



(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)



1-0051335

(51)^{2020.01} G10L 19/00; H04S 7/00

(13) B

(21) 1-2020-05337

(22) 16/09/2020

(30) 10-2019-0113428 16/09/2019 KR; 10-2019-0123839 07/10/2019 KR

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/03/2021 396A

(73) GAUDIO LAB, INC. (KR)

3F 12 Teheran-ro 20gil Gangnam-gu Seoul 06235, Republic of Korea

(72) CHON, Sangbae (KR); AHN, Byoungjoon (KR); CHOI, Jaesung (KR); OH, Hyunoh (KR); SEO, Jeonghun (KR); LEE, Taegyul (KR).

(74) Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU AUDIO

(21) 1-2020-05337

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm các bước: nhận tín hiệu âm lập thể; biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số; kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất; tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai; tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên; tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số; biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian.

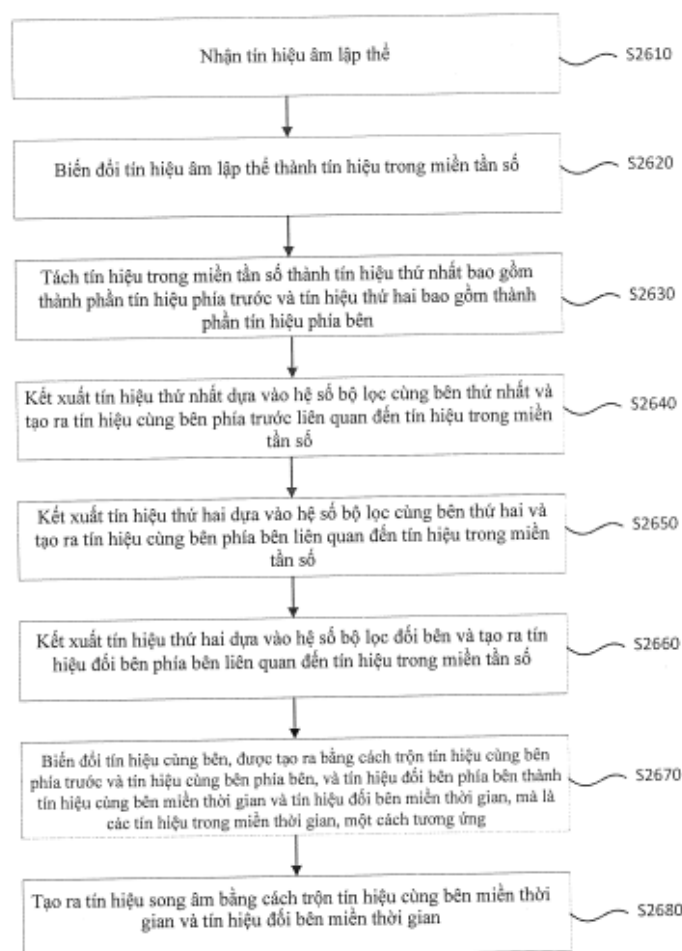


Fig.26

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu để truyền và tái tạo hiệu quả tín hiệu audio, và cụ thể hơn là phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio để cung cấp tín hiệu audio có cảm giác không gian được cải thiện đến người dùng sử dụng các dịch vụ phương tiện bao gồm audio, như phát rộng và tạo luồng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sau sự ra đời của các định dạng audio đa kênh như audio 5.1 kênh, các nội dung mà cung cấp âm thanh sống động và chân thực hơn qua các tín hiệu audio đa kênh đang được công nhận là phương tiện tạo luồng chính trong thị trường truyền thông. Các nội dung và các hệ thống tái tạo dưới dạng Dolby Atmos đã có trong rạp chiếu phim, sử dụng các đối tượng, ngoài hệ thống âm thanh trên cơ sở 5.1 kênh truyền thống thường được tìm thấy. Thêm nữa, cũng trong lĩnh vực thiết bị gia dụng, việc kết xuất 3D ảo tạo ra âm thanh nội dung đa kênh ban đầu sử dụng thiết bị có hệ số hình dạng giới hạn, như thanh âm hoặc UHDTV, được sử dụng để tạo ra âm thanh sống động và chân thực hơn, ngoài việc tái tạo âm thanh trung thực các nội dung đa kênh bằng DVD hoặc đĩa Blu-ray thông thường sử dụng thiết bị như hệ thống chiếu phim trong nhà.

Tuy nhiên, các nội dung được tiêu thụ thường xuyên nhất trong các thiết bị cá nhân như điện thoại thông minh và máy tính bảng. Trong trường hợp này, âm thanh thường được truyền ở định dạng âm lập thể và được xuất ra qua các ống nghe và các tai nghe, và do đó, khó để tạo ra âm thanh sống động đầy đủ. Để giải quyết vấn đề này, bộ trộn tăng mức (upmixer) và bộ kết xuất song âm (binaural renderer) có thể được sử dụng.

Việc trộn tăng mức (upmixing) chủ yếu sử dụng cấu trúc của các tín hiệu tổng hợp qua sự phân tích của chúng, và có cấu trúc xử lý chồng và cộng (overlap-and-add processing structure) dựa vào việc tạo cửa sổ và biến đổi thời gian-tần số, đảm bảo sự tái

lập hoàn hảo.

Việc kết xuất song âm (binaural rendering) được triển khai bằng cách thực hiện tích chập của đáp ứng xung liên quan đến đầu (head-related impulse response, HRIR) của kênh ảo đã cho. Do đó, việc kết xuất song âm yêu cầu một lượng tương đối lớn phép tính, và do vậy có cấu trúc trong đó tín hiệu được biến đổi thời gian-tần số sau khi được đệm với số không được nhân lên trong miền tần số. Ngoài ra, khi HRIR rất dài được yêu cầu, việc kết xuất song âm có thể dùng tích chập khối.

Cả việc trộn tăng mức và kết xuất song âm đều được thực hiện trong các miền tần số. Tuy nhiên, hai miền tần số có các đặc điểm khác nhau. Việc trộn tăng mức được đặc trưng ở chỗ sự thay đổi tín hiệu của nó trong miền tần số thường thể hiện không có sự thay đổi pha, do sự thay đổi pha không tương thích với giả định về sự tái lập hoàn hảo bằng cửa sổ phân tích và cửa sổ tổng hợp. Miền tần số của việc kết xuất song âm bị hạn chế ở chỗ miền tích chập tròn bao gồm sự thay đổi pha hoặc tín hiệu và HRR cho tích chập được đệm với số không và do vậy hiệu ứng răng cưa (aliasing) bởi tích chập tròn không nên xảy ra. Điều này là do sự thay đổi trong tín hiệu đầu vào bằng cách trộn tăng mức không đảm bảo vùng được đệm với số không.

Trong trường hợp trong đó hai quy trình được kết hợp nối tiếp, tất cả các biến đổi thời gian-tần số cho việc trộn tăng mức cần được bao gồm, và do vậy một lượng rất lớn phép tính được yêu cầu. Do đó, kỹ thuật mà có thể phản ánh cả hai cấu trúc và được tối ưu hóa về lượng tính toán được yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất cấu trúc xử lý chồng và cộng trong đó việc trộn tăng mức và kết xuất song âm được kết hợp hiệu quả.

Một khía cạnh khác của sáng chế đề xuất phương pháp sử dụng sự kết xuất cùng

bên để làm giảm các sự giả tạo màu (coloration artifacts) như lọc kiểu răng lược xảy ra trong quá trình định vị hình ảnh âm thanh phía trước.

Giải pháp kỹ thuật

Sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu audio.

Cụ thể, phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm các bước: nhận tín hiệu âm lập thể; biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số; tách tín hiệu trong miền tần số thành tín hiệu thứ nhất và tín hiệu thứ hai dựa vào tương quan liên kênh (inter-channel correlation) và chênh lệch mức liên kênh (inter-channel level difference, ICLD) của tín hiệu miền tần số, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm thành phần phía trước của tín hiệu miền tần số, và tín hiệu thứ hai bao gồm thành phần phía bên của tín hiệu miền tần số; kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, và tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) thứ nhất; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của HRIR thứ hai; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên, và tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc đối bên được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng đối bên của HRIR thứ hai; biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, trong đó tín hiệu song âm được tạo ra xem xét độ trễ thời gian giữa hai tai (interaural time delay, ITD) được áp dụng cho tín hiệu đối bên miền thời gian, và trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và hệ số bộ lọc đối bên là các số thực.

Thêm nữa, trong bản mô tả này, thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm: thiết bị đầu cuối nhập được tạo cấu hình để nhận tín hiệu âm lập thể; và bộ xử lý bao gồm bộ kết xuất, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để: biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số; tách tín hiệu trong miền tần số thành tín hiệu thứ nhất và tín hiệu thứ hai dựa vào tương quan liên kênh và chênh lệch mức liên kênh (ICLD) của tín hiệu miền tần số, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm thành phần phía trước của tín hiệu miền tần số và tín hiệu thứ hai bao gồm thành phần phía bên của tín hiệu miền tần số; kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, và tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) thứ nhất; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của HRIR thứ hai; kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên, và tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc đối bên được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng đối bên của HRIR thứ hai; biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, trong đó tín hiệu song âm được tạo ra xem xét độ trễ thời gian giữa hai tai (ITD) được áp dụng cho tín hiệu đối bên miền thời gian, và trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và hệ số bộ lọc đối bên là các số thực.

Thêm nữa, trong bản mô tả này, việc biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng, bao gồm các bước: biến đổi tín hiệu cùng

bên bên trái và tín hiệu cùng bên bên phải, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, thành tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và biến đổi tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu đối bên bên trái và tín hiệu đối bên bên phải, là các tín hiệu miền thời gian, cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, trong đó tín hiệu song âm được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu đối bên bên trái miền thời gian, và bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian và tín hiệu đối bên bên phải miền thời gian.

Thêm nữa, trong bản mô tả này, tổng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu âm lập thể.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, tổng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu âm lập thể.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, năng lượng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và năng lượng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất là giống nhau.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, đặc điểm đối bên của HRIR khi xem xét ITD được áp dụng cho đặc điểm cùng bên của HRIR.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, ITD nhỏ hơn hoặc bằng 1 ms.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu cùng bên phía trước; pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu cùng bên phía trước; pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu đối bên là

giống nhau; và pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế đề xuất âm thanh có cảm giác không gian được cải thiện qua việc trộn tăng mức và song âm hóa dựa vào nguồn âm lập thể.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm trên đây và các khía cạnh, dấu hiệu, và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả chi tiết sau đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 minh họa bộ biến đổi tần số của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 là biểu đồ thể hiện của số hình sin để cung cấp sự tái lập hoàn hảo theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 minh họa bộ trộn tăng mức của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 là biểu đồ thể hiện hàm quyết định mềm (soft decision function) theo một phương án của sáng chế.

Fig.6 minh họa bộ kết xuất của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 minh họa bộ biến đổi và trộn theo thời gian (temporal transform-and-mixing unit) của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng

chế;

Fig.8 minh họa thuật toán để cải thiện âm thanh không gian sử dụng thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.9 minh họa thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức được đơn giản hóa dùng cho cấu trúc máy chủ-máy khách theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tín hiệu audio trong miền tần số theo một phương án của sáng chế;

Fig.11 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa các tín hiệu đầu vào audio trong nhiều miền tần số theo một phương án của sáng chế;

Fig.12 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế;

Fig.13 minh họa nón nhòe (cone of confusion) theo một phương án của sáng chế;

Fig.14 minh họa phương pháp song âm hóa cho nhiều tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế;

Fig.15 minh họa trường hợp trong đó tín hiệu đầu vào ảo được đặt trong nón nhòe theo một phương án của sáng chế;

Fig.16 minh họa phương pháp song âm hóa tín hiệu đầu vào ảo theo một phương án của sáng chế;

Fig.17 minh họa bộ trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế;

Fig.18 minh họa cấu hình bố trí đối xứng theo một phương án của sáng chế;

Fig.19 minh họa phương pháp song âm hóa tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế;

Fig.20 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tương tác tương ứng với hướng đầu của người dùng theo một phương án của sáng chế;

Fig.21 minh họa bố cục loa ảo được tạo cấu hình bởi nón nhòe trong hệ tọa độ cực giữa hai tai (interaural polar coordinate, IPC) theo một phương án của sáng chế;

Fig.22 minh họa phương pháp quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế;

Fig.23 minh họa phương pháp quét đến loa ảo theo một phương án khác của sáng chế;

Fig.24 là hình vẽ dạng hình cầu minh họa bước quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế;

Fig.25 là hình vẽ nhìn từ bên trái minh họa bước quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế; và

Fig.26 là lưu đồ minh họa việc tạo tín hiệu song âm theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau đây được sử dụng trong bản mô tả này đã được chọn làm các thuật ngữ chung mà được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay khi xem xét các chức năng theo sáng chế. Tuy nhiên, ý nghĩa của các thuật ngữ này có thể thay đổi theo ý định của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, thực tế, hoặc sự xuất hiện của các công nghệ mới. Ngoài ra, trong trường hợp cụ thể, có các thuật ngữ được chọn ngẫu nhiên bởi Người nộp đơn, và ở đây, ý nghĩa của các thuật ngữ sẽ được mô tả trong phần tương ứng của phần mô tả theo sáng chế. Do đó, lưu ý rằng các thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này cần được hiểu dựa vào ý nghĩa cơ bản của các thuật ngữ và ngữ cảnh tổng thể của bản mô tả, chứ không phải bản thân các thuật ngữ.

Thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức

Fig.1 là sơ đồ khối của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1, thuật toán để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức sẽ được mô tả. Cụ thể, thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm được trộn tăng mức có thể bao gồm bộ biến đổi tần số 110, bộ trộn tăng mức 120, bộ kết xuất 130 và bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140. Thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức có thể nhận tín hiệu đầu vào 101, làm đầu vào, và có thể tạo ra và xuất ra tín hiệu song âm, là tín hiệu đầu ra 106. Ở đây, tín hiệu đầu vào 101 có thể là tín hiệu âm lập thể. Bộ biến đổi tần số 110 có thể biến đổi tín hiệu đầu vào trong miền thời gian thành tín hiệu miền tần số để phân tích tín hiệu đầu vào 101. Bộ trộn tăng mức 120 có thể tách tín hiệu đầu vào 101 thành tín hiệu thứ nhất, là thành phần tín hiệu phía trước, và tín hiệu thứ hai, là thành phần tín hiệu phía bên, dựa vào tương quan chéo giữa các kênh theo mỗi tần số của tín hiệu đầu vào 101 và chênh lệch mức liên kênh (ICLD), chỉ báo tỷ lệ năng lượng giữa kênh bên trái và kênh bên phải của tín hiệu đầu vào 101, thông qua sự phân tích kết hợp. Bộ kết xuất 130 có thể thực hiện việc lọc dựa vào hàm truyền liên quan đến đầu (head related transfer function, HRTF) tương ứng với tín hiệu được tách. Ngoài ra, bộ kết xuất 130 có thể tạo ra tín hiệu song âm lập thể cùng bên và tín hiệu song âm lập thể đối bên. Bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể biến đổi tín hiệu song âm lập thể cùng bên và tín hiệu song âm lập thể đối bên thành các tín hiệu tương ứng trong miền thời gian. Bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể tổng hợp tín hiệu song âm được trộn tăng mức bằng cách áp dụng độ trễ mẫu vào thành phần tín hiệu song âm đối bên được biến đổi trong miền thời gian và sau đó trộn thành phần tín hiệu song âm đối bên được biến đổi với thành phần tín hiệu song âm cùng bên. Ở đây, độ trễ mẫu có thể là độ trễ thời gian giữa hai tai (ITD).

Cụ thể, bộ biến đổi tần số 110 và bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 (phần biến đổi theo thời gian) có thể bao gồm cấu trúc trong đó cửa sổ phân tích để cung cấp sự tái lập hoàn hảo và cửa sổ tổng hợp được ghép cặp. Ví dụ, cửa sổ hình sin có thể được sử dụng làm cửa sổ phân tích và cửa sổ tổng hợp. Thêm nữa, đối với sự biến đổi tín hiệu, một cặp biến đổi Fourier thời gian ngắn (short-time Fourier transform, STFT) và biến đổi

Fourier thời gian ngắn nghịch đảo (inverse short-time Fourier transform, ISTFT) có thể được sử dụng. Tín hiệu miền thời gian có thể được biến đổi thành tín hiệu miền tần số qua bộ biến đổi tần số 110. Việc trộn tăng mức và kết xuất có thể được thực hiện trong miền tần số. Tín hiệu mà việc trộn tăng mức và kết xuất được thực hiện có thể được biến đổi lần nữa thành tín hiệu trong miền thời gian qua bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140.

Bộ trộn tăng mức 120 có thể trích xuất sự kết hợp giữa các tín hiệu bên trái/bên phải theo mỗi tần số của tín hiệu đầu vào 101. Thêm nữa, bộ trộn tăng mức 120 có thể xác định tỷ lệ trước-sau tổng cộng dựa vào ICLD của tín hiệu đầu vào 101. Ngoài ra, bộ trộn tăng mức 120 có thể tách tín hiệu đầu vào 101 (ví dụ, tín hiệu âm lập thể) thành tín hiệu thứ nhất 102, là thành phần kênh âm lập thể phía trước, và tín hiệu thứ hai 104, là thành phần kênh âm lập thể phía sau, theo tỷ lệ trước-sau. Trong bản mô tả này, các thuật ngữ “phía sau” và “phía bên” có thể được sử dụng thay thế cho nhau trong phần mô tả. Ví dụ, “thành phần kênh âm lập thể phía sau” có thể có nghĩa giống với “thành phần kênh âm lập thể phía bên”.

Bộ kết xuất 130 có thể tạo ra tín hiệu song âm phía trước bằng cách áp dụng độ khuếch đại bộ lọc không gian phía trước đặt trước cho tín hiệu thứ nhất 102, là thành phần kênh âm lập thể phía trước. Ngoài ra, bộ kết xuất 130 có thể tạo ra tín hiệu song âm phía sau bằng cách áp dụng độ khuếch đại bộ lọc không gian phía sau đặt trước cho tín hiệu thứ hai 104, là thành phần kênh âm lập thể phía sau. Ví dụ, khi phía trước được đặt là 0 độ, bộ kết xuất 130 có thể tạo ra độ khuếch đại bộ lọc không gian phía trước dựa vào thành phần cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) tương ứng với góc phương vị 30 độ. Ngoài ra, bộ kết xuất 130 có thể tạo ra độ khuếch đại bộ lọc không gian phía sau dựa vào thành phần cùng bên và đối bên của HRIR tương ứng với góc phương vị 90 độ, tức là, phía bên.

Độ khuếch đại bộ lọc không gian phía trước là ảnh âm thanh của tín hiệu có thể được định vị ở phía trước, và độ khuếch đại bộ lọc không gian phía sau là chiều rộng

trái/phải của tín hiệu có thể được mở rộng. Thêm nữa, độ khuếch đại bộ lọc không gian phía trước và độ khuếch đại bộ lọc không gian phía sau có thể được tạo cấu hình dưới dạng độ khuếch đại mà không có thành phần pha. Độ khuếch đại bộ lọc không gian phía trước có thể được định ra bởi chỉ thành phần cùng bên, và độ khuếch đại bộ lọc không gian phía sau có thể được định ra dựa vào cả thành phần cùng bên và đối bên.

Các tín hiệu cùng bên của tín hiệu song âm phía trước và tín hiệu song âm phía sau được tạo ra bởi bộ kết xuất 130 có thể được trộn và xuất ra dưới dạng tín hiệu song âm lập thể cùng bên cuối cùng 105. Tín hiệu đối bên của tín hiệu song âm phía sau có thể được xuất ra dưới dạng tín hiệu song âm lập thể đối bên 103.

Bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể biến đổi tín hiệu song âm lập thể cùng bên 105 và tín hiệu song âm lập thể đối bên 103 thành các tín hiệu tương ứng trong miền thời gian, bằng cách sử dụng kỹ thuật biến đổi cụ thể (ví dụ, biến đổi Fourier thời gian ngắn nghịch đảo). Thêm nữa, bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể tạo ra tín hiệu song âm cùng bên trong miền thời gian và tín hiệu song âm đối bên trong miền thời gian bằng cách áp dụng cửa sổ tổng hợp cho mỗi trong số các tín hiệu miền thời gian được biến đổi. Ngoài ra, bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể áp dụng độ trễ cho tín hiệu đối bên được tạo ra trong miền thời gian và sau đó trộn tín hiệu đối bên bị trễ với tín hiệu cùng bên ở dạng chồng và cộng và lưu trữ chúng trong cùng bộ đệm đầu ra. Ở đây, độ trễ có thể là độ trễ thời gian giữa hai tai. Ngoài ra, bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 xuất ra tín hiệu đầu ra 106. Ở đây, tín hiệu đầu ra 106 có thể là tín hiệu song âm được trộn tăng mức.

Fig.2 minh họa bộ biến đổi tần số của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 minh họa cụ thể bộ biến đổi tần số 110 của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm, mà đã được mô tả dựa vào Fig.1. Sau đây, bộ biến đổi tần số 110 sẽ được mô tả chi tiết qua Fig.2.

Thứ nhất, bộ đệm 210 nhận x_time 201, là tín hiệu âm lập thể trong miền thời gian. Ở đây, x_time 201 có thể là tín hiệu đầu vào 101 trên Fig.1. Bộ đệm 210 có thể tính, từ x_time 201, bộ đệm khung âm lập thể (x_frame) 202 để xử lý khung qua phương trình 1. Sau đây, các ký hiệu “L” và “R” trong bản mô tả này biểu thị tín hiệu bên trái và tín hiệu bên phải. “L” và “R” trong phương trình 1 lần lượt biểu thị tín hiệu bên trái và tín hiệu bên phải của tín hiệu âm lập thể, một cách tương ứng. “I” của phương trình 1 biểu thị chỉ số khung. “NH” của phương trình 1 chỉ báo một nửa chiều dài khung. Ví dụ, nếu 1024 mẫu tạo cấu hình một khung, thì “NH” được tạo cấu hình là 512.

[Phương trình 1]

$$x_frame[I][L] = x_time[L][(I-1)*NH+1 : (I+1)*NH]$$

$$x_frame[I][R] = x_time[R][(I-1)*NH+1 : (I+1)*NH]$$

Theo phương trình 1, $x_frame[I]$ có thể được xác định là tín hiệu âm lập thể khung thứ I, và có thể có sự chồng lặp 1/2.

Trong cửa sổ phân tích 220, xw_frame 203 có thể được tính bằng cách nhân tín hiệu khung (x_frame) 202 với $wind$, được đặt trước ở dạng cửa sổ để cung cấp sự tái lập hoàn hảo và chiều dài của nó là “NF” tương ứng với chiều dài của tín hiệu khung, như trong phương trình 2.

[Phương trình 2]

$$xw_frame [I][L][n] = x_frame [I][L][n] * wind[n] \text{ for } n=1, 2, \dots, NF$$

$$xw_frame [I][R][n] = x_frame [I][R][n] * wind[n] \text{ for } n=1, 2, \dots, NF$$

Fig.3 là biểu đồ thể hiện cửa sổ hình sin để cung cấp sự tái lập hoàn hảo theo một phương án của sáng chế. Cụ thể, Fig.3 là một ví dụ của $wind$ đặt trước và minh họa của sổ hình sin khi “NF” là 1024.

Bộ biến đổi thời gian-tần số 230 có thể thu được tín hiệu miền tần số bằng cách thực hiện việc biến đổi thời gian-tần số của $xw_frame[I]$ được tính qua phương trình 2.

Cụ thể, bộ biến đổi thời gian-tần số 230 có thể thu được tín hiệu miền tần số XW_freq 204 bằng cách thực hiện việc biến đổi thời gian-tần số của $xw_frame[l]$ như trong phương trình 3. DFT { } trong phương trình 3 biểu thị biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform, DFT). DFT là một phương án của việc biến đổi thời gian-tần số, và gần bộ lọc hoặc một kỹ thuật biến đổi khác cũng như DFT có thể được sử dụng cho việc biến đổi thời gian-tần số.

[Phương trình 3]

$$XW_freq[l][L][1:Nf] = \text{DFT} \{ xw_frame[l][L][1:Nf] \}$$

$$XW_freq[l][R][1:Nf] = \text{DFT} \{ xw_frame[l][R][1:Nf] \}$$

Fig.4 minh họa bộ trộn tăng mức của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Bộ trộn tăng mức 120 có thể tính năng lượng cụ thể theo dải hoặc cụ thể theo bin của tín hiệu tần số được tính qua phương trình 3. Cụ thể, như trong phương trình 4, bộ trộn tăng mức 120 có thể tính X_Nrg , là năng lượng cụ thể theo dải hoặc cụ thể theo bin của tín hiệu tần số, bằng cách sử dụng tích của các tín hiệu bên trái/bên phải của tín hiệu tần số được tính qua phương trình 3.

[Phương trình 4]

$$X_Nrg[l][L][k] = XW_freq[l][L][k] * \text{conj}(XW_freq[l][L][k])$$

$$X_Nrg[l][L][R][k] = XW_freq[l][L][k] * \text{conj}(XW_freq[l][R][k])$$

$$X_Nrg[l][R][R][k] = XW_freq[l][R][k] * \text{conj}(XW_freq[l][R][k])$$

Ở đây, $\text{conj}(x)$ có thể là hàm xuất ra liên hợp phức của x .

X_Nrg được tính sử dụng phương trình 4 là một tham số cho chính khung thứ 1. Theo đó, bộ trộn tăng mức 120 có thể tính X_SNrg , là giá trị trung bình theo thời gian có trọng số (weighted time average value) để tính độ kết hợp trong miền thời gian. Cụ thể, bộ trộn tăng mức 120 có thể tính X_SNrg qua phương trình 5 sử dụng gamma được xác

định là giá trị giữa 0 và 1 qua mô hình đơn cực.

[Phương trình 5]

$$\begin{aligned} X_SNrg[l][L][L][k] &= (1-\gamma) * X_SNrg[l-1][L][L][k] + \gamma * \\ &X_Nrg[l][L][L][k] \\ X_SNrg[l][L][R][k] &= (1-\gamma) * X_SNrg[l-1][L][R][k] + \gamma * \\ &X_Nrg[l][L][R][k] \\ X_SNrg[l][R][R][k] &= (1-\gamma) * X_SNrg[l-1][R][R][k] + \gamma * \\ &X_Nrg[l][R][R][k] \end{aligned}$$

Bộ phân tích tương quan 410 có thể tính X_Corr 401, là tương quan được chuẩn hóa trên cơ sở kết hợp, bằng cách sử dụng X_SNrg , như trong phương trình 6.

[Phương trình 6]

$$X_Corr[l][k] = (\text{abs} (X_SNrg[l][L][R][k])) / (\text{sqrt} (X_SNrg[l][L][L][k] * X_SNrg[l][R][R][k]))$$

$\text{abs}(x)$ là hàm xuất ra giá trị tuyệt đối của x , và $\text{sqrt}(x)$ là hàm xuất ra căn bậc hai của x .

$X_Corr[l][k]$ biểu thị tương quan giữa các thành phần tần số của các tín hiệu bên trái/bên phải của bin thứ k trong tín hiệu khung thứ l . Ở đây, $X_Corr[l][k]$ có hình dạng trở nên gần đến 1 khi số lượng các thành phần giống nhau trong các tín hiệu bên trái/bên phải tăng, và trở nên gần đến 0 khi các tín hiệu bên trái/bên phải là khác nhau.

Bộ tính hệ số tách 420 có thể tính hàm tạo mặt nạ (X_Mask) 402 để xác định xem có quét thành phần tần số từ X_Corr 401 tương ứng như trong phương trình 7 hay không.

[Phương trình 7]

$$X_Mask[l][k] = \text{Gate} \{ X_Corr[l][k] \}$$

Hàm $\text{Gate}\{\}$ của phương trình 7 là hàm ánh xạ có khả năng đưa ra quyết định.

Fig.5 là biểu đồ thể hiện hàm quyết định mềm theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, Fig.5 minh họa một ví dụ của hàm quyết định mềm mà sử dụng “0,75” làm ngưỡng.

Trong trường hợp hệ thống trong đó kích cỡ khung được cố định, có khả năng cao là tương quan chéo được chuẩn hóa của thành phần tần số tương đối thấp có trị số cao hơn so với tương quan chéo được chuẩn hóa của thành phần tần số cao. Do đó, hàm cổng có thể được định nghĩa là hàm cho chỉ số tần số k . Kết quả là, $X_Mask[l][k]$ phân biệt hướng hoặc mức độ ồn xung quanh của tín hiệu âm lập thể bên trái và bên phải của thành phần tần số thứ k trong khung thứ l .

Bộ tính hệ số tách 420 có thể kết xuất tín hiệu, hướng của tín hiệu này được xác định bởi X_Mask 402 dựa vào sự kết hợp, là tín hiệu phía trước, và tín hiệu, được xác định bởi mức độ ồn xung quanh, là tín hiệu tương ứng với phía bên. Ở đây, trong trường hợp trong đó bộ tính hệ số tách 420 kết xuất tất cả các tín hiệu tương ứng với hướng dưới dạng các tín hiệu phía trước, hình ảnh âm thanh của các tín hiệu được quét bên trái và bên phải có thể là hẹp. Ví dụ, tín hiệu có mức độ quét trái và phải là 0,9: 0,1 và bị lệch về phía bên trái cũng có thể được kết xuất dưới dạng tín hiệu phía trước thay vì tín hiệu phía bên. Do đó, khi các thành phần bên trái/bên phải của tín hiệu được xác định bởi hướng bị lệch về một phía, một số thành phần cần được kết xuất dưới dạng các tín hiệu phía bên. Theo đó, bộ tính hệ số tách 420 có thể trích PG_Front 403 như trong phương trình 8 hoặc phương trình 9 để gán tỷ lệ của thành phần kết xuất tín hiệu phía trước trên thành phần hướng là 0,1:0,1, và gán tỷ lệ của thành phần kết xuất tín hiệu phía sau trên thành phần hướng là 0,8:0.

[Phương trình 8]

$$PG_Front[l][L][k] = \min(1, X_Nrg[l][R][R][k] / X_Nrg[l][L][L][k])$$

$$PG_Front[l][R][k] = \min(1, X_Nrg[l][L][L][k] / X_Nrg[l][R][R][k])$$

[Phương trình 9]

$$PG_Front[l][L][k] = \sqrt{\min(1, X_Nrg[l][R][R][k] / X_Nrg[l][L][L][k])}$$

$$PG_Front[l][R][k] = \sqrt{\min(1, X_Nrg[l][L][L][k] / X_Nrg[l][R][R][k])}$$

Khi X_Mask 402 và PG_Front 403 được xác định, bộ tách tín hiệu 430 có thể tách XW_freq 204, là tín hiệu đầu vào, thành X_Sep1 404, là tín hiệu âm lập thể phía trước, và X_Sep2 405, là tín hiệu âm lập thể phía bên. Ở đây, bộ tách tín hiệu 430 có thể sử dụng phương trình 10 để tách XW_freq 204 thành X_Sep1 404, là tín hiệu âm lập thể phía trước, và X_Sep2 405, là tín hiệu âm lập thể phía bên.

[Phương trình 10]

$$X_Sep1[l][L][k] = XW_freq[l][L][k] * X_Mask[l][k] * PG_Front[l][L][k]$$

$$X_Sep1[l][R][k] = XW_freq[l][R][k] * X_Mask[l][k] * PG_Front[l][R][k]$$

$$X_Sep2[l][L][k] = XW_freq[l][L][k] - X_Sep1[l][L][k]$$

$$X_Sep2[l][R][k] = XW_freq[l][R][k] - X_Sep1[l][R][k]$$

Nói cách khác, X_Sep1 404 và X_Sep2 405 có thể được tách dựa vào việc phân tích tương quan và tỷ lệ năng lượng bên trái/bên phải của tín hiệu tần số XW_freq 204. Ở đây, tổng của các tín hiệu được tách X_Sep1 404 và X_Sep2 405 có thể giống với tín hiệu đầu vào XW_freq 204. Tổng của tín hiệu kênh bên trái của X_Sep1 404 và tín hiệu kênh bên trái của X_Sep2 405 có thể giống với tín hiệu kênh bên trái của các tín hiệu tần số XW_freq 204. Ngoài ra, tổng của tín hiệu kênh bên phải của X_Sep1 404 và tín hiệu kênh bên phải của X_Sep2 405 có thể giống với tín hiệu kênh bên phải của các tín hiệu tần số XW_freq 204. Năng lượng của tín hiệu kênh bên trái của X_Sep1 404 có thể giống với năng lượng của tín hiệu kênh bên phải của X_Sep1 404.

Fig.6 minh họa bộ kết xuất của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.6, bộ kết xuất 130 có thể nhận tín hiệu âm lập thể phía trước được tách X_Sep1 404 và tín hiệu âm lập thể phía bên được tách X_Sep2 405, và có thể xuất ra tín

hiệu cùng bên được kết xuất song âm Y_Ipsi 604 và tín hiệu đối bên được kết xuất song âm Y_Contra 605.

X_Sep1 404, là tín hiệu âm lập thể phía trước, bao gồm các thành phần tương tự trong các tín hiệu bên trái/bên phải của chúng. Do đó, trong trường hợp lọc HRIR chung, thành phần giống nhau có thể được trộn cả trong thành phần cùng bên và trong thành phần đối bên. Do đó, việc lọc kiểu răng lược do ITD có thể xảy ra. Theo đó, bộ kết xuất thứ nhất 610 có thể thực hiện kết xuất cùng bên 611 đối với tín hiệu âm lập thể phía trước. Nói cách khác, bộ kết xuất thứ nhất 610 sử dụng phương pháp tạo ra hình ảnh phía trước bằng cách chỉ phản ánh đặc trưng phổ cùng bên được cung cấp bởi HRIR, và có thể không tạo ra thành phần tương ứng với đặc trưng phổ đối bên. Bộ kết xuất thứ nhất 610 có thể tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước Y1_Ipsi 601 theo phương trình 11. H1_Ipsi trong phương trình 11 đề cập đến bộ lọc mà chỉ phản ánh các đặc trưng phổ cùng bên được cung cấp bởi HRIR, tức là, bộ lọc cùng bên được tạo ra dựa vào HRIR tại vị trí kênh phía trước. Trong khi đó, việc lọc kiểu răng lược bằng ITD có thể được sử dụng để thay đổi màu sắc âm thanh hoặc định vị hình ảnh âm thanh ở phía trước. Do đó, H1_Ipsi có thể thu được bằng cách phản ánh cả thành phần cùng bên và thành phần đối bên của HRIR. Ở đây, thành phần đối bên của HRIR có thể thu được bằng cách phản ánh ITD, và H1_Ipsi có thể bao gồm các đặc trưng lọc kiểu răng lược do ITD.

[Phương trình 11]

$$Y1_Ipsi[l][L][k] = X_Sep1[l][L][k] * H1_Ipsi[l][L][k]$$

$$Y1_Ipsi[l][R][k] = X_Sep1[l][R][k] * H1_Ipsi[l][R][k]$$

Do X_Sep2 405, là tín hiệu âm lập thể phía bên, không chứa các thành phần tương tự trong các tín hiệu bên trái/bên phải của nó, ngay cả khi việc lọc HRIR chung được thực hiện, hiện tượng trong đó cùng một thành phần được trộn cả trong thành phần cùng bên và trong thành phần đối bên không xảy ra. Do đó, sự suy giảm chất lượng âm thanh do lọc kiểu răng lược theo ITD không xảy ra. Theo đó, bộ kết xuất thứ hai 620 có thể thực

hiện việc kết xuất cùng bên 621 và kết xuất đối bên 622 đối với tín hiệu âm lập thể phía bên. Nói cách khác, bộ kết xuất thứ hai 620 có thể tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên Y2_Ipsi 602 và tín hiệu đối bên phía bên Y2_Contra 603 theo phương trình 12 bằng cách thực hiện việc lọc cùng bên và lọc đối bên có các đặc trưng HRIR, một cách tương ứng. Trong phương trình 12, H2_Ipsi biểu thị bộ lọc cùng bên được tạo ra dựa vào HRIR tại vị trí kênh bên, và H2_Contra biểu thị bộ lọc đối bên được tạo ra dựa vào HRIR tại vị trí kênh bên.

Tín hiệu cùng bên phía trước Y1_Ipsi 601, tín hiệu cùng bên phía bên Y2_Ipsi 602, và tín hiệu đối bên phía bên Y2_Contra 603 mỗi tín hiệu có thể bao gồm các tín hiệu bên trái/bên phải. Ở đây, H1_Ipsi cũng có thể là bộ lọc bên trái/bên phải của nó, bộ lọc bên trái H1_Ipsi có thể được áp dụng cho tín hiệu bên trái của tín hiệu cùng bên phía trước Y1_Ipsi 602, và bộ lọc bên phải H1_Ipsi có thể được áp dụng cho tín hiệu bên phải của tín hiệu cùng bên phía trước Y1_Ipsi 602. Các tín hiệu cùng bên phía bên Y2_Ipsi 602 và H2_Ipsi, và các tín hiệu đối bên phía bên Y2_Contra 603 và H2_Contra có thể phải chịu cùng một sự áp dụng.

[Phương trình 12]

$$Y2_Ipsi[l][L][k] = X_Sep2[l][L][k] * H2_Ipsi[l][L][k]$$

$$Y2_Ipsi[l][R][k] = X_Sep2[l][R][k] * H2_Ipsi[l][R][k]$$

$$Y2_Contra[l][L][k] = X_Sep2[l][L][k] * H2_Contra[l][L][k]$$

$$Y2_Contra[l][R][k] = X_Sep2[l][R][k] * H2_Contra[l][R][k]$$

Bộ trộn cùng bên 640 có thể trộn Y1_Ipsi 601 và Y2_Ipsi 602 để tạo ra tín hiệu cùng bên song âm cuối cùng Y_Ipsi 604. Bộ trộn cùng bên 640 có thể tạo ra tín hiệu cùng bên song âm cuối cùng (Y_Ipsi) 604 cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải bằng cách trộn Y1_Ipsi 601 và Y2_Ipsi 602 theo mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, một cách tương ứng. Ở đây, các pha cụ thể theo tần số của X_Sep1 404 và X_Sep2 405, được thể hiện trên Fig.4, có cùng hình dạng. Theo đó, khi có độ lệch pha giữa H1_Ipsi

và H2_Ipsi, các hiện tượng giả như lọc kiểu răng lược có thể xảy ra. Tuy nhiên, theo một phương án của sáng chế, cả H1_Ipsi và H2_Ipsi được định nghĩa là các số thực, và do vậy vấn đề như lọc kiểu răng lược có thể được giải quyết.

Ngoài ra, trong cấu trúc chồng và cộng của “tạo cửa sổ phân tích -> biến đổi thời gian/tần số -> xử lý -> biến đổi tần số/thời gian -> tạo cửa sổ tổng hợp”, là một ví dụ của luồng hệ thống tổng thể để tạo ra tín hiệu song âm theo sáng chế, nếu việc lọc phức tạp được thực hiện trong miền xử lý, giả định về sự tái lập hoàn hảo có thể bị phá vỡ bởi hiệu ứng răng cưa do sự thay đổi pha. Theo đó, tất cả trong số H1_Ipsi, H2_Ipsi và H2_Contra được sử dụng trong bộ kết xuất 130 theo sáng chế có thể được tạo cấu hình bởi các số thực. Do đó, tín hiệu trước khi kết xuất có cùng pha với tín hiệu sau khi kết xuất. Cụ thể, pha của kênh bên trái của tín hiệu trước khi kết xuất và pha của kênh bên trái của tín hiệu sau khi kết xuất có thể là giống nhau. Tương tự, pha của kênh bên phải của tín hiệu trước khi kết xuất và pha của kênh bên phải của tín hiệu sau khi kết xuất có thể là giống nhau. Bộ kết xuất 130 có thể tính và/hoặc tạo ra Y_Ipsi 604 và Y_Contra 605 dưới dạng các tín hiệu trong miền tần số bằng cách sử dụng phương trình 13. Y_Ipsi 604 và Y_Contra 605 có thể được tạo ra qua bước trộn trong mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải. Tín hiệu đối bên song âm cuối cùng Y_Contra 605 có thể có cùng trị số với tín hiệu đối bên phía bên Y2_Contra 603.

[Phương trình 13]

$$Y_Ipsi[l][L][k] = Y1_Ipsi[l][L][k] + Y2_Ipsi[l][L][k]$$

$$Y_Ipsi[l][R][k] = Y1_Ipsi[l][R][k] + Y2_Ipsi[l][R][k]$$

$$Y_Contra[l][L][k] = Y2_Contra[l][L][k]$$

$$Y_Contra[l][R][k] = Y2_Contra[l][R][k]$$

Fig.7 minh họa bộ biến đổi và trộn theo thời gian của thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.7, Y_Ipsi 604 và Y_Contra 605, được tính và/hoặc được tạo ra bởi bộ kết

xuất 130 trên Fig.6, được biến đổi thành các tín hiệu trong miền thời gian qua bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140. Ngoài ra, bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể tạo ra y_time 703, là tín hiệu song âm được trộn tăng mức cuối cùng.

Bộ biến đổi tần số-thời gian 710 có thể biến đổi Y_Ipsi 604 và Y_Contra 605, là các tín hiệu trong miền tần số, thành các tín hiệu trong miền thời gian qua biến đổi Fourier rời rạc nghịch đảo (IDFT) hoặc giàn bộ lọc tổng hợp. Bộ biến đổi tần số-thời gian 710 có thể tạo ra yw_Ipsi_time 701 và yw_Contra_time 702 theo phương trình 14 bằng cách áp dụng cửa sổ tổng hợp 720 cho các tín hiệu.

[Phương trình 14]

$$\begin{aligned} yw_Ipsi_time[l][L][1:Nf] &= IDFT \{ Y_Ipsi[l][L][1:Nf] \} * wind[1:Nf] \\ yw_Ipsi_time[l][R][1:Nf] &= IDFT \{ Y_Ipsi[l][R][1:Nf] \} * wind[1:Nf] \\ yw_Contra_time[l][L][1:Nf] &= IDFT \{ Y1_Contra[l][L][1:Nf] \} * wind[1:Nf] \\ yw_Contra_time[l][R][1:Nf] &= IDFT \{ Y1_Contra[l][R][1:Nf] \} * wind[1:Nf] \end{aligned}$$

Tín hiệu kết xuất song âm cuối cùng y_time 703 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng yw_Ipsi_time 701 và yw_Contra_time 702, như trong phương trình 15. Theo phương trình 15, bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể gán, cho tín hiệu yw_Contra_time 702, chênh lệch thời gian giữa hai tai (interaural time difference, ITD), là độ trễ để kết xuất song âm phía bên, tức là, có thể gán càng nhiều ITD càng tốt làm độ trễ D (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn 730). Ví dụ, ITD có thể có trị số nhỏ hơn hoặc bằng 1 mili giây (ms). Ngoài ra, bộ trộn 740 của bộ biến đổi và trộn theo thời gian 140 có thể tạo ra tín hiệu song âm cuối cùng y_time 703 qua phương pháp chồng và cộng. Tín hiệu song âm cuối cùng y_time 703 có thể được tạo ra cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải.

[Phương trình 15]

$$\begin{aligned}
& y_time[L][(l-1)*NH+1 : (l+1)*NH] \\
& = y_time[L][(l-1)*NH+1 : (l+1)*NH] \\
& + yw_lpsi_time[l][L][1:NF] \\
& + [yw_Contra_time[l-1][R][(NF-D+1):NF] yw_Contra_time[l][R][1:(NF-D)]] \\
& y_time[R][(l-1)*NH+1 : (l+1)*NH] \\
& = y_time[R][(l-1)*NH+1 : (l+1)*NH]
\end{aligned}$$

Thuật toán cải thiện âm thanh không gian sử dụng sự tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức

Fig.8 minh họa thuật toán để cải thiện âm thanh không gian sử dụng thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Bộ tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức được thể hiện trên Fig.8 có thể tổng hợp tín hiệu song âm đối với âm thanh trực tiếp qua bước lọc song âm sau khi trộn tăng mức. Bộ tạo tín hiệu vang (bộ tạo vang) có thể tạo ra thành phần âm vang. Bộ trộn có thể trộn âm thanh trực tiếp và thành phần âm vang. Bộ điều khiển dải động có thể khuếch đại chọn lọc âm thanh nhỏ của tín hiệu thu được bằng cách trộn âm thanh trực tiếp và thành phần âm vang. Bộ giới hạn có thể tổng hợp tín hiệu được khuếch đại với tín hiệu ổn định và xuất ra tín hiệu để cho phép cắt trong tín hiệu được khuếch đại. Thuật toán thông thường có thể được sử dụng để tạo ra thành phần âm vang trong bộ tạo tín hiệu vang. Ví dụ, có thể có bộ tạo vang trong đó nhiều độ khuếch đại trễ và thông toàn dải được kết hợp sử dụng thuật toán thông thường.

Thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức được đơn giản hóa cho cấu trúc máy chủ-máy khách

Fig.9 minh họa thuật toán tạo tín hiệu song âm trộn tăng mức được đơn giản hóa cho cấu trúc máy chủ-máy khách theo một phương án của sáng chế.

Fig.9 minh họa cấu hình hệ thống được đơn giản hóa trong đó việc kết xuất được thực hiện bằng cách đưa ra quyết định nhị phân dựa vào một trong số hiệu quả của bộ kết

xuất thứ nhất hoặc hiệu quả của bộ kết xuất thứ hai theo tín hiệu đầu vào. Phương pháp kết xuất thứ nhất, mà được thực hiện bởi bộ kết xuất thứ nhất, có thể được sử dụng trong trường hợp trong đó tín hiệu đầu vào bao gồm một số lượng lớn các tín hiệu được trộn bên trái/bên phải và do vậy việc kết xuất phía trước của chúng được thực hiện. Phương pháp kết xuất thứ hai, mà được thực hiện bởi bộ kết xuất thứ hai, có thể được sử dụng trong trường hợp trong đó tín hiệu đầu vào bao gồm một vài tín hiệu được trộn bên trái/bên phải và do vậy việc kết xuất phía bên của chúng được thực hiện. Bộ xác định kiểu tín hiệu có thể xác định phương pháp sẽ được sử dụng trong số phương pháp kết xuất thứ nhất và phương pháp kết xuất thứ hai. Ở đây, việc xác định có thể được thực hiện qua phân tích tương quan đối với toàn bộ tín hiệu đầu vào mà không biến đổi tần số của chúng. Việc phân tích tương quan có thể được thực hiện bởi bộ phân tích tương quan (không được thể hiện).

Bộ tạo tín hiệu tổng/hiệu có thể tạo ra tín hiệu tổng (x_{sum}) và tín hiệu chênh lệch (x_{diff}) cho tín hiệu đầu vào (x_{time}), như trong phương trình 16. Bộ xác định kiểu tín hiệu có thể xác định tín hiệu kết xuất (xem sử dụng phương pháp kết xuất thứ nhất TYPE_1 hay phương pháp kết xuất thứ hai TYPE_2) dựa vào tín hiệu tổng/hiệu, như trong phương trình 17.

[Phương trình 16]

$$x_{sum}[n] = x_{time}[L][n] + x_{time}[R][n]$$

$$x_{diff}[n] = x_{time}[L][n] - x_{time}[R][n]$$

[Phương trình 17]

$$\begin{aligned} \text{ratioType} &= \sqrt{\frac{\text{abs} \{ \text{SUM}_{(\text{for all } n) \{ x_{sum}[n] * x_{diff}[n] \}} \}}{\text{SUM}_{(\text{for all } n) \{ x_{sum}[n] * x_{sum}[n] + x_{diff}[n] * x_{diff}[n] \}}}} \\ \text{rendType} &= (\text{ratioType} < 0.22) ? (\text{TYPE}_1 : \text{TYPE}_2) \end{aligned}$$

Nếu các thành phần tín hiệu bên trái/bên phải của tín hiệu đầu vào được phân bố đồng đều, thì hiện tượng lọc kiểu răng lược có khả năng cao là xảy ra. Theo đó, bộ xác

định kiểu tín hiệu có thể chọn phương pháp kết xuất thứ nhất trong đó chỉ thành phần cùng bên được phản ánh mà không có thành phần đối bên, như trong phương trình 17. Trong khi đó, bộ xác định kiểu tín hiệu có thể chọn phương pháp kết xuất thứ hai, mà tích cực sử dụng thành phần đối bên, khi một trong số thành phần bên trái và bên phải của tín hiệu đầu vào chiếm tỷ lệ âm thanh lớn hơn so với thành phần còn lại. Ví dụ, theo phương trình 17, do các tín hiệu bên trái/bên phải của tín hiệu đầu vào là giống nhau, nên x_diff của tử số tiến đến 0, và do vậy $ratioType$ tiến đến 0. Tức là, theo phương trình 17, khi $ratioType$ nhỏ hơn 0,22, bộ xác định kiểu tín hiệu có thể chọn $TYPE_1$, mà biểu thị phương pháp kết xuất thứ nhất mà phản ánh chỉ thành phần cùng bên. Mặt khác, nếu $ratioType$ lớn hơn hoặc bằng 0,22, thì bộ xác định kiểu tín hiệu có thể chọn phương pháp kết xuất thứ hai.

Phương pháp song âm hóa cho đầu vào tín hiệu tần số

Trong phương pháp như hậu xử lý của trường âm thanh audio và bộ mã hóa-giải mã để truyền tín hiệu audio, việc phân tích và áp dụng tín hiệu audio trong miền tần số được thực hiện. Do đó, tín hiệu miền tần số không phải là tín hiệu miền tần số của thiết bị đầu cuối được sử dụng cho sự tái tạo cuối cùng có thể được sử dụng làm kết quả trung gian cho việc phân tích và áp dụng tín hiệu audio. Ngoài ra, tín hiệu miền tần số có thể được sử dụng làm tín hiệu đầu vào cho phương pháp song âm hóa.

Fig.10 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tín hiệu audio trong miền tần số theo một phương án của sáng chế.

Tín hiệu miền tần số có thể không phải là tín hiệu được biến đổi từ tín hiệu miền thời gian được đệm với số không theo giả định về tích chập tròn. Trong trường hợp này, cấu trúc của tín hiệu miền tần số không cho phép tích chập của chúng. Do đó, tín hiệu miền tần số được biến đổi thành tín hiệu miền thời gian. Ở đây, giàn bộ lọc hoặc sự biến đổi tần số-thời gian (ví dụ, IDFT) được mô tả ở trên có thể được sử dụng. Ngoài ra, cửa sổ tổng hợp và việc xử lý như xử lý chồng và cộng có thể được áp dụng cho tín hiệu miền

thời gian được biến đổi. Ngoài ra, việc cộng với số không có thể được áp dụng cho tín hiệu mà cửa sổ tổng hợp và việc xử lý như xử lý chồng và cộng được áp dụng, và tín hiệu được cộng với số không có thể được biến đổi thành tín hiệu miền tần số qua biến đổi thời gian-tần số (ví dụ, DFT). Sau đó, tích chập sử dụng DFT có thể được áp dụng cho mỗi trong số thành phần cùng bên/đối bên của tín hiệu miền tần số được biến đổi, và việc biến đổi tần số-thời gian và xử lý chồng và cộng có thể được áp dụng cho chúng. Theo Fig.10, để song âm hóa một tín hiệu đầu vào trong miền tần số, thì cần thực hiện bốn lần quy trình biến đổi.

Fig.11 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa nhiều tín hiệu đầu vào audio trong miền tần số theo một phương án của sáng chế.

Fig.11 minh họa phương pháp song âm hóa tổng quát, mà được mở rộng cho N tín hiệu đầu vào từ phương pháp thực hiện việc song âm hóa được mô tả ở trên dựa vào Fig.10.

Theo Fig.11, khi có N tín hiệu đầu vào, N tín hiệu được song âm hóa có thể được trộn trong miền tần số. Do đó, khi N tín hiệu đầu vào được song âm hóa, quy trình biến đổi tần số-thời gian có thể được giảm bớt. Ví dụ, theo Fig.11, trong trường hợp song âm hóa N tín hiệu đầu vào, cần $N*2 + 2$ phép biến đổi. Trong khi đó, khi quy trình song âm hóa của tín hiệu đầu vào được thực hiện N lần theo Fig.10, thì cần $N*4$ phép biến đổi. Tức là, khi phương pháp trên Fig.11 được sử dụng, số lượng phép biến đổi có thể được giảm còn $(N-1)*2$ so với trường hợp sử dụng phương pháp trên Fig.10.

Fig.12 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế.

Fig.12 minh họa một ví dụ của phương pháp song âm hóa tín hiệu đầu vào khi tín hiệu đầu vào tần số, vị trí nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu đầu vào tần số, và đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR), là hàm truyền song âm (binaural transfer function), tồn tại. Theo Fig.12, khi vị trí nguồn âm thanh ảo tồn tại ở phía bên trái tham

chiều đến một vị trí cụ thể, độ khuếch đại cùng bên A_I và độ khuếch đại đối bên A_C có thể được tính như trong phương trình 18. Độ khuếch đại cùng bên A_I có thể được tính là biên độ của HRIR bên trái, và độ khuếch đại đối bên A_C có thể được tính là biên độ của HRIR bên phải. Ngoài ra, A_I và A_C được tính được nhân với tín hiệu đầu vào tần số $X[k]$, và do vậy $Y_I[k]$, là tín hiệu cùng bên trong miền tần số, và $Y_C[k]$, là tín hiệu đối bên trong miền tần số, có thể được tính như trong phương trình 18.

[Phương trình 18]

$$A_I = | \text{DFT}\{ \text{HRIR_Left} \} |$$

$$A_C = | \text{DFT}\{\text{HRIR_Right}\} |$$

$$Y_I[k] = A_I[k] \times X[k]$$

$$Y_C[k] = A_C[k] \times X[k]$$

[Phương trình 19]

$$y_I = \text{IDFT}\{ Y_I \}$$

$$y_C = \text{IDFT}\{ Y_C \}$$

$Y_I[k]$ và $Y_C[k]$, là các tín hiệu miền tần số được tính trong phương trình 18, được biến đổi thành các tín hiệu trong miền thời gian như trong phương trình 19 qua biến đổi tần số-thời gian. Ngoài ra, cửa sổ tổng hợp và quy trình chồng và cộng có thể được áp dụng cho tín hiệu miền thời gian được biến đổi khi cần. Ở đây, tín hiệu cùng bên và tín hiệu đối bên có thể được tạo ra dưới dạng các tín hiệu trong đó ITD không được phản ánh. Do đó, như được thể hiện trên Fig.12, ITD có thể được phản ánh cường độ trong tín hiệu đối bên.

[Phương trình 20]

$$A_I = | \text{DFT}\{ \text{HRIR_Right} \} |$$

$$A_C = | \text{DFT}\{ \text{HRIR_Left} \} |$$

$$Y_I[k] = A_I[k] \times X[k]$$

$$Y_C[k] = A_C[k] \times X[k]$$

Khi nguồn âm thanh ảo tồn tại ở phía bên phải tham chiếu đến một vị trí cụ thể, phương trình 20 có thể được sử dụng để tính độ khuếch đại cùng bên và độ khuếch đại đối bên, thay vì phương trình 18. Nói cách khác, chỉ có sự thay đổi trong việc ánh xạ đầu ra bên trái và bên phải của phía cùng bên và phía đối bên. Khi nguồn âm thanh ảo tồn tại ở trung tâm tham chiếu đến một vị trí cụ thể, cả hai phương pháp mà đã được sử dụng khi nguồn âm thanh ảo tồn tại ở phía bên trái hoặc phía bên phải được mô tả ở trên có thể được áp dụng. Nếu nguồn âm thanh ảo tồn tại ở trung tâm tham chiếu đến một vị trí cụ thể, thì ITD có thể bằng 0. Theo Fig.12, khi nguồn âm thanh ảo ở trung tâm, tức là, khi HRIR_Left và HRIR_Right là giống nhau, quy trình biến đổi tần số-thời gian có thể được giảm một lần nữa so với trường hợp trong đó nguồn âm thanh ảo tồn tại ở phía bên trái/bên phải.

Sau đây, trong bản mô tả này, phương pháp tính trị số cụ thể của ITD sẽ được mô tả. Phương pháp tính trị số cụ thể của ITD bao gồm phương pháp phân tích độ lệch pha giữa hai tai (interaural phase difference) của HRIR, phương pháp sử dụng thông tin vị trí của nguồn âm thanh ảo, và dạng tương tự. Cụ thể, phương pháp tính và gán trị số ITD bằng cách sử dụng thông tin vị trí của nguồn âm thanh ảo theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Fig.13 minh họa nón nhòe (CoC) theo một phương án của sáng chế.

Nón nhòe (CoC) có thể được định nghĩa là đường tròn có cùng chênh lệch thời gian giữa hai tai. CoC là một phần được chỉ ra bởi đường nét đậm trên Fig.13, và khi nguồn âm tồn tại trong CoC được kết xuất song âm, cùng một ITD có thể được áp dụng.

Chênh lệch mức âm giữa hai tai, là tín hiệu song âm, có thể được triển khai qua quy trình nhân độ khuếch đại cùng bên và độ khuếch đại đối bên trong miền tần số. ITD có thể được gán trong miền thời gian trong khi làm trễ bộ đệm. Theo phương án trên Fig.10, bốn phép biến đổi được yêu cầu để tạo ra tín hiệu song âm, nhưng theo phương án trên Fig.12, chỉ một hoặc hai phép biến đổi được yêu cầu, nhờ đó giảm bớt lượng phép tính.

Fig.14 minh họa phương pháp song âm hóa nhiều tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế.

Fig.14 minh họa phương pháp song âm hóa tổng quát, mà được mở rộng cho N tín hiệu đầu vào từ phương pháp thực hiện việc song âm hóa được mô tả ở trên dựa vào Fig.12. Tức là, Fig.14 minh họa trường hợp trong đó nhiều nguồn âm tồn tại. Theo Fig.14, khi có N tín hiệu đầu vào tần số, vị trí nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu đầu vào tần số, và đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR), là hàm truyền song âm, được minh họa là cấu trúc trong đó các tín hiệu cùng bên mà không có độ trễ thời gian được trộn trong miền tần số bằng cách sử dụng bộ trộn cùng bên bên trái và bộ trộn cùng bên bên phải và sau đó được xử lý. Trong trường hợp của Fig.11, $N*2+2$ phép biến đổi được yêu cầu, nhưng theo Fig.14, số lượng phép biến đổi lớn nhất được yêu cầu cho N đầu vào là $N+2$, nhờ đó giảm bớt số lượng phép biến đổi khoảng một nửa.

Fig.15 minh họa trường hợp trong đó tín hiệu đầu vào ảo được đặt trong nón nhòe (CoC) theo một phương án của sáng chế.

Cụ thể, Fig.15 minh họa phương pháp song âm hóa nguồn âm thanh ảo khi nguồn âm thanh ảo được đặt trong CoC. Như được thể hiện trên Fig.15, khi nguồn âm thanh ảo được đặt trong CoC, các tín hiệu đối bên có thể được biến đổi tần số-thời gian sau khi được kết hợp với nhau. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.15, khi ba loa được đặt trong một CoC để song âm hóa tổng cộng 15 tín hiệu đầu vào ảo, thiết bị để tạo ra các tín hiệu song âm có thể song âm hóa các tín hiệu đầu vào ảo bằng cách thực hiện biến đổi tần số

chỉ sáu. Do đó, trong trường hợp của Fig.11 được mô tả ở trên, khi có 15 loa (nguồn âm thanh ảo), thì 32 phép biến đổi ($N*2+1 = 15*2+2$) được yêu cầu. Tuy nhiên, trong trường hợp như trên Fig.15, tín hiệu song âm có thể được tạo ra bằng sáu phép biến đổi theo Fig.16, và do vậy số lượng phép biến đổi có thể được giảm khoảng 80%.

Fig.16 minh họa phương pháp song âm hóa tín hiệu đầu vào ảo theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.16, việc biến đổi các tín hiệu đối bên của các nguồn âm thanh ảo của các loa tồn tại ở các vị trí được đánh số từ 1 đến 3 trên Fig.15 có thể chỉ được thực hiện một lần, không phải ba lần. Phép biến đổi được áp dụng cho các nguồn âm thanh ảo của các loa tồn tại ở các vị trí được đánh số từ 4 đến 6, các nguồn âm thanh ảo của các loa tồn tại ở các vị trí được đánh số từ 10 đến 12, và các nguồn âm thanh ảo của các loa tồn tại ở các vị trí được đánh số từ 13 đến 15.

Theo một phương án của sáng chế, khi thiết bị để tạo ra tín hiệu song âm thực hiện việc song âm hóa nguồn âm thanh ảo, thì tất cả các thành phần cùng bên có thể được trộn ở dạng cùng pha. Nói chung, do chênh lệch thời gian của HRIR được sử dụng cho việc song âm hóa, nên sự thay đổi âm sắc do nhiễu tần số có thể xảy ra, dẫn đến sự suy giảm chất lượng âm thanh. Tuy nhiên, độ khuếch đại cùng bên A_I được áp dụng trong một phương án của sáng chế chỉ giải quyết biên độ tần số của HRIR cùng bên. Do đó, pha ban đầu của tín hiệu mà độ khuếch đại cùng bên A_I được áp dụng có thể được duy trì. Do đó, không giống HRIR chung, mà được đặc trưng ở chỗ thời gian đến của thành phần cùng bên khác phụ thuộc vào hướng của âm thanh, phương án có thể loại bỏ các sự chênh lệch thời gian đến của thành phần cùng bên đối với mỗi hướng để làm cho thời gian đến của thành phần cùng bên đồng nhất. Tức là, khi một tín hiệu được phân phối cho nhiều kênh, phương án có thể loại bỏ sự tạo màu theo thời gian đến, mà xảy ra khi HRIR chung được sử dụng.

Fig.17 đến Fig.19 minh họa một phương án trong đó sự song âm hóa được mô tả

ở trên được áp dụng để trộn tăng mức.

Fig.17 minh họa bộ trộn tăng mức theo một phương án của sáng chế.

Fig.17 minh họa một ví dụ của bộ trộn tăng mức để biến đổi tín hiệu đầu vào 5 kênh thành 4 kênh ở phía trước và 4 kênh ở phía sau và tạo ra tổng cộng 8 tín hiệu kênh. Các ký hiệu C, L, R, LS và RS của các tín hiệu đầu vào trên Fig.17 chỉ ở giữa, bên trái, bên phải, bao quanh bên trái và bao quanh bên phải của tín hiệu 5.1 kênh. Khi tín hiệu đầu vào được trộn tăng mức, bộ tạo vang có thể được sử dụng để làm giảm các sự giả tạo trộn tăng mức.

Fig.18 minh họa cấu hình bố trí đối xứng theo một phương án của sáng chế.

Tín hiệu mà đã được trộn tăng mức qua phương pháp được mô tả ở trên có thể được tạo cấu hình bởi bố cục ảo đối xứng trong đó X_F1 được đặt ở phía trước, X_B1 được đặt ở phía sau, X_F2[I][L] và X_B2[I][L] được đặt ở bên trái, và X_F2[I][R] và X_B2[I][R] được đặt ở bên phải, như được thể hiện trên Fig.18.

FIG.19 minh họa phương pháp song âm hóa tín hiệu đầu vào theo một phương án của sáng chế.

Fig.19 là một ví dụ của phương pháp song âm hóa tín hiệu tương ứng với bố cục ảo đối xứng như được thể hiện trên Fig.18.

Tất cả bốn vị trí (X_F1[I][L], XF1[I][R], X_B1[I][L] và X_B1[I][R]) tương ứng với X_F1 và X_B1 theo Fig.18 có thể có cùng ITD tương ứng với D_1C. Tất cả bốn vị trí (X_F2[I][L], XF2[I][R], X_B2[I][L] và X_B2[I][R]) dựa vào X_F2 và X_B2 theo Fig.18 có thể có cùng ITD tương ứng với D_2C. Ví dụ, ITD có thể có trị số nhỏ hơn hoặc bằng 1 ms.

Theo Fig.19, độ khuếch đại cùng bên và độ khuếch đại đối bên, được tính dựa vào HRIR của kênh ảo, có thể được áp dụng cho các tín hiệu tần số (ví dụ, các nguồn âm thanh ảo của các loa tồn tại ở các vị trí được đánh số từ 1 đến 15 trên Fig.17). Tất cả các tín hiệu

tần số cùng bên có thể được trộn trong bộ trộn cùng bên bên trái và bộ trộn cùng bên bên phải. Trong trường hợp các tín hiệu tần số đối bên, các tín hiệu có cùng ITD, như cặp X_{F1} và X_{B1} và cặp X_{F2} và X_{B2} , được trộn bởi bộ trộn đối bên bên trái và bộ trộn đối bên bên phải. Sau đó, tín hiệu được trộn có thể được biến đổi thành tín hiệu miền thời gian qua sự biến đổi tần số-thời gian. Cửa sổ tổng hợp và quy trình xử lý chồng và cộng được áp dụng cho tín hiệu được biến đổi, và cuối cùng, D_{1C} và D_{2C} được áp dụng cho tín hiệu thời gian đối bên để tín hiệu đầu ra y_time có thể được tạo ra. Theo Fig.19, sáu phép biến đổi được áp dụng để tạo ra tín hiệu song âm. Do đó, so với trường hợp trong đó 18 phép biến đổi được yêu cầu, như trong phương pháp được thể hiện trên Fig.11, có hiệu quả là việc kết xuất tương tự là có thể qua 6 phép biến đổi, tức là số lượng các quy trình biến đổi được giảm 1/3.

Phương pháp song âm hóa tương tác cho đầu vào tín hiệu tần số

Ngoài màn hiển thị được lắp trên đầu (head mounted display, HMD) dùng cho thực tế ảo, các thiết bị ống nghe gần đây (sau đây được gọi là các thiết bị người dùng) có thể cung cấp thông tin về hướng đầu của người dùng bằng cách sử dụng các bộ cảm biến như bộ cảm biến con quay. Ở đây, thông tin về hướng đầu có thể được cung cấp qua giao diện được tính ở dạng xoay (yaw), lắc dọc (pitch), lắc ngang (roll), vector hướng lên và vector hướng tiến. Các thiết bị này có thể thực hiện việc song âm hóa nguồn âm bằng cách tính vị trí tương đối của nguồn âm theo hướng đầu của người dùng. Theo đó, các thiết bị có thể tương tác với các người dùng để tạo ra sự đắm chìm được cải thiện.

Fig.20 minh họa phương pháp thực hiện việc song âm hóa tương tác tương ứng với hướng đầu của người dùng theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.20, một ví dụ của quy trình trong đó thiết bị người dùng thực hiện việc song âm hóa tương tác tương ứng với hướng đầu của người dùng là như sau.

i) Bộ trộn tăng mức của thiết bị người dùng có thể nhận đầu vào của nguồn âm lập thể chung (nguồn âm đầu vào), hướng đầu, bố cục loa ảo và HRIR của loa ảo.

ii) Bộ trộn tăng mức của thiết bị người dùng có thể nhận nguồn âm lập thể chung, và có thể trích xuất các tín hiệu tần số N kênh qua quy trình trộn tăng mức được mô tả dựa vào Fig.4. Ngoài ra, thiết bị người dùng có thể định ra các tín hiệu tần số N kênh được trích xuất dưới dạng N tín hiệu tần số đối tượng. Ngoài ra, bố cục N kênh có thể được tạo ra để tương ứng với vị trí đối tượng.

iii) Thiết bị người dùng có thể tính N vị trí đối tượng tương đối lấy người dùng làm trung tâm từ N vị trí đối tượng và thông tin về hướng đầu của người dùng. Vector vị trí đối tượng thứ n P_n , được xác định bởi x, y, z trong các hệ tọa độ Đề các, có thể được biến đổi thành vị trí đối tượng tương đối P_{rot_n} trong các hệ tọa độ Đề các qua tích vô hướng với ma trận quay M_{rot} dựa vào sự xoay (yaw), lắc dọc (pitch) và lắc ngang (roll) của người dùng.

iv) Bộ tạo ma trận trộn của thiết bị người dùng có thể thu được hệ số quét trong bố cục loa ảo được tạo cấu hình bởi L loa ảo và N tín hiệu tần số đối tượng, dựa vào N vị trí đối tượng tương đối được tính, để tạo ra “ M ”, là ma trận trộn có các kích thước $L \times N$.

v) Bộ quét của thiết bị người dùng có thể tạo ra L tín hiệu loa ảo bằng cách nhân N tín hiệu đối tượng với ma trận trộn có các kích thước $L \times M$.

vi) Bộ song âm hóa của thiết bị người dùng có thể thực hiện việc song âm hóa, mà đã được mô tả dựa vào Fig.14, bằng cách sử dụng tín hiệu loa ảo, bố cục loa ảo và HRIR của loa ảo.

Phương pháp tính hệ số quét, mà đã được xác định ở phần iv), có thể sử dụng phương pháp như quét công suất không đổi (constant-power panning) hoặc quét độ khuếch đại không đổi (constant-gain panning) theo sơ đồ chuẩn hóa. Ngoài ra, phương pháp như quét biên độ trên cơ sở vector (vector-base amplitude panning) cũng có thể được sử dụng theo cách bố trí định trước được xác định.

Xem xét rằng đầu ra cuối cùng không được kết nối với loa phóng thanh vật lý mà

được song âm hóa theo một phương án của sáng chế, nên cấu hình bố trí có thể được tạo cấu hình để được tối ưu hóa cho việc song âm hóa.

Fig.21 minh họa bố cục loa ảo được tạo cấu hình bởi nón nhòe (CoC) trong hệ tọa độ cực giữa hai tai (IPC) theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.21, bố cục loa ảo có thể bao gồm tổng cộng 15 loa ảo được tạo cấu hình bởi năm CoC, cụ thể là từ CoC_1 đến CoC_5. Bố cục ảo có thể được tạo cấu hình bởi tổng cộng 17 loa bao gồm tổng cộng 15 loa được tạo cấu hình bởi tổng cộng 5 CoC và các loa đầu bên trái và đầu bên phải. Trong trường hợp này, việc quét đến loa ảo có thể được thực hiện qua hai công đoạn sẽ được mô tả sau.

Theo một phương án của sáng chế, bố cục loa ảo có thể tồn tại trong CoC, và có thể được tạo cấu hình bởi ba hoặc nhiều hơn ba CoC. Ở đây, một trong số ba hoặc nhiều hơn ba CoC có thể được đặt trên mặt phẳng giữa.

Nhiều loa ảo có cùng góc phương vị IPC có thể tồn tại trong một CoC. Trong khi đó, khi góc phương vị là +90 độ hoặc -90 độ, một CoC có thể được tạo cấu hình bởi chỉ một loa ảo.

Fig.22 minh họa phương pháp quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.22, phương pháp quét đến loa ảo sẽ được mô tả.

Công đoạn thứ nhất của phương pháp quét đến loa ảo là thực hiện quét hai chiều đến 7 loa ảo tương ứng với các loa ảo được đánh số 1, 4, 7, 10, 13, 16 và 17, sử dụng thông tin phương vị trong IPC như được thể hiện trên Fig.22. Tức là, đối tượng A thực hiện quét đến các loa ảo được đánh số 1 và 16 và đối tượng B thực hiện quét đến các loa ảo được đánh số 4 và 7. Như phương pháp quét cụ thể, phương pháp như quét công suất không đổi hoặc quét độ khuếch đại không đổi có thể được sử dụng. Ngoài ra, phương pháp ở dạng chuẩn hóa trọng số của sin và cosin thành độ khuếch đại như trong phương trình 21 có thể được sử dụng. Phương trình 21 là một ví dụ của phương pháp quét đổi

tượng A trên Fig.22. “azi_x” trong phương trình 21 biểu thị góc phương vị của x, ví dụ, “azi_a” trong phương trình 21 biểu thị góc phương vị của A.

[Phương trình 21]

$$P_{16_0} = \sin \left((azi_a - azi_1) / (azi_{16} - azi_1) * \pi / 2 \right)$$

$$P_{CoC1_0} = \cos \left((azi_a - azi_1) / (azi_{16} - azi_1) * \pi / 2 \right)$$

$$P_{16} = P_{16_0} / (P_{16_0} + P_{CoC1_0})$$

$$P_{CoC1} = P_{CoC1_0} / (P_{16_0} + P_{CoC1_0})$$

Do đối tượng A tồn tại giữa các loa ảo được đánh số 1 và 16, nên vector vị trí P₁₆ của đối tượng thứ 16 được tính. Ngoài ra, do đối tượng A tồn tại trong CoC1, nên P_{CoC1} được tính.

Fig.23 minh họa phương pháp quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế.

Công đoạn thứ hai của phương pháp quét đến loa ảo là thực hiện việc định vị góc nâng IPC bằng cách sử dụng loa ảo được đặt ở mỗi CoC.

Theo Fig.23, do thành phần của đối tượng A được đặt trong CoC₁ được đặt giữa các loa ảo được đánh số 1 và 7, nên thành phần của đối tượng A có thể được quét như trong phương trình 22. Trong phương trình 22, “ele_x” biểu thị góc nâng của x, ví dụ, “ele_a” trong phương trình 22 biểu thị góc nâng của đối tượng A.

[Phương trình 22]

$$P_{1_0} = \cos \left((ele_a - ele_1) / (ele_7 - ele_1) * \pi / 2 \right)$$

$$P_{7_0} = \sin \left((ele_a - ele_1) / (ele_7 - ele_1) * \pi / 2 \right)$$

$$P_1 = P_{1_0} / (P_{1_0} + P_{7_0}) * P_{CoC1}$$

$$P_7 = P_{7_0} / (P_{1_0} + P_{7_0}) * P_{CoC1}$$

Đối tượng A có thể được định vị sử dụng các độ khuếch đại quét (panning gains) P₁, P₇ và P₁₆, được tính qua phương trình 21 và phương trình 22.

Fig.24 minh họa hình vẽ dạng cầu cho bước quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế.

Fig.25 minh họa hình vẽ nhìn từ bên trái cho bước quét đến loa ảo theo một phương án của sáng chế.

Sau đây, theo Fig.24 và Fig.25, phương pháp quét đến loa ảo sẽ được khái quát hóa và được mô tả.

Ma trận trộn được mô tả ở trên có thể được tạo ra qua phương pháp được mô tả sau đây.

a) Bộ tạo ma trận trộn để tạo ra ma trận trộn của hệ thống để xuất ra N tín hiệu loa có thể định vị các tín hiệu đối tượng, được đặt ở góc phương vị là azi_a và góc nâng là ele_a trong IPC, trong N bố cục loa được tạo cấu hình bởi C CoC, thực hiện việc quét đến loa ảo, và sau đó tạo ra ma trận trộn.

b) Để thực hiện việc quét đến loa ảo, bước quét theo góc phương vị (azimuth panning) sử dụng thông tin phương vị và quét theo góc nâng (elevation panning) để định vị góc nâng IPC bằng cách sử dụng loa ảo được đặt trong CoC có thể được thực hiện. Việc quét theo góc phương vị cũng có thể được gọi là quét theo nón nhòe (cone-of-confusion panning).

b-i) Quét theo góc phương vị

Bộ tạo ma trận trộn có thể chọn hai CoC, mà gần nhất với bên trái và bên phải từ phương vị azi_a , một cách tương ứng, trong số C CoC. Ngoài ra, bộ tạo ma trận trộn có thể tính các độ khuếch đại quét P_CoC_Left và P_CoC_Right giữa các CoC, có tham chiếu đến phương vị IPC azi_CoC_Left của CoC bên trái “CoC_Left” và phương vị IPC azi_CoC_Right của CoC bên phải “CoC_Right” của hai CoC được chọn, như trong phương trình 23. Tổng của các độ khuếch đại quét P_CoC_Left và P_CoC_Right có thể là “1”. Việc quét theo góc phương vị cũng có thể được gọi là quét ngang.

[Phương trình 23]

$$P_CoC_Left_0$$

$$= \cos \left((azi_a - azi_CoC_Left) / (azi_CoC_Right - azi_CoC_Left) * \pi / 2 \right)$$

$$P_CoC_Right_0$$

$$= \sin \left((azi_a - azi_CoC_Left) / (azi_CoC_Right - azi_CoC_Left) * \pi / 2 \right)$$

$$P_CoC_Left = P_CoC_Left_0 / (P_CoC_Left_0 + P_CoC_Right_0)$$

$$P_CoC_Right = P_CoC_Right_0 / (P_CoC_Left_0 + P_CoC_Right_0)$$

b-ii) Quét theo góc nâng

Bộ tạo ma trận trộn có thể chọn hai loa ảo CW và CCW, mà gần nhất theo hướng cùng chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ từ góc nâng “ele_a”, một cách tương ứng, trong số các loa ảo tồn tại trên CoC_Left. Ngoài ra, bộ tạo ma trận trộn có thể tính các độ khuếch đại quét P_CoC_Left_CW và P_CoC_Left_CCW, được định vị giữa ele_CoC_Left, là góc nâng IPC của CW, và ele_CoC_Left_CCW, là góc nâng IPC của CCW, như trong phương trình 24. Ngoài ra, bộ tạo ma trận trộn có thể tính P_CoC_Right_CW và P_CoC_Right_CCW như trong phương trình 25 bằng cách sử dụng cùng phương pháp ở trên. Tổng của các độ khuếch đại quét P_CoC_Right_CW và P_CoC_Right_CCW có thể là “1”. Việc quét theo góc nâng có thể được mô tả là quét thẳng đứng.

[Phương trình 24]

$$\begin{aligned}
P_CoC_Left_CW_0 &= \sin \left((ele_a - ele_azi_CoC_Left_CCW) \right. \\
&\quad \left. / (ele_azi_CoC_Left_CW - ele_azi_CoC_Left_CCW) * \pi / 2 \right) \\
P_CoC_Left_CCW_0 &= \cos \left((ele_a - ele_azi_CoC_Left_CCW) \right. \\
&\quad \left. / (ele_azi_CoC_Left_CW - ele_azi_CoC_Left_CCW) * \pi / 2 \right) \\
P_CoC_Left_CW &= P_CoC_Left_CW_0 / (P_CoC_Left_CW_0 + \\
P_CoC_Left_CCW_0) \\
P_CoC_Left_CCW &= P_CoC_Left_CCW_0 / (P_CoC_Left_CW_0 + \\
P_CoC_Left_CCW_0)
\end{aligned}$$

[Phương trình 25]

$$\begin{aligned}
P_CoC_Right_CW_0 &= \sin \left((ele_a - ele_azi_CoC_Right_CCW) \right. \\
&\quad \left. / (ele_azi_CoC_Right_CW - ele_azi_CoC_Right_CCW) * \pi / 2 \right) \\
P_CoC_Right_CCW_0 &= \cos \left((ele_a - ele_azi_CoC_Right_CCW) \right. \\
&\quad \left. / (ele_azi_CoC_Right_CW - ele_azi_CoC_Right_CCW) * \pi / 2 \right) \\
P_CoC_Right_CW &= P_CoC_Right_CW_0 \\
&\quad / (P_CoC_Right_CW_0 + P_CoC_Right_CCW_0) \\
P_CoC_Right_CCW &= P_CoC_Right_CCW_0 \\
&\quad / (P_CoC_Right_CW_0 + P_CoC_Right_CCW_0)
\end{aligned}$$

Khi các chỉ số của các loa tương ứng với $P_CoC_Left_CW$, $P_CoC_Right_CW$, $P_CoC_Left_CCW$ và $P_CoC_Right_CCW$ được tạo ra qua quy trình được mô tả ở trên được gọi là a, b, c và d, một cách tương ứng, bộ tạo ma trận trộn có thể tính độ khuếch đại quét cuối cùng $P[a][A]$ đối với đối tượng đầu vào A, như trong phương trình 26.

[Phương trình 26]

$$P[a][A] = P_CoC_Left_CW * P_CoC_Left$$

$$P[b][A] = P_CoC_Right_CW * P_CoC_Right$$

$$P[c][A] = P_CoC_Left_CCW * P_CoC_Left$$

$$P[d][A] = P_CoC_Right_CCW * P_CoC_Right$$

$$P[m][A] = 0 \text{ for } m \text{ is not in } \{a, b, c, d\}$$

Ngoài ra, bộ tạo ma trận trộn có thể lặp lại các quy trình của phần a) và b) được mô tả ở trên để tạo ra toàn bộ ma trận trộn M để định vị N đối tượng cho L loa kênh ảo, như trong phương trình 27.

[Phương trình 27]

$$M = \begin{bmatrix} P[1][1] & P[1][2] & \dots & P[1][N]; \\ P[2][1] & P[2][2] & \dots & P[2][N]; \\ \dots & \dots & \dots & \dots; \\ P[L][1] & P[L][2] & \dots & P[L][N] \end{bmatrix}$$

Khi ma trận trộn được tính, bộ quét có thể tạo ra L tín hiệu loa ảo “S” bằng cách sử dụng N tín hiệu đầu vào $X[1 \sim N]$ và ma trận trộn M, như trong phương trình 28. Hàm dot của phương trình 28 biểu thị tích vô hướng.

[Phương trình 28]

$$S = M \text{ (dot) } X$$

Thiết bị người dùng (ví dụ, ống nghe) có thể song âm hóa bố cục loa ảo tín hiệu đầu ra, HRIR tương ứng với nó, và tín hiệu đầu vào loa ảo S, và xuất ra tín hiệu đó. Ở đây, đối với việc song âm hóa ở trên, phương pháp song âm hóa được mô tả dựa vào Fig.14 có thể được sử dụng.

Kết hợp của phương pháp tính ma trận trộn và định vị hình ảnh âm thanh và phương pháp song âm hóa, mà đã được mô tả trong bản mô tả này, sẽ được mô tả lần nữa dưới

đây.

i) Như trong phương trình 23, cặp CoC có thể được xác định bởi góc phương vị trong IPC của nguồn âm thanh đối tượng. Ở đây, tỷ số nội suy ngang có thể được xác định là tỷ số giữa P_CoC_Left và P_CoC_Right .

ii) Như trong phương trình 24 và phương trình 25, tỷ số nội suy thẳng đứng của hai loa ảo liên kề với nguồn âm thanh đối tượng có thể được xác định là $P_CoC_Right_CW$ (hoặc $P_CoC_Left_CW$) hoặc $P_CoC_Right_CCW$ (hoặc $P_CoC_Left_CCW$), bằng cách sử dụng góc nâng trong IPC.

iii) Bước quét bốn nguồn âm thanh ảo (bốn loa ảo liên kề với nguồn âm thanh đối tượng) được tính qua tỷ số nội suy ngang và tỷ số nội suy thẳng đứng như trong phương trình 26.

iv) Bước kết xuất song âm có thể được thực hiện bằng cách nhân hệ số quét cho một đối tượng đầu vào (ví dụ, nguồn âm thanh) với các HRIR của bốn nguồn âm thanh ảo. Bước kết xuất song âm ở trên có thể giống với bước tổng hợp HRIR nội suy và sau đó thực hiện việc song âm hóa HRIR nội suy bằng cách nhân HRIR nội suy với nguồn âm thanh đối tượng. Ở đây, HRIR nội suy có thể được tạo ra bằng cách áp dụng các độ khuếch đại quét cho bốn nguồn âm thanh ảo, được tính qua phương trình 26, cho HRIR tương ứng với mỗi nguồn âm thanh ảo.

Phương trình 23, phương trình 24 và phương trình 25 để tính hệ số nội suy có các đặc điểm của sự chuẩn hóa độ khuếch đại thay vì sự chuẩn hóa công suất được sử dụng trong bước quét loa phóng thanh chung. Khi các tín hiệu được trộn lẫn nữa do sự song âm hóa, các tín hiệu kênh ảo thành phần thẳng đứng tương ứng với các góc nâng IPC được đặt trong cùng một CoC được thêm vào cùng pha. Do đó, việc chuẩn hóa độ khuếch đại có thể được thực hiện xem xét thực tế là chỉ xảy ra sự giao thoa tăng cường. Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp các tín hiệu ngang tương ứng với các góc phương vị IPC khác trong CoC, tất cả các thành phần cùng bên của hướng trong đó tín hiệu lớn hơn theo hướng

khác được thêm vào cùng pha. Do đó, việc chuẩn hóa độ khuếch đại có thể được thực hiện.

Fig.26 là lưu đồ minh họa việc tạo tín hiệu song âm theo một phương án của sáng chế.

Fig.26 minh họa phương pháp tạo ra tín hiệu song âm theo các phương án được mô tả ở trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.25.

Để tạo ra tín hiệu song âm, thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể nhận tín hiệu âm lập thể và biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số (được chỉ báo bởi các số chỉ dẫn S2610 và S2620).

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể tách tín hiệu miền tần số thành tín hiệu thứ nhất và tín hiệu thứ hai, dựa vào tương quan liên kênh và chênh lệch mức liên kênh (ICLD) của tín hiệu miền tần số (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2630).

Ở đây, tín hiệu thứ nhất bao gồm thành phần phía trước của tín hiệu miền tần số, và tín hiệu thứ hai bao gồm thành phần phía bên của tín hiệu miền tần số.

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, và có thể tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2640). Hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất có thể được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) thứ nhất.

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai, và có thể tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2650). Hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai có thể được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của HRIR thứ hai.

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên, và có thể tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số (được

chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2660). Hệ số bộ lọc đối bên có thể được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng đối bên của HRIR thứ hai.

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2670).

Thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian (được chỉ báo bởi số chỉ dẫn S2680).

Tín hiệu song âm có thể được tạo ra xem xét độ trễ thời gian giữa hai tai (ITD) được áp dụng cho tín hiệu đối bên miền thời gian.

Hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và hệ số bộ lọc đối bên có thể là các số thực.

Tổng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai có thể giống với tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu âm lập thể.

Tổng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai có thể giống với tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu âm lập thể.

Năng lượng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và năng lượng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất có thể giống nhau.

Đặc điểm đối bên của HRIR khi xem xét ITD được áp dụng cho đặc điểm cùng bên của HRIR.

ITD có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1ms.

Pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất có thể giống với pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu cùng bên phía trước. Pha của tín hiệu kênh bên phải của

tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu cùng bên phía trước. Ngoài ra, pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau. Pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau.

Công đoạn S2670 có thể bao gồm các bước: biến đổi tín hiệu cùng bên bên trái và tín hiệu cùng bên bên phải, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, thành tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và biến đổi tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu đối bên bên trái và tín hiệu đối bên bên phải, là các tín hiệu miền thời gian, cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải.

Ở đây, tín hiệu song âm có thể được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu đối bên bên trái miền thời gian, và bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian và tín hiệu đối bên bên phải miền thời gian.

Để thực hiện phương pháp tạo tín hiệu song âm được mô tả ở trên, thiết bị tạo tín hiệu song âm có thể bao gồm: thiết bị đầu cuối nhập được tạo cấu hình để nhận tín hiệu âm lập thể; và bộ xử lý bao gồm bộ kết xuất.

Sáng chế đã được mô tả ở trên dựa vào các phương án cụ thể. Tuy nhiên, các sự sửa đổi khác nhau là có thể có bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Tức là, mặc dù sáng chế đã được mô tả đối với một phương án của việc kết xuất song âm của tín hiệu audio, sáng chế có thể được áp dụng như nhau và được mở rộng cho các tín hiệu đa phương tiện khác nhau bao gồm các tín hiệu video cũng như các tín hiệu audio. Do đó, các vấn đề mà có thể được suy ra dễ dàng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế từ phần mô

tả chi tiết và phương án của sáng chế sẽ được hiểu là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Các phương án của sáng chế được mô tả ở trên có thể được triển khai qua các phương tiện khác nhau. Ví dụ, các phương án của sáng chế có thể được triển khai bởi phần cứng, phần sụn, phần mềm, kết hợp của chúng, và dạng tương tự.

Trong trường hợp sự triển khai bằng phần cứng, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được triển khai bởi một hoặc nhiều trong số các mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit, ASIC), các bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu số (digital signal processing device, DSPD), các thiết bị logic lập trình được (programmable logic device, PLD), các mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array, FPGA), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, các bộ vi xử lý, và dạng tương tự.

Trong trường hợp sự triển khai bằng phần sụn hoặc phần mềm, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được triển khai ở dạng môđun, thủ tục, hàm, và dạng tương tự mà thực hiện các chức năng hoặc các hoạt động được mô tả ở trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực thi bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý, và có thể trao đổi dữ liệu với bộ xử lý qua các phương tiện thông dụng đã biết khác nhau.

Một số phương án cũng có thể được triển khai ở dạng phương tiện ghi bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính, như môđun chương trình được thực thi bởi máy tính. Phương tiện đọc được bằng máy tính như vậy có thể là phương tiện khả dụng định trước có thể truy cập bởi máy tính, và có thể bao gồm tất cả các phương tiện khả biến và không khả biến và phương tiện tháo được và không tháo được. Thêm nữa, phương tiện đọc được bằng máy tính có thể bao gồm phương tiện lưu trữ máy tính và phương tiện truyền thông. Phương tiện lưu trữ máy tính bao gồm tất cả các phương tiện khả biến và không khả biến và phương tiện tháo được và không tháo được, mà đã được triển khai bằng phương pháp hoặc công nghệ định trước, để lưu trữ thông tin như các lệnh đọc được bằng

máy tính, các cấu trúc dữ liệu, các môđun chương trình, và dữ liệu khác. Phương tiện truyền thông thường bao gồm lệnh đọc được bằng máy tính, cấu trúc dữ liệu, môđun chương trình, dữ liệu khác của tín hiệu dữ liệu được điều biến, hoặc một cơ chế truyền dẫn khác, cũng như phương tiện truyền thông tin định trước.

Sáng chế được thực hiện với mục đích minh họa, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế có thể hiểu rằng sáng chế có thể được sửa đổi dễ dàng thành các dạng cụ thể khác mà không làm thay đổi các dấu hiệu đặc trưng và phạm vi của sáng chế. Do đó, cần hiểu rằng các phương án được mô tả ở trên không nhằm mục đích làm giới hạn phạm vi của sáng chế. Ví dụ, mỗi thành phần được mô tả là kiểu đơn lẻ có thể được triển khai theo cách phân tán, và tương tự, các thành phần được mô tả là được phân tán cũng có thể được triển khai ở dạng kết hợp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm các bước:

nhận tín hiệu âm lập thể;

biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số;

tách tín hiệu miền tần số thành tín hiệu thứ nhất và tín hiệu thứ hai dựa vào tương quan liên kênh và chênh lệch mức liên kênh (ICLD) của tín hiệu miền tần số, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm thành phần phía trước của tín hiệu miền tần số, và tín hiệu thứ hai bao gồm thành phần phía bên của tín hiệu miền tần số;

kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất và tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) thứ nhất;

kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của HRIR thứ hai;

kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên và tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc đối bên được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng đối bên của HRIR thứ hai;

biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và

tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian,

trong đó tín hiệu song âm được tạo ra xem xét độ trễ thời gian giữa hai tai (ITD) được áp dụng cho tín hiệu đối bên miền thời gian, và

trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và hệ số bộ lọc đối bên là các số thực.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tổng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu âm lập thể.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tổng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu âm lập thể.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó năng lượng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và năng lượng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất là giống nhau.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đặc điểm đối bên của HRIR khi xem xét ITD được áp dụng cho đặc điểm cùng bên của HRIR.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ITD nhỏ hơn hoặc bằng 1ms.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu cùng bên phía trước,

trong đó pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu cùng bên phía trước,

trong đó pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau, và

trong đó pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên

phải của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc biến đổi của tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng, bao gồm các bước:

biến đổi tín hiệu cùng bên bên trái và tín hiệu cùng bên bên phải, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, thành tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và

biến đổi tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu đối bên bên trái và tín hiệu đối bên bên phải, là các tín hiệu miền thời gian, cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải,

trong đó tín hiệu song âm được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu đối bên bên trái miền thời gian và trộn tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian và tín hiệu đối bên bên phải miền thời gian.

9. Thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm:

thiết bị đầu cuối nhập được tạo cấu hình để nhận tín hiệu âm lập thể; và

bộ xử lý bao gồm bộ kết xuất,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

biến đổi tín hiệu âm lập thể thành tín hiệu miền tần số;

tách tín hiệu miền tần số thành tín hiệu thứ nhất và tín hiệu thứ hai dựa vào tương quan liên kênh và chênh lệch mức liên kênh (ICLD) của tín hiệu miền tần số, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm thành phần phía trước của tín hiệu miền tần số, và tín hiệu thứ hai

bao gồm thành phần phía bên của tín hiệu miền tần số;

kết xuất tín hiệu thứ nhất dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất và tạo ra tín hiệu cùng bên phía trước liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR) thứ nhất;

kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và tạo ra tín hiệu cùng bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng cùng bên của HRIR thứ hai;

kết xuất tín hiệu thứ hai dựa vào hệ số bộ lọc đối bên và tạo ra tín hiệu đối bên phía bên liên quan đến tín hiệu miền tần số, trong đó hệ số bộ lọc đối bên được tạo ra dựa vào tín hiệu đáp ứng đối bên của HRIR thứ hai;

biến đổi tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng; và

tạo ra tín hiệu song âm bằng cách trộn tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian,

trong đó tín hiệu song âm được tạo ra xem xét độ trễ thời gian giữa hai tai (ITD) được áp dụng cho tín hiệu đối bên miền thời gian, và

trong đó hệ số bộ lọc cùng bên thứ nhất, hệ số bộ lọc cùng bên thứ hai và hệ số bộ lọc đối bên là các số thực.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó tổng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu âm lập thể.

11. Thiết bị theo điểm 9, trong đó tổng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất

và tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai giống với tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu âm lập thể.

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó năng lượng của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất và năng lượng của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất là giống nhau.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó đặc điểm đối bên của HRIR khi xem xét ITD được áp dụng cho đặc điểm cùng bên của HRIR.

14. Thiết bị theo điểm 9, trong đó ITD nhỏ hơn hoặc bằng 1ms.

15. Thiết bị theo điểm 9, trong đó pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu cùng bên phía trước,

trong đó pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ nhất giống với pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu cùng bên phía trước,

trong đó pha của tín hiệu kênh bên trái của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên trái của tín hiệu đối bên là giống nhau, và

trong đó pha của tín hiệu kênh bên phải của tín hiệu thứ hai, pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu cùng bên phía bên, và pha của tín hiệu bên phải của tín hiệu đối bên phía bên là giống nhau.

16. Thiết bị theo điểm 9, trong đó việc biến đổi, bởi bộ xử lý, của tín hiệu cùng bên, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên, và tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu cùng bên miền thời gian và tín hiệu đối bên miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng, bao gồm các bước:

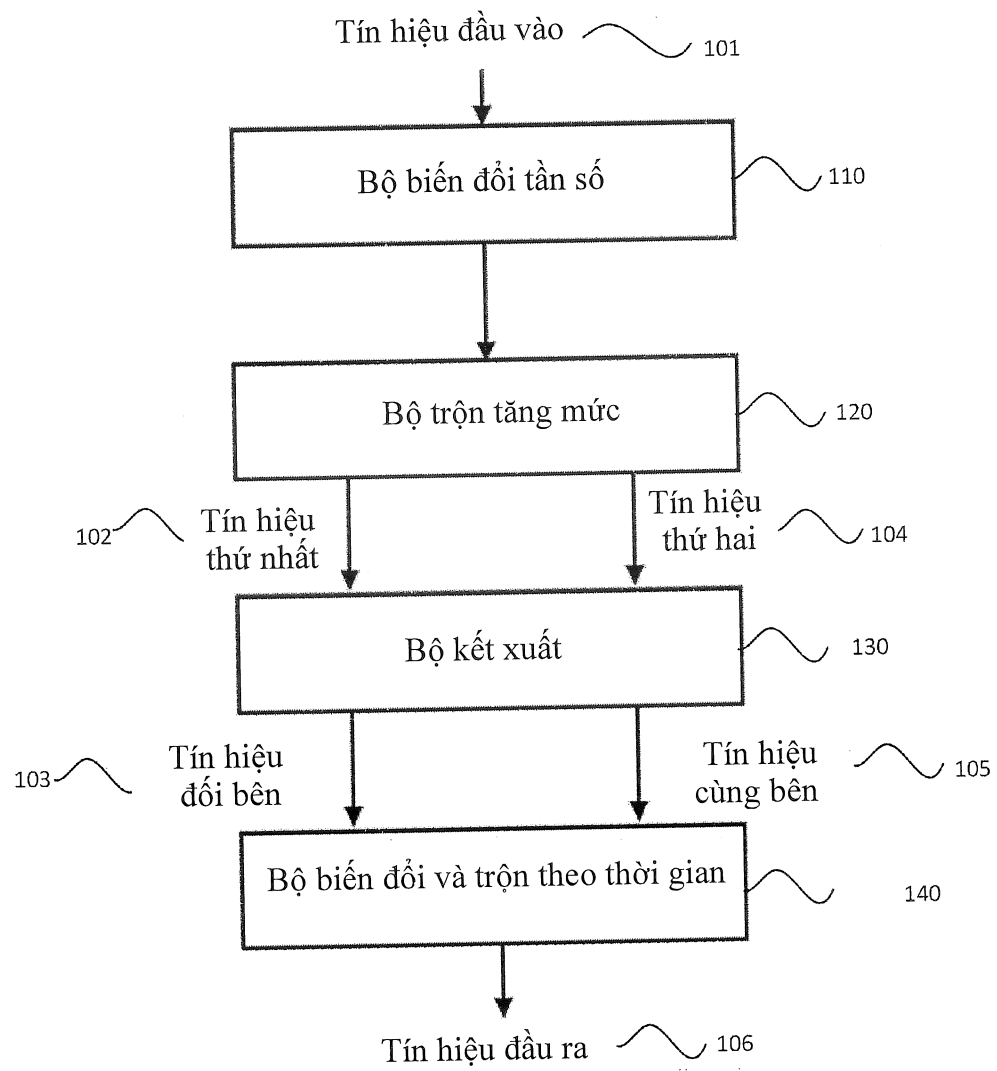
biến đổi tín hiệu cùng bên bên trái và tín hiệu cùng bên bên phải, được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên phía trước và tín hiệu cùng bên phía bên cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải, thành tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian, mà là các tín hiệu miền thời gian, một cách tương ứng;

và

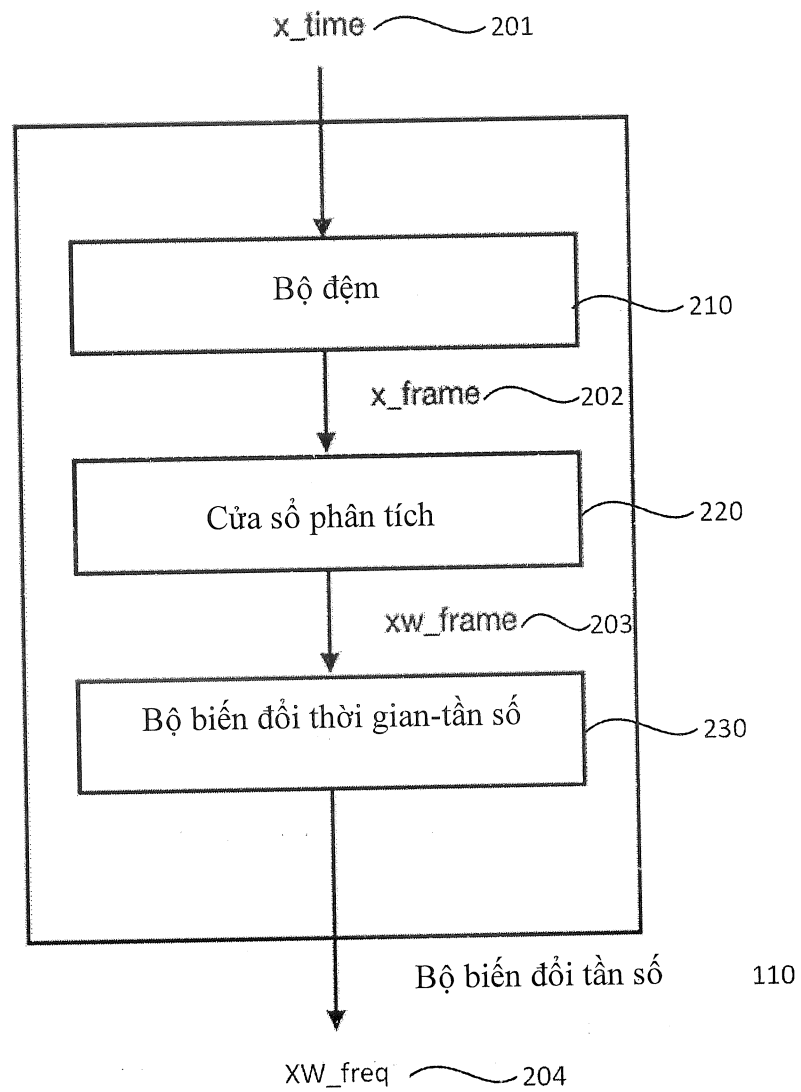
biến đổi tín hiệu đối bên phía bên thành tín hiệu đối bên bên trái và tín hiệu đối bên bên phải, mà là các tín hiệu miền thời gian, cho mỗi trong số kênh bên trái và kênh bên phải,

trong đó tín hiệu song âm được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu cùng bên bên trái miền thời gian và tín hiệu đối bên bên trái miền thời gian và trộn tín hiệu cùng bên bên phải miền thời gian và tín hiệu đối bên bên phải miền thời gian.

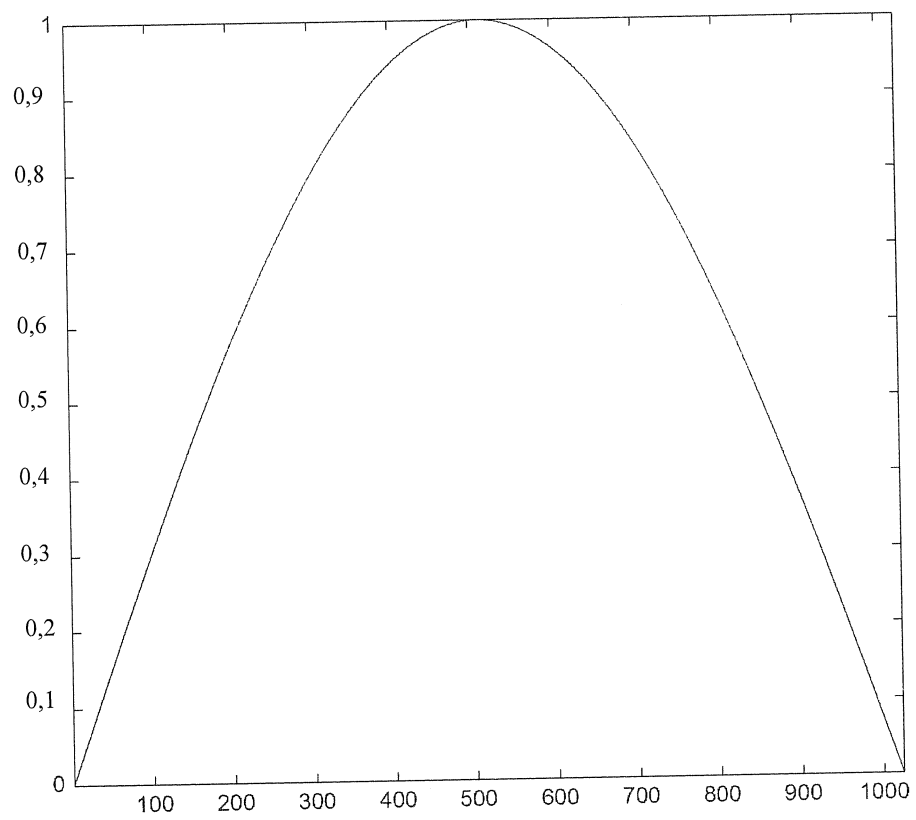
1/26

*Fig.1*

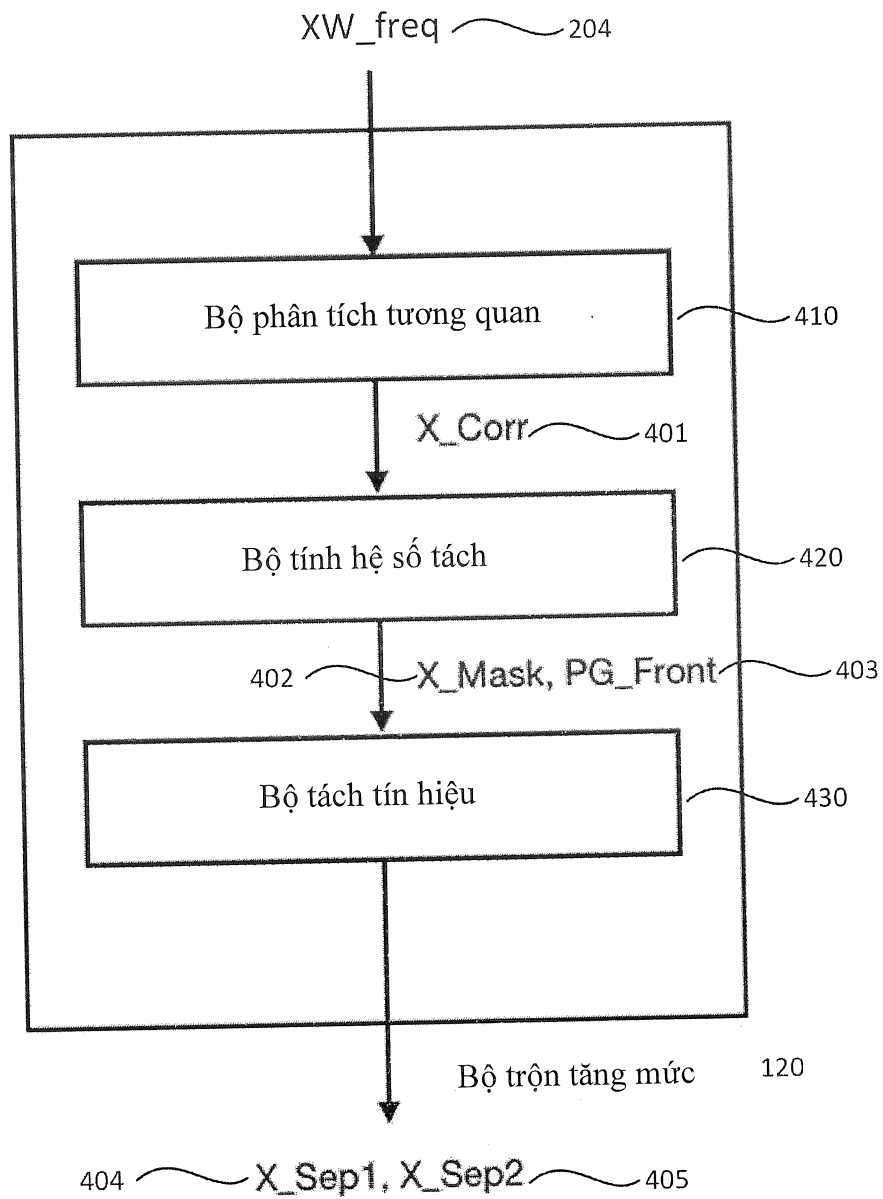
2/26

*Fig.2*

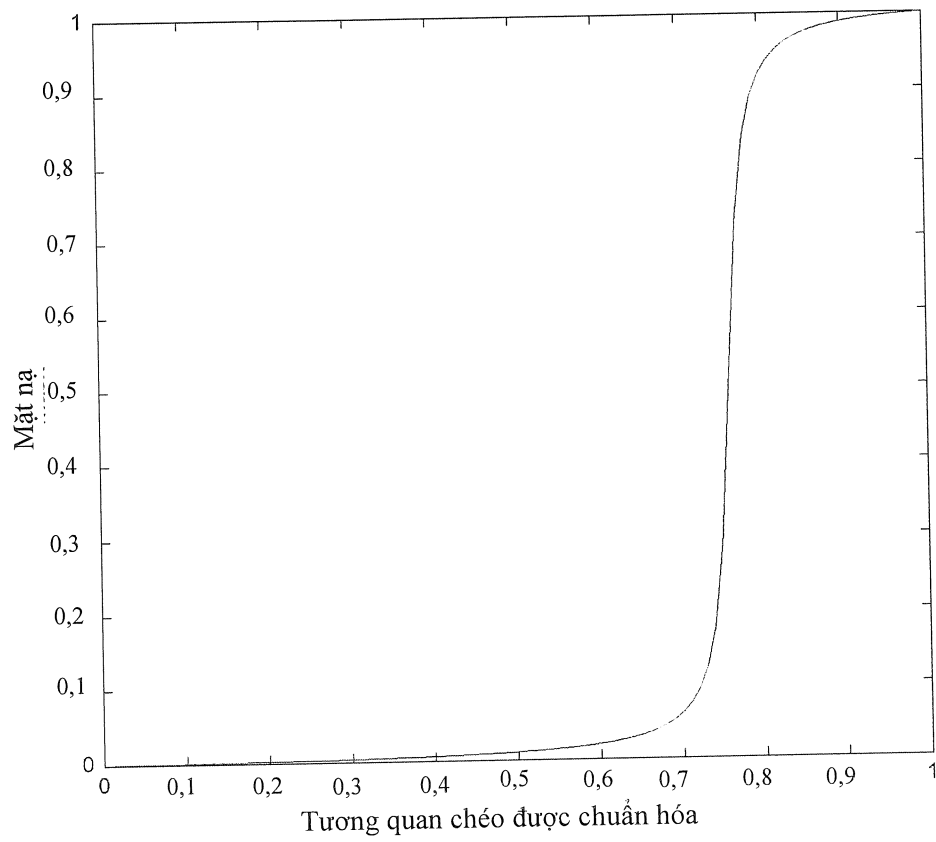
3/26

*Fig.3*

4/26

*Fig.4*

5/26

*Fig.5*

6/26

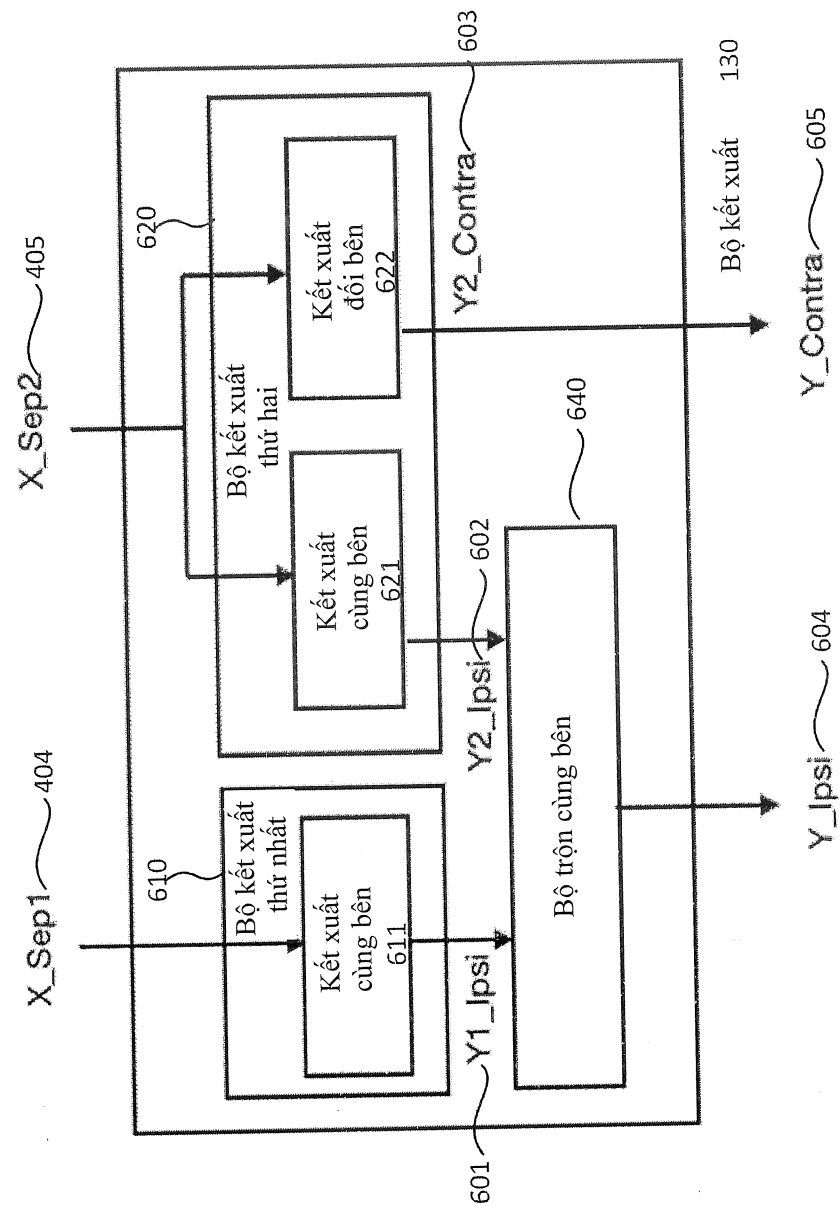


Fig.6

7/26

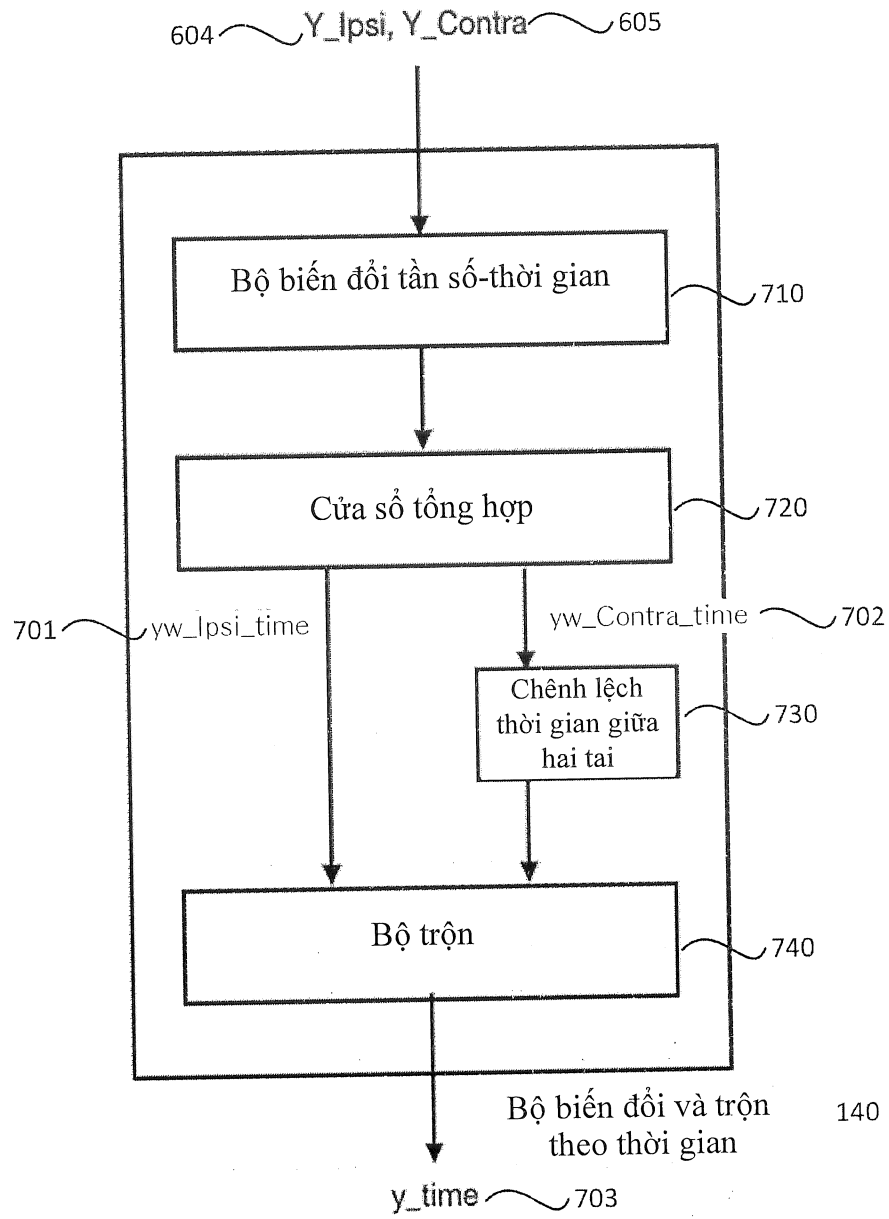
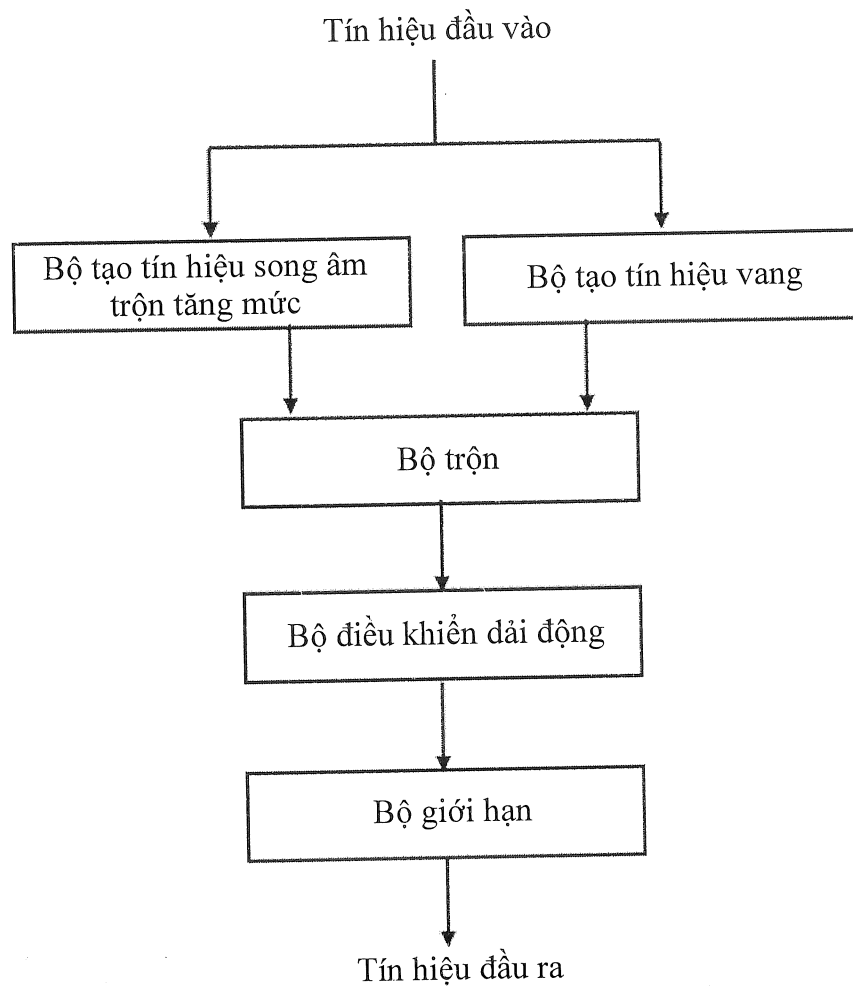
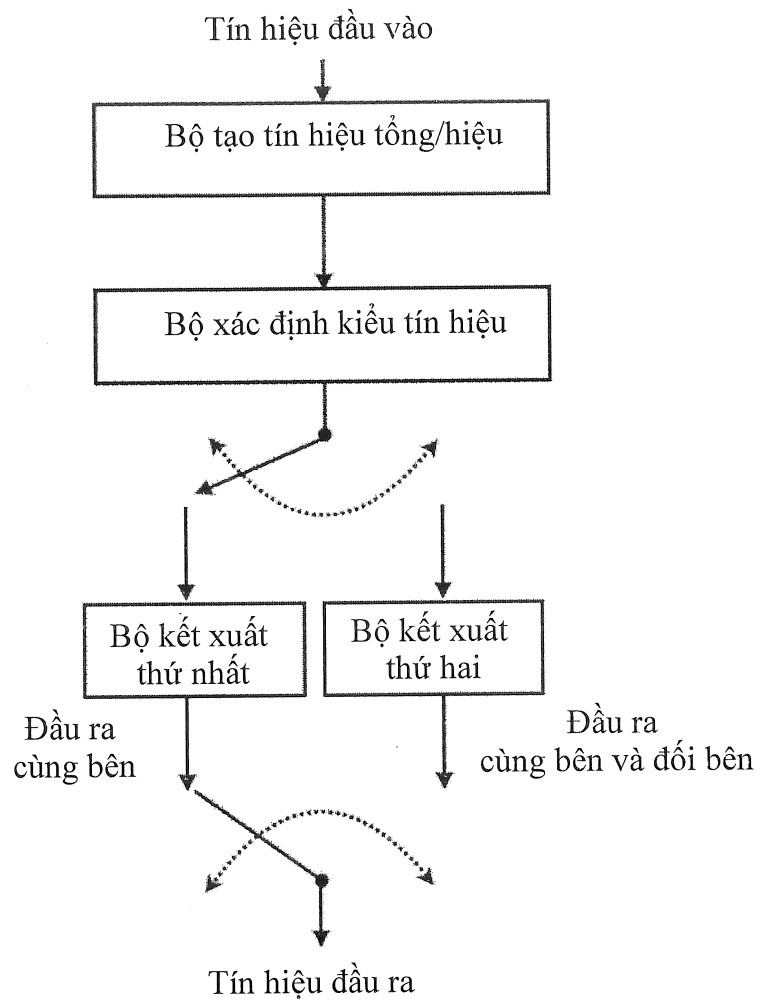


Fig.7

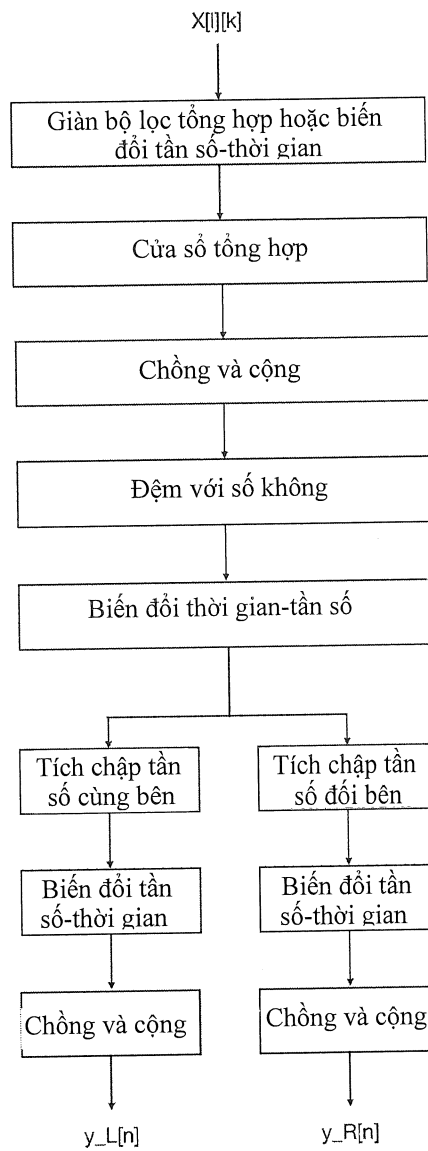
8/26

*Fig.8*

9/26

*Fig.9*

10/26

*Fig.10*

11/26

Đầu vào của N tần số

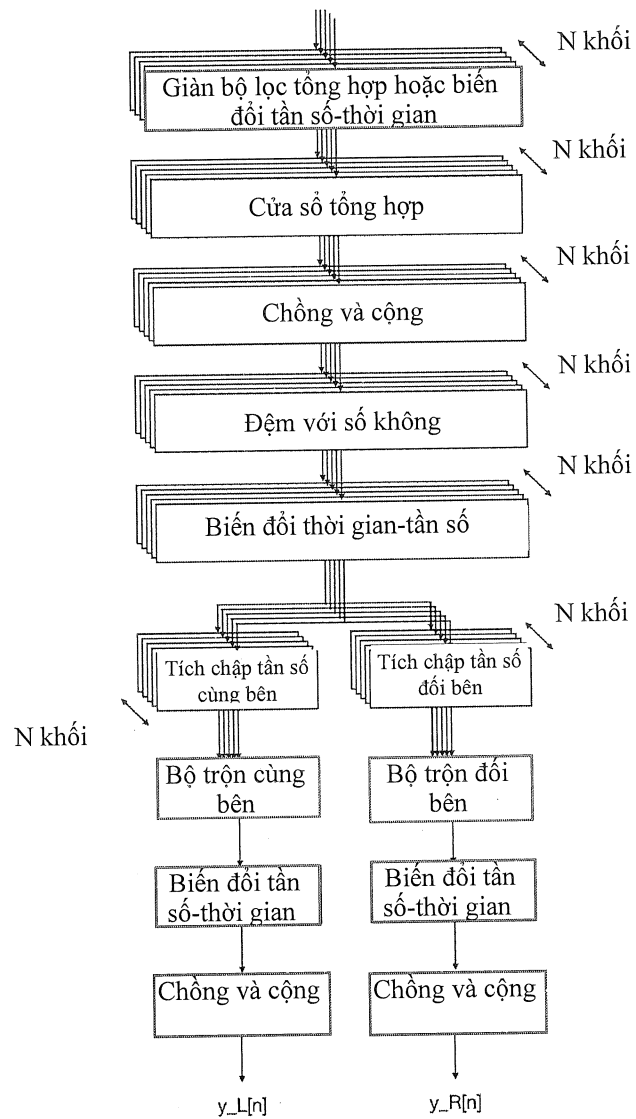


Fig.11

12/26

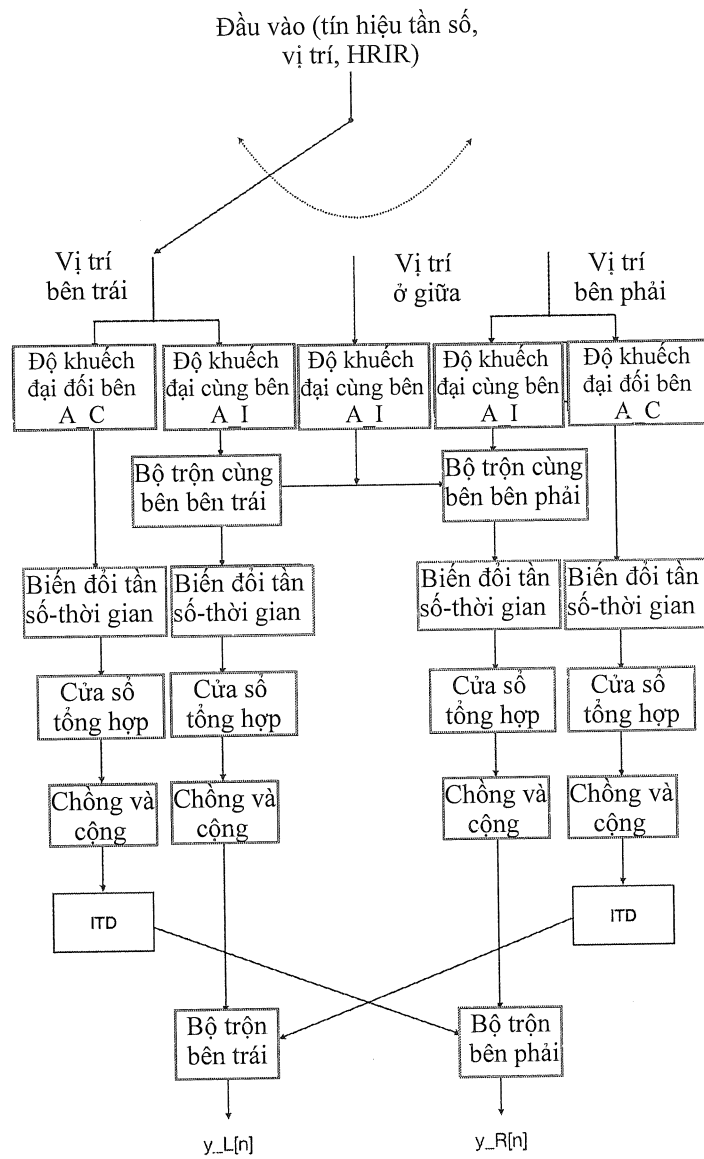
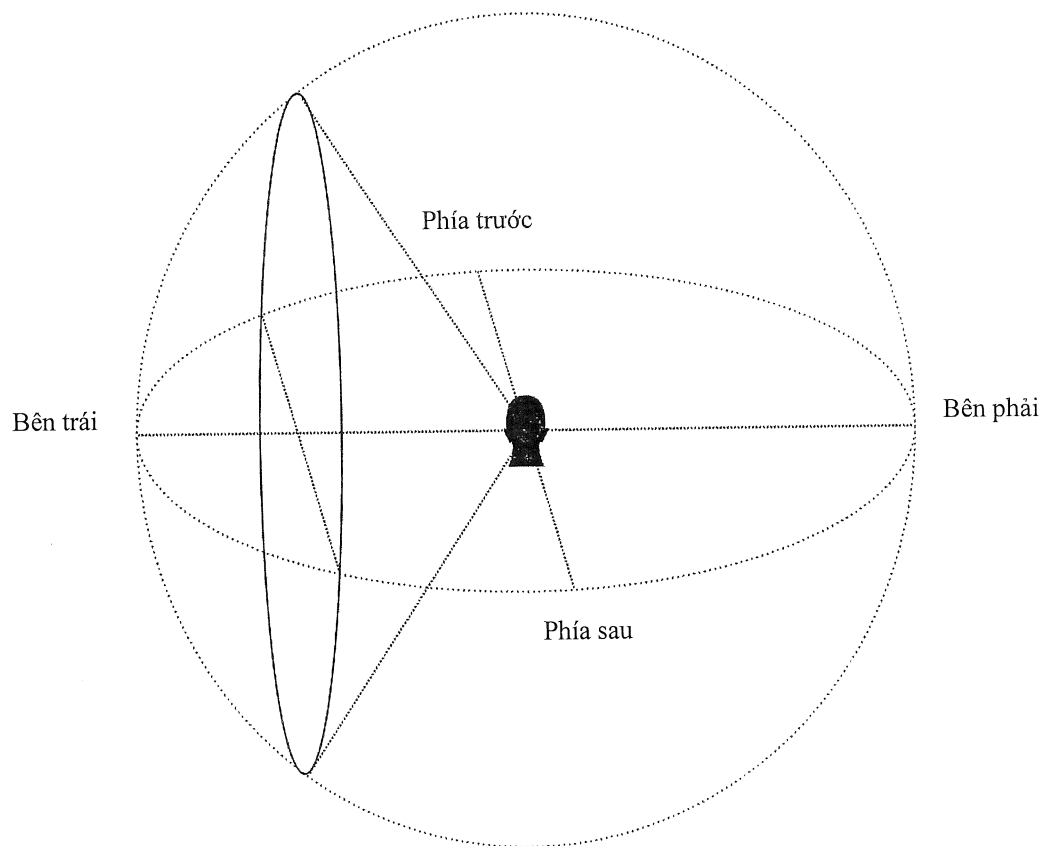


Fig.12

13/26

*Fig.13*

14/26

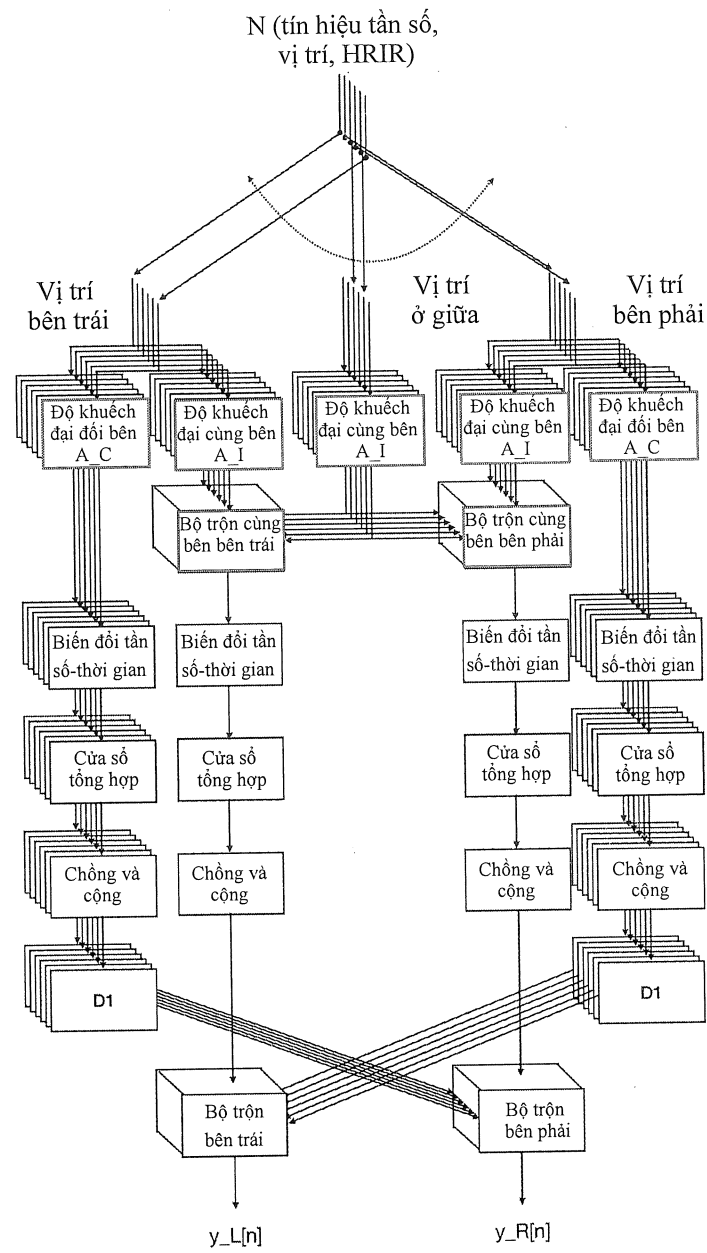
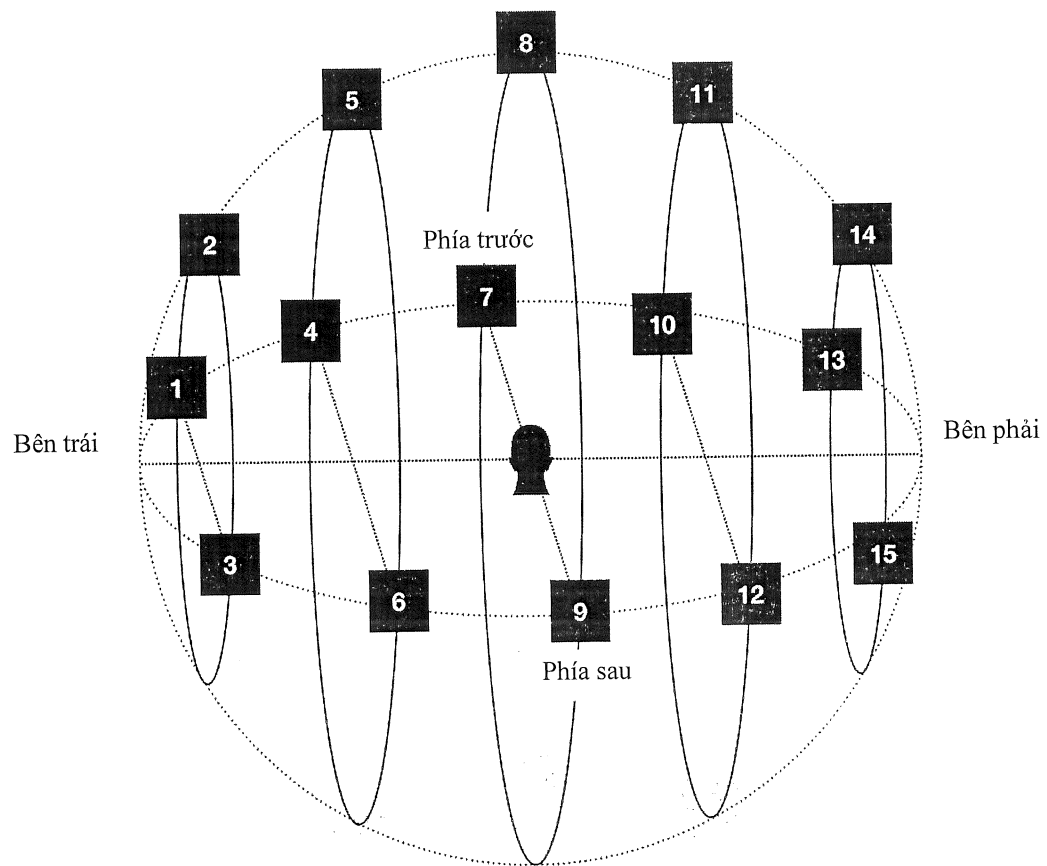


Fig.14

15/26

*Fig.15*

16/26

Các nguồn âm thanh ảo được đánh số từ 1 đến 6 (tín hiệu tần số, vị trí, HRIR)

Các nguồn âm thanh ảo được đánh số từ 7 đến 9 (tín hiệu tần số, vị trí, HRIR)

Các nguồn âm thanh ảo được đánh số từ 10 đến 15 (tín hiệu tần số, vị trí, HRIR)

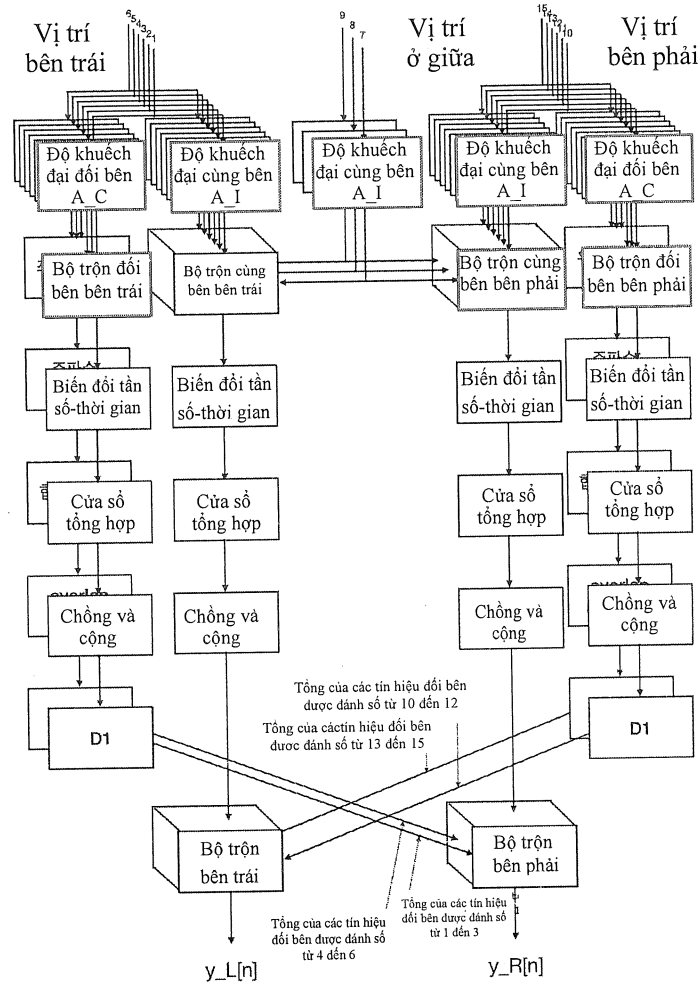


Fig.16

17/26

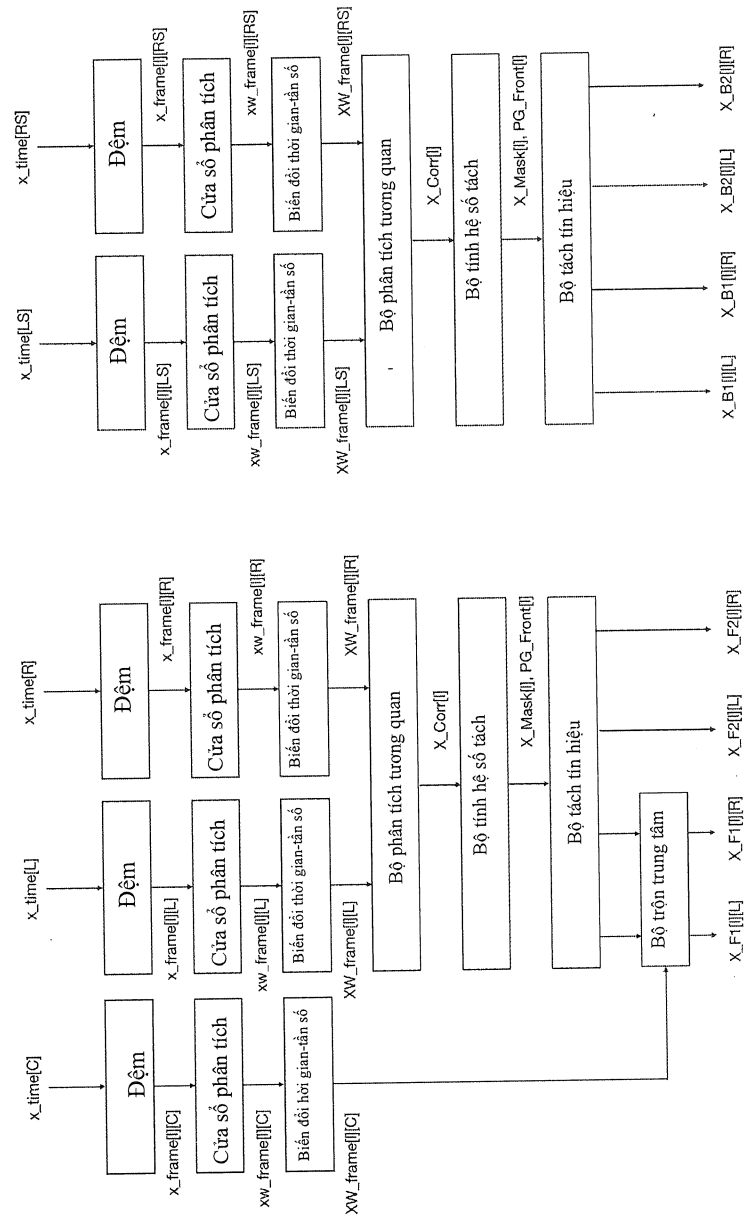
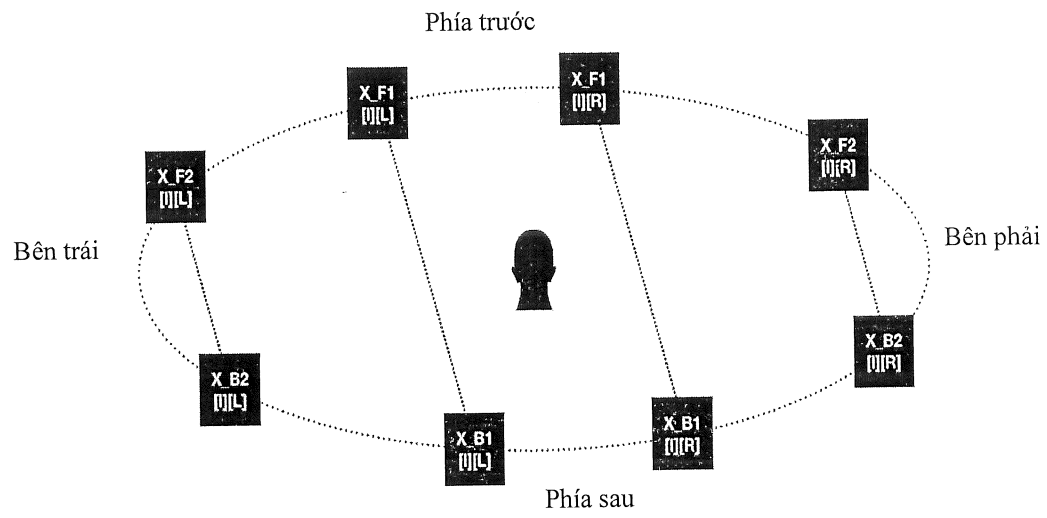


Fig.17

18/26

*Fig.18*

19/26

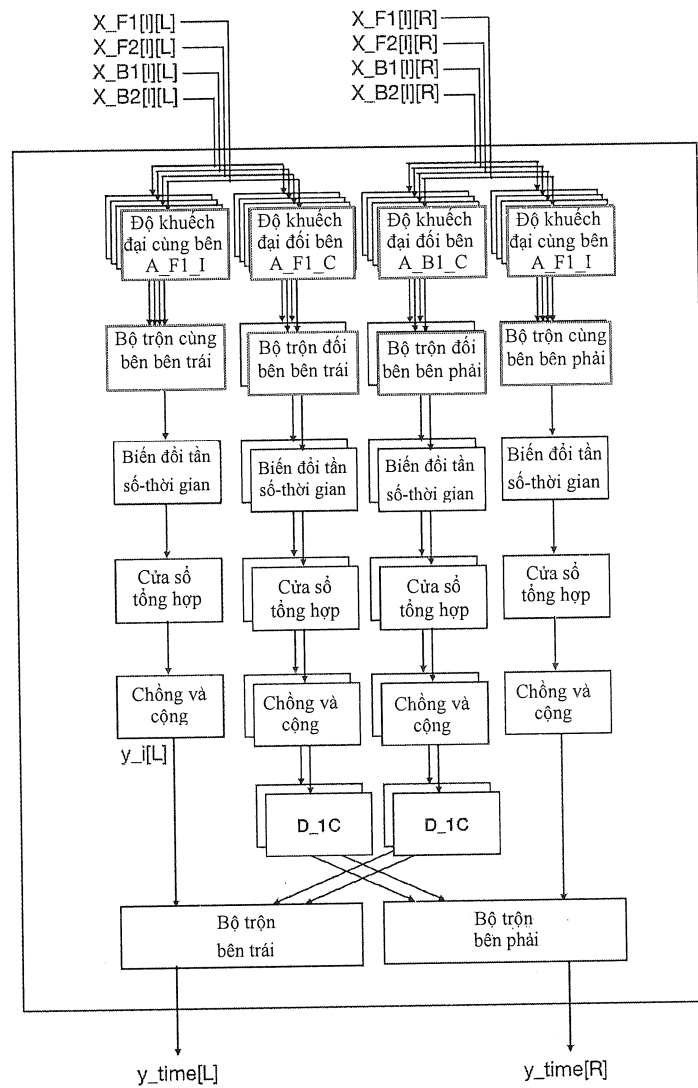


Fig.19

20/26

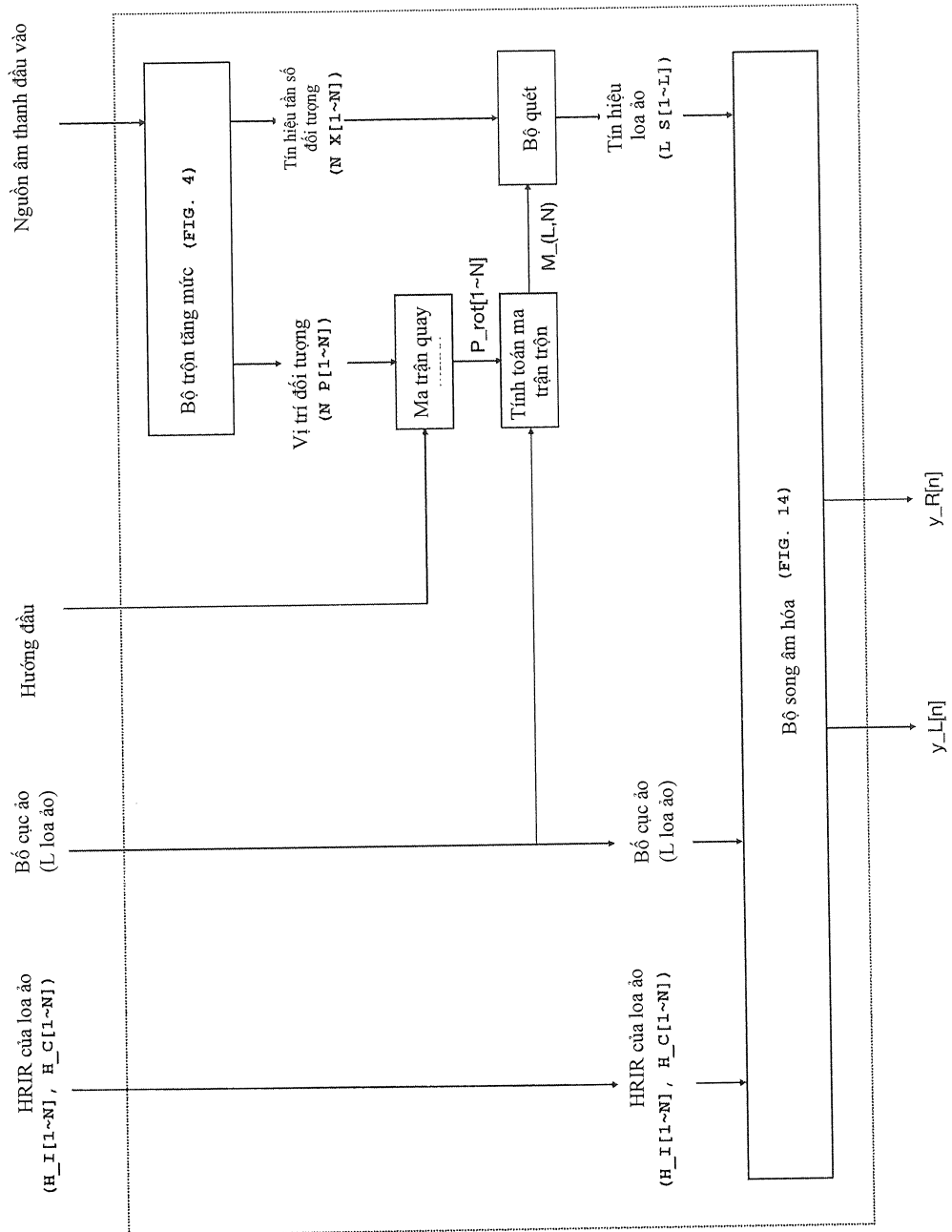
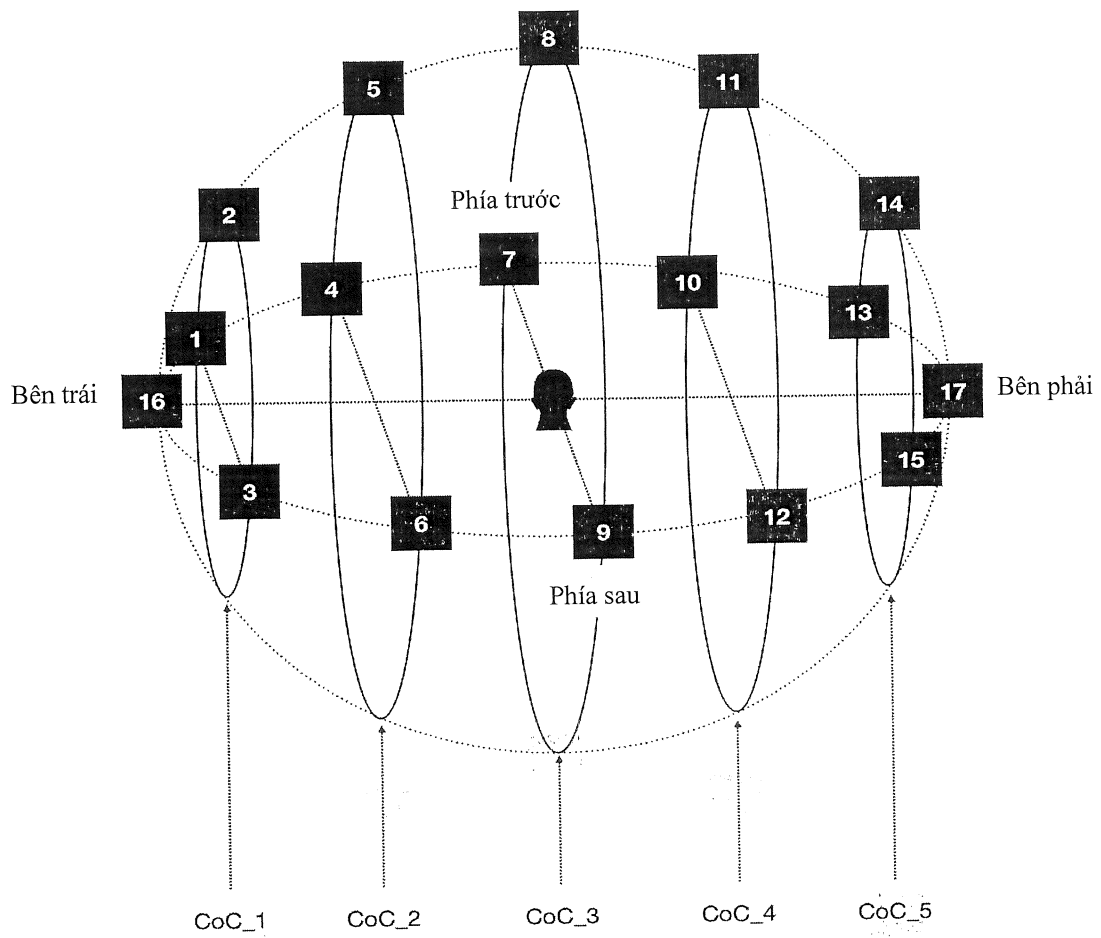
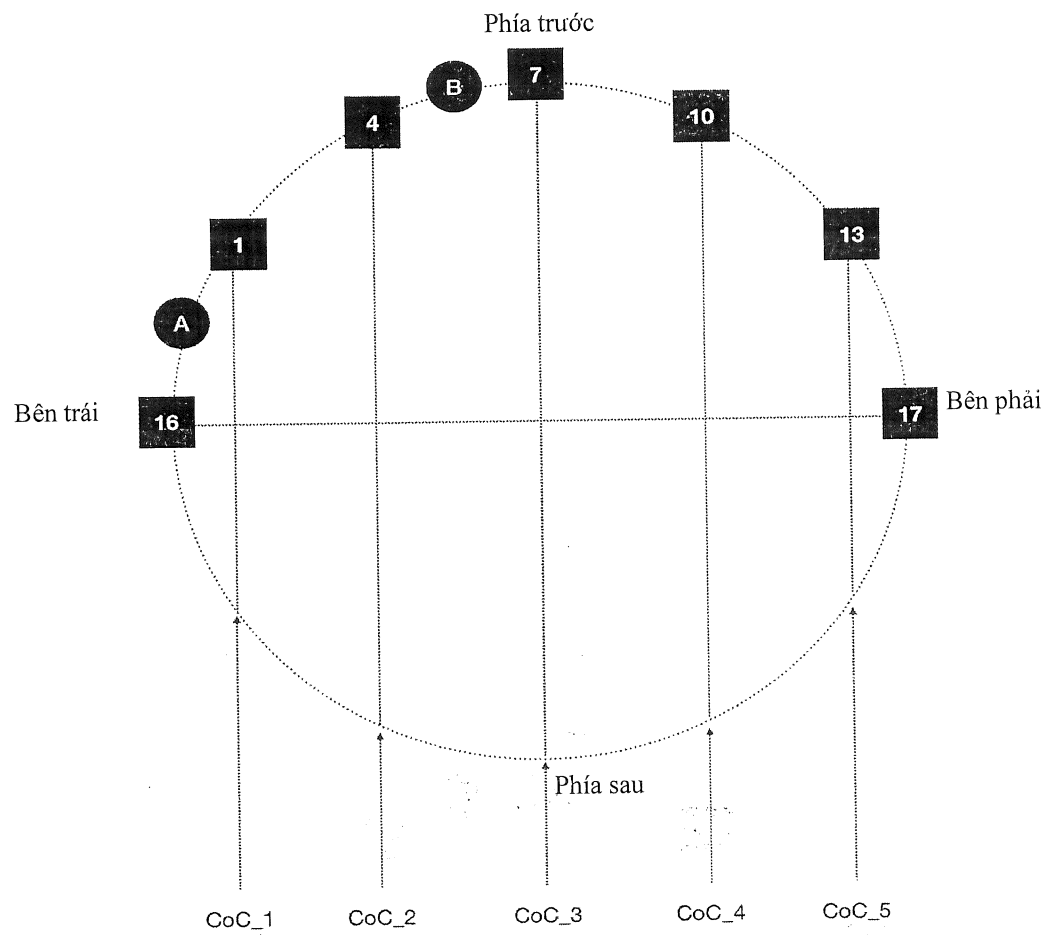


Fig.20

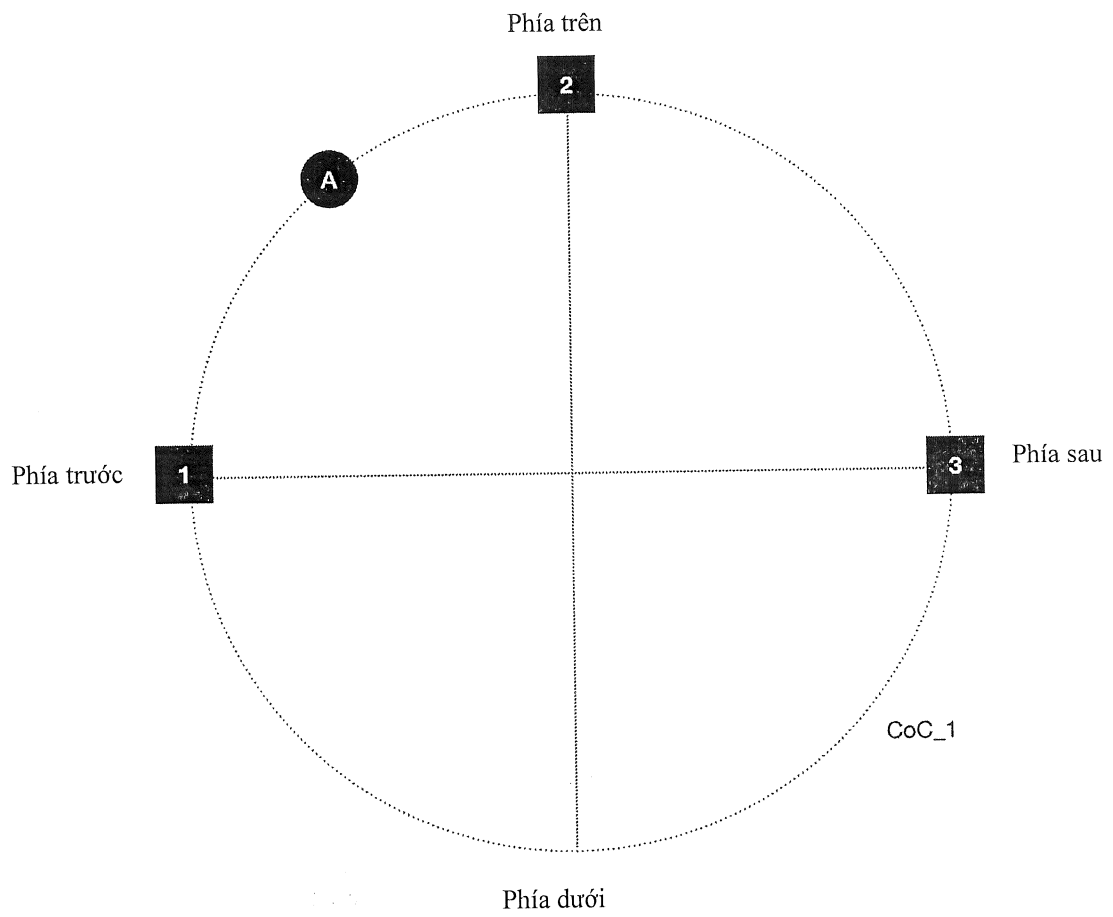
21/26

*Fig.21*

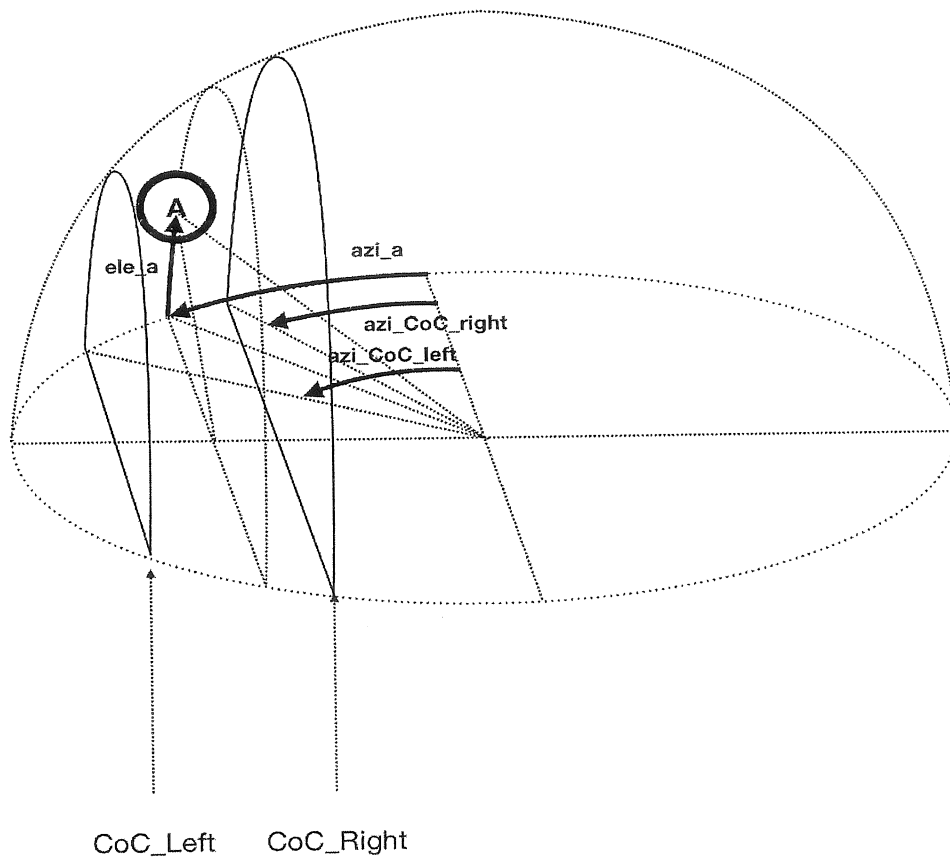
22/26

**Fig.22**

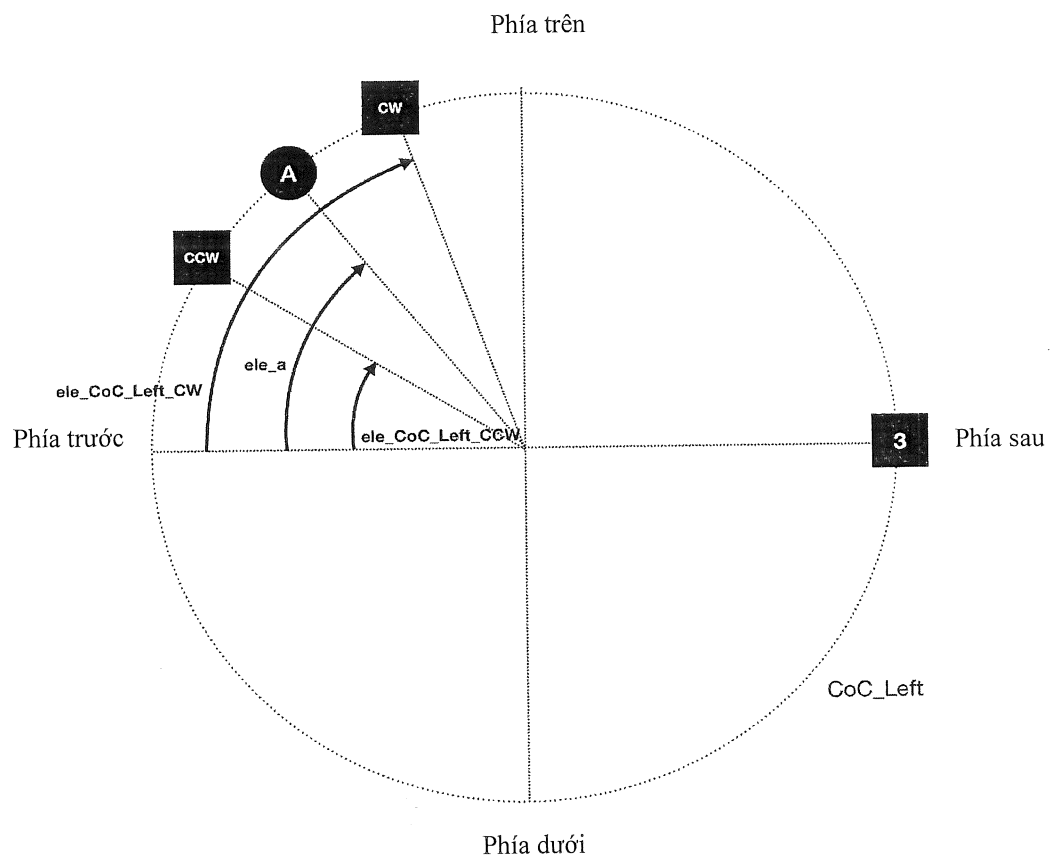
23/26

**Fig.23**

24/26

*Fig.24*

25/26

**Fig.25**

26/26

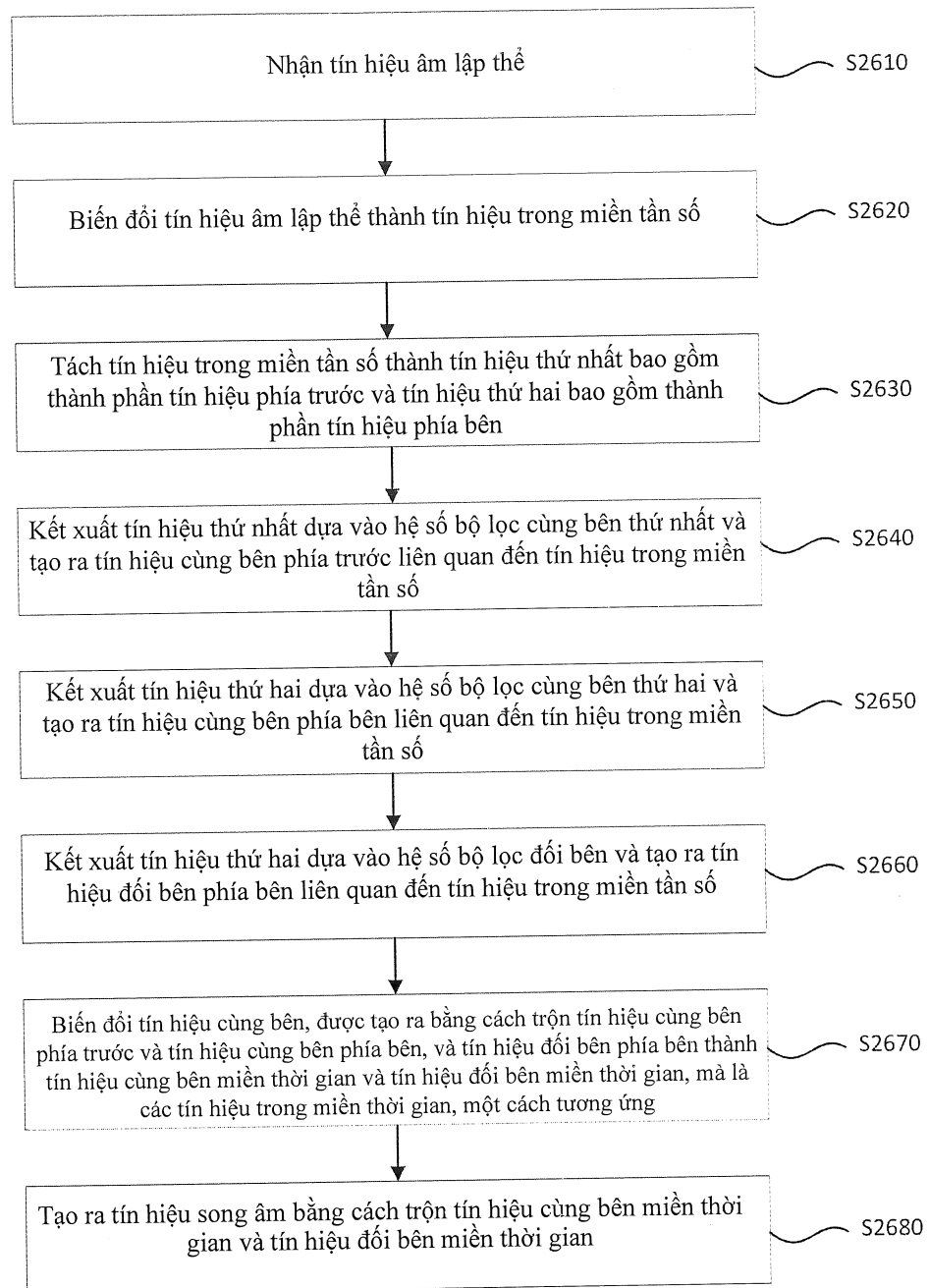


Fig.26