình máy tính để thực hiện, khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, phương pháp của ví dụ 17 hoặc 32.

Tín hiệu âm thanh được mã hóa theo sáng chế bao gồm sự biểu diễn tham số có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi lưu trữ không tạm thời hoặc có thể

được truyền trên vật ghi truyền như vật ghi truyền không dây hoặc vật ghi truyền có dây như internet.

Dù một số khía cạnh đã được mô tả trong khái niệm của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc dấu hiệu của bước phương pháp. Tương tự, khía cạnh được mô tả trong khái niệm của bước phương pháp cũng thể hiện sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng.

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

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 thể kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình được, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

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

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

Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Do đó, phương án nữa của phương pháp theo sáng chế là vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) bao gồm, chương trình máy tính đã được ghi lại trên đó để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

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

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

Phương án nữa bao gồm máy tính có chương trình máy tính đã được cài đặt trên đó để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

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

Các phương án được mô tả ở trên chỉ minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Được hiểu rằng các biến thể và biến đổi về cách sắp đặt và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Do đó, sáng chế chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và không được giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng cách mô tả và minh họa các phương án ở đây.

Tài liệu tham khảo

[1] V. Pulkki, M-V. Laitinen, J. Vilkkamo, J. Ahonen, T. Lokki, and T. Pihlajamäki, “Directional audio coding - perception-based reproduction of spatial sound”, International Workshop on the Principles and Application on Spatial Hearing, Nov. 2009, Zao; Miyagi, Japan.

[2] V. Pulkki, “Virtual source positioning using vector base amplitude panning”, J. Audio Eng. Soc., 45(6):456-466, June 1997.

[3] J. Ahonen and V. Pulkki, “Diffuseness estimation using temporal variation of intensity vectors”, in Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics WASPAA, Mohonk Mountain House, New Paltz, 2009.

[4] T. Hirvonen, J. Ahonen, and V. Pulkki, "Perceptual compression methods for metadata in Directional Audio Coding applied to audiovisual teleconference", AES 126th Convention, 2009, May 7–10, Munich, Germany.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng, thiết bị bao gồm:

bộ lượng tử hóa tham số để lượng tử hóa các tham số khuếch tán và các tham số hướng;

bộ mã hóa tham số để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa; và

giao diện đầu ra để tạo ra sự biểu diễn tham số được mã hóa bao gồm thông tin về các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa,

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để lượng tử hóa các tham số khuếch tán bằng cách sử dụng bộ lượng tử hóa không đều để tạo ra các chỉ số khuếch tán, và để suy ra bộ lượng tử hóa không đều bằng cách sử dụng bảng lượng tử hóa kết hợp liên kênh để thu được các ngưỡng và các mức khôi phục của bộ lượng tử hóa không đều, hoặc

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã nhị phân nếu bảng mẫu tự mã hóa có kích thước là lũy thừa của hai, hoặc để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã thùng, nếu bảng mẫu tự mã hóa khác lũy thừa của hai, hoặc để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ chỉ một giá trị bằng cách sử dụng chỉ báo cụ thể thứ nhất và từ mã cho một giá trị từ chế độ mã hóa thô, hoặc để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp bằng cách sử dụng chỉ báo cụ thể thứ hai, mã cho giá trị nhỏ hơn trong số hai giá trị liên tiếp và bit cho chênh lệch giữa giá trị thực tế và giá trị nhỏ hơn trong số hai giá trị liên tiếp, để xác định, cho tất cả các giá trị khuếch tán được kết hợp với phần thời gian hoặc phần tần số, liệu chế độ mã hóa là chế độ mã hóa thô, chế độ chỉ một giá trị hay chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp, trong đó chế độ thô được báo hiệu bằng cách sử dụng một trong số hai bit, trong đó chế độ chỉ một giá trị được báo hiệu bằng cách sử dụng bit khác trong số hai bit có giá trị thứ nhất, và trong đó chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp được báo hiệu bằng cách sử dụng một bit khác trong số hai bit có giá trị thứ hai, hoặc

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để lượng tử hóa góc phương vị sử dụng số lượng các chỉ số lượng tử hóa có khả năng, trong đó số lượng

các chỉ số lượng tử hóa giảm từ các góc nâng thấp hơn đến các góc nâng cao hơn sao cho số lượng các chỉ số lượng tử hóa có khả năng thứ nhất cho góc nâng thứ nhất có biên độ thứ nhất cao hơn số lượng chỉ số lượng tử hóa có khả năng thứ hai cho góc nâng thứ hai có biên độ thứ hai, biên độ thứ hai lớn hơn theo giá trị tuyệt đối so với biên độ thứ nhất, để xác định độ chính xác được yêu cầu từ giá trị khuếch tán kết hợp với góc phương vị, để lượng tử hóa góc nâng kết hợp với góc phương vị sử dụng độ chính xác yêu cầu, và để lượng tử hóa góc phương vị bằng cách sử dụng góc nâng được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định, như các tham số hướng được lượng tử hóa, các chỉ số góc nâng, các bảng mẫu tự góc nâng kết hợp với các chỉ số góc nâng, các chỉ số góc phương vị và các bảng mẫu tự góc phương vị kết hợp với các chỉ số góc phương vị, để suy ra vector hướng trung bình từ các vector hướng được lượng tử hóa cho phần thời gian hoặc phần tần số của tín hiệu đầu vào, để lượng tử hóa vector hướng trung bình sử dụng độ chính xác góc tốt nhất của các vector cho phần thời gian hoặc phần tần số, và để mã hóa vector hướng trung bình được lượng tử hóa, hoặc trong đó giao diện đầu ra được tạo cấu hình để nhập vector hướng trung bình được mã hóa vào sự biểu diễn tham số được mã hóa dưới dạng thông tin phụ bổ sung.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ lượng tử hoá tham số được tạo cấu hình

để nhận, đối với từng tham số hướng, vector Đề-các có hai hoặc ba thành phần, và để chuyển đổi vector Đề-các thành sự biểu diễn có giá trị góc phương vị và giá trị góc nâng, hoặc

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định độ chính xác lượng tử hóa cho sự lượng tử hóa của tham số hướng, độ chính xác lượng tử hóa phụ thuộc vào tham số khuếch tán kết hợp với tham số hướng, sao cho tham số hướng kết hợp với tham số khuếch tán thấp hơn được lượng tử hóa chính xác hơn tham số hướng kết hợp với tham số khuếch tán cao hơn.

3. Thiết bị theo điểm 2,

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định độ chính xác lượng tử hóa

sao cho các điểm được lượng tử hóa được phân bố gần như đồng đều trên khối cầu đơn vị, hoặc

sao cho các điểm được lượng tử hóa được phân bố đối xứng so với trục x , trục y hoặc trục z , hoặc

sự lượng tử hóa của hướng đã cho đến điểm lượng tử hóa gần nhất hoặc một trong số một vài điểm lượng tử hóa gần nhất bằng cách ánh xạ thành chỉ số nguyên là phép toán thời gian không đổi, hoặc

sao cho sự tính toán điểm tương ứng trên khối cầu từ chỉ số nguyên và sự giải lượng tử hóa theo hướng là phép toán thời gian không đổi hoặc logarit đối với tổng số điểm trên khối cầu.

4. Thiết bị theo điểm 2 hoặc điểm 3,

trong đó bộ lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để lượng tử hóa góc nâng có các giá trị âm và dương thành tập hợp các chỉ số lượng tử hóa không được ký hiệu, trong đó nhóm chỉ số lượng tử hóa thứ nhất biểu thị các góc nâng âm và nhóm chỉ số lượng tử hóa thứ hai biểu thị các góc nâng dương.

5. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó tham số hướng được lượng tử hóa có góc nâng được lượng tử hóa và góc phương vị được lượng tử hóa, và trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để mã hóa trước tiên góc nâng được lượng tử hóa và sau đó mã hóa góc phương vị được lượng tử hóa, hoặc

trong đó các tham số hướng được lượng tử hóa bao gồm các chỉ số không được ký hiệu cho cặp góc phương vị và góc nâng, trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để chuyển đổi các chỉ số không được ký hiệu thành các chỉ số được ký hiệu, sao cho chỉ số biểu thị góc bằng không được đặt giữa khoảng được ký hiệu của các giá trị có khả năng, và trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để thực hiện sự biến đổi sắp xếp lại cho các chỉ số được ký hiệu để xen kẽ các giá trị dương và âm vào các số không được ký hiệu,

trong đó các tham số hướng được lượng tử hóa bao gồm các chỉ số góc phương vị hoặc góc nâng không được ký hiệu được sắp xếp lại hoặc không được sắp xếp lại, và trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để hợp nhất các chỉ số của cặp thành chỉ số khối cầu, và để thực hiện phép mã hóa thô chỉ số khối cầu.

6. Thiết bị theo điểm 5,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để suy ra chỉ số khối cầu từ độ lệch cầu và chỉ số góc phương vị được sắp xếp lại hoặc không được sắp xếp lại hiện thời, và

trong đó độ lệch cầu được suy ra từ tổng của các bảng mẫu tự góc phương vị tương ứng với các chỉ số góc nâng được sắp xếp lại hoặc không được sắp xếp lại nhỏ hơn chỉ số góc nâng được sắp xếp lại hoặc không được sắp xếp lại hiện thời.

7. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để thực hiện mã hóa entropy cho các tham số hướng được lượng tử hóa được kết hợp với các giá trị khuếch tán thấp hơn hoặc bằng ngưỡng và để thực hiện mã hóa thô cho các tham số hướng được lượng tử hóa kết hợp với các giá trị khuếch tán lớn hơn ngưỡng.

8. Thiết bị theo điểm 7,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để xác định ngưỡng bằng cách sử dụng động bảng mẫu tự lượng tử hóa và sự lượng tử hóa của các tham số khuếch tán, hoặc

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để xác định ngưỡng dựa trên bảng mẫu tự lượng tử hóa của các tham số khuếch tán.

9. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình

để tính toán các chỉ số góc nâng được dự đoán và các chỉ số góc phương vị được dự đoán sử dụng vectơ hướng trung bình, và

để tính toán các khoảng cách được kí hiệu giữa các chỉ số góc nâng và các chỉ số góc nâng được dự đoán, và giữa các chỉ số góc phương vị và các chỉ số góc phương vị được dự đoán.

10. Thiết bị theo điểm 9,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để biến đổi các khoảng cách được kí hiệu thành khoảng giảm bằng cách cộng thêm giá trị cho các giá trị nhỏ và trừ bớt giá trị cho các giá trị lớn.

11. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để quyết định, liệu các tham số hướng được lượng tử hóa được mã hóa bởi chế độ mã hóa thô hay chế độ mã hóa

entropy, và trong đó giao diện đầu ra được tạo cấu hình để đưa chỉ báo tương ứng vào sự biểu diễn tham số được mã hóa, hoặc

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để thực hiện mã hóa entropy bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice hoặc phép biến đổi của chúng, hoặc

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để chuyển đổi các thành phần của vector hướng trung bình thành sự biểu diễn được ký hiệu sao cho giá trị bằng không tương ứng nằm ở giữa của khoảng được ký hiệu của các giá trị có khả năng, thực hiện phép biến đổi sắp xếp lại các giá trị được ký hiệu để xen kẽ các số dương và các số âm vào các số không được ký hiệu, mã hóa kết quả sử dụng hàm mã hóa để thu được các thành phần được mã hóa của vector hướng trung bình; và mã hóa tham số Golomb-Rice bằng cách sử dụng kích thước bảng mẫu tự phụ thuộc vào cực đại của các kích thước bảng mẫu tự cho thành phần tương ứng của vector hướng.

12. Thiết bị theo một trong số các điểm từ 9 đến 11,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để thực hiện phép biến đổi sắp xếp lại của các khoảng cách được ký hiệu hoặc các khoảng cách được ký hiệu giảm để xen kẽ các số dương và âm vào các số không được ký hiệu,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để mã hóa các khoảng cách được ký hiệu được sắp xếp lại hoặc các khoảng cách được ký hiệu giảm được sắp xếp lại bằng cách sử dụng phương pháp Golomb-Rice hoặc phép biến đổi của chúng.

13. Thiết bị theo điểm 12, trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để áp dụng phương pháp Golomb-Rice hoặc phép biến đổi của chúng bằng cách

xác định phần quan trọng nhất và phần ít quan trọng nhất của giá trị sẽ được mã hóa;

tính toán bảng mẫu tự cho phần quan trọng nhất;

tính toán bảng mẫu tự cho phần ít quan trọng nhất; và

mã hóa phần quan trọng nhất theo đơn phân bằng cách sử dụng bảng mẫu tự cho phần quan trọng nhất và mã hóa phần ít quan trọng nhất theo nhị phân bằng cách sử dụng bảng mẫu tự cho phần ít quan trọng nhất.

14. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ mã hóa tham số được tạo cấu hình để áp dụng phương pháp Golomb-Rice hoặc phép biến đổi của chúng, bằng cách sử dụng việc xác định phần

quan trọng nhất và phần ít quan trọng nhất của giá trị sẽ được mã hóa; và tính toán bảng mẫu tự cho phần quan trọng nhất,

trong đó, khi bảng mẫu tự của phần quan trọng nhất nhỏ hơn hoặc bằng giá trị được định trước, như 3, phương pháp EncodeQuasiUniform được sử dụng để mã hóa toàn bộ giá trị, trong đó phương pháp EncodeQuasiUniform để làm mẫu, như mã thùng, tạo ra các mã của chỉ một độ dài hoặc các mã có chỉ hai độ dài, hoặc

để mã hóa phần ít quan trọng nhất theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã nhị phân nếu bảng mẫu tự mã hóa có kích thước là lũy thừa của hai, hoặc để mã hóa phần ít quan trọng nhất theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã thùng, nếu bảng mẫu tự mã hóa khác với lũy thừa của hai, hoặc

còn bao gồm bộ tính toán tham số để tính toán các tham số khuếch tán với độ phân giải thời gian hoặc tần số và để tính toán các tham số hướng với độ phân giải thời gian hoặc tần số thứ hai.

15. Phương pháp mã hóa các tham số mã hóa âm thanh định hướng bao gồm các tham số khuếch tán và các tham số hướng, phương pháp bao gồm các bước:

lượng tử hóa các tham số khuếch tán và các tham số hướng;

mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa; và

tạo ra sự biểu diễn tham số được mã hóa bao gồm thông tin về các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa,

trong đó bước lượng tử hóa bao gồm lượng tử hóa các tham số khuếch tán bằng cách sử dụng bộ lượng tử hóa không đều để tạo ra các chỉ số khuếch tán, và để suy ra bộ lượng tử hóa không đều bằng cách sử dụng bảng lượng tử hóa kết hợp liên kênh để thu được các ngưỡng và các mức khôi phục của bộ lượng tử hóa không đều, hoặc

trong đó bước mã hóa bao gồm mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã nhị phân nếu bảng mẫu tự mã hóa có kích thước là lũy thừa của hai, hoặc để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ mã hóa thô bằng cách sử dụng mã thùng, nếu bảng mẫu tự mã hóa khác lũy thừa của hai, hoặc để mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ chỉ một giá trị bằng cách sử dụng chỉ báo cụ thể thứ nhất và từ mã cho một giá trị từ chế độ mã hóa thô, hoặc mã hóa các tham số khuếch tán được lượng tử hóa theo chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp bằng cách sử dụng chỉ báo cụ thể thứ hai, mã cho giá trị

nhỏ hơn trong số hai giá trị liên tiếp và bit cho chênh lệch giữa giá trị thực tế và giá trị nhỏ hơn trong số hai giá trị liên tiếp, xác định, cho tất cả các giá trị khuếch tán được kết hợp với phần thời gian hoặc phần tần số, liệu chế độ mã hóa là chế độ mã hóa thô, chế độ chỉ một giá trị hay chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp, trong đó chế độ thô được báo hiệu bằng cách sử dụng một trong số hai bit, trong đó chế độ chỉ một giá trị được báo hiệu bằng cách sử dụng bit khác trong số hai bit có giá trị thứ nhất, và trong đó chế độ chỉ hai giá trị liên tiếp được báo hiệu bằng cách sử dụng một bit khác trong số hai bit có giá trị thứ hai, hoặc

trong đó bước lượng tử hóa bao gồm lượng tử hóa góc phương vị sử dụng số lượng các chỉ số lượng tử hóa có khả năng, trong đó số lượng các chỉ số lượng tử hóa giảm từ các góc nâng thấp hơn đến các góc nâng cao hơn sao cho số lượng các chỉ số lượng tử hóa có khả năng thứ nhất cho góc nâng thứ nhất có biên độ thứ nhất cao hơn số lượng chỉ số lượng tử hóa có khả năng thứ hai cho góc nâng thứ hai có biên độ thứ hai, biên độ thứ hai lớn hơn theo giá trị tuyệt đối so với biên độ thứ nhất, xác định độ chính xác được yêu cầu từ giá trị khuếch tán kết hợp với góc phương vị, lượng tử hóa góc nâng kết hợp với góc phương vị sử dụng độ chính xác yêu cầu, và lượng tử hóa góc phương vị bằng cách sử dụng góc nâng được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bước lượng tử hóa bao gồm xác định, như các tham số hướng được lượng tử hóa, các chỉ số góc nâng, các bảng mẫu tự góc nâng kết hợp với các chỉ số góc nâng, các chỉ số góc phương vị và các bảng mẫu tự góc phương vị kết hợp với các chỉ số góc phương vị, suy ra vector hướng trung bình từ các vector hướng được lượng tử hóa cho phần thời gian hoặc phần tần số của tín hiệu đầu vào, lượng tử hóa vector hướng trung bình sử dụng độ chính xác góc tốt nhất của các vector cho phần thời gian hoặc phần tần số, và mã hóa vector hướng trung bình được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bước tạo ra bao gồm nhập vector hướng trung bình được mã hóa vào sự biểu diễn tham số được mã hóa dưới dạng thông tin phụ bổ sung.

16. Bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa bao gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa; bộ giải mã bao gồm:

giao diện đầu vào để nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa và để tách, từ tín hiệu âm thanh được mã hóa, các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa;

bộ giải mã tham số để giải mã các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa để thu được các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa; và

bộ giải lượng tử hóa tham số để xác định, từ các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa, các tham số khuếch tán được giải lượng tử hóa và các tham số hướng được giải lượng tử hóa.

17. Bộ giải mã theo điểm 16,

trong đó giao diện đầu vào được tạo cấu hình để xác định, từ chỉ báo chế độ mã hóa được chứa trong tín hiệu âm thanh được mã hóa, liệu bộ giải mã tham số sẽ sử dụng chế độ giải mã thứ nhất là chế độ giải mã thô hay chế độ giải mã thứ hai là chế độ giải mã với sự mô hình hóa và khác chế độ giải mã thứ nhất, để giải mã các tham số hướng được mã hóa, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã tham số khuếch tán được mã hóa cho khung của tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tham số khuếch tán được lượng tử hóa cho khung, trong đó bộ lượng tử hóa được tạo cấu hình để xác định độ chính xác giải lượng tử hóa cho sự giải lượng tử hóa của ít nhất một tham số hướng cho khung bằng cách sử dụng tham số khuếch tán được lượng tử hóa hoặc được giải lượng tử hóa, và trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số hướng được lượng tử hóa bằng cách sử dụng độ chính xác giải lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để xác định, từ độ chính xác giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự giải mã để giải mã tham số hướng được mã hóa cho khung, và trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã tham số hướng được mã hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự giải mã để thu được tham số hướng được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để suy ra chỉ số khối cầu được lượng tử hóa từ tham số hướng được mã hóa, và để khai triển chỉ số khối cầu được lượng tử hóa thành chỉ số góc nâng được lượng tử hóa và chỉ số góc phương vị được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để xác định, từ độ chính xác giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự góc nâng hoặc để xác định, từ tham số góc nâng được

lượng tử hóa hoặc tham số góc nâng được giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự góc phương vị, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã, từ các tham số hướng được mã hóa, tham số góc nâng được lượng tử hóa, và để giải mã, từ các tham số hướng được mã hóa, tham số góc phương vị được lượng tử hóa, trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định, từ tham số góc nâng được lượng tử hóa hoặc tham số góc nâng được giải lượng tử hóa, bảng mẫu tự góc phương vị, trong đó kích thước bảng mẫu tự góc phương vị lớn hơn cho dữ liệu góc nâng biểu thị độ nâng của góc nâng tuyệt đối thứ nhất so với dữ liệu góc nâng biểu thị độ nâng của góc nâng tuyệt đối thứ hai, góc nâng tuyệt đối thứ hai lớn hơn góc nâng tuyệt đối thứ nhất, và trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị để tạo ra tham số góc phương vị được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để sử dụng, để giải lượng tử hóa tham số góc phương vị được lượng tử hóa, bảng mẫu tự góc phương vị, hoặc

trong đó giao diện đầu vào được tạo cấu hình để xác định chế độ giải mã với sự mô hình hóa từ chỉ báo chế độ giải mã trong tín hiệu âm thanh được mã hóa, trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để thu được chỉ số góc nâng trung bình hoặc chỉ số góc phương vị trung bình.

18. Bộ giải mã theo điểm 17, trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để xác định, từ chỉ số khuếch tán được lượng tử hóa cho khung, độ chính xác giải lượng tử hóa cho khung, để xác định từ độ chính xác giải lượng tử hóa cho khung, bảng mẫu tự trung bình góc nâng hoặc bảng mẫu tự trung bình góc phương vị, và để tính toán chỉ số góc nâng trung bình sử dụng các bit trong tín hiệu âm thanh được mã hóa và bảng mẫu tự trung bình góc nâng, hoặc để tính toán chỉ số góc phương vị trung bình sử dụng các bit trong tín hiệu âm thanh được mã hóa và bảng mẫu tự trung bình góc phương vị, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã các bit nhất định trong tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tham số Golomb-Rice góc nâng được giải mã, và để giải mã các bit nữa trong tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được các khoảng cách góc nâng được giải mã, hoặc

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã các bit nhất định trong tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tham số Golomb-Rice góc phương vị được giải mã, và để giải mã các bit nữa trong tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được các khoảng cách góc phương vị được giải mã,

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để tính toán các tham số góc nâng được lượng tử hóa từ tham số Golomb-Rice góc nâng và khoảng cách góc nâng được giải mã và chỉ số trung bình góc nâng, hoặc để tính toán các tham số góc phương vị được lượng tử hóa từ tham số Golomb-Rice góc phương vị và khoảng cách góc phương vị được giải mã và chỉ số trung bình góc phương vị.

19. Bộ giải mã theo một trong số các điểm từ 16 đến 18,

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã tham số khuếch tán cho phần thời gian và tần số từ tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tham số khuếch tán được lượng tử hóa, trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định độ chính xác giải lượng tử hóa từ tham số khuếch tán được lượng tử hóa hoặc được giải lượng tử hóa, trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để suy ra bảng mẫu tự góc nâng từ độ chính xác giải lượng tử hóa và để sử dụng bảng mẫu tự góc nâng để thu được tham số góc nâng được lượng tử hóa cho phần thời gian và tần số của khung, và trong đó bộ giải lượng tử hóa được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số góc nâng được lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc nâng để thu được tham số góc nâng được giải lượng tử cho phần thời gian và tần số của khung.

trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để giải mã tham số hướng được mã hóa để thu được tham số góc nâng được giải lượng tử hóa, trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định bảng mẫu tự góc phương vị từ tham số góc nâng được lượng tử hóa hoặc tham số góc nâng được giải lượng tử hóa, và trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để tính toán tham số góc phương vị được lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị, hoặc

trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số góc phương vị được lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị, hoặc

trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để xác định bảng mẫu tự góc nâng sử dụng độ chính xác giải lượng tử hóa, và để xác định bảng mẫu tự góc

phương vị bằng cách sử dụng độ chính xác giải lượng tử hóa và tham số góc nâng được lượng tử hóa hoặc được giải lượng tử hóa được tạo ra bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc nâng, và trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình để sử dụng bảng mẫu tự góc nâng để giải mã tham số hướng được mã hóa để thu được tham số góc nâng được lượng tử hóa và để sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị để giải mã tham số hướng được mã hóa để thu được tham số góc phương vị được lượng tử hóa, hoặc

trong đó bộ giải lượng tử hóa tham số được tạo cấu hình để giải lượng tử hóa tham số góc nâng được lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc nâng và để giải lượng tử hóa tham số góc phương vị được lượng tử hóa bằng cách sử dụng bảng mẫu tự góc phương vị.

20. Bộ giải mã theo điểm 19, trong đó bộ giải mã tham số được tạo cấu hình

để tính toán chỉ số góc nâng được dự đoán hoặc chỉ số góc phương vị được dự đoán bằng cách sử dụng chỉ số góc nâng trung bình hoặc chỉ số góc phương vị trung bình, và

để thực hiện phép toán giải mã Golomb-Rice, hoặc phép biến đổi của nó, để thu được khoảng cách của tham số góc phương vị hoặc góc nâng, và

để cộng khoảng cách cho tham số góc phương vị hoặc góc nâng vào chỉ số góc nâng trung bình hoặc chỉ số góc phương vị trung bình để thu được chỉ số góc nâng được lượng tử hóa hoặc chỉ số góc phương vị được lượng tử hóa.

21. Bộ giải mã theo một trong số các điểm từ 16 đến 20, trong đó bộ giải mã này còn bao gồm:

bộ chuyển đổi độ phân giải tham số để chuyển đổi độ phân giải thời gian/tần số của tham số khuếch tán được giải lượng tử hóa hoặc độ phân giải thời gian hoặc tần số của tham số góc phương vị hoặc góc nâng được giải lượng tử hóa hoặc sự biểu diễn tham số được suy ra từ tham số góc phương vị được giải lượng tử hóa hoặc tham số góc nâng được giải lượng tử hóa thành độ phân giải thời gian hoặc tần số đích, và

bộ kết xuất âm thanh để áp dụng các tham số khuếch tán và các tham số hướng trong độ phân giải thời gian hoặc tần số đích cho tín hiệu âm thanh để thu được tín hiệu âm thanh đa kênh được giải mã.

22. Bộ giải mã theo điểm 21, trong đó bộ giải mã này bao gồm:

bộ chuyển đổi phổ/thời gian để chuyển đổi tín hiệu âm thanh đa kênh từ sự biểu diễn miền phổ thành sự biểu diễn miền thời gian có độ phân giải thời gian cao hơn độ phân giải thời gian của độ phân giải thời gian hoặc tần số đích.

23. Bộ giải mã theo một trong số các điểm từ 16 đến 22,

trong đó tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm tín hiệu truyền tải được mã hóa, trong đó giao diện đầu vào được tạo cấu hình để trích xuất tín hiệu truyền tải được mã hóa,

trong đó bộ giải mã bao gồm bộ giải mã âm thanh tín hiệu truyền tải để giải mã tín hiệu truyền tải được mã hóa,

trong đó bộ giải mã còn bao gồm bộ chuyển đổi thời gian/phổ để chuyển đổi tín hiệu truyền tải được giải mã thành sự biểu diễn phổ, và

trong đó bộ giải mã bao gồm bộ kết xuất âm thanh để kết xuất tín hiệu âm thanh đa kênh bằng cách sử dụng các tham số khuếch tán được giải lượng tử hóa và các tham số hướng được giải lượng tử hóa, và

trong đó bộ giải mã còn bao gồm bộ chuyển đổi phổ/thời gian để chuyển đổi tín hiệu âm thanh được kết xuất thành sự biểu diễn miền thời gian.

24. Phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa bao gồm các tham số mã hóa âm thanh định hướng được mã hóa gồm các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa, phương pháp bao gồm các bước:

nhận tín hiệu âm thanh được mã hóa và để tách, từ tín hiệu âm thanh được mã hóa, các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa;

giải mã các tham số khuếch tán được mã hóa và các tham số hướng được mã hóa để thu được các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa; và

xác định, từ các tham số khuếch tán được lượng tử hóa và các tham số hướng được lượng tử hóa, các tham số khuếch tán được giải lượng tử hóa và các tham số hướng được giải lượng tử hóa.

25. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 15 hoặc 24 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

1/38

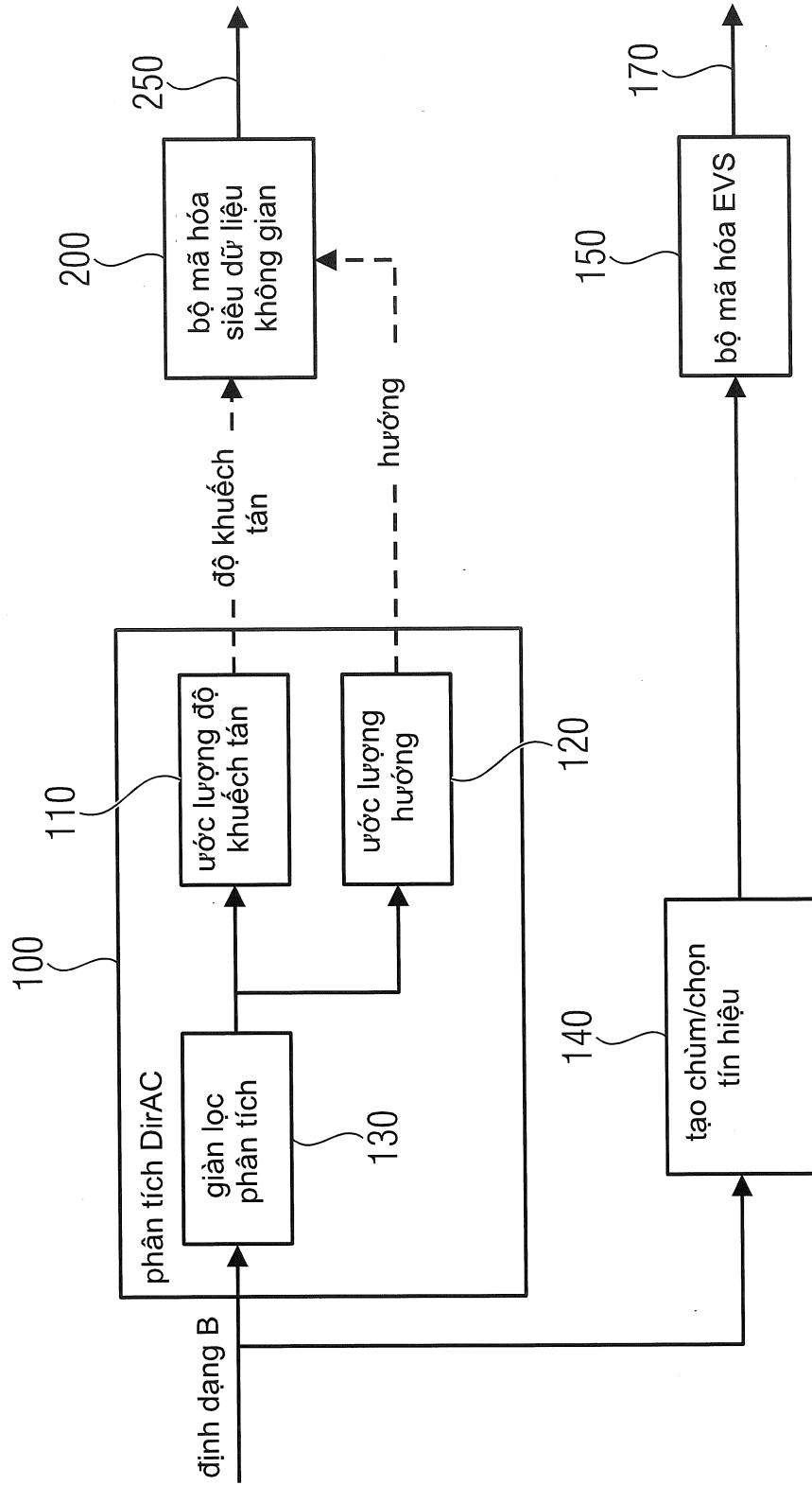


Fig. 1a

2/38

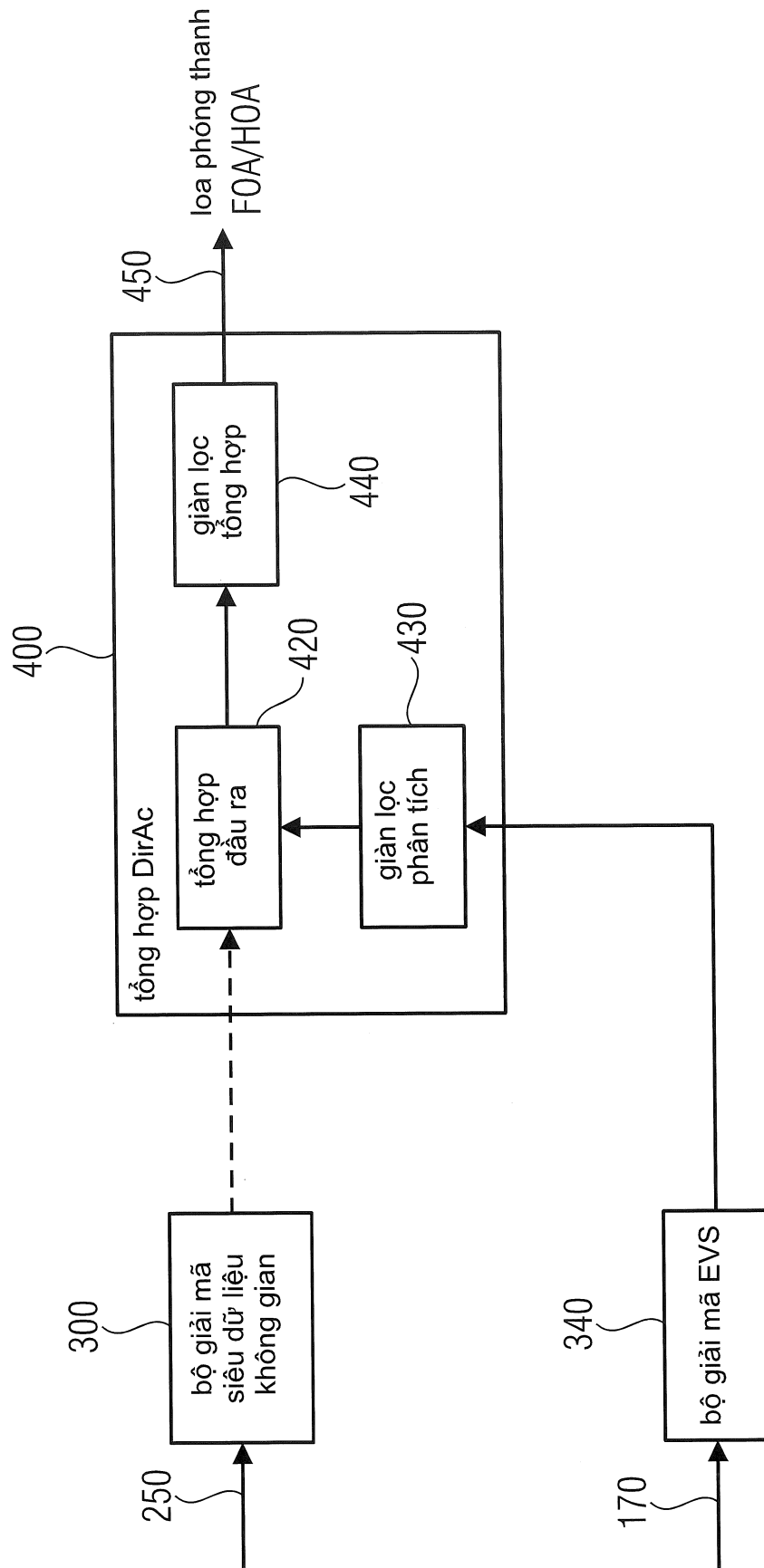


Fig. 1b

3/38

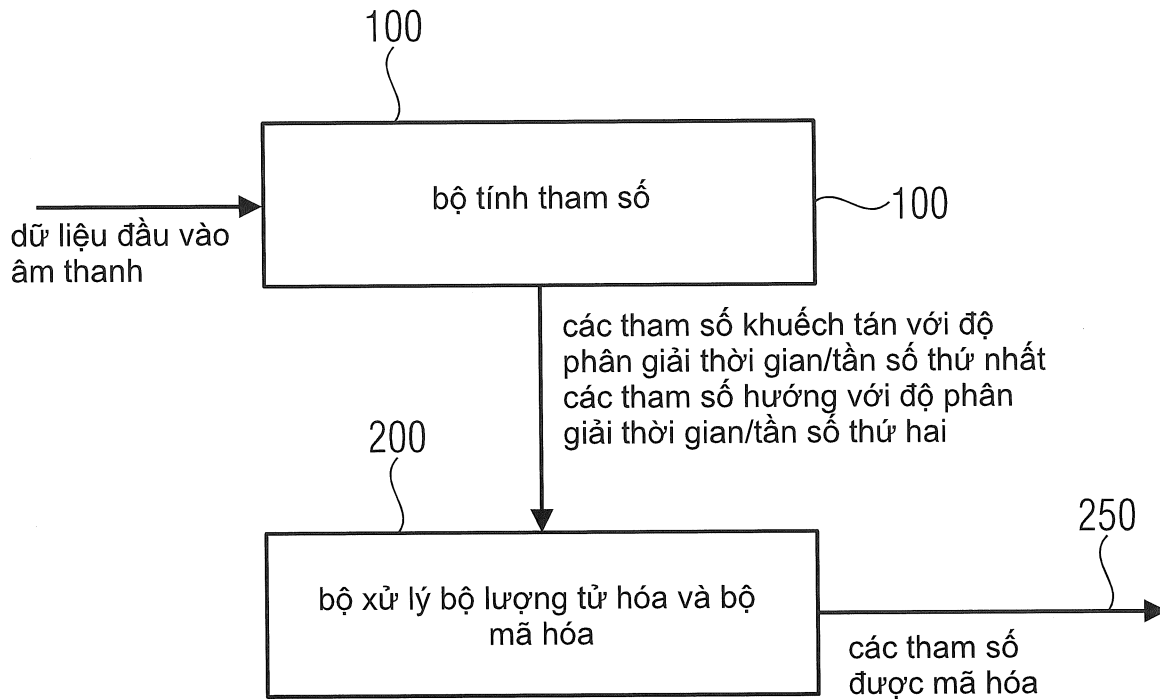


Fig. 2a

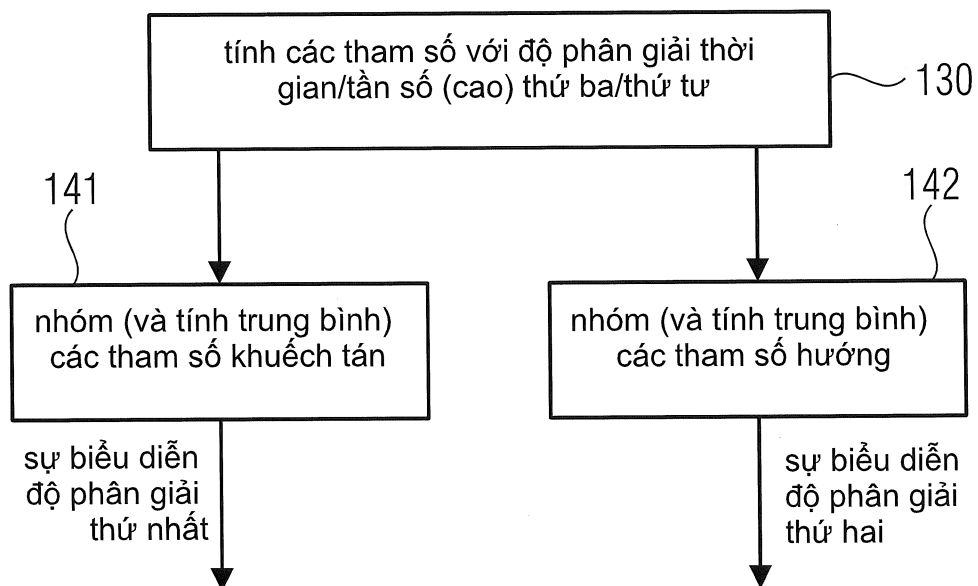


Fig. 2b

4/38

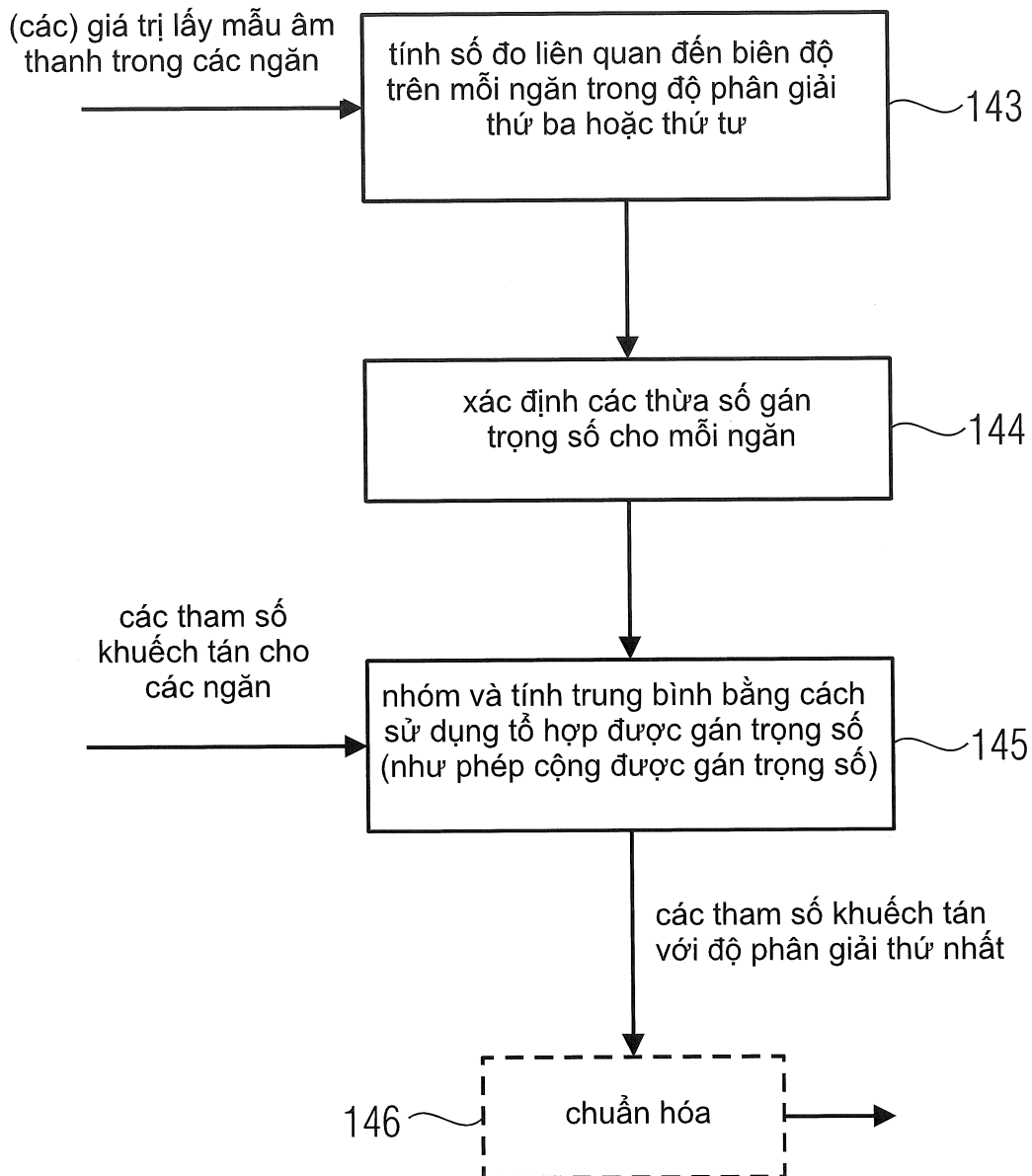


Fig. 2c

5/38

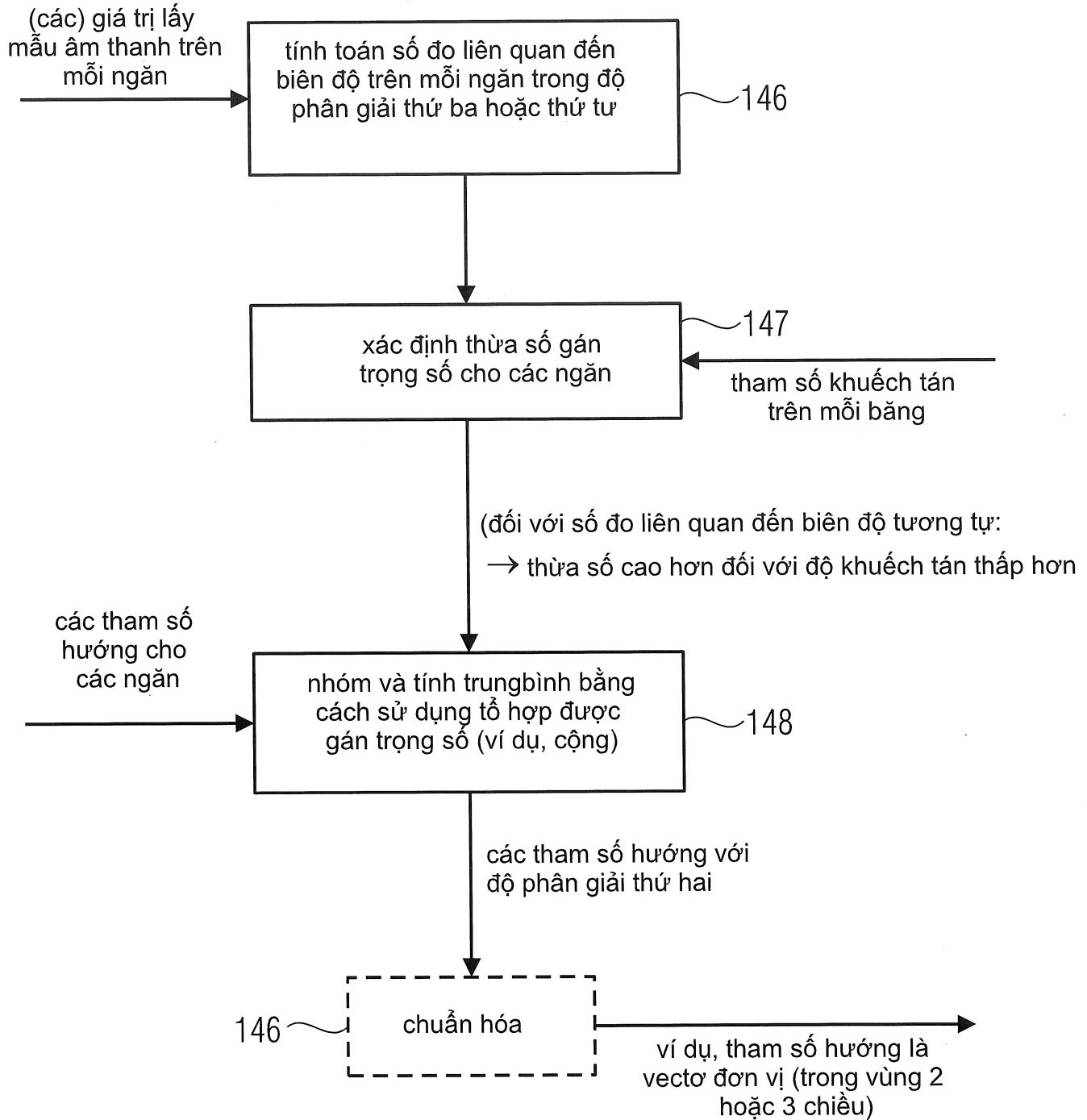


Fig. 2d

6/38

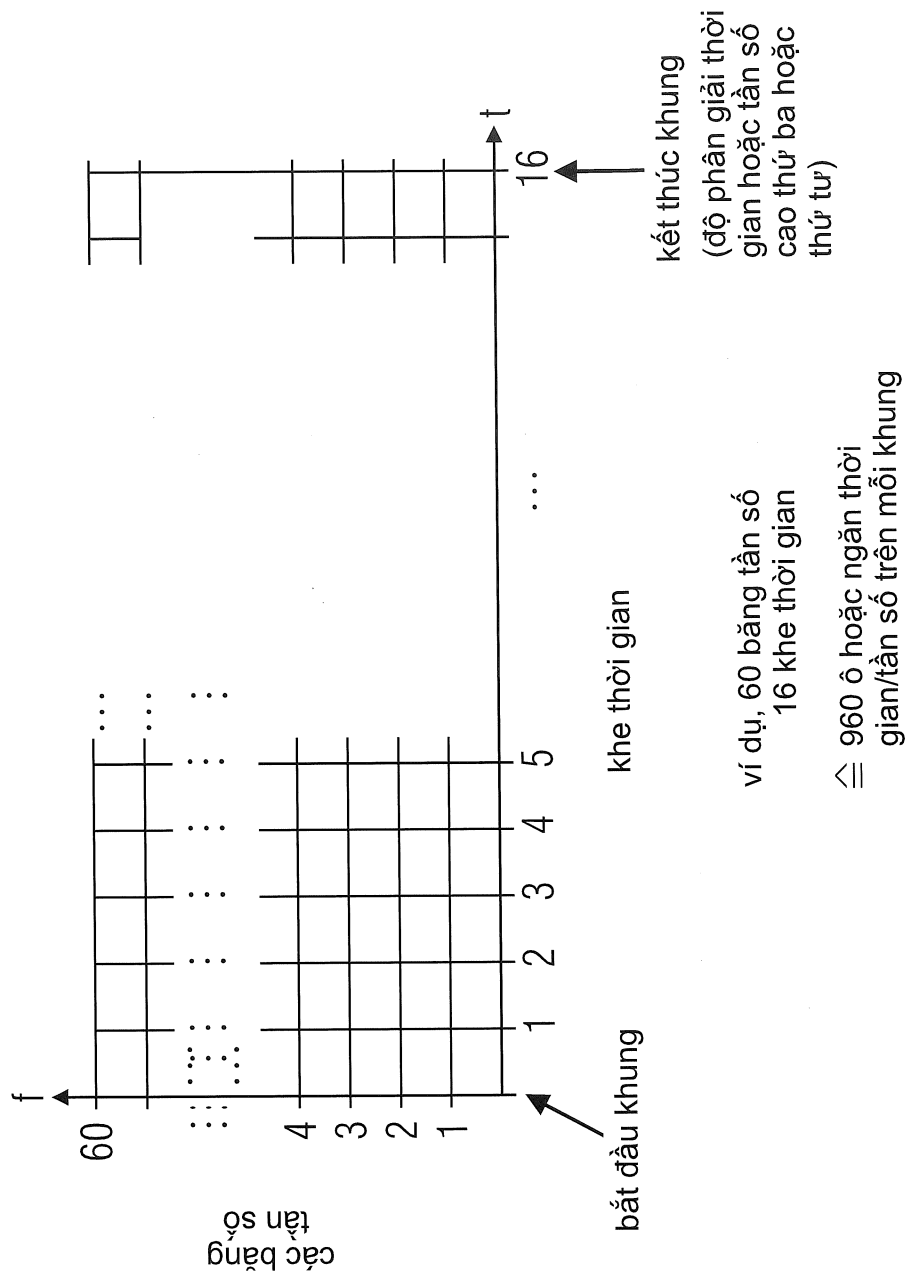
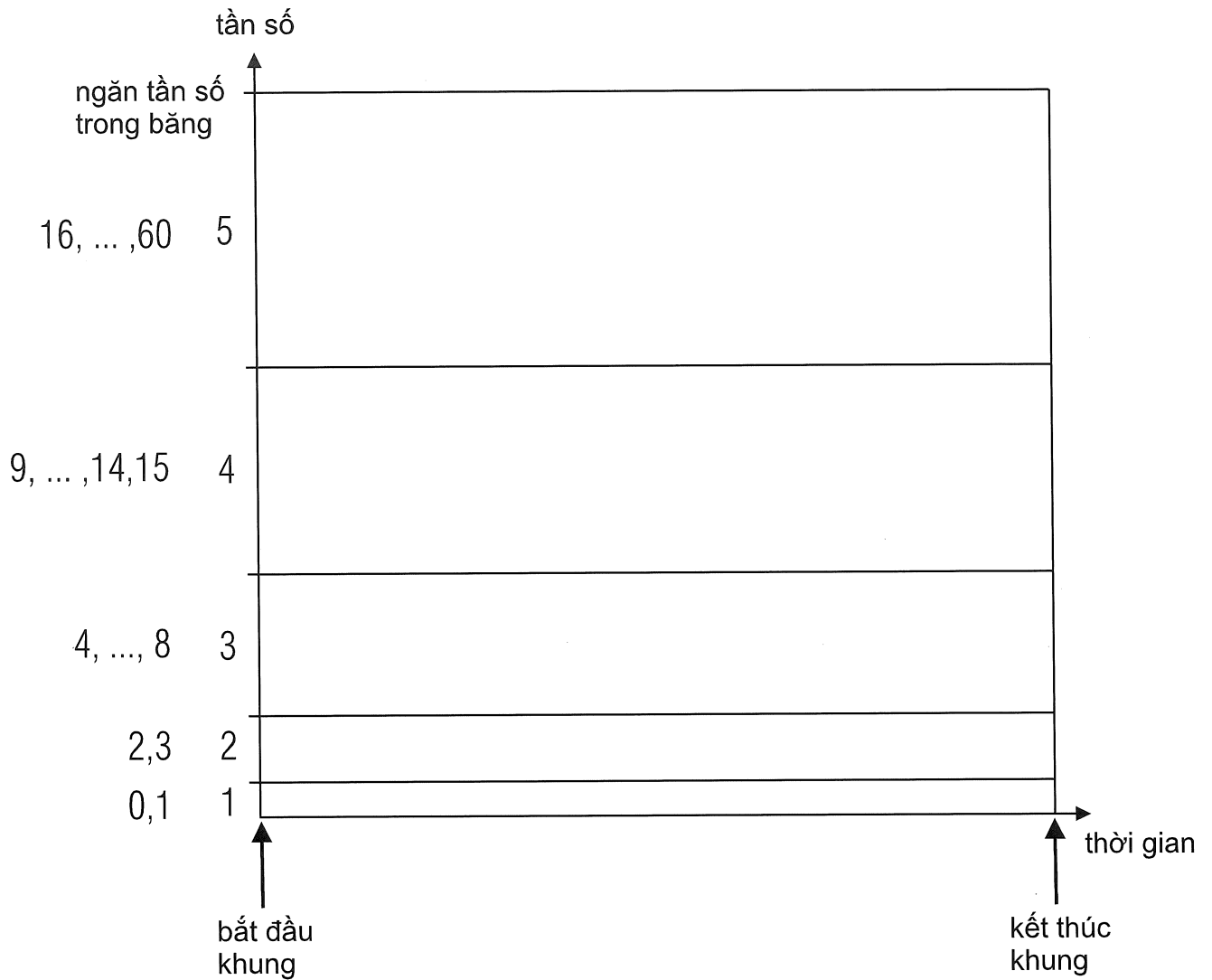


Fig. 3a
(độ phân giải cao)

7/38



nhóm độ khuếch tán

(độ phân giải thời gian/tần số thứ nhất)

ví dụ, 1 khe thời gian

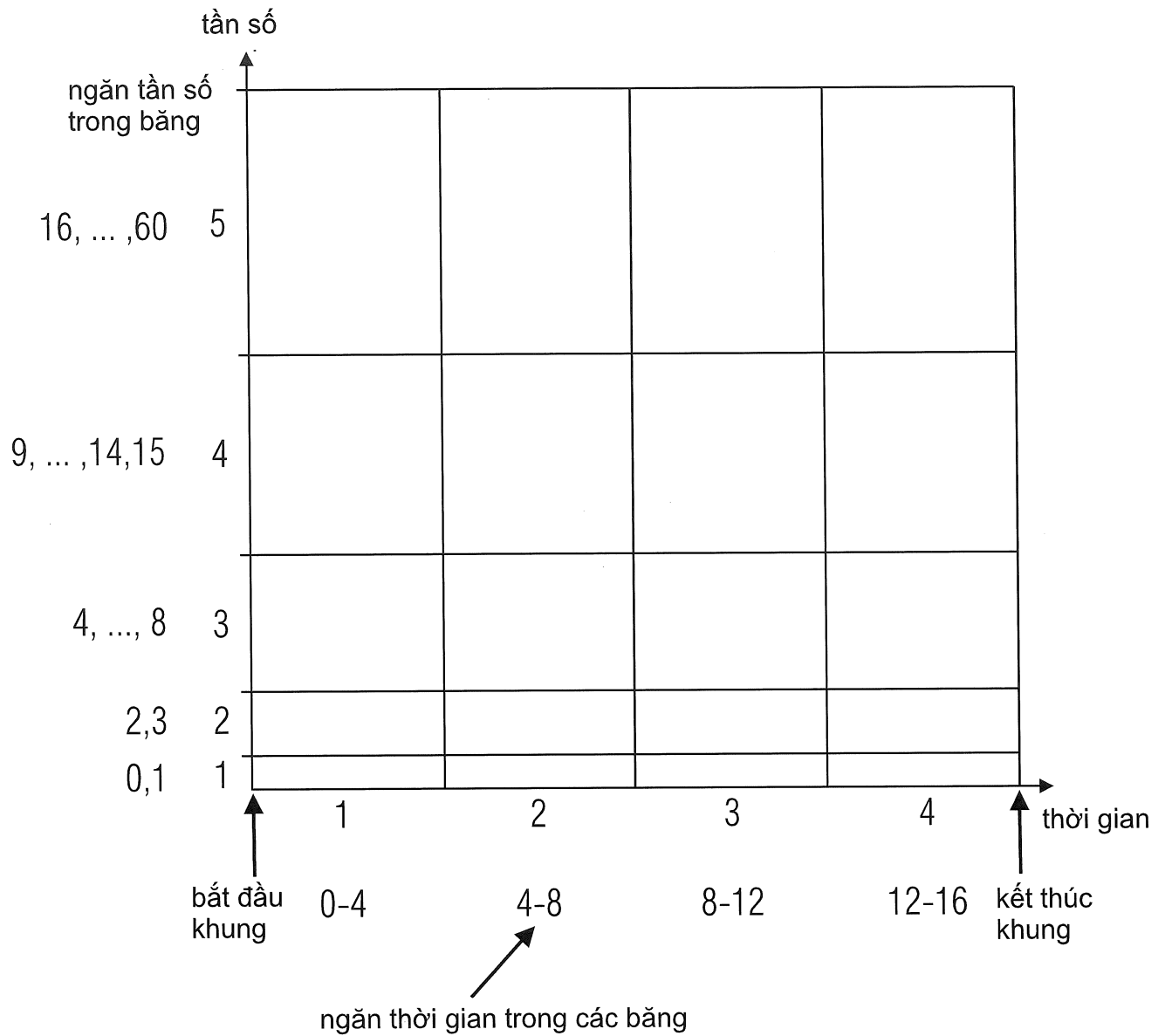
5 băng (băng thông tăng từ tần số thấp đến cao)

≡ 5 ngăn được nhóm trên mỗi khung

Fig. 3b

(độ phân giải thấp)

8/38

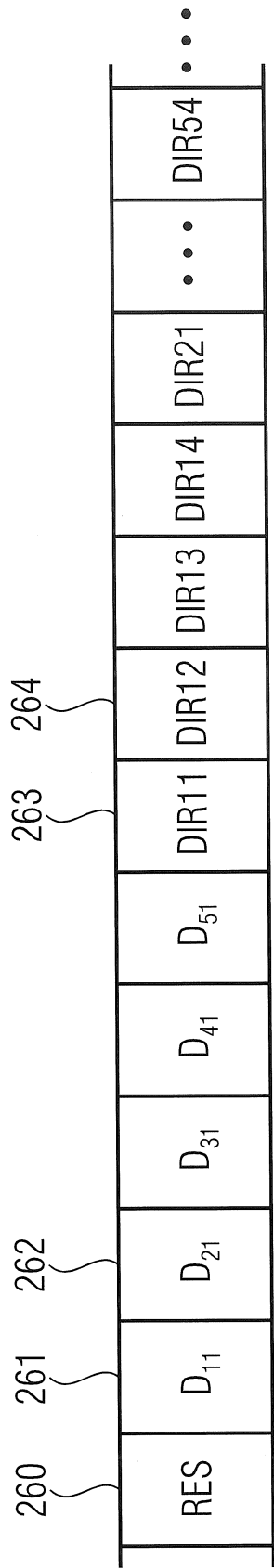


nhóm tham số hướng
(độ phân giải thời gian/tần số thứ hai)

ví dụ, 4 khe thời gian (từng khe có bốn ngăn thời gian)
5 băng (băng thông tăng từ thấp đến cao)

$\hat{=}$ 20 ngăn được nhóm trên mỗi khung

Fig. 3c
(độ phân giải trung bình)



D_{11} : tham số khuếch tán được mã hóa cho băng thứ nhất và khe thời gian thứ nhất

D_{21} : tham số khuếch tán được mã hóa cho băng thứ hai và khe thời gian thứ hai

•
•
•

— — — — —
DIR11 : tham số hướng được mã hóa cho băng thứ nhất và khe thời gian thứ nhất

•
•
•

DIR54 : tham số hướng được mã hóa cho băng thứ năm và khe thời gian thứ tư
RES : chỉ báo độ phân giải cho độ phân giải thứ nhất và/hoặc thứ hai (không cần thiết, khi được đặt cố định bởi bộ mã hóa và bộ giải mã)

Fig. 3d

10/38

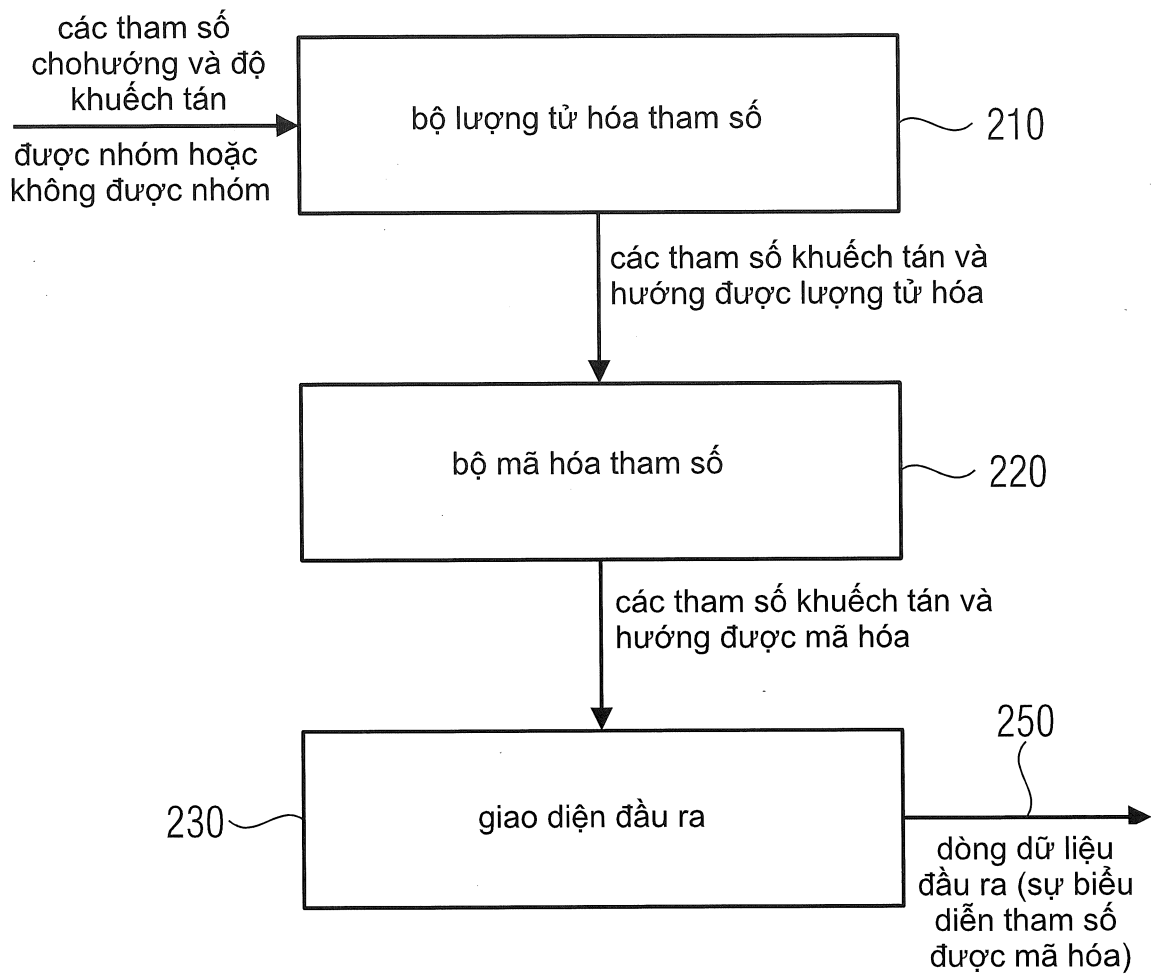


Fig. 4a

11/38

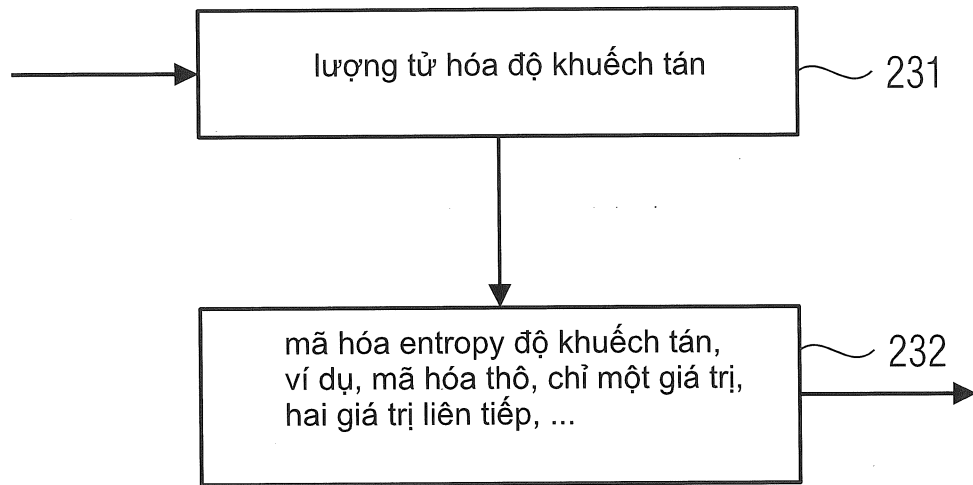


Fig. 4b

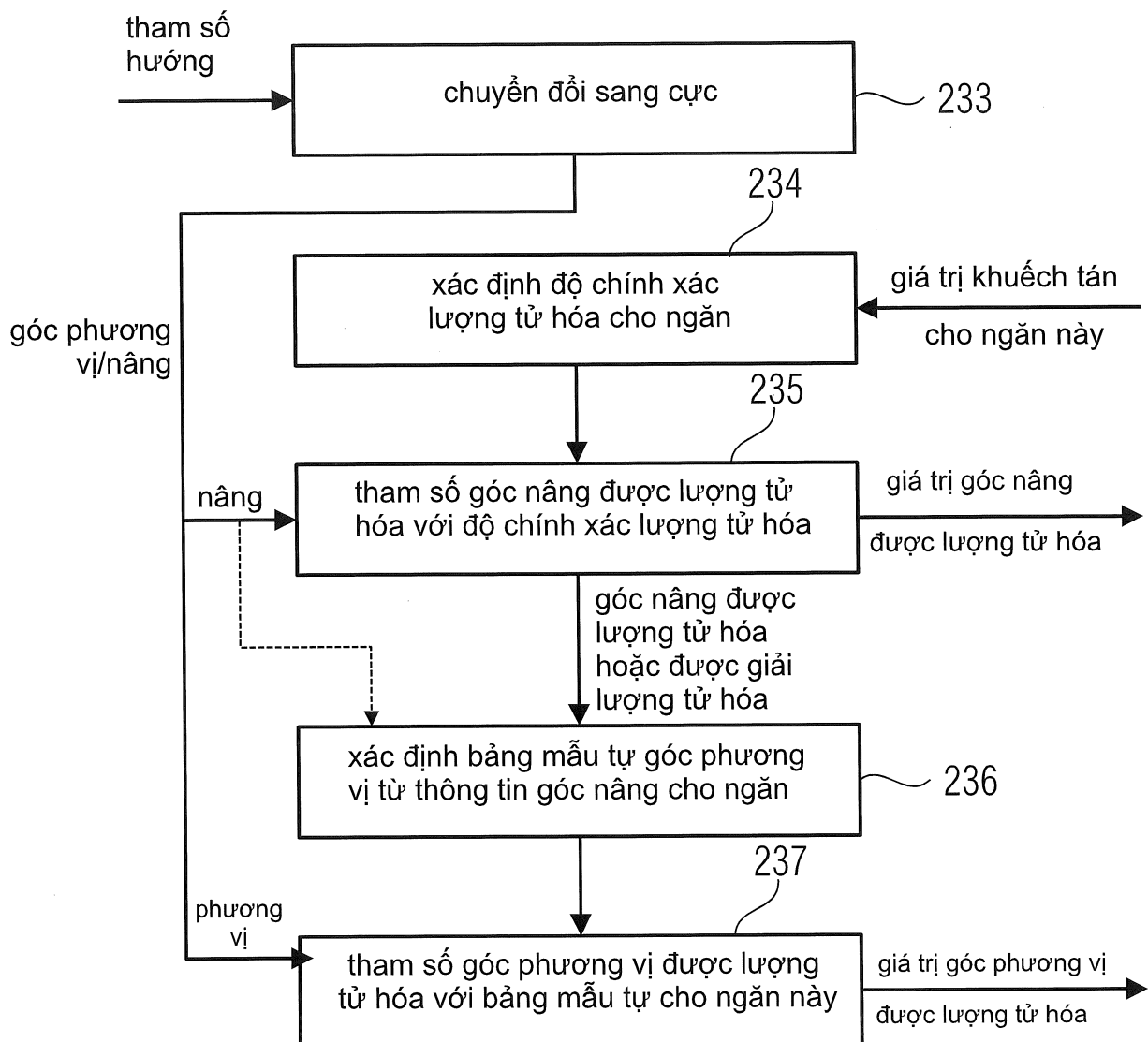


Fig. 4c

12/38

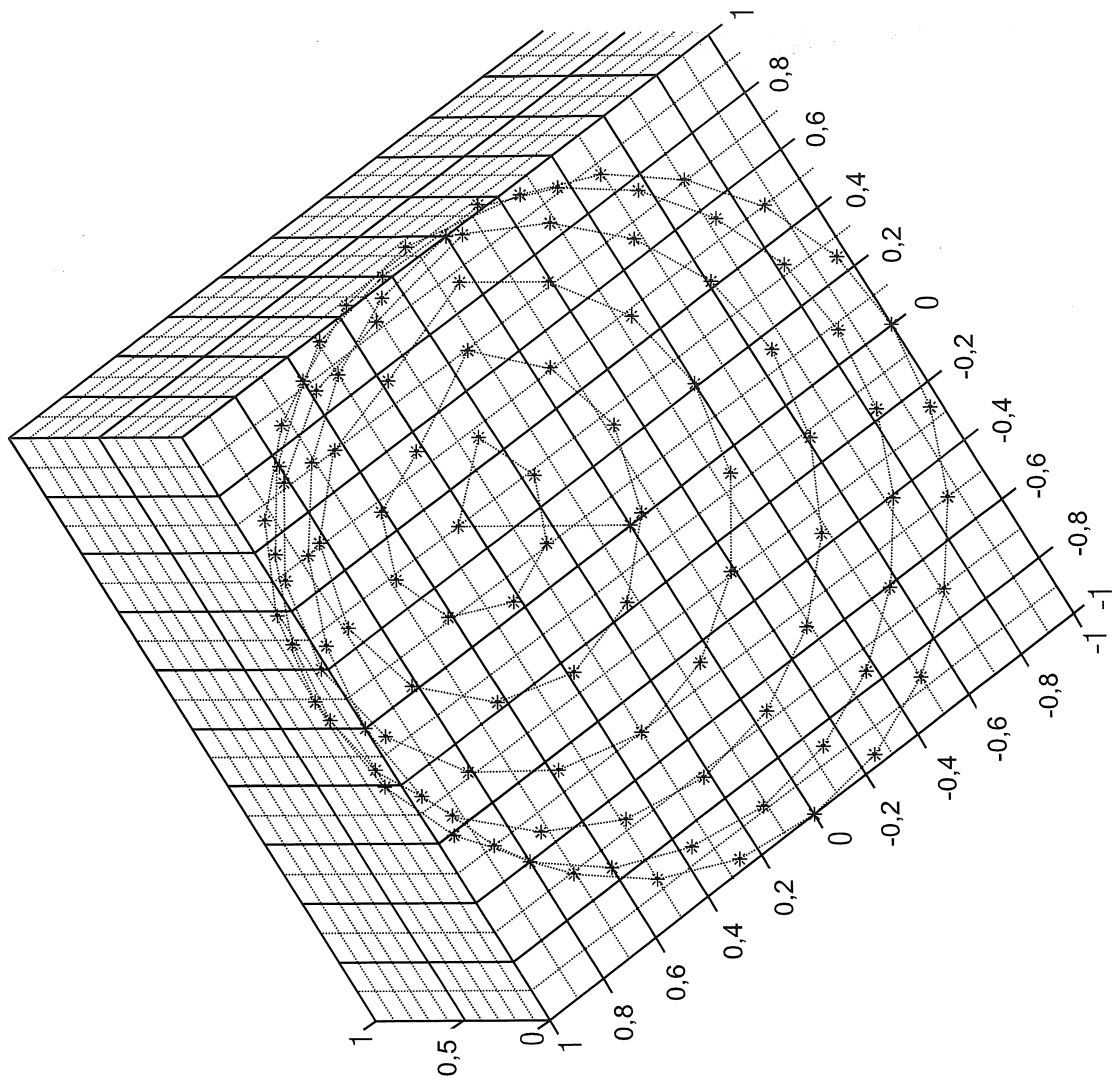


Fig. 4d

sự bao phủ hầu như đều của khối cầu đơn vị

13/38

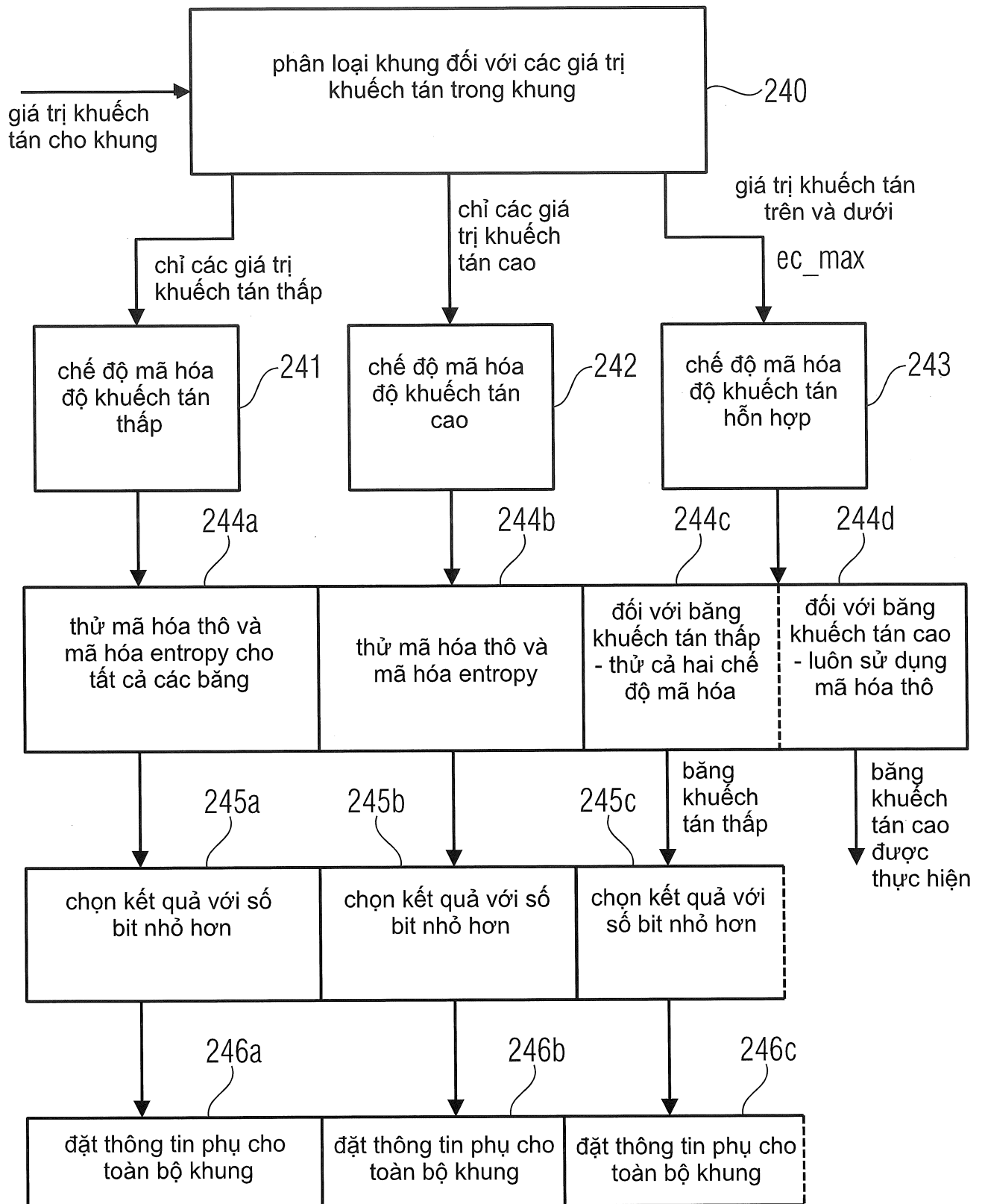
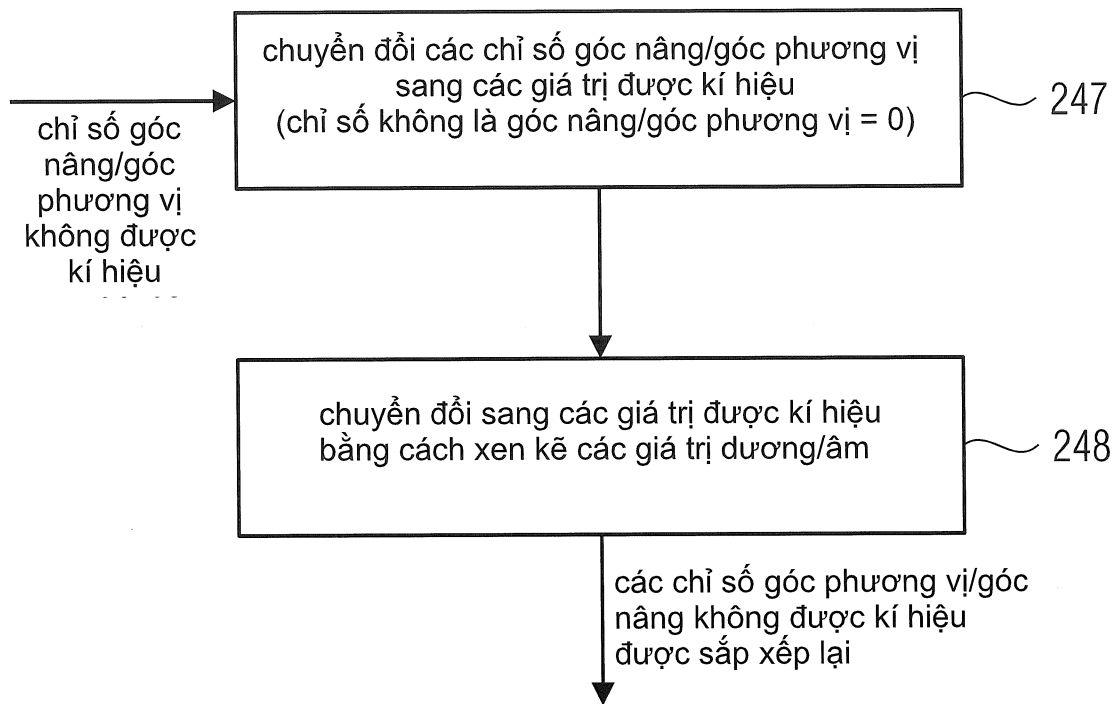


Fig. 5a

14/38

**Fig. 5b**

(xử lý trước tùy chọn các chỉ số hướng cho cả hai chế độ)

15/38

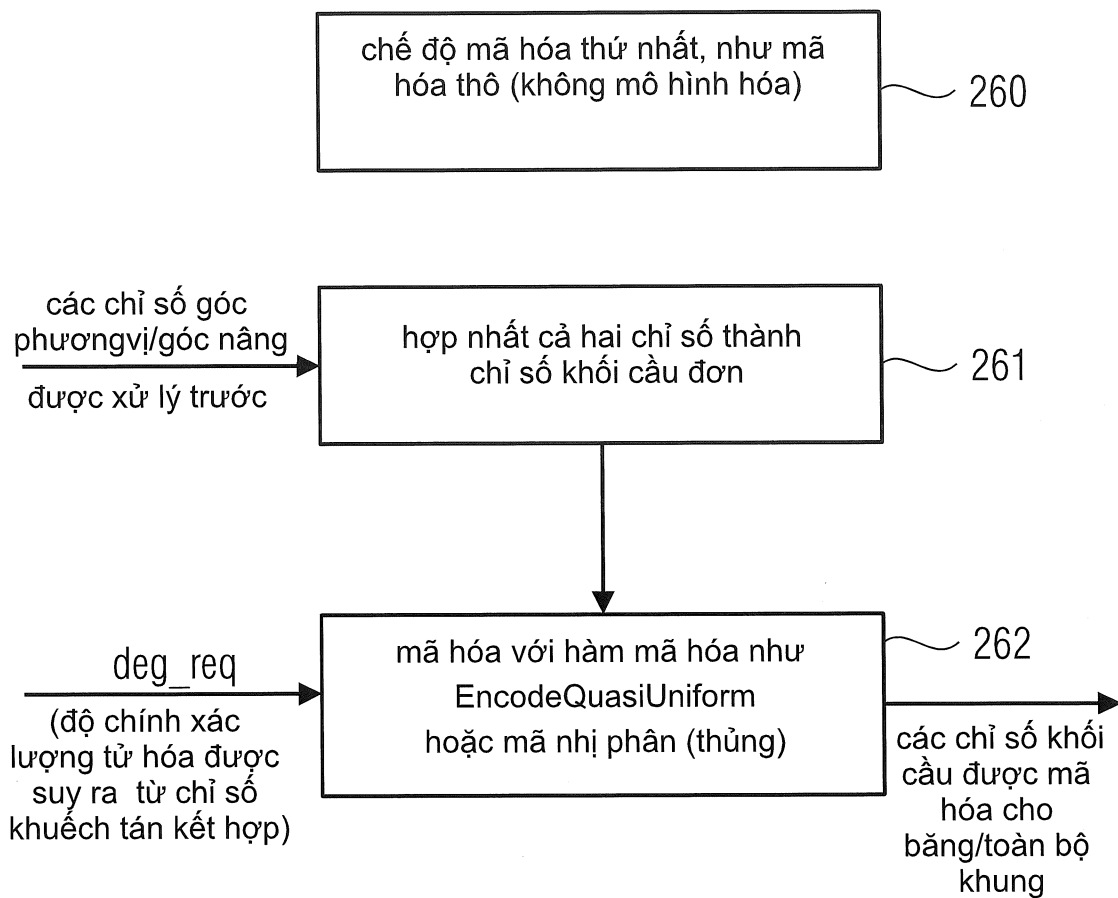


Fig. 5c

16/38

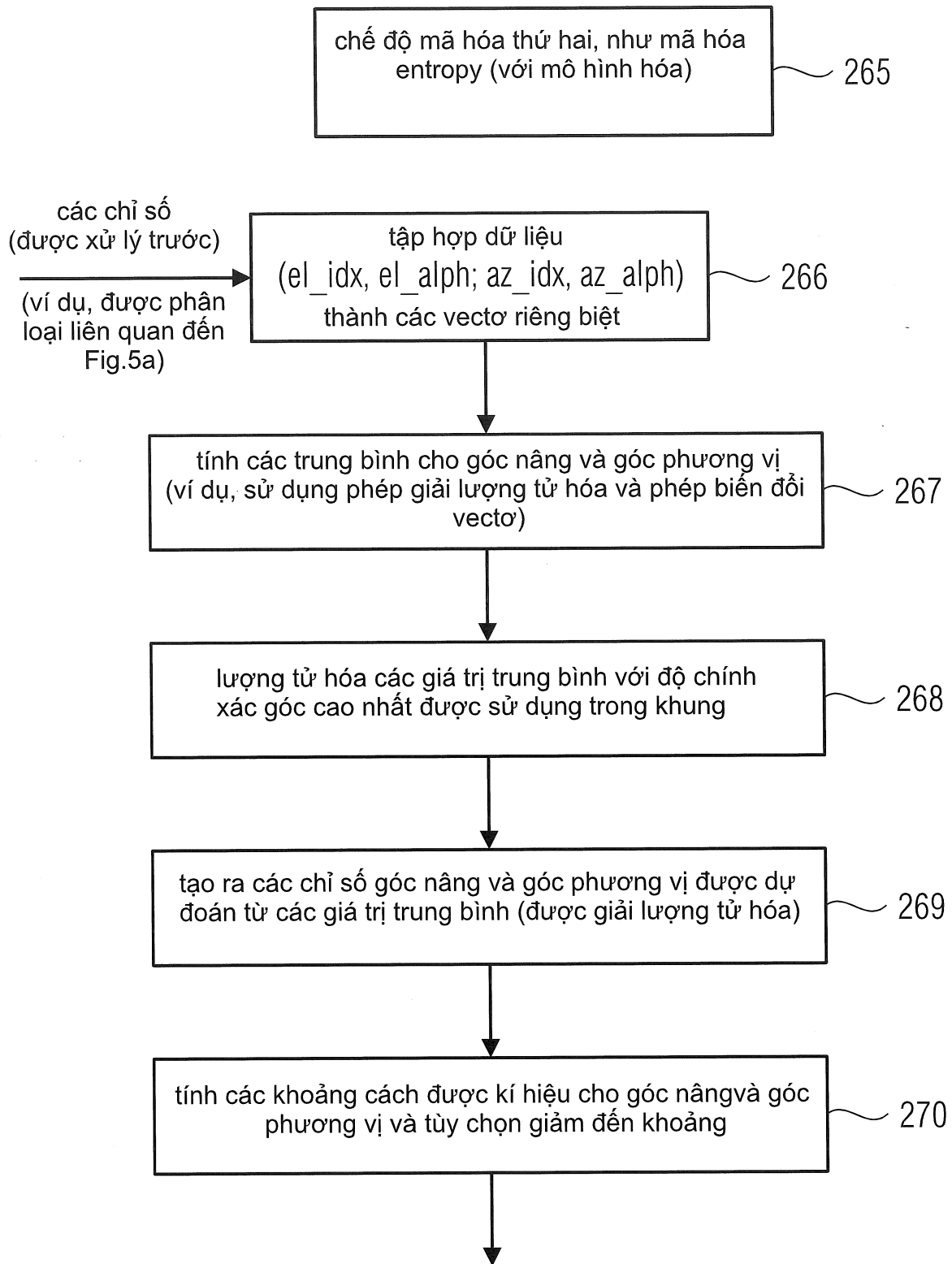


Fig. 5d

(mô hình hóa với phép chiếu để dự đoán)

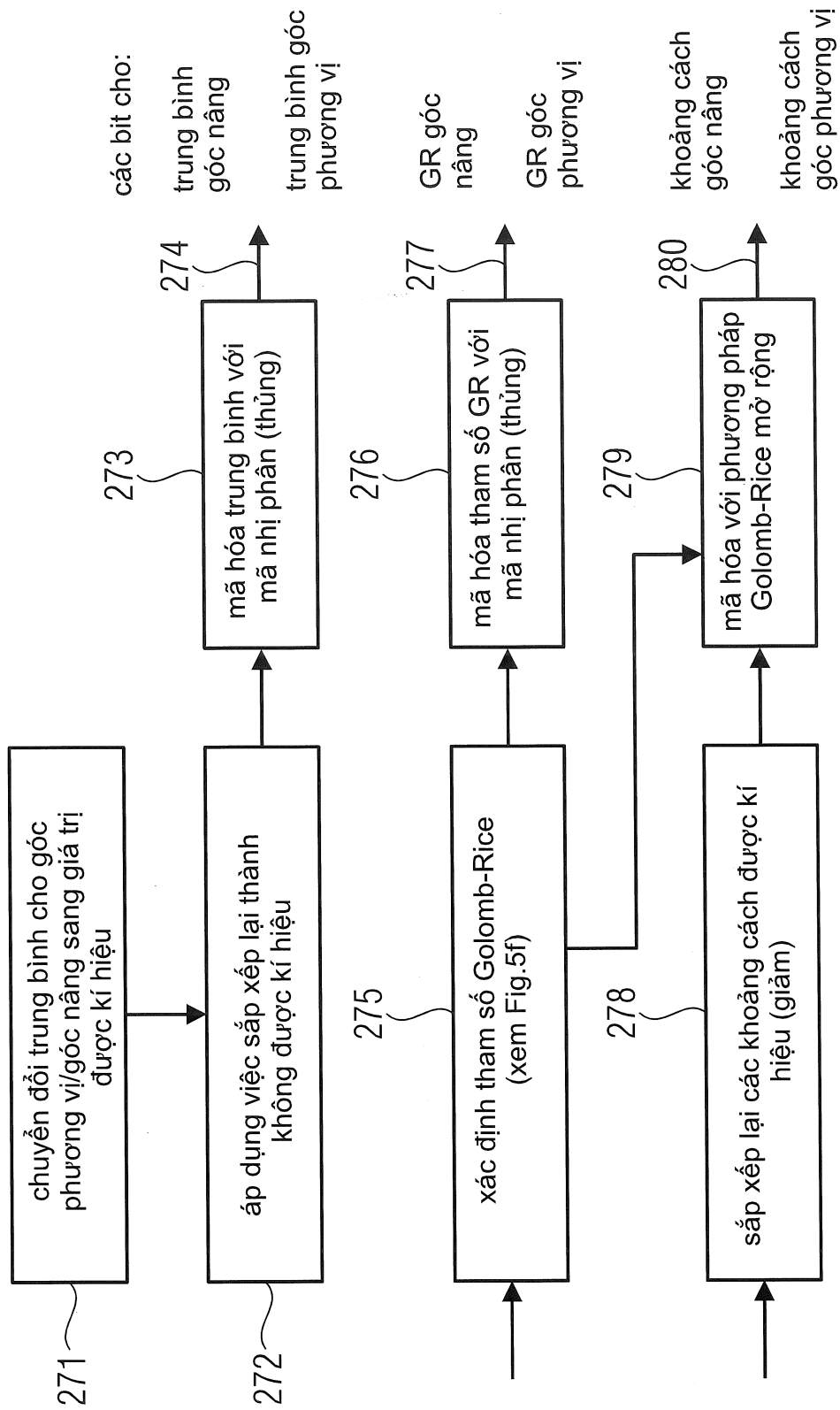


Fig. 5e

(mã hóa, tức là, chuyển đổi thành các bit để lưu trữ việc truyền)

18/38

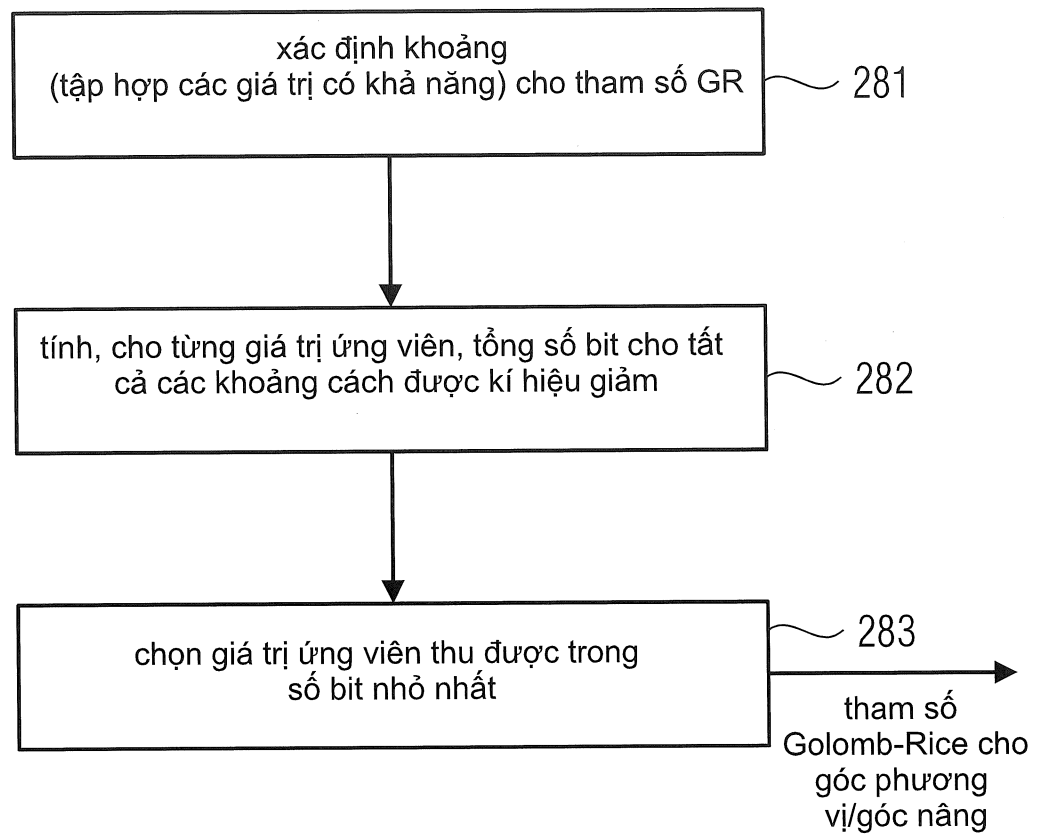


Fig. 5f

19/38

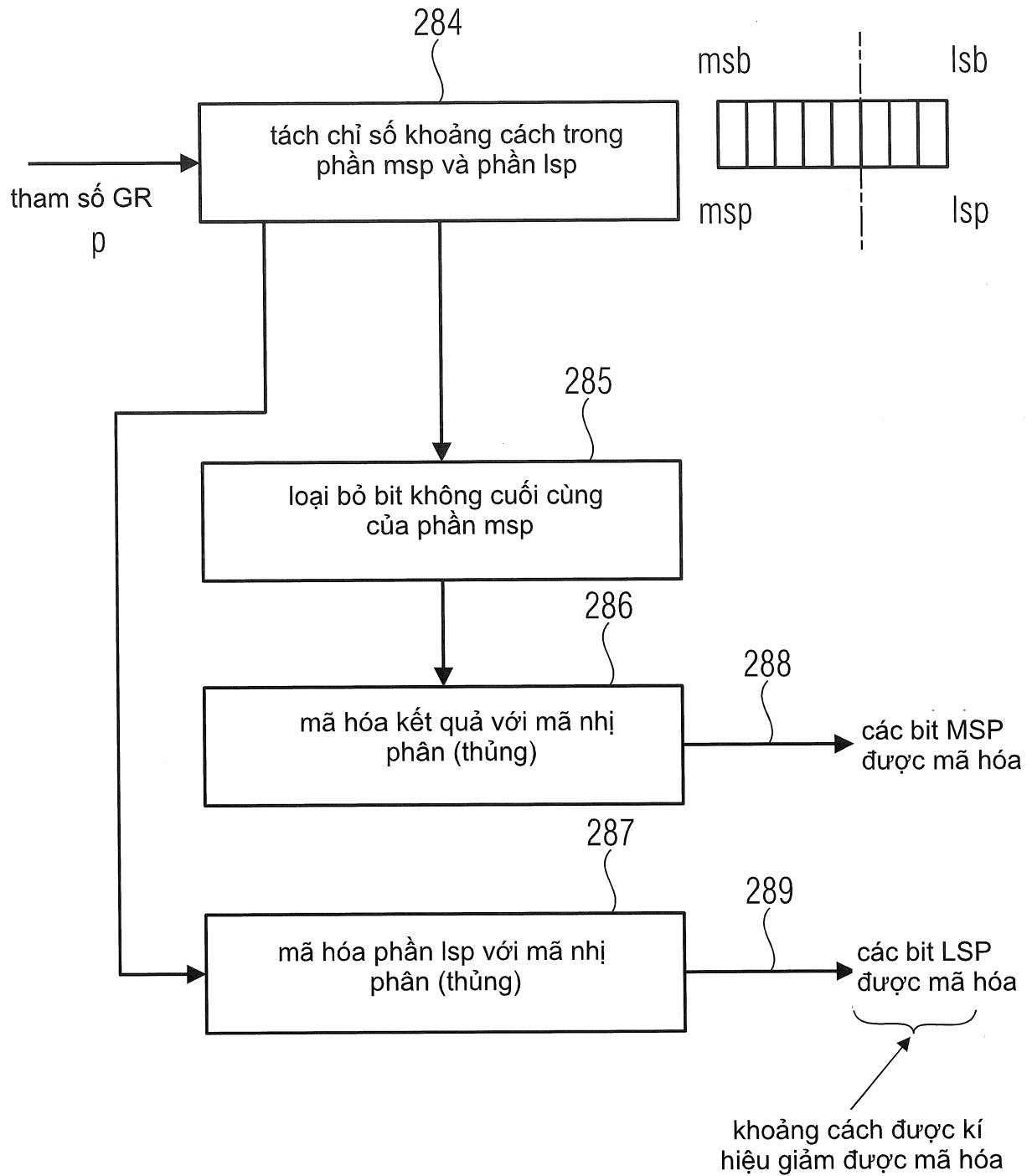


Fig. 5g

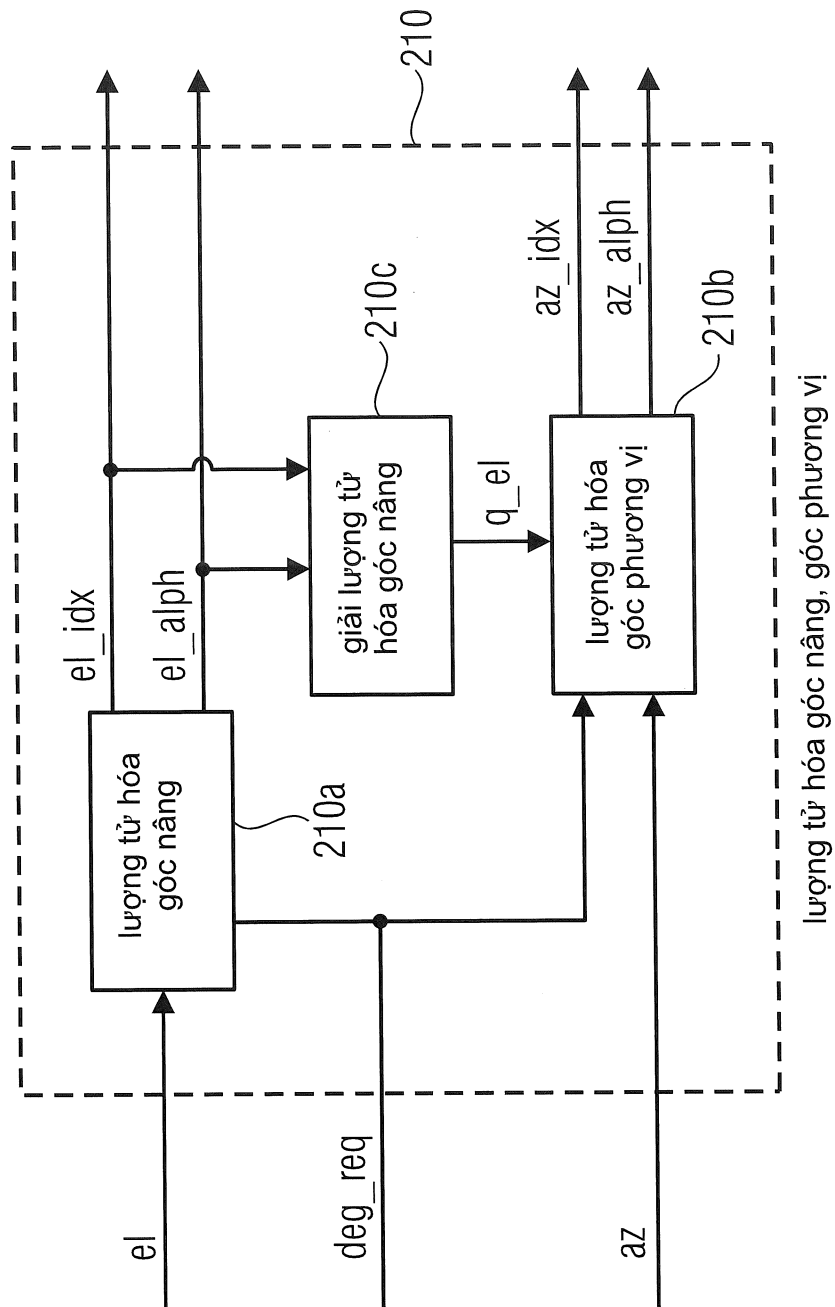


Fig. 6a
bộ mã hóa

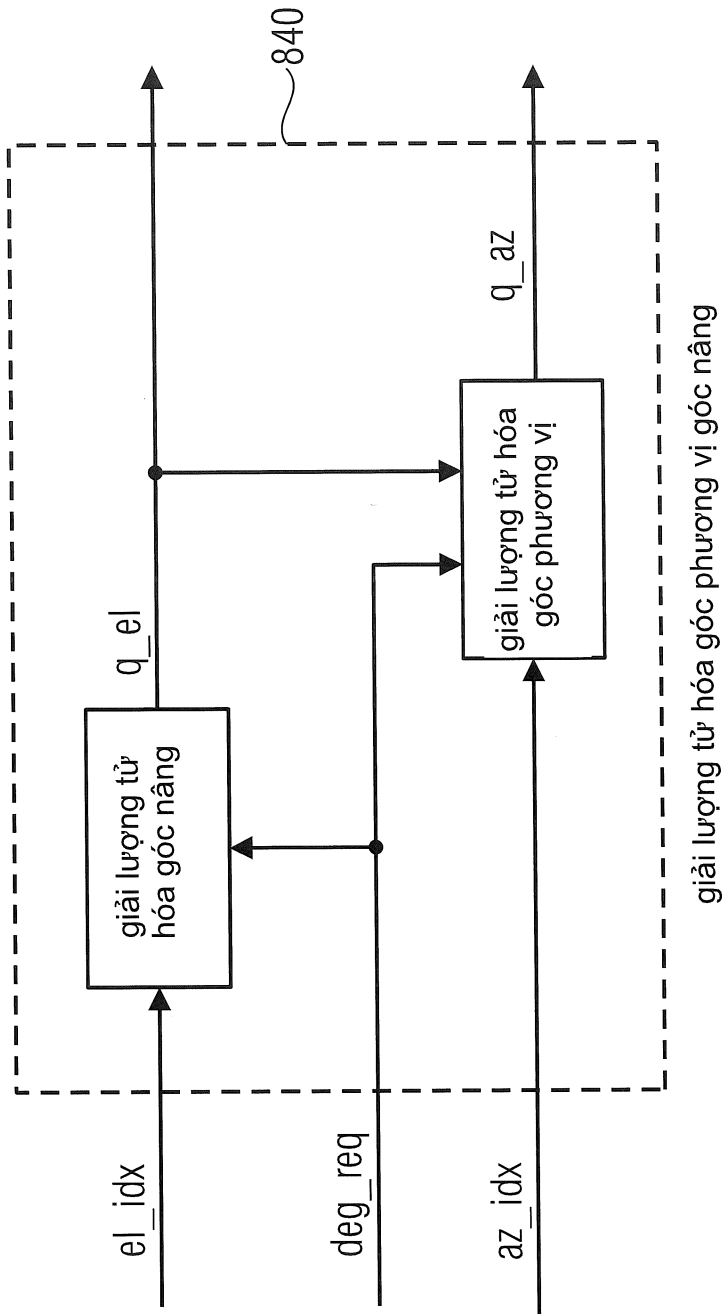


Fig. 6b

Bộ mã hóa/bộ giải mã

22/38

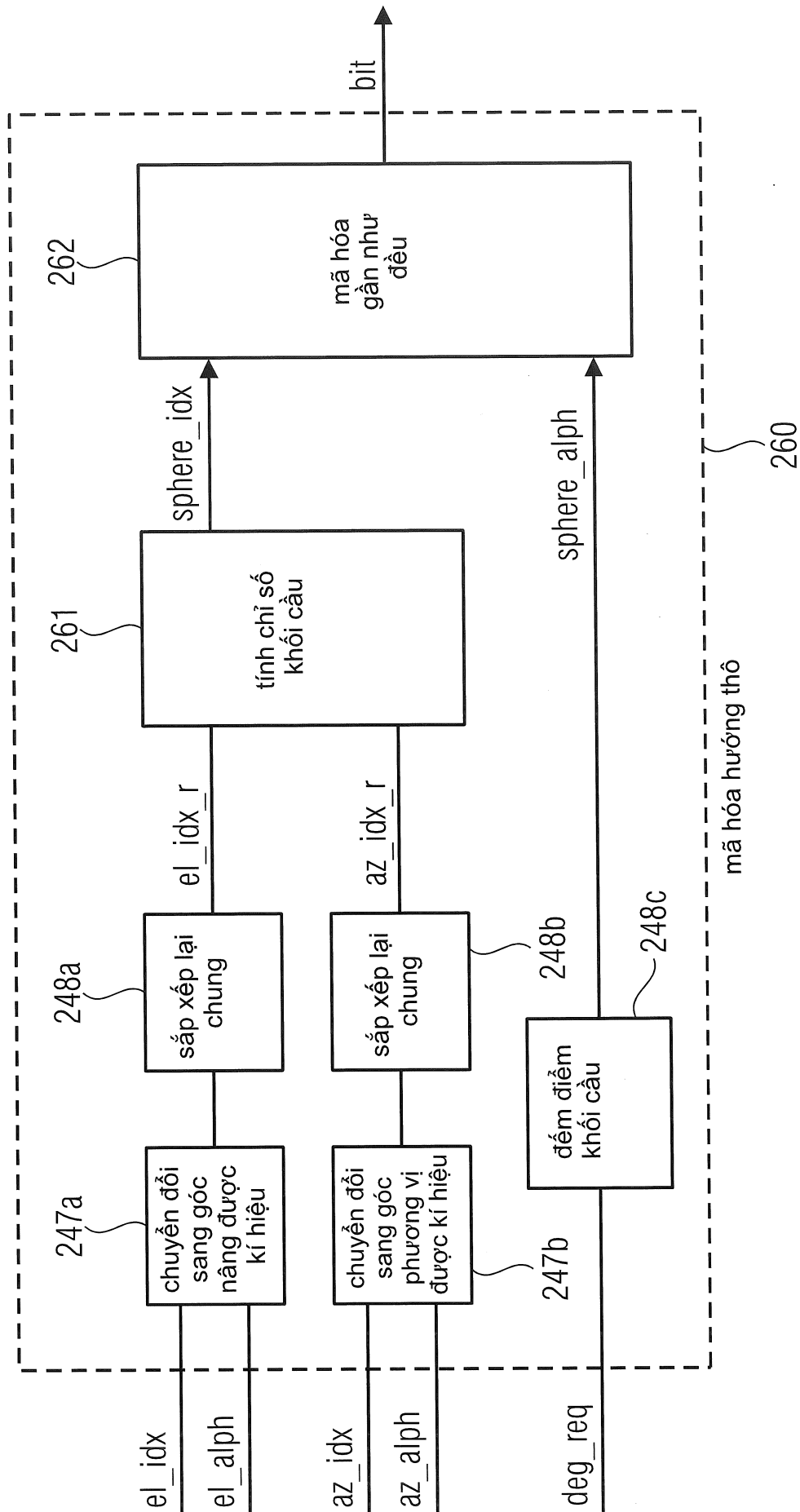


Fig. 6C
bộ mã hóa

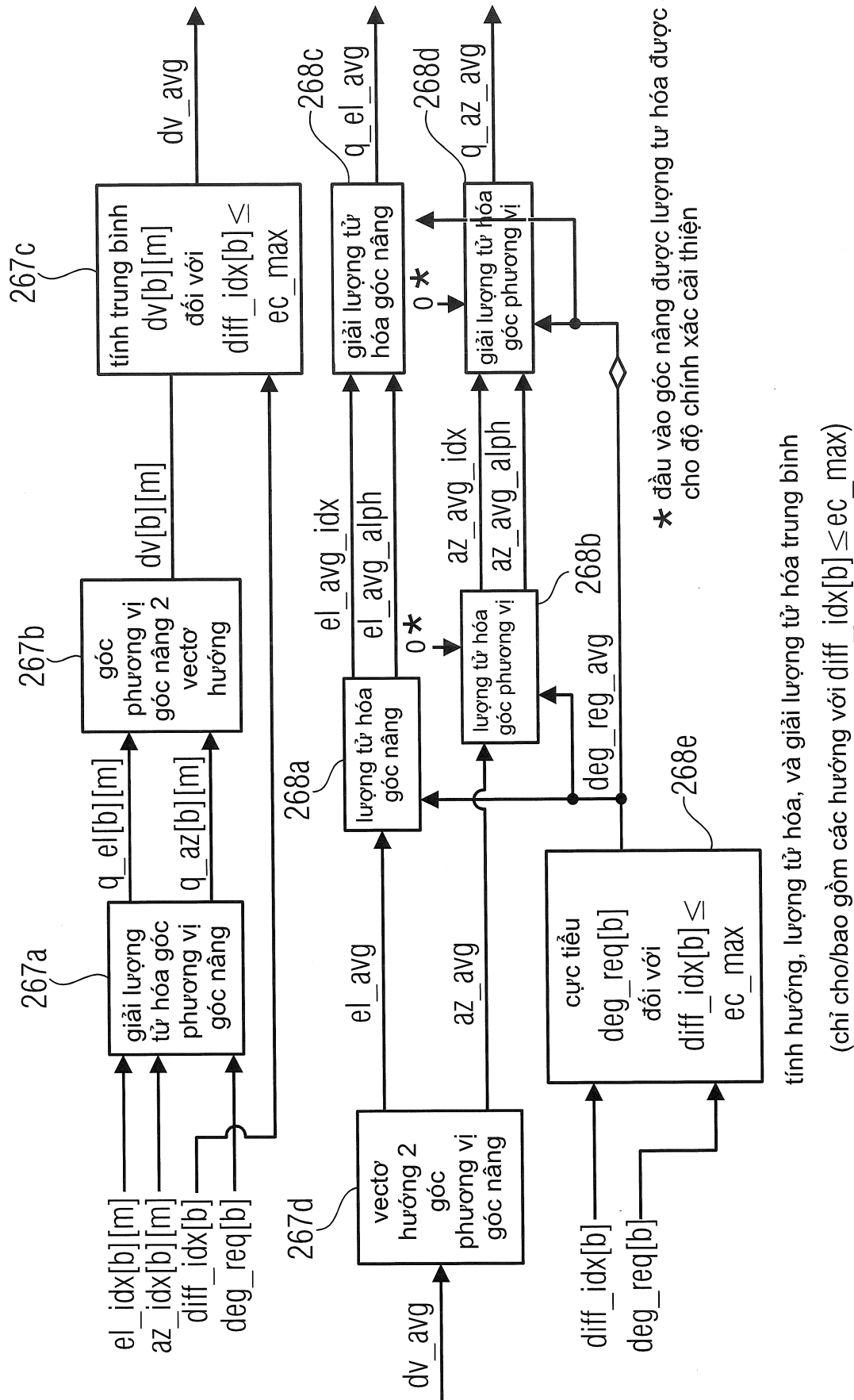


Fig. 6d

bộ mã hóa

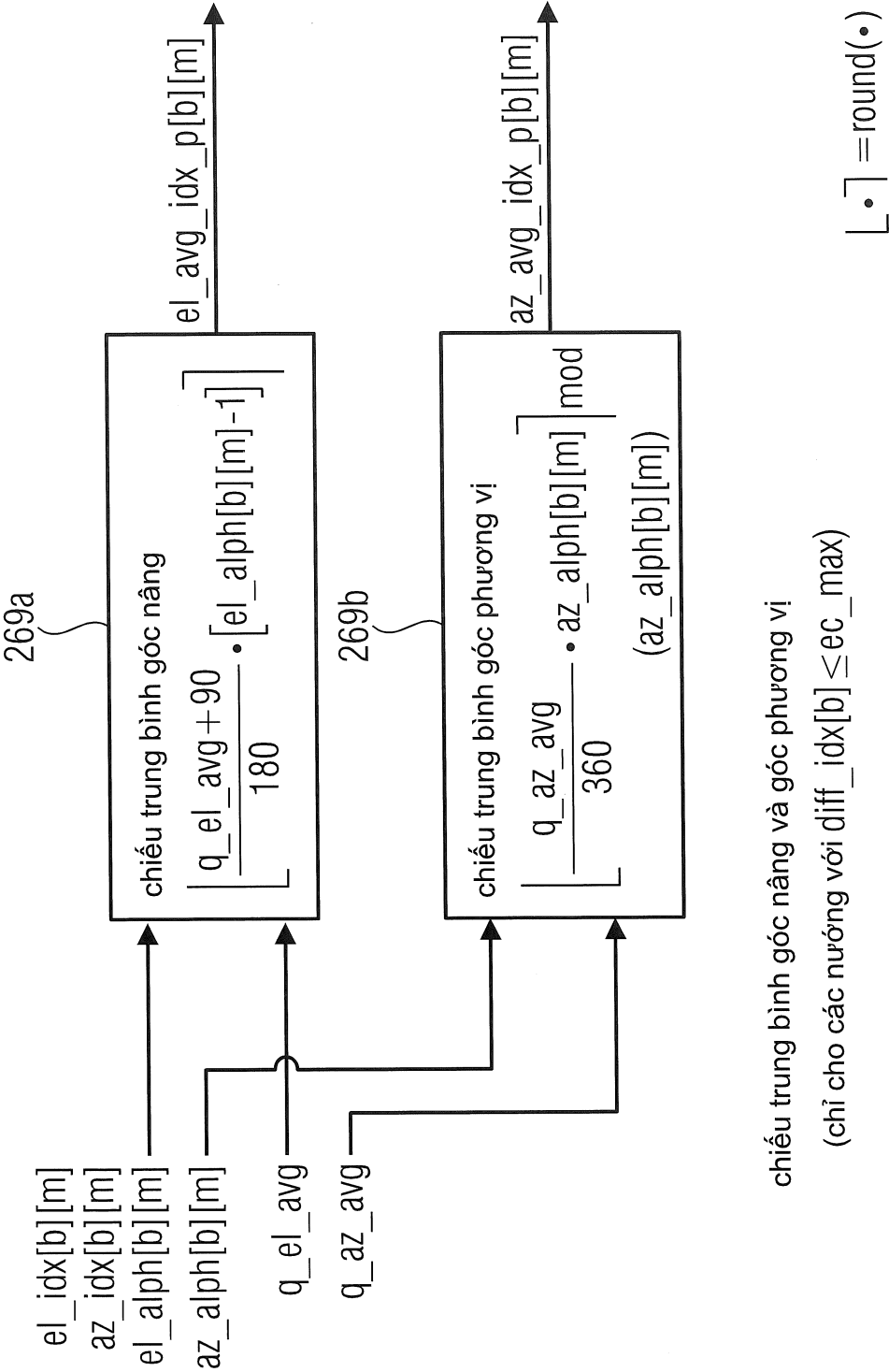
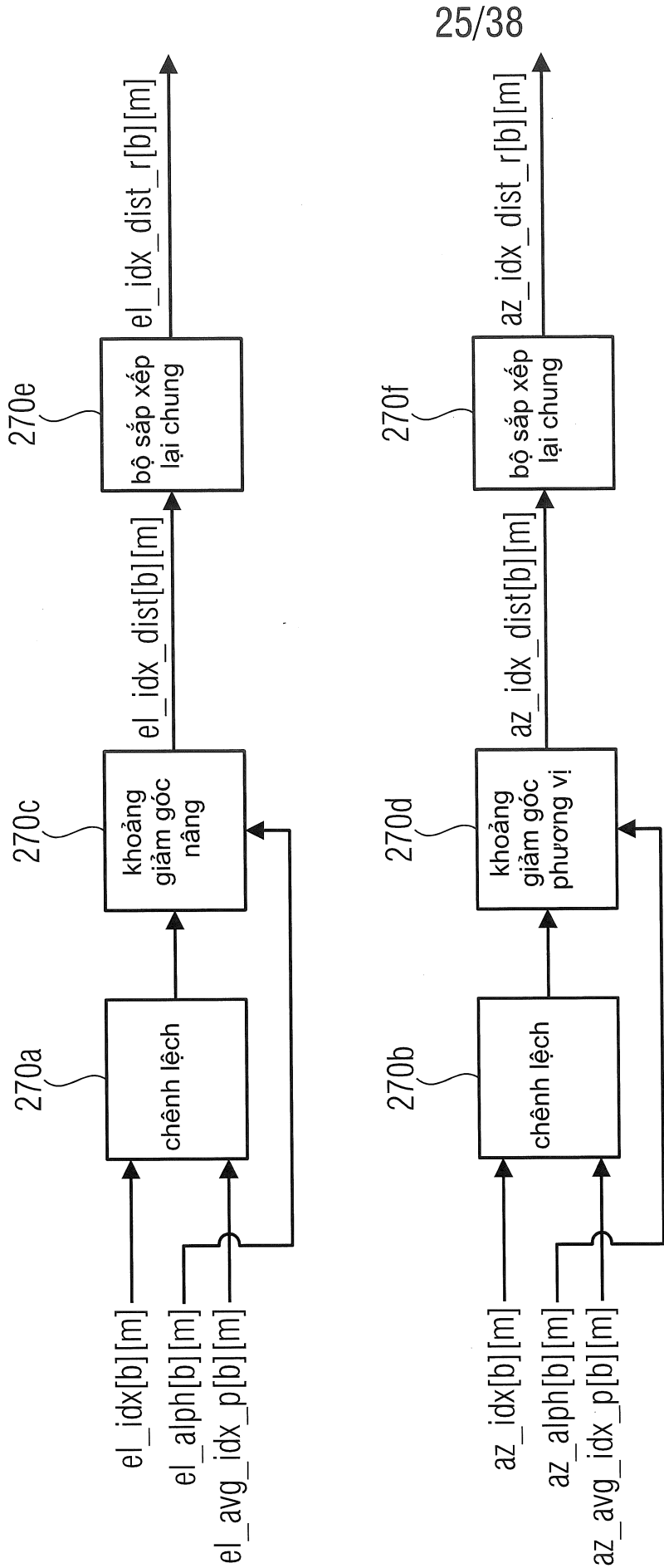


Fig. 6e
bộ mã hóa



tính các giá trị mà sẽ được mã hóa với Golomb-Rice mở rộng,
riêng biệt đối với góc năng và góc phương vị

(chỉ cho các hướng với $diff_idx[b] \leq ec_max$)

Golomb-Rice mở rộng: xem ví dụ, các hình vẽ từ Fig.5e đến Fig.5g

Fig. 6f
bộ mã hóa

26/38

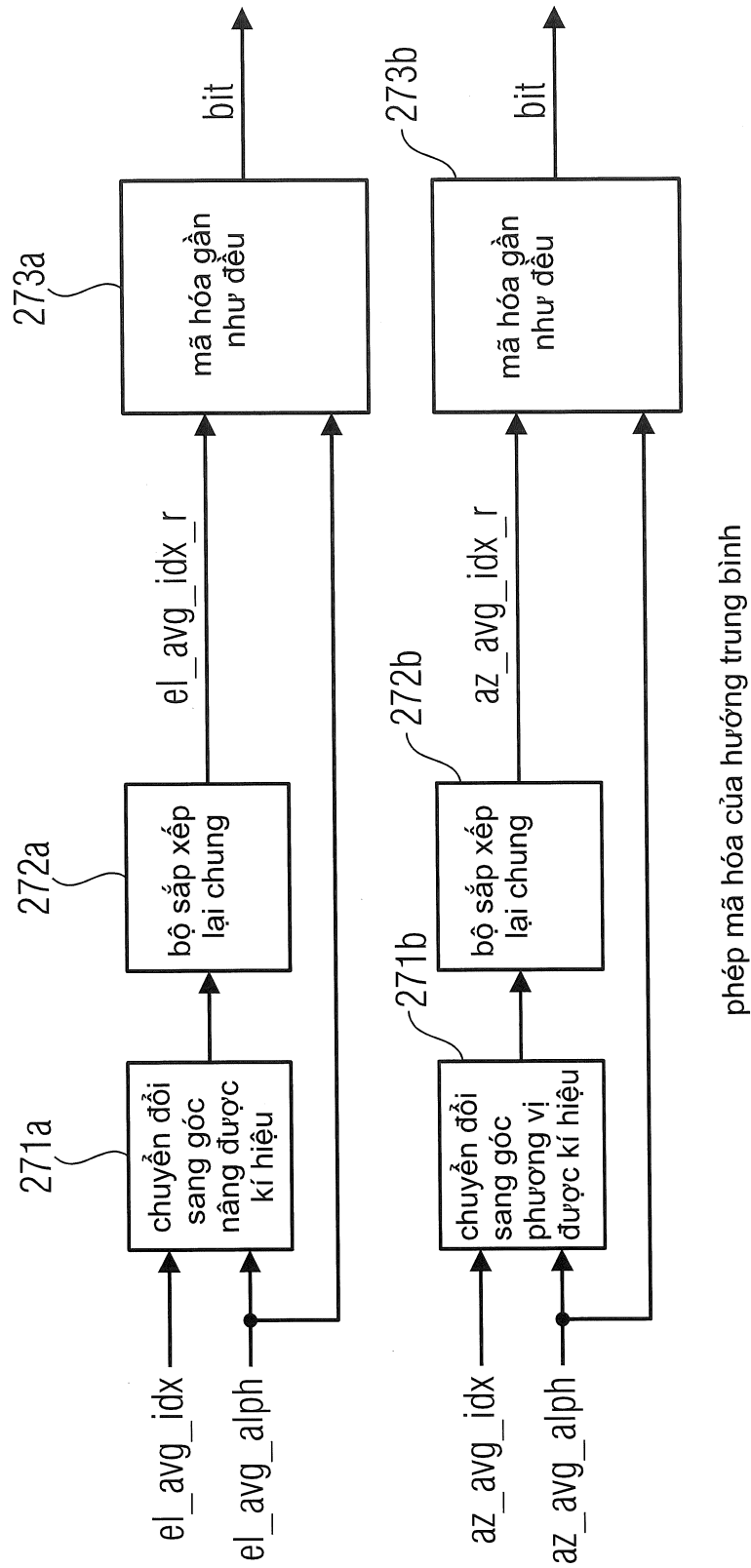


Fig. 6g
bộ mã hóa

27/38

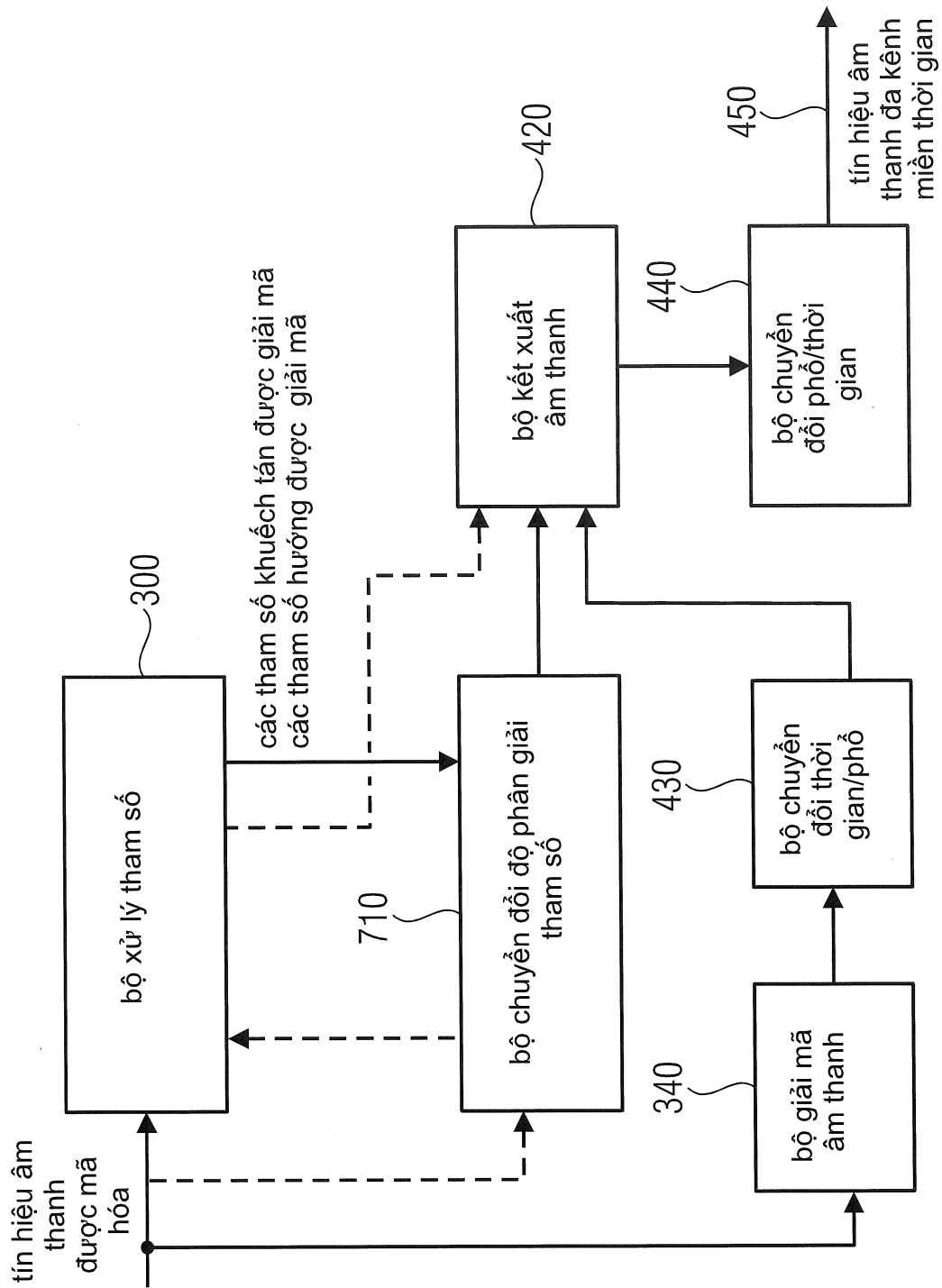


Fig. 7a

28/38

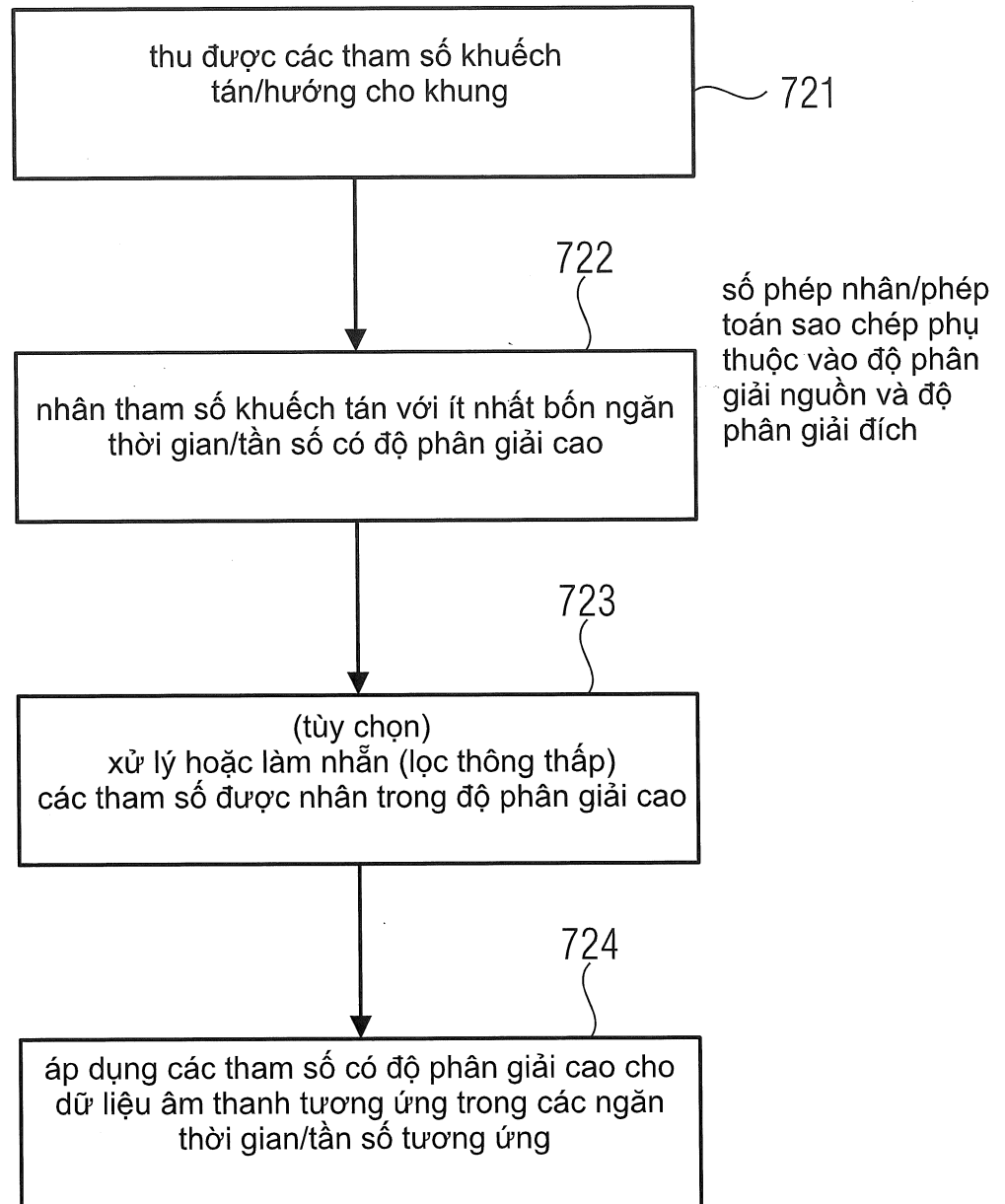


Fig. 7b

29/38

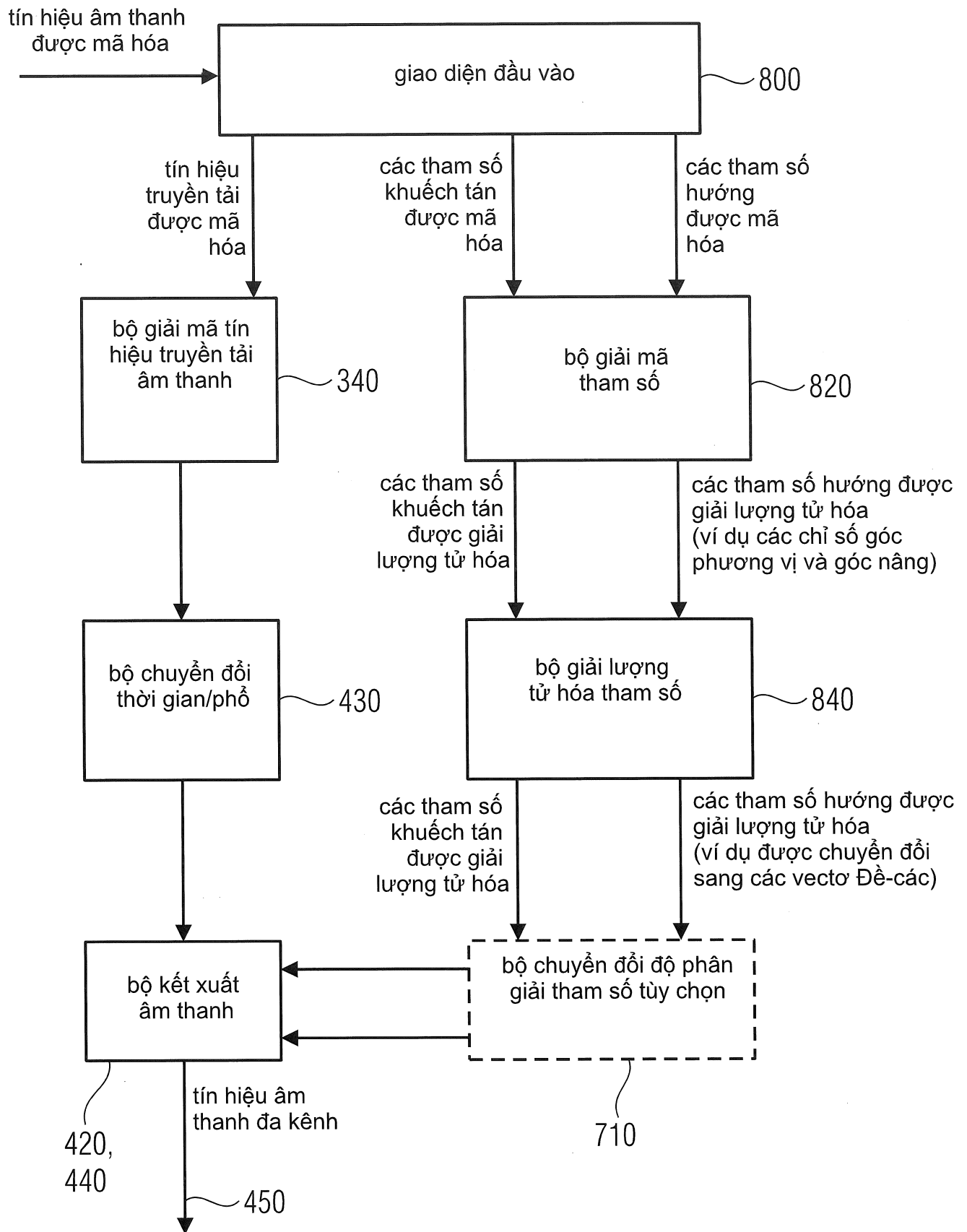


Fig. 8a

30/38

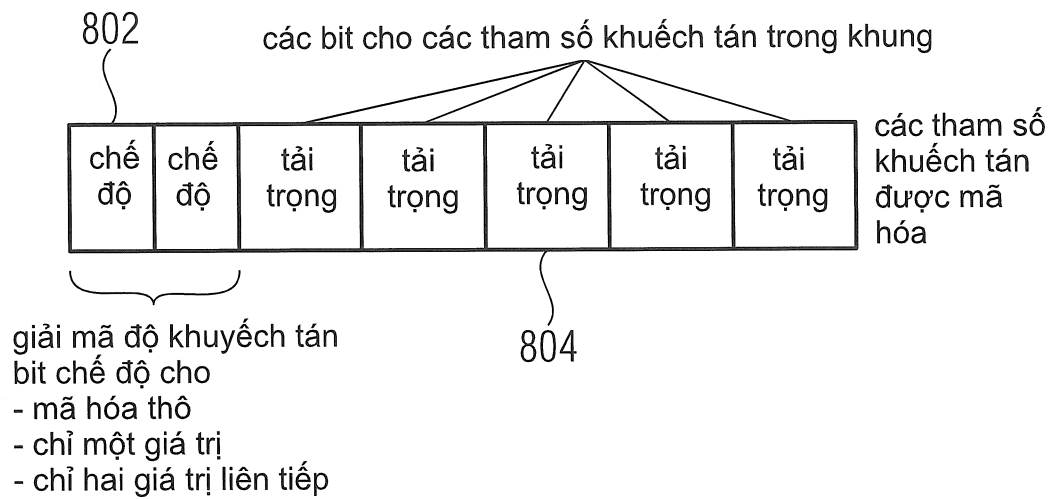


Fig. 8b

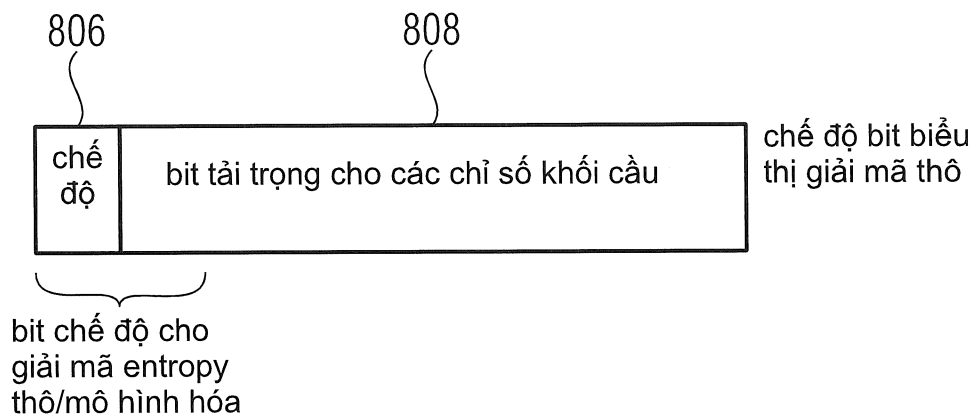


Fig. 8c

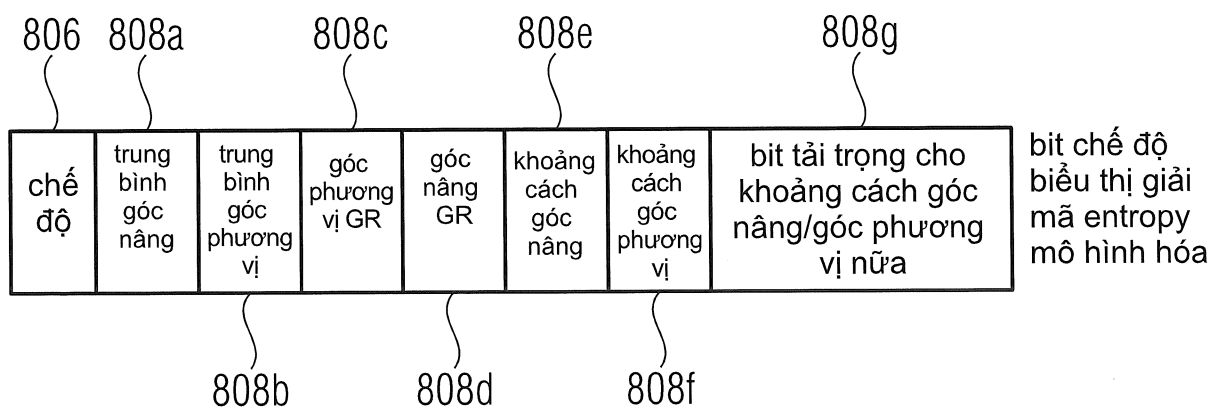


Fig. 8d

31/38

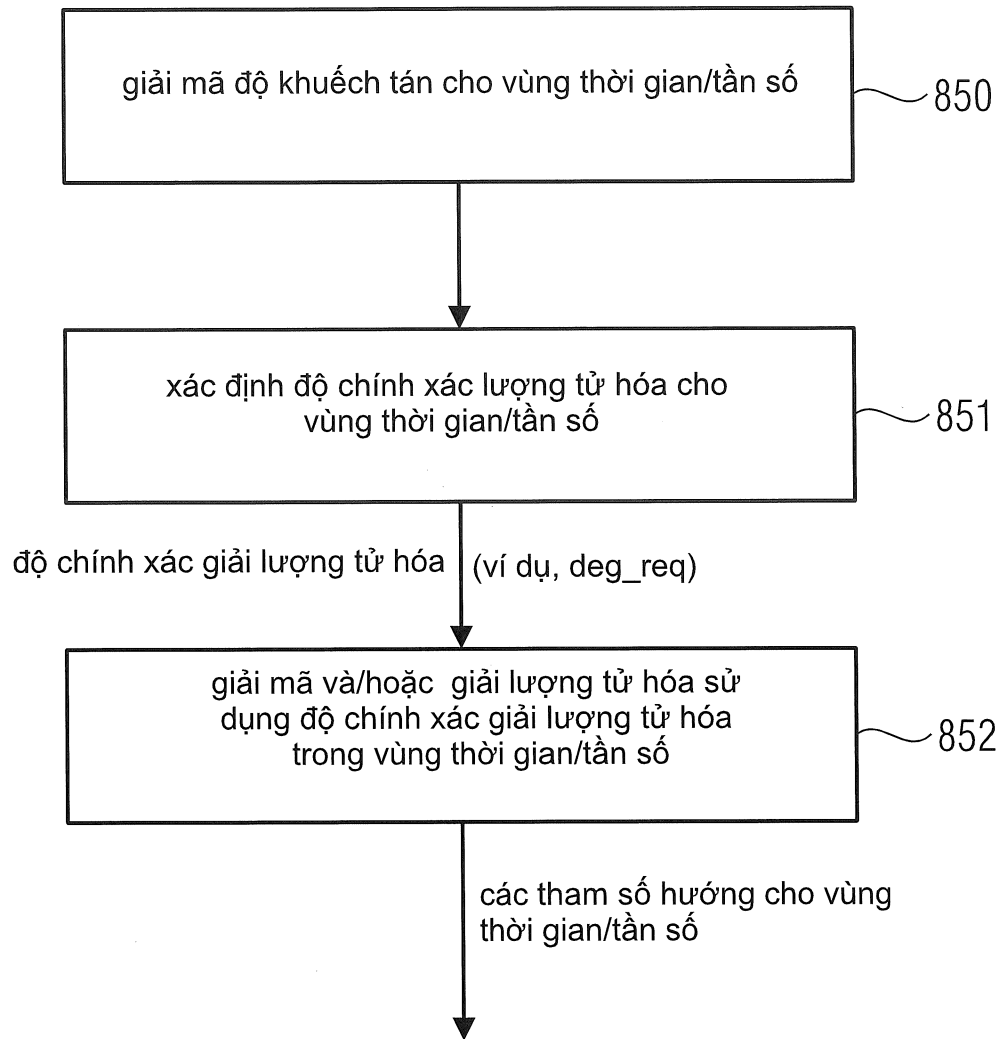


Fig. 8e

32/38

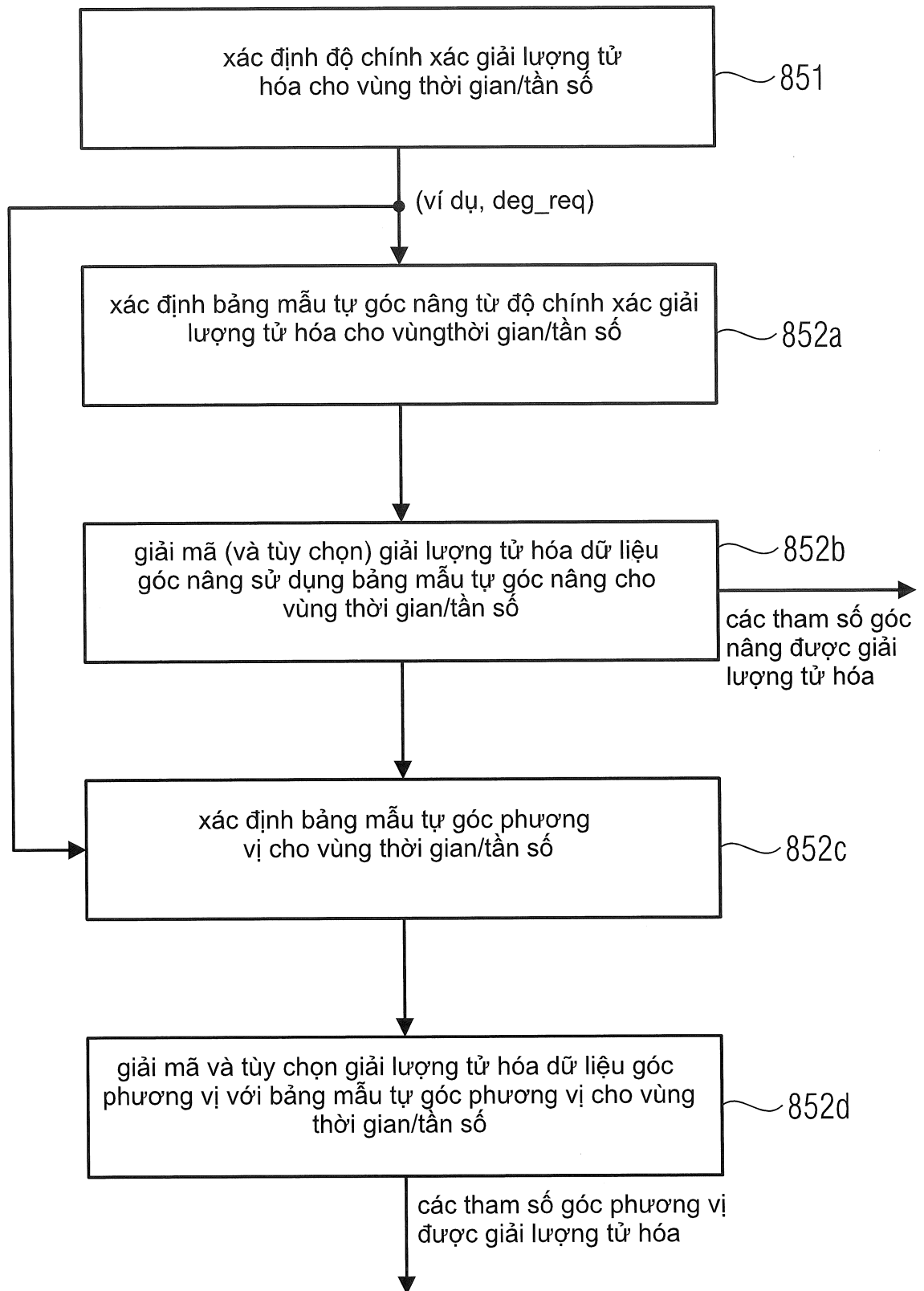


Fig. 8f

33/38

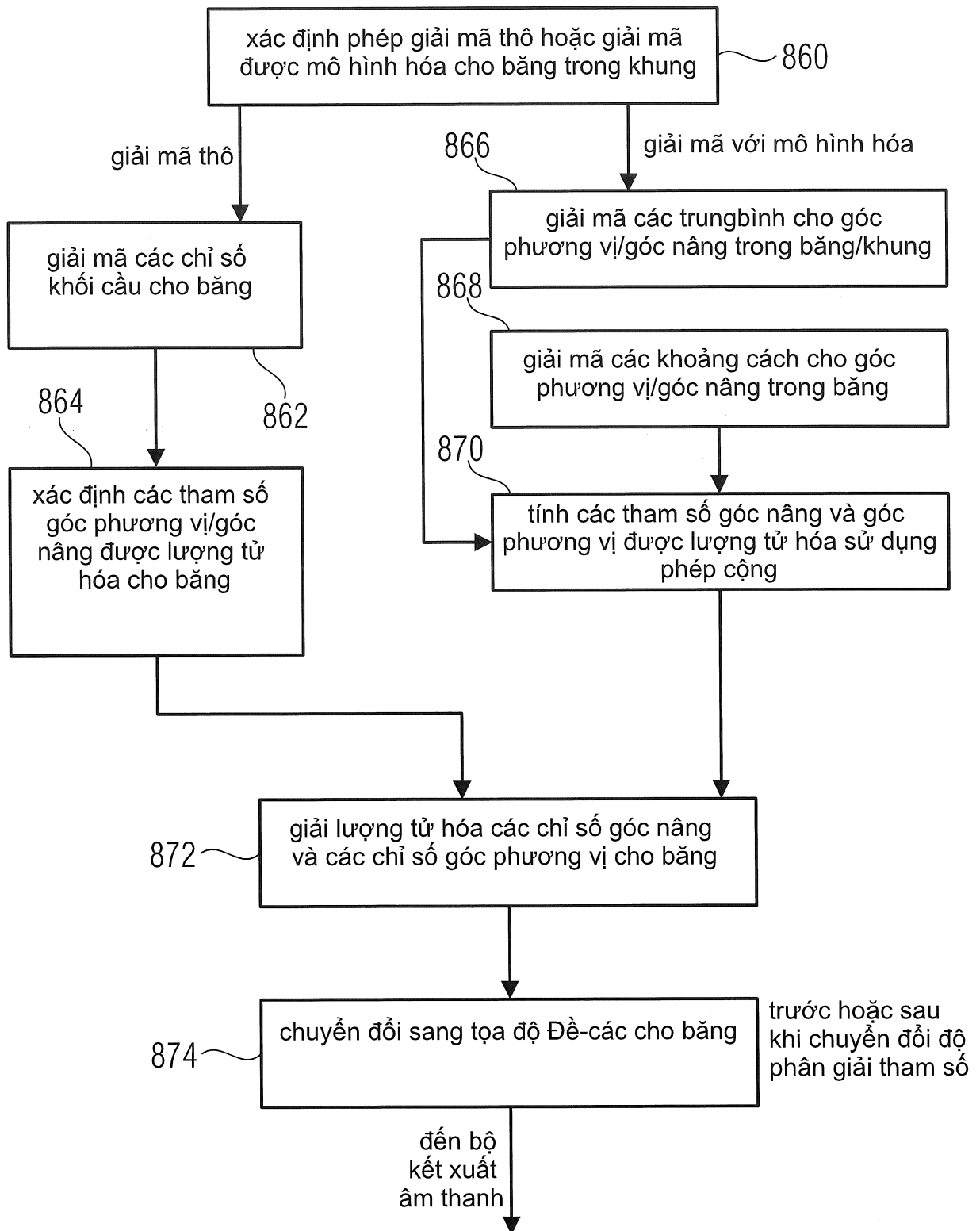


Fig. 8g

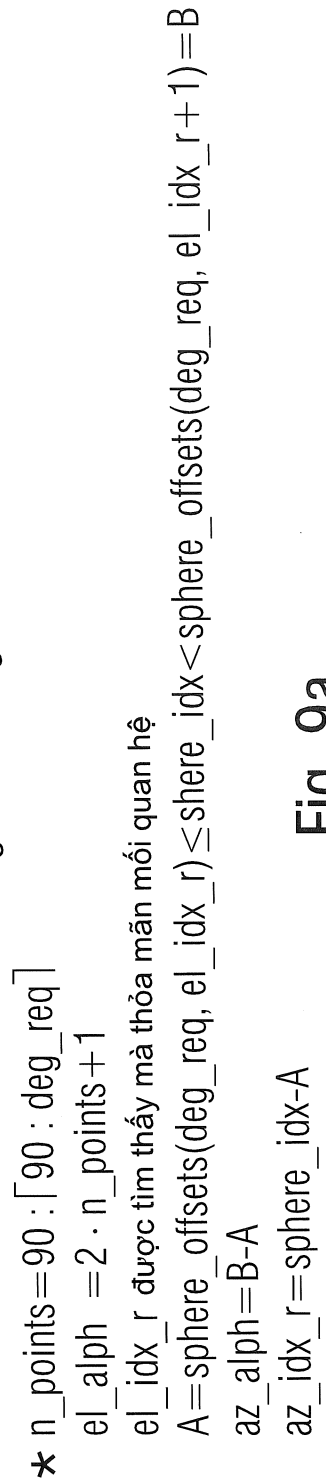


Fig. 9a
Bộ giải mã

35/38

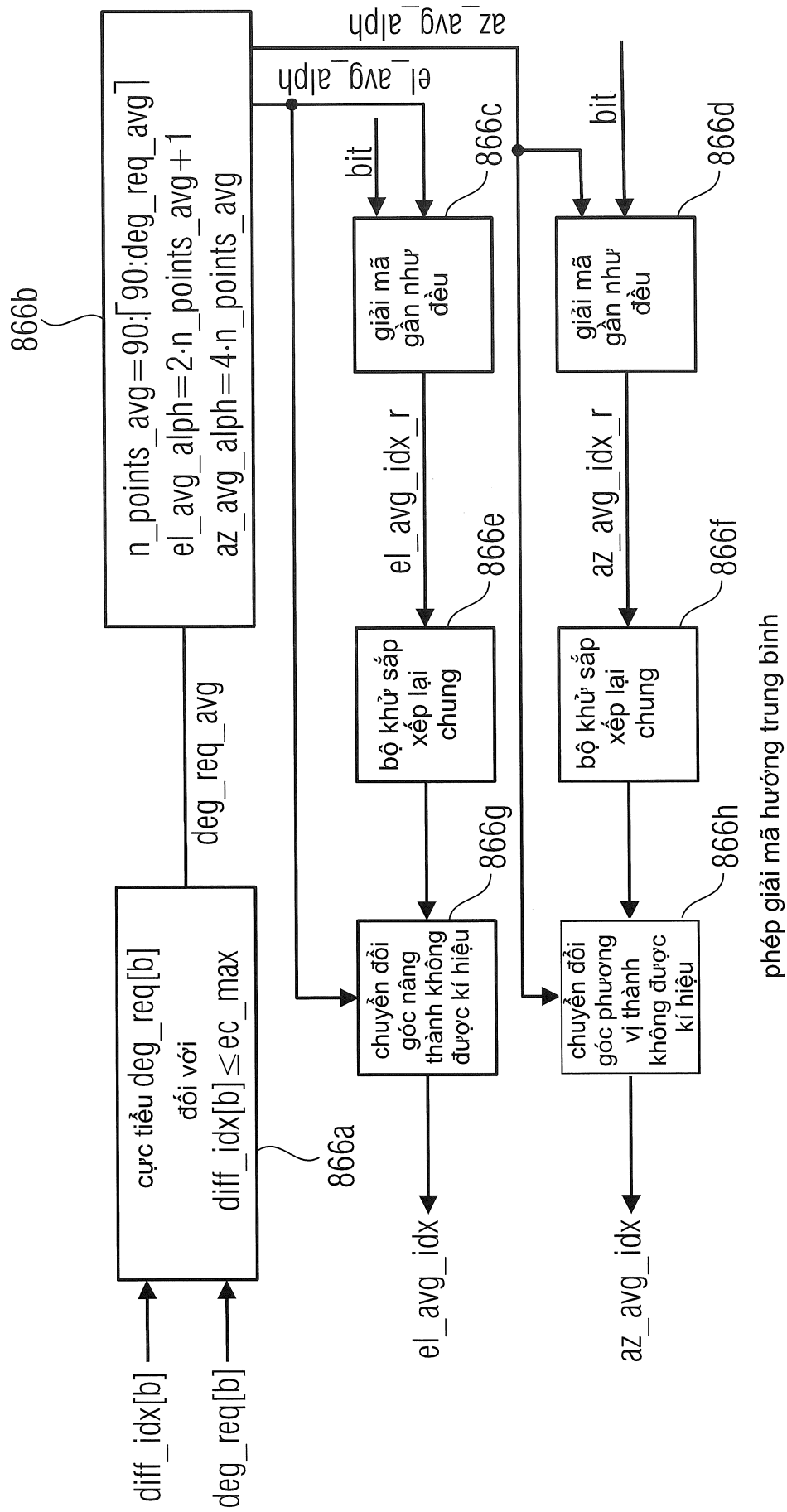


Fig. 9b
Decoder

Fig. 9c
Bộ giải mã

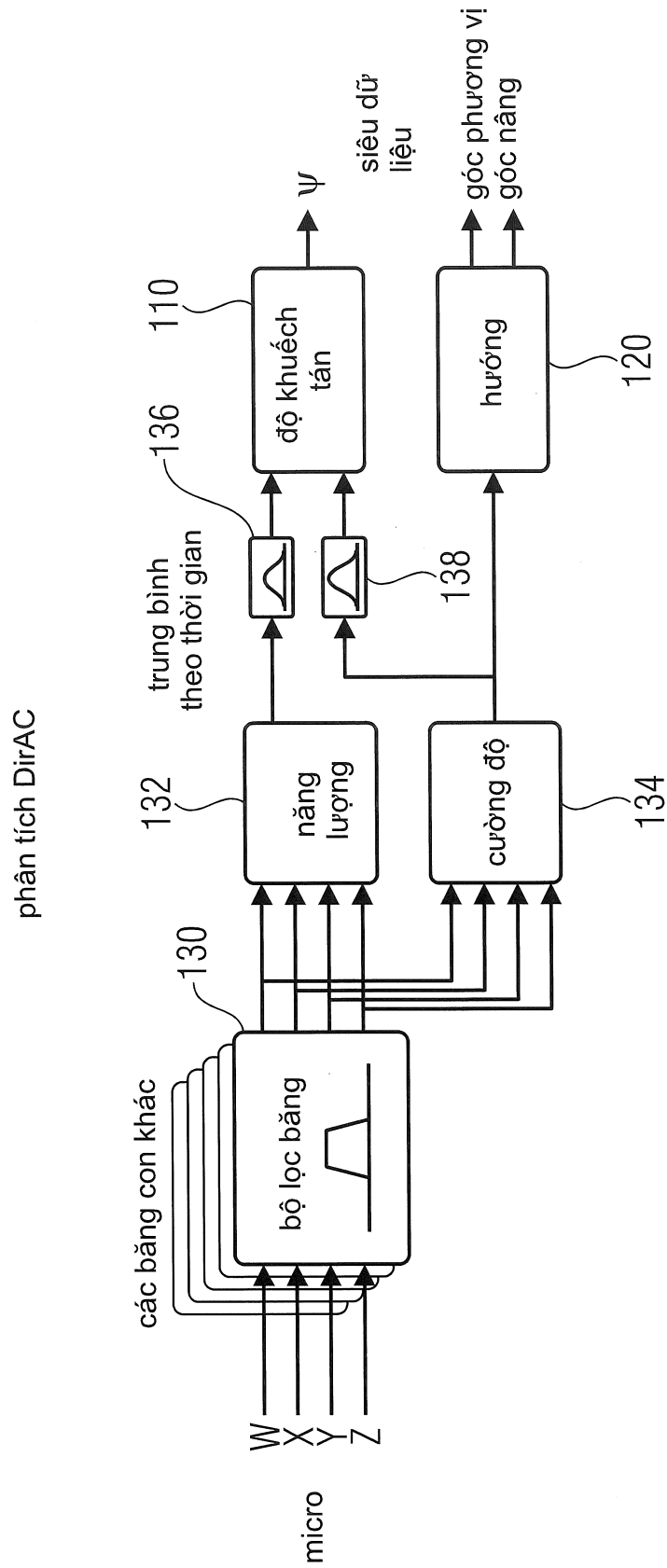


Fig. 10a

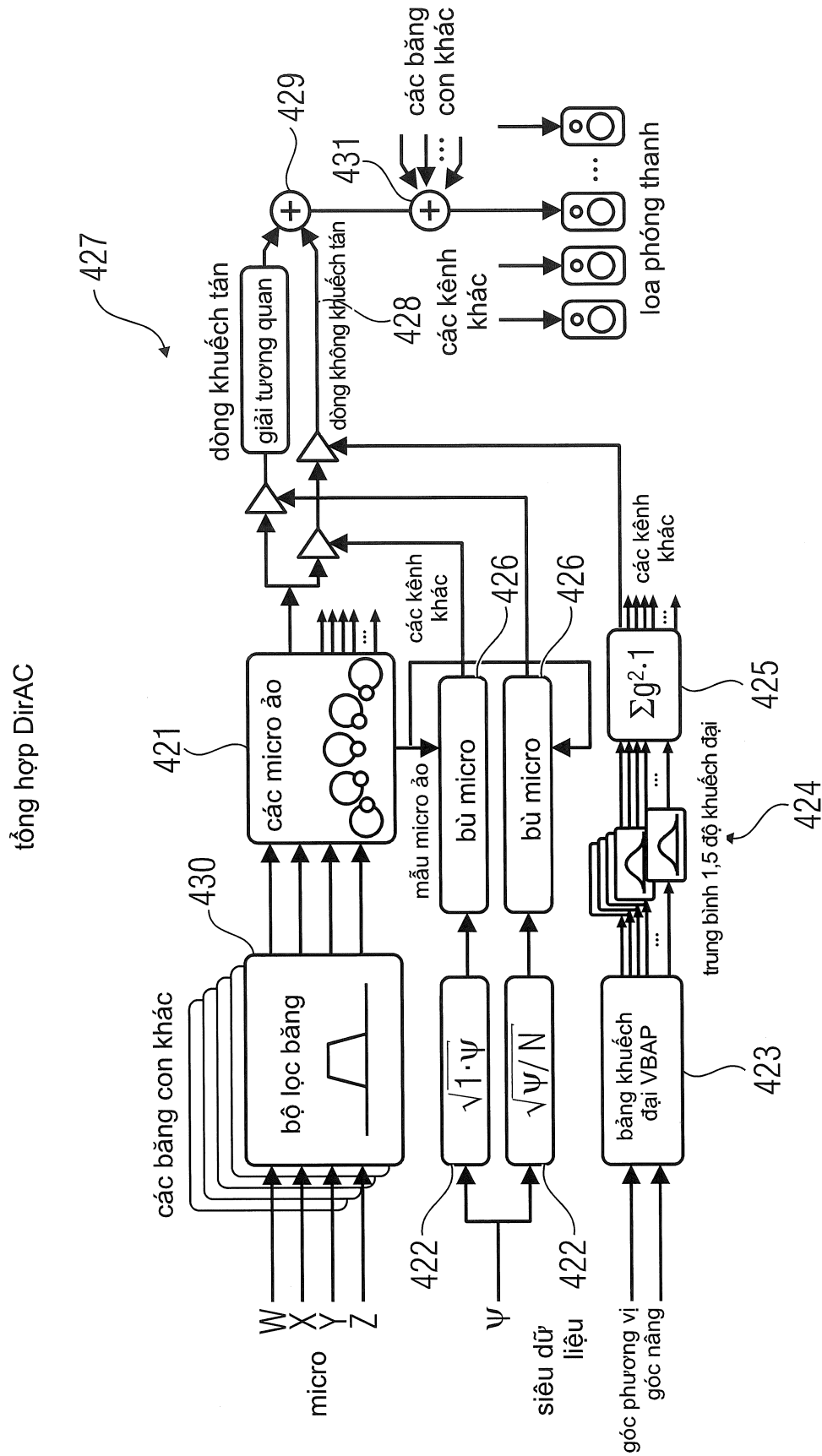


Fig. 10b

Tĩnh trạng kỹ thuật