



(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)



1-0038884

(51)⁷ H04S 1/00; H04R 5/033

(13) B

(21) 1-2019-04934

(22) 12/02/2018

(86) PCT/KR2018/001833 12/02/2018

(87) WO 2018/147701 16/08/2018

(30) 10-2017-0018515 10/02/2017 KR

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/12/2019 381A

(73) GAUDIO LAB, INC. (KR)

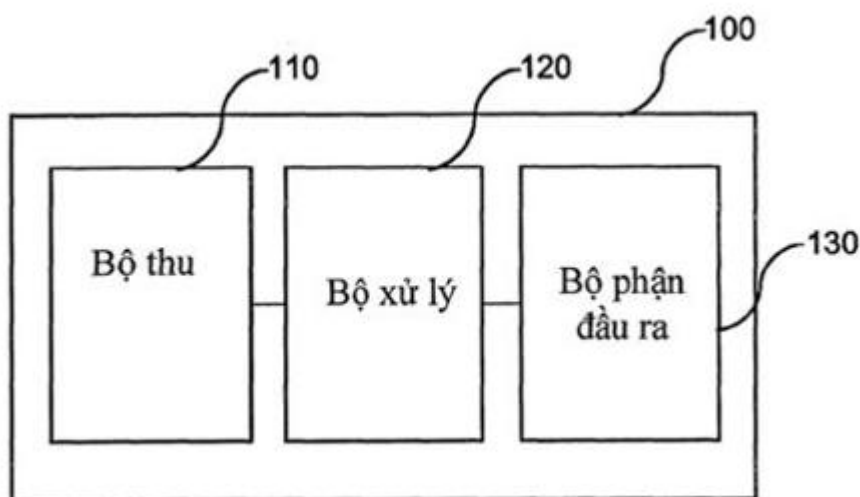
3F 12 Teheran-ro 20gil Gangnam-Gu Seoul 06235, Republic of Korea

(72) BAEK, Yonghyun (KR); SEO, Jeonghun (KR); JEON, Sewoon (KR); CHON, Sangbae (KR).

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu audio để kết xuất tín hiệu audio đầu vào. Thiết bị xử lý tín hiệu audio này bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để thu tín hiệu audio đầu vào, bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào, và bộ phận đầu ra được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo bởi bộ xử lý. Bộ xử lý thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe, tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số, tạo ra hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, và tạo ra tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp xử lý tín hiệu audio.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio, và cụ thể hơn, là phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio để kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào để cung cấp tín hiệu audio đầu ra.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ kết xuất âm thanh kép về cơ bản được yêu cầu để mang lại trải nghiệm audio nhập vai và tương tác trong thiết bị hiển thị được gắn vào đầu (head mounted display – HMD). Việc kết xuất âm thanh kép thể hiện mô hình hóa audio 3D, cung cấp âm thanh mang lại cảm giác hiện diện trong không gian ba chiều, thành tín hiệu sẽ được truyền đến tai người. Người nghe có thể trải nghiệm cảm giác ba chiều từ tín hiệu audio đầu ra 2 kênh được kết xuất âm thanh kép qua tai nghe chụp tai, tai nghe, hoặc tương tự. Nguyên lý đặc trưng của việc kết xuất âm thanh kép được mô tả sau đây. Người nghe âm thanh bằng cả hai tai, và nhận biết vị trí và hướng của nguồn âm thanh từ âm thanh đó. Do đó, nếu audio 3D có thể được mô hình hóa thành các tín hiệu audio được truyền đến cả hai tai của người, tính ba chiều của audio 2D có thể được tái tạo qua đầu ra audio 2 kênh mà không cần số lượng loa lớn.

Ở đây, khi số lượng các kênh hoặc các đối tượng được bao gồm trong tín hiệu audio được kết xuất âm thanh kép tăng lên, lượng tính toán và công suất tiêu thụ được yêu cầu cho việc kết xuất âm thanh kép có thể tăng lên. Do đó, yêu cầu phải có công nghệ để thực hiện kết xuất âm thanh kép một cách hiệu quả cho tín hiệu audio đầu vào trong thiết bị di động bị giới hạn lượng tính toán và mức công suất tiêu thụ.

Hơn nữa, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào bằng cách sử dụng hàm truyền âm thanh kép như hàm truyền liên quan đến đầu (head related transfer function - HRTF), sự thay đổi âm sắc do các đặc tính của hàm truyền âm thanh kép có thể gây ra sự giảm chất lượng âm thanh của nội dung chất lượng cao ví dụ âm nhạc. Khi âm sắc của nội dung thay đổi đáng kể, từ đó mà yêu cầu chất lượng âm thanh cao, hiệu ứng thực tế ảo được cung cấp cho người nghe có thể suy giảm.

Do đó, công nghệ liên quan đến kết xuất âm thanh kép yêu cầu phải có tính bảo toàn âm sắc và định vị âm thanh của tín hiệu audio đầu vào.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Mục đích theo một phương án của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio để tạo tín hiệu audio đầu ra theo hiệu quả định vị âm thanh và hiệu quả bảo toàn âm sắc được yêu cầu bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào.

Giải pháp kỹ thuật

Thiết bị xử lý tín hiệu audio để kết xuất tín hiệu audio đầu vào theo một phương án của sáng chế bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để thu tín hiệu audio đầu vào, bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào, và bộ phận đầu ra được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo bởi bộ xử lý. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe, tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số, tạo ra hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, và tạo ra tín hiệu audio đầu ra bằng việc kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo ra.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định tham số gia trọng được sử dụng để tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào, và có thể tạo ra hàm truyền thứ hai dựa trên tham số gia trọng đã được xác định.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra hàm truyền thứ hai bằng cách tính, với mỗi bin tần số, tổng trọng số của các thành phần biên độ và ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng. Ở đây, các thành phần pha của hàm truyền thứ hai có

thể giống với các thành phần pha của hàm truyền thứ nhất tương ứng với các bin tần số tương ứng trong miền tần số.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại quét (panning) dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ngoài ra, bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai chỉ ra vị trí của nguồn âm thanh ảo.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để chuyển đổi hệ tọa độ cực vuông góc chỉ ra vị trí của nguồn âm thanh ảo thành hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai, và có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai được chuyển đổi.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên ít nhất một phần của hàm truyền thứ nhất. Ở đây, ít nhất một đáp ứng phẳng có thể là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài tần số.

Hàm truyền thứ nhất có thể là hàm truyền liên quan đến đầu cùng bên (HRTF) hoặc HRTF đối bên được bao gồm trong cặp HRTF tương ứng với vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra mỗi trong số hàm truyền thứ hai cùng bên và hàm truyền thứ hai đối bên dựa trên mỗi trong số HRTF cùng bên và HRTF đối bên, và ít nhất một đáp ứng phẳng, và thiết lập tổng các mức năng lượng của hàm truyền thứ hai cùng bên và hàm truyền thứ hai đối bên bằng tổng của các mức năng lượng của HRTF cùng bên và HRTF đối bên.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế có thể tạo ra tín hiệu audio đầu ra dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Bộ xử lý có

thể được tạo cấu hình để tạo tín hiệu trung gian thứ nhất bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ nhất. Ở đây, việc tạo tín hiệu trung gian thứ nhất bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào có thể bao gồm việc tạo tín hiệu trung gian thứ nhất bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào. Ngoài ra, bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo tín hiệu trung gian thứ hai bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên ít nhất một đáp ứng phẳng.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn tín hiệu trung gian thứ nhất và tín hiệu trung gian thứ hai. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại trộn được sử dụng để hòa trộn tín hiệu trung gian thứ nhất và tín hiệu trung gian thứ hai. Ở đây, độ khuếch đại trộn có thể chỉ tỷ lệ giữa tín hiệu trung gian thứ nhất và tín hiệu trung gian thứ hai được phản ánh trong tín hiệu audio đầu ra.

Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định, dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu đầu vào, độ khuếch đại trộn thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại trộn thứ hai được áp dụng cho ít nhất một đáp ứng phẳng. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại trộn thứ nhất và độ khuếch đại trộn thứ hai.

Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế bao gồm các bước: nhận tín hiệu audio đầu vào, thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe, tạo ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số, tạo hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo và xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo.

Hiệu quả của sáng chế

Phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế có thể sử dụng đáp ứng phẳng để làm giảm biến dạng âm sắc xảy ra trong suốt quy trình kết

xuất âm thanh kép. Ngoài ra, phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio có thể có hiệu quả bảo toàn âm sắc trong khi vẫn duy trì đặc tính cảm nhận cao độ, bằng cách điều chỉnh mức độ định vị âm thanh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế.

Fig.2 minh họa các đáp ứng tần số của hàm truyền thứ nhất, hàm truyền thứ hai, và đáp ứng phẳng theo phương án của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa phương pháp nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế tạo ra cặp hàm truyền thứ hai dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất.

Fig.4 là sơ đồ minh họa phương pháp xác định độ khuếch đại quét bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio trong môi trường loa phóng thanh.

Fig.5 là sơ đồ minh họa hệ tọa độ cực vuông góc và hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai.

Fig.6 minh họa phương pháp nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio tạo ra tín hiệu audio đầu ra sử dụng hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp để vận hành thiết bị xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo để các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dễ dàng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Tuy nhiên, sáng chế có thể được thực thi trong các dạng khác nhau và không bị giới hạn ở các phương án được mô tả ở đây. Một số phần của các phương án, không liên quan đến phần mô tả, không được minh họa trong các hình vẽ để mô tả rõ ràng các phương án của sáng chế. Các số tham

chiều giống nhau đề cập đến các thành phần giống nhau xuyên suốt bản mô tả.

Khi một phần nhất định được đề cập “bao gồm” hoặc “gồm có” các thành phần nhất định, phần đó cũng có thể bao gồm các thành phần khác, trừ khi được xác định khác đi. Khi một phần nhất định được đề cập “bao gồm” hoặc “gồm có” các thành phần nhất định, phần đó cũng có thể bao gồm các thành phần khác, trừ khi được quy định khác.

Sáng chế hưởng quyền ưu tiên dựa trên Đơn xin cấp bằng độc quyền sáng chế Hàn Quốc số 10-2017-0018515 (10 tháng 2 năm 2017), các phương án và các phần mô tả của sáng chế được đưa vào trong bản mô tả này.

Sáng chế đề cập đến phương pháp mà nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio tạo ra tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào. Theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên đáp ứng phẳng và cặp hàm truyền âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế có thể sử dụng đáp ứng phẳng để làm giảm biến dạng âm sắc xảy ra trong suốt quy trình kết xuất âm thanh kép. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio theo một phương án của sáng chế có thể sử dụng đáp ứng phẳng và tham số gia trọng để cung cấp cho người nghe các môi trường âm thanh khác nhau theo sự kiểm soát cường độ hiệu quả kết xuất âm thanh kép.

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể bao gồm bộ thu 110, bộ xử lý 120, và bộ phận đầu ra 130. Tuy nhiên, không phải tất cả các thành phần được minh họa trên Fig.1 là các thành phần cần thiết của thiết bị xử lý tín hiệu audio. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể còn bao gồm các thành phần không được minh họa trên Fig.1. Ngoài ra, ít nhất một vài thành phần của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được minh họa trên Fig.1 có thể được lược bỏ.

Bộ thu 110 có thể thu tín hiệu audio. Bộ thu 110 có thể thu tín hiệu audio đầu vào

được nhập vào thiết bị xử lý tín hiệu audio 100. Bộ thu 110 có thể thu tín hiệu audio đầu vào được kết xuất âm thanh kép bằng bộ xử lý 120.

Ở đây, tín hiệu audio đầu vào có thể bao gồm ít nhất một trong số tín hiệu đối tượng hoặc tín hiệu kênh. Ở đây, tín hiệu audio đầu vào có thể là một tín hiệu đối tượng hoặc tín hiệu đơn âm. Theo cách khác, tín hiệu audio đầu vào có thể là tín hiệu đa đối tượng hoặc tín hiệu đa kênh. Theo một phương án, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 bao gồm bộ giải mã riêng biệt, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận chuỗi bit được mã hóa của tín hiệu audio đầu vào.

Theo một phương án, bộ thu 110 có thể được trang bị phương tiện thu để thu tín hiệu audio đầu vào. Ví dụ, bộ thu 110 có thể bao gồm cổng vào tín hiệu audio để thu tín hiệu audio đầu vào được truyền bằng dây dẫn. Theo cách khác, bộ thu 110 có thể bao gồm môđun nhận audio không dây để thu tín hiệu audio được truyền không dây. Trong trường hợp này, bộ thu 110 có thể thu tín hiệu audio được truyền không dây bằng cách sử dụng phương pháp truyền thông Bluetooth hoặc Wi-Fi.

Bộ xử lý 120 có thể được cung cấp một hoặc nhiều bộ xử lý để kiểm soát hoạt động tổng thể của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100. Ví dụ, bộ xử lý 120 có thể kiểm soát các hoạt động của bộ thu 110 và bộ phận đầu ra 130 bằng cách chạy ít nhất một chương trình. Hơn nữa, bộ xử lý 120 có thể chạy ít nhất một chương trình để thực hiện các hoạt động của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được mô tả dưới đây với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.6.

Ví dụ, bộ xử lý 120 có thể tạo ra tín hiệu audio đầu ra. Bộ xử lý 120 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào được nhận qua bộ thu 110. Bộ xử lý 120 có thể xuất ra tín hiệu audio đầu ra qua bộ phận đầu ra 130 sẽ được mô tả sau.

Theo một phương án, tín hiệu audio đầu ra có thể là tín hiệu audio âm thanh kép. Ví dụ, tín hiệu audio đầu ra có thể là tín hiệu audio 2 kênh biểu thị tín hiệu audio đầu vào dưới dạng nguồn âm thanh ảo được đặt trong không gian ba chiều. Bộ xử lý 120 có thể thực hiện kết xuất âm thanh kép dựa trên cặp hàm truyền sẽ được mô tả sau. Bộ xử lý 120

có thể thực hiện kết xuất âm thanh kép trong miền thời gian hoặc miền tần số.

Theo một phương án, bộ xử lý 120 có thể tạo ra tín hiệu audio đầu ra 2 kênh bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào. Ví dụ, bộ xử lý 120 có thể tạo ra lần lượt tín hiệu audio đầu ra 2 kênh tương ứng với cả hai tai của người nghe. Ở đây, tín hiệu audio đầu ra 2 kênh có thể là tín hiệu audio đầu ra 2 kênh âm thanh kép. Bộ xử lý 120 có thể tạo ra tín hiệu tai nghe audio được biểu thị theo ba chiều bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào nêu trên.

Theo một phương án, bộ xử lý 120 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền. Cặp hàm truyền này có thể bao gồm ít nhất một hàm truyền. Ví dụ, cặp hàm truyền có thể bao gồm cặp hàm truyền tương ứng với cả hai tai của người nghe. Cặp hàm truyền có thể bao gồm hàm truyền cùng bên và hàm truyền đối bên. Chi tiết, cặp hàm truyền có thể bao gồm hàm truyền liên quan đến đầu cùng bên (HRTF) tương ứng với kênh cho tai cùng bên và HRFT đối bên tương ứng với kênh cho tai đối bên.

Sau đây, để thuận tiện, hàm truyền được sử dụng dưới dạng thuật ngữ biểu thị hàm bất kỳ trong số một hoặc nhiều hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền, trừ khi được quy định khác. Phương án được mô tả dựa trên hàm truyền có thể được áp dụng cho mỗi hàm trong số một hoặc nhiều hàm truyền theo cùng một cách. Ví dụ, khi cặp hàm truyền thứ nhất bao gồm hàm truyền cùng bên thứ nhất và hàm truyền đối bên thứ nhất, phương án có thể được mô tả dựa trên hàm truyền thứ nhất biểu thị hàm bất kỳ trong số hàm truyền cùng bên thứ nhất và hàm truyền đối bên thứ nhất. Phương án được mô tả dựa trên hàm truyền thứ nhất có thể được áp dụng theo cách thức giống hoặc tương ứng cho mỗi trong số các hàm truyền thứ nhất cùng bên và đối bên.

Trong sáng chế, hàm truyền có thể bao gồm hàm truyền âm thanh kép được sử dụng để kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào. Hàm truyền có thể bao gồm ít nhất một trong số HRTF, hàm truyền âm thanh bên trong tai (ITF), ITF cải biến (MITF), hàm truyền trong phòng âm thanh kép (BRTF), đáp ứng xung trong phòng (RIR), đáp ứng xung trong phòng âm thanh kép (BRIR), đáp ứng xung liên quan đến đầu (HRIR), hoặc

dữ liệu được sửa đổi/được hiệu chỉnh của nó, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Ví dụ, hàm truyền âm thanh kép có thể bao gồm hàm truyền âm thanh kép thứ hai thu được nhờ tổ hợp tuyến tính nhiều hàm truyền âm thanh kép.

Hàm truyền có thể được đo trong phòng không vang, và có thể bao gồm thông tin về HRTF được ước lượng bằng cách mô phỏng. Kỹ thuật mô phỏng được sử dụng để ước lượng HRTF có thể là ít nhất một trong các mô hình đầu hình cầu (SHM), mô hình người tuyết, phương pháp sai phân hữu hạn trong miền thời gian (FDTD), hoặc phương pháp phần tử biên (BEM). Ở đây, mô hình đầu hình cầu thể hiện kỹ thuật mô phỏng trong đó việc mô phỏng được thực hiện theo giả định rằng đầu người có hình cầu. Ngoài ra, mô hình người tuyết thể hiện kỹ thuật mô phỏng trong đó việc mô phỏng được thực hiện theo giả định rằng đầu người và thân người là hình cầu. Hàm truyền có thể thu được nhờ thực hiện biến đổi Fourier nhanh đối với đáp ứng xung, nhưng phương pháp biến đổi không bị giới hạn ở đó.

Theo một phương án, bộ xử lý 120 có thể xác định cặp hàm truyền dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ở đây, bộ xử lý 120 có thể thu được cặp hàm truyền từ thiết bị (không được minh họa) khác với thiết bị xử lý tín hiệu audio 100. Ví dụ, bộ xử lý 120 có thể nhận ít nhất một hàm truyền từ cơ sở dữ liệu bao gồm nhiều hàm truyền. Cơ sở dữ liệu có thể là thiết bị ngoại vi để lưu tập hợp hàm truyền bao gồm nhiều hàm truyền. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể bao gồm bộ phận truyền thông riêng biệt (không được minh họa) yêu cầu hàm truyền từ cơ sở dữ liệu, và nhận thông tin về hàm truyền từ cơ sở dữ liệu. Theo cách khác, bộ xử lý 120 có thể thu được cặp hàm truyền tương ứng với tín hiệu audio đầu vào dựa trên tập hợp hàm truyền được lưu trong thiết bị xử lý tín hiệu audio 100.

Theo một phương án, bộ xử lý 120 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thu được sử dụng phương pháp nêu trên. Ví dụ, bộ xử lý 120 có thể tạo ra hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất thu được từ cơ sở dữ liệu và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ngoài ra, bộ xử lý 120 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu

vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo. Các phần mô tả liên quan sẽ được đưa ra sau đây liên quan đến phương pháp tạo tín hiệu audio đầu ra sử dụng đáp ứng phẳng. Đáp ứng phẳng có thể là đáp ứng bộ lọc có biên độ không đổi trong miền tần số.

Theo một phương án, xử lý hậu kỳ có thể được thực hiện thêm đối với tín hiệu audio đầu ra của bộ xử lý 120. Xử lý hậu kỳ có thể bao gồm triệt tiêu xuyên âm, kiểm soát dải động (DRC), chuẩn hóa âm lượng, giới hạn đỉnh, v.v. Ngoài ra, xử lý hậu kỳ có thể bao gồm chuyển đổi miền tần số/miền thời gian cho tín hiệu audio đầu ra của bộ xử lý 120. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể bao gồm bộ phận xử lý hậu kỳ riêng biệt để thực hiện xử lý hậu kỳ, và theo một phương án khác, bộ phận xử lý hậu kỳ có thể được bao gồm trong bộ xử lý 120.

Bộ phận đầu ra 130 có thể xuất ra tín hiệu audio đầu ra. Bộ phận đầu ra 130 có thể xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo bởi bộ xử lý 120. Bộ phận đầu ra 130 có thể bao gồm ít nhất một kênh đầu ra. Ở đây, tín hiệu audio đầu ra có thể là tín hiệu audio đầu ra 2 kênh lần lượt tương ứng với cả hai tai của người nghe. Tín hiệu audio đầu ra có thể là tín hiệu audio đầu ra 2 kênh âm thanh kép. Bộ phận đầu ra 130 có thể xuất tín hiệu tai nghe audio 3D được tạo bởi bộ xử lý 120.

Theo một phương án, bộ phận đầu ra 130 có thể được trang bị với các phương tiện đầu ra để xuất ra tín hiệu audio đầu ra. Ví dụ, bộ phận đầu ra 130 có thể bao gồm cổng đầu ra để xuất ra bên ngoài tín hiệu audio đầu ra. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xuất tín hiệu audio đầu ra đến thiết bị ngoại vi được kết nối với cổng đầu ra. Theo cách khác, bộ phận đầu ra 130 có thể bao gồm môđun truyền audio không dây để xuất ra ngoài tín hiệu audio đầu ra. Trong trường hợp này, bộ phận đầu ra 130 có thể xuất ra tín hiệu audio đầu ra đến thiết bị ngoại vi bằng cách sử dụng phương pháp truyền thông không dây như Bluetooth hoặc Wi-Fi. Theo cách khác, bộ phận đầu ra 130 có thể bao gồm loa. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xuất tín hiệu audio đầu ra qua loa. Ngoài ra, bộ phận đầu ra 130 có thể bao gồm thêm bộ chuyển đổi (ví dụ, bộ chuyển đổi số sang tương tự, DAC) để chuyển đổi tín hiệu audio số sang tín hiệu audio tương tự.

Theo một phương án của sáng chế, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 kết xuất

âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào sử dụng hàm truyền âm thanh kép như HRTF nêu trên, âm sắc của tín hiệu audio đầu ra có thể bị biến dạng so với tín hiệu audio đầu vào. Đó là do các thành phần biên độ của hàm truyền âm thanh kép không là hằng số trong miền tần số.

Ví dụ, hàm truyền âm thanh kép có thể bao gồm tín hiệu âm thanh kép để nhận biết vị trí của nguồn âm thanh ảo đối với người nghe. Chi tiết, tín hiệu âm thanh kép có thể bao gồm độ lệch mức âm thanh bên trong tai, độ lệch pha âm thanh bên trong tai, đường bao phổ, thành phần rãnh, và thành phần đỉnh. Ở đây, hiệu quả bảo toàn âm sắc có thể bị giảm bớt do thành phần rãnh và thành phần đỉnh của hàm truyền âm thanh kép. Ở đây, hiệu quả bảo toàn âm sắc có thể chỉ mức độ bảo toàn âm sắc của tín hiệu audio đầu vào trong tín hiệu audio đầu ra.

Cụ thể, khi vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trở nên xa hơn so với mặt phẳng ngang đối với người nghe (ví dụ, khi độ cao tăng), sự thay đổi âm sắc có thể tăng. Theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng đáp ứng phẳng để làm giảm sự biến dạng âm sắc xảy ra trong suốt quy trình kết xuất âm thanh kép.

Sau đây, phương pháp tạo tín hiệu audio đầu ra sử dụng đáp ứng phẳng bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế được mô tả.

Theo phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được cặp hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ví dụ, cặp hàm truyền thứ nhất có thể là cặp hàm truyền tương ứng với đường truyền từ nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đến người nghe. Chi tiết, cặp hàm truyền thứ nhất có thể là cặp HRTF tương ứng với vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Cặp hàm truyền thứ nhất có thể bao gồm hàm truyền thứ nhất.

Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được ít nhất một đáp ứng

phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận ít nhất một đáp ứng phẳng từ thiết bị ngoại vi. Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, ít nhất một đáp ứng phẳng có thể bao gồm đáp ứng phẳng cùng bên tương ứng với kênh đầu ra cùng bên và đáp ứng phẳng đối bên tương ứng với kênh đầu ra đối bên. Theo cách khác, ít nhất một đáp ứng phẳng có thể bao gồm nhiều đáp ứng phẳng tương ứng với một kênh đầu ra. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chia miền tần số để sử dụng các đáp ứng phẳng khác nhau cho mỗi miền tần số được chia.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng dựa trên hàm truyền âm thanh kép. Theo cách khác, theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng độ khuếch đại quét làm đáp ứng phẳng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số bằng cách sử dụng độ khuếch đại quét. Phương pháp xác định độ khuếch đại quét bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 sẽ được mô tả cụ thể với tham chiếu đến Fig.4 và Fig.5.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo cặp hàm truyền thứ hai để lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Cặp hàm truyền thứ hai có thể bao gồm hàm truyền thứ hai. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, tổng trọng số có thể biểu thị việc áp dụng các tham số gia trọng cho mỗi đối tượng của tổng trọng số và tổng hợp các đối tượng mà tham số gia trọng lần lượt được áp dụng.

Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính, với mỗi bin tần số, tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng

phẳng. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính, với mỗi bin tần số, tổng trọng số của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất và các thành phần biên độ của đáp ứng phẳng. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định mức độ mà hàm truyền thứ nhất được phản xạ đến hàm truyền thứ hai bằng cách sử dụng tham số gia trọng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng.

Ví dụ, tham số gia trọng có thể bao gồm tham số gia trọng thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất và tham số gia trọng thứ hai được đặt vào đáp ứng phẳng. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng thứ nhất và tham số gia trọng thứ hai. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách áp dụng tham số gia trọng thứ nhất “0,6” vào hàm truyền thứ nhất và áp dụng tham số gia trọng thứ hai “0,4” vào đáp ứng phẳng. Phương pháp xác định tham số gia trọng bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 sẽ được mô tả cụ thể tham chiếu đến Fig.3. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo qua tổng trọng số.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai sử dụng các đáp ứng phẳng khác nhau cho mỗi phần của miền tần số. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo nhiều đáp ứng phẳng bao gồm đáp ứng phẳng thứ nhất và đáp ứng phẳng thứ hai. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng thứ nhất trong băng tần thứ nhất và tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng thứ hai trong băng tần thứ hai.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai có thành phần pha giống với thành phần pha của hàm truyền thứ nhất cho mỗi tần số.

Ở đây, thành phần pha có thể bao gồm giá trị pha của hàm truyền cho mỗi tần số trong miền tần số. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng đối với chỉ các thành phần biên độ. Theo cách thức này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra cặp hàm truyền thứ hai duy trì độ lệch pha âm thanh bên trong tai (IPD) giữa hàm truyền cùng bên thứ nhất và hàm truyền đối bên thứ nhất được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất. Ở đây, độ lệch pha âm thanh bên trong tai có thể là đặc tính tương ứng với độ lệch thời gian âm thanh bên trong tai (ITD) biểu thị độ lệch thời gian trong đó âm thanh được truyền lần lượt đến cả hai tai của người nghe từ nguồn âm thanh ảo.

Theo phương án khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo nhiều tín hiệu audio trung gian bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào với hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách tổng hợp nhiều tín hiệu audio trung gian cho mỗi kênh. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio trung gian thứ nhất bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ nhất. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio trung gian thứ hai bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên ít nhất một đáp ứng phẳng. Tiếp theo, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn tín hiệu audio trung gian thứ nhất và tín hiệu audio trung gian thứ hai.

Sau đây, phương pháp tạo đáp ứng phẳng dựa trên hàm truyền âm thanh kép bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế được mô tả.

Theo phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên ít nhất một phần của hàm truyền thứ nhất. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định đáp ứng phẳng dựa trên các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài tần số. Ở đây, các thành phần biên độ của hàm truyền có thể biểu thị các thành phần biên độ trong miền tần số. Ngoài ra, các thành phần biên độ có thể bao gồm các biên độ thu được bằng cách lấy logarit các biên độ của hàm truyền trong miền tần số và chuyển đổi chúng thành đơn vị deciben.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng, làm đáp ứng phẳng, giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất. Ở đây, đáp ứng phẳng có thể được biểu diễn dưới dạng phương trình 1 và phương trình 2. Trong phương trình 1 và phương trình 2, ave_H_l và ave_H_r có thể lần lượt biểu thị các đáp ứng phẳng trái và phải. Trong phương trình 1 và phương trình 2, $\text{abs}(H_l(k))$ có thể biểu thị giá trị tuyệt đối của hàm truyền bên trái thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số, và $\text{abs}(H_r(k))$ có thể biểu thị giá trị tuyệt đối của hàm truyền bên phải thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số. Trong phương trình 1 và phương trình 2, $\text{mean}(x)$ có thể biểu thị giá trị trung bình của hàm “x”. Ngoài ra, trong phương trình 1 và phương trình 2, k có thể biểu thị số bin tần số, và N có thể biểu thị số lượng các điểm của biến đổi Fourier nhanh (FFT). Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo các tín hiệu audio đầu ra lần lượt tương ứng với mỗi tai trái/phải của người nghe dựa trên các đáp ứng phẳng trái và phải.

Phương trình 1

$$\begin{aligned}\text{ave_H_l} &= \text{mean}(\text{abs}(H_l(k))) \\ \text{ave_H_r} &= \text{mean}(\text{abs}(H_r(k)))\end{aligned}$$

trong đó k là số nguyên sao cho $0 \leq k \leq N/2$.

Phương trình 2

$$\begin{aligned}\text{ave_H_l} &= \text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_l(k)))) \\ \text{ave_H_r} &= \text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_r(k))))\end{aligned}$$

trong đó k là số nguyên sao cho $0 \leq k \leq N/2$.

Theo phương án của phương trình 1 và phương trình 2, k có thể là bin tần số nằm trong khoảng từ 0 đến $N/2$, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Ví dụ, theo các phương án được mô tả dưới đây, k có thể là bin tần số của ít nhất một phần của toàn bộ khoảng từ 0 đến $N/2$.

Không giống phương trình 1 và phương trình 2, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất làm đáp ứng phẳng. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng giá trị trung

biên của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất làm đáp ứng phẳng tương ứng với một vài bin tần số trong miền tần số. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định bin tần số được sử dụng để xác định đáp ứng phẳng.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định, dựa trên các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất, bin tần số được sử dụng để xác định đáp ứng phẳng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định một vài bin tần số có các biên độ nằm trong khoảng được xác định trước trong số các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định đáp ứng phẳng dựa trên các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất lần lượt tương ứng với một vài bin tần số. Ở đây, khoảng được xác định trước có thể được xác định dựa trên ít nhất một trong số biên độ lớn nhất, biên độ nhỏ nhất, hoặc giá trị trung bình của hàm truyền thứ nhất. Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định bin tần số được sử dụng để xác định đáp ứng phẳng, dựa trên thông tin thu được đối với hàm truyền thứ nhất.

Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng được tạo theo các phương án được đề cập ở trên.

Trong khi đó, theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra các đáp ứng phẳng cùng bên và đối bên một cách độc lập. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng dựa trên mỗi hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất. Ví dụ, cặp hàm truyền thứ nhất có thể bao gồm hàm truyền cùng bên thứ nhất và hàm truyền đối bên thứ nhất. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng cùng bên dựa trên các thành phần biên độ của hàm truyền cùng bên thứ nhất. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng đối bên dựa trên các thành phần biên độ của hàm truyền đối bên thứ nhất. Tiếp theo, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền cùng bên thứ hai dựa trên hàm truyền cùng bên thứ nhất và đáp ứng phẳng cùng bên. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền đối bên thứ hai dựa trên hàm truyền đối bên thứ nhất và đáp ứng phẳng đối bên. Tiếp theo, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên hàm

truyền cùng bên thứ hai và hàm truyền đối bên thứ hai. Theo cách thức này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra cặp hàm truyền thứ hai phản ánh độ lệch mức âm thanh bên trong tai (ILD) giữa hàm truyền cùng bên thứ nhất và hàm truyền đối bên thứ nhất.

Fig.2 minh họa các đáp ứng tần số của hàm truyền thứ nhất 21, hàm truyền thứ hai 22, và đáp ứng phẳng 20 theo một phương án của sáng chế.

Theo phương án của Fig.2, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai 22 dựa trên hàm truyền thứ nhất 21 và đáp ứng phẳng 20. Fig.2 minh họa các thành phần biên độ tương ứng của đáp ứng phẳng 20, hàm truyền thứ nhất 21 và hàm truyền thứ hai 22. Ở đây, đáp ứng phẳng 20 có thể là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất 21. Như được mô tả ở trên, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai 22 dựa trên tham số gia trọng thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất 21 và tham số gia trọng thứ hai được áp dụng cho đáp ứng phẳng 20.

Trên Fig.2, hàm truyền thứ hai 22 thể hiện kết quả của tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất mà tham số gia trọng thứ nhất “0,5” được áp dụng và đáp ứng phẳng 20 mà tham số gia trọng thứ hai “0,5” được đặt vào. Tham chiếu đến Fig.2, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cung cấp hàm truyền thứ hai 22 trong đó các thay đổi của phổ gốc bị giảm nhẹ so với hàm truyền thứ nhất 21. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra thứ hai được kết xuất âm thanh kép sử dụng hàm truyền thứ hai 22. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cấp tín hiệu audio đầu ra thứ hai với biến dạng âm sắc được giảm so với tín hiệu audio đầu ra thứ nhất được kết xuất âm thanh kép sử dụng hàm truyền thứ nhất 21.

Ngoài ra, tham chiếu đến Fig.2, hình dạng của đáp ứng tần số của hàm truyền thứ hai 22 tương tự như hình dạng của đáp ứng tần số của hàm truyền thứ nhất 21. Theo đó, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cấp tín hiệu audio đầu ra thứ hai với biến dạng âm sắc bị giảm, trong khi vẫn duy trì cảm nhận cao độ của nguồn âm thanh ảo được biểu thị qua hàm truyền thứ nhất 21.

Trong khi đó, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 làm giảm sự khác biệt giữa âm

sắc của tín hiệu audio đầu ra và tín hiệu audio đầu vào bằng cách sử dụng đáp ứng phẳng, hiệu quả định vị âm thanh có thể bị giảm xuống. Ở đây, hiệu quả định vị âm thanh có thể biểu thị độ chính xác trong đó vị trí của nguồn âm thanh ảo được biểu thị trong không gian ba chiều đối với người nghe. Đó là vì khi tổng trọng số của hàm truyền âm thanh kép và đáp ứng phẳng được sử dụng, tín hiệu âm thanh kép của hàm truyền âm thanh kép có thể bị giảm. Như được mô tả ở trên, tín hiệu âm thanh kép có thể bao gồm thành phần rãnh và thành phần đỉnh của hàm truyền âm thanh kép. Như được minh họa trên Fig.2, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai 22 với thành phần rãnh và thành phần đỉnh bị giảm so với hàm truyền thứ nhất 21. Ở đây, khi giá trị của tham số gia trọng được áp dụng cho đáp ứng phẳng 20 trở nên lớn hơn so với giá trị của tham số gia trọng được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất 21, tín hiệu âm thanh kép của hàm truyền thứ hai 22 có thể bị giảm xuống.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng dựa trên hiệu quả định vị âm thanh hoặc hiệu quả bảo toàn âm sắc được yêu cầu. Sau đây, phương pháp tạo cặp hàm truyền thứ hai sử dụng tham số gia trọng bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế được mô tả tham chiếu đến Fig.3.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa phương pháp nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án của sáng chế tạo ra cặp hàm truyền thứ hai dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất.

Tham chiếu đến Fig.3, ở bước S301, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định vị trí tương đối (θ , φ) của nguồn âm thanh ảo đối với người nghe dựa trên thông tin vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào và thông tin chuyển động đầu của người nghe. Ở đây, vị trí tương đối (θ , φ) của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào có thể được biểu diễn với độ cao (θ) và góc phương vị (φ).

Ở bước S302, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được cặp hàm truyền thứ

nhất (Hr, Hl). Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được cặp hàm truyền thứ nhất (Hr, Hl) dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ở đây, cặp hàm truyền thứ nhất (Hr, Hl) có thể bao gồm hàm truyền bên phải thứ nhất Hr và hàm truyền bên trái thứ nhất Hl. Như được mô tả ở trên, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được cặp hàm truyền thứ nhất (Hr, Hl) từ cơ sở dữ liệu (ví dụ, HRTF DB) bao gồm nhiều hàm truyền.

Ở bước S303, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng bên phải và đáp ứng phẳng bên trái dựa trên các thành phần biên độ tương ứng của hàm truyền bên phải thứ nhất Hr và hàm truyền bên trái thứ nhất Hl. Như được minh họa trên Fig.3, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng bên phải sử dụng giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền bên phải thứ nhất Hr. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng bên trái sử dụng giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền bên trái thứ nhất Hl. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo các đáp ứng phẳng bên phải và bên trái một cách độc lập. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra cặp hàm truyền thứ hai phản ánh độ lệch mức âm thanh bên trong tai (ILD) giữa hàm truyền bên phải thứ nhất Hr và hàm truyền bên trái thứ nhất Hl.

Ở bước S304, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ra cặp hàm truyền thứ hai (Hr_hat, Hl_hat) để lọc tín hiệu audio đầu vào. Cặp hàm truyền thứ hai (Hr_hat, Hl_hat) có thể bao gồm hàm truyền bên phải thứ hai Hr_hat và hàm truyền bên trái thứ hai Hl_hat. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền bên phải thứ hai Hr_hat bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền bên phải thứ nhất Hr thu được ở bước S302 và đáp ứng phẳng bên phải được tạo ở bước S303. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền bên trái thứ hai Hl_hat bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền bên trái thứ nhất Hl và đáp ứng phẳng bên trái.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép. Ở đây, thông tin về cường

độ hiệu ứng âm thanh kép có thể là thông tin chỉ tỷ lệ giữa hiệu quả định vị âm thanh và hiệu quả bảo toàn âm sắc. Ví dụ, khi tín hiệu audio đầu vào bao gồm tín hiệu audio yêu cầu chất lượng âm thanh cao, cường độ kết xuất âm thanh kép có thể thấp. Đó là vì hiệu quả bảo toàn âm sắc có thể quan trọng hơn hiệu quả định vị âm thanh trong trường hợp thành phần bao gồm tín hiệu audio yêu cầu chất lượng âm thanh cao. Ngược lại, khi tín hiệu audio đầu vào bao gồm tín hiệu audio yêu cầu hiệu quả định vị âm thanh cao, cường độ kết xuất âm thanh kép có thể cao.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận siêu dữ liệu tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ở đây, siêu dữ liệu có thể bao gồm thông tin chỉ cường độ hiệu ứng âm thanh kép. Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận đầu vào của người dùng chỉ thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất và tham số gia trọng thứ hai được áp dụng cho đáp ứng phẳng dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng thứ nhất và tham số gia trọng thứ hai.

Theo một phương án, thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép có thể chỉ việc không áp dụng sự kết xuất âm thanh kép. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất là "0" dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai giống với đáp ứng phẳng.

Ngoài ra, thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép có thể chỉ mức độ ứng dụng của việc kết xuất âm thanh kép. Chi tiết, cường độ hiệu ứng âm thanh kép có thể được phân loại thành các mức lượng tử hóa. Thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh

kép có thể được phân loại thành các mức từ 1 đến 10. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép.

Theo một phương án cụ thể, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận siêu dữ liệu chỉ “8” là cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận thông tin chỉ ra cường độ hiệu ứng âm thanh kép được phân loại thành các mức từ 1 đến 10. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất là “0,8”. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng thứ hai được áp dụng cho đáp ứng phẳng là “0,2”. Ở đây, tổng của các tham số gia trọng thứ nhất và thứ hai có thể là giá trị được thiết đặt trước. Ví dụ, tổng của các tham số gia trọng thứ nhất và thứ hai có thể là “1”. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên các tham số gia trọng thứ nhất và thứ hai được xác định.

Tham chiếu đến Fig.3, “ α ” (alpha) ở bước S304 thể hiện ví dụ của tham số gia trọng được sử dụng để tính tổng trọng số của đáp ứng phẳng và hàm truyền âm thanh kép. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định “ α ” là giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên “ α ”. Cặp hàm truyền thứ hai (H_{l_hat} , H_{r_hat}) có thể được biểu diễn dưới dạng phương trình 3. Trong phương trình 3, ave_H_l và ave_H_r có thể lần lượt biểu thị các đáp ứng phẳng trái và phải. Trong phương trình 3, $abs(H_{l_hat}(k))$ có thể biểu thị giá trị tuyệt đối của hàm truyền bên trái thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số, và $abs(H_{r_hat}(k))$ có thể biểu thị giá trị tuyệt đối của hàm truyền bên phải thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số. Trong phương trình 3, $phase(H_{l_hat}(k))$ có thể biểu thị giá trị pha của hàm truyền bên trái thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số, và $phase(H_{r_hat}(k))$ có thể biểu thị giá trị pha của hàm truyền bên phải thứ nhất cho mỗi bin tần số trong miền tần số. Ngoài ra, trong phương trình 3, k có thể biểu thị số bin tần số.

Phương trình 3

$$H_r_hat(k) = (\alpha * ave_H_r + (1-\alpha)abs(H_r(k))) * phase(H_r(k))$$

$$H_l_hat(k) = (\alpha * ave_H_l + (1-\alpha)abs(H_l(k))) * phase(H_l(k))$$

trong đó k là số nguyên sao cho $0 \leq k \leq N/2$.

Trong phương trình 3, như được mô tả ở trên, các thành phần pha tương ứng của hàm truyền bên phải thứ hai H_r_hat và hàm truyền bên trái thứ hai H_l_hat có thể lần lượt giống với thành phần pha $phase(H_r)$ của hàm truyền bên phải thứ nhất H_r và thành phần pha $phase(H_l)$ của hàm truyền bên trái thứ nhất H_l .

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định tham số gia trọng “ α ” dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ví dụ, trong phương trình 3, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định “ α ” là giá trị nhỏ hơn khi cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trở nên lớn hơn.

Theo một phương án, khi “ α ” gần đến 0, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra có hiệu quả định vị âm thanh tương đối tốt so với hiệu quả bảo toàn âm sắc. Khi “ α ” bằng 0, hàm truyền thứ hai có thể giống với hàm truyền thứ nhất.

Theo một phương án khác, khi “ α ” gần đến 1, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra có hiệu quả bảo toàn âm sắc tương đối tốt so với hiệu quả định vị âm thanh. Khi “ α ” được thiết đặt bằng 0, có thể chỉ việc không áp dụng sự kết xuất âm thanh kép.

Ở bước S305, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo các tín hiệu audio đầu ra (Br, Bl) bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ hai (H_r_hat , H_l_hat).

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cung cấp nhiều hàm truyền âm thanh kép theo cường độ hiệu ứng âm thanh kép bằng cách sử dụng tham số gia trọng. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo nhiều cặp hàm truyền thứ hai dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng. Nhiều cặp hàm truyền thứ hai có thể bao gồm cặp hàm truyền tương ứng với cường độ ứng dụng thứ nhất và cặp hàm truyền tương ứng với cường độ ứng dụng thứ hai. Ở đây, cường độ ứng dụng thứ

nhất và cường độ ứng dụng thứ hai có thể biểu thị các tham số gia trọng khác nhau, được đặt vào cặp hàm truyền thứ nhất khi tạo cặp hàm truyền.

Mặc dù thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được mô tả là tạo hàm truyền thứ hai dựa trên tham số gia trọng theo phương án của Fig.3, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra một cách trực tiếp dựa trên tham số gia trọng theo một phương án khác của sáng chế.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio trung gian thứ nhất bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ nhất thu được ở bước S302. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio trung gian thứ hai bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên đáp ứng phẳng được tạo ở bước S303. Sau đó, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn tín hiệu audio trung gian thứ nhất và tín hiệu audio trung gian thứ hai dựa trên tham số gia trọng “ α ” của bước S304. Ở đây, tham số gia trọng có thể được sử dụng làm độ khuếch đại trộn chỉ tỷ lệ giữa tín hiệu trung gian thứ nhất và tín hiệu trung gian thứ hai được phản ánh trong tín hiệu audio đầu ra.

Theo một phương án cụ thể, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định, dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu đầu vào, độ khuếch đại trộn thứ nhất được áp dụng cho hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại trộn thứ hai được áp dụng cho ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại trộn thứ nhất và độ khuếch đại trộn thứ hai theo cách tương tự hoặc tương ứng với phương pháp xác định tham số gia trọng thứ nhất và tham số gia trọng thứ hai được mô tả ở bước S304.

Trong khi đó, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 tạo cặp hàm truyền thứ hai dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng, mức năng lượng của hàm truyền thứ hai được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ hai có thể được thay đổi. Ví dụ, mức năng lượng có thể được sửa đổi đáng kể hơn khi chênh lệch giữa mức năng lượng của đáp ứng phẳng và mức năng lượng của hàm truyền thứ nhất được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất trở nên lớn hơn. Trong trường hợp này, do sự thay đổi mức năng lượng của hàm

truyền thứ hai, mức năng lượng của tín hiệu audio đầu ra có thể được sửa đổi quá mức so với mức năng lượng của tín hiệu audio đầu vào. Ví dụ, tín hiệu audio đầu ra có thể được nghe bởi người nghe với mức năng lượng quá lớn hoặc quá nhỏ so với tín hiệu audio đầu vào.

Sau đây, phương pháp tạo cặp hàm truyền thứ hai được bù năng lượng bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế được mô tả.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo cấu hình sao cho tổng các năng lượng của các hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ hai bằng tổng các năng lượng của các hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định, dưới dạng độ khuếch đại “ β ” (beta) cho sự bù năng lượng, tỷ lệ giữa tổng các năng lượng của các hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ hai và tổng các năng lượng của các hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất. Ở đây, “ β ” có thể được biểu diễn dưới dạng phương trình 4. Trong phương trình 4, $\text{abs}(x)$ có thể biểu thị giá trị tuyệt đối của hàm truyền “ x ” cho mỗi bin tần số trong miền tần số. Trong phương trình 4, $\text{mean}(x)$ có thể biểu thị giá trị trung bình của hàm “ x ”. Ngoài ra, trong phương trình 4, k có thể biểu thị số bin tần số, và N có thể biểu thị số lượng điểm của FFT.

Phương trình 4

$$\beta = (\text{mean}(\text{abs}(H_l(k))) + \text{mean}(\text{abs}(H_r(k)))) / (\text{mean}(\text{abs}(H_{l_hat}(k))) + \text{mean}(\text{abs}(H_{r_hat}(k))))$$

hoặc

$$\beta = (\text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_l(k)))) + \text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_r(k)))) / (\text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_{l_hat}(k)))) + \text{mean}(20 \cdot \log_{10}(\text{abs}(H_{r_hat}(k))))$$

trong đó k là số nguyên sao cho $0 \leq k \leq N/2$.

Ngoài ra, tham chiếu đến phương trình 5, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được hàm truyền bên phải thứ hai H_{r_hat2} và hàm truyền bên trái thứ hai H_{l_hat2} được bù năng lượng dựa trên hàm truyền bên phải thứ hai H_{r_hat} và hàm truyền bên trái

thứ hai H_{l_hat} thu được trong phương trình 3, và độ khuếch đại “ β ” cho sự bù năng lượng. Trong phương trình 5, k có thể biểu thị số bin tần số.

Phương trình 5

$$H_{r_hat2}(k) = \beta * H_{r_hat}(k)$$

$$H_{l_hat2}(k) = \beta * H_{l_hat}(k)$$

trong đó k là số nguyên sao cho $0 \leq k \leq N/2$.

Trong khi đó, như được mô tả ở trên, đáp ứng phẳng được mô tả với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 có thể được tạo bằng cách sử dụng độ khuếch đại quét. Sau đây, phương pháp xác định độ khuếch đại quét mà nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án của sáng chế được mô tả tham chiếu đến Fig.4 và Fig.5.

Fig.4 là sơ đồ minh họa phương pháp xác định độ khuếch đại quét bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 trong môi trường loa phóng thanh.

Tham chiếu đến Fig.4, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể định vị nguồn âm thanh ảo giữa hai loa phóng thanh 401 và 402 sử dụng các vị trí trong đó hai loa phóng thanh 401 và 402 được bố trí. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể định vị nguồn âm thanh ảo sử dụng độ khuếch đại quét.

Như được minh họa trên Fig.4, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể định vị nguồn âm thanh ảo 400 giữa hai loa phóng thanh 401 và 402 sử dụng góc được tạo ra giữa vị trí của hai loa phóng thanh 401 và 402 đối với vị trí của người nghe (ví dụ, “O” của Fig.4). Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được độ khuếch đại quét để định vị nguồn âm thanh ảo 400 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào, dựa trên góc giữa hai loa phóng thanh 401 và 402. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cung cấp, đến người nghe, hiệu ứng âm thanh trong đó tín hiệu audio được xuất ra từ nguồn âm thanh ảo, qua các tín hiệu audio đầu ra được xuất ra từ hai loa phóng thanh dựa trên độ khuếch đại quét.

Tham chiếu đến Fig.4, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể định vị nguồn âm thanh ảo 400 tại vị trí tương ứng với góc θ_p đối với trục đối xứng trung tâm giữa loa

phóng thanh thứ nhất 401 và loa phóng thanh thứ hai 402. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể cung cấp tới người nghe tín hiệu audio biểu thị rằng âm thanh được phát từ nguồn âm thanh ảo 400 được định vị ở góc θ_p , qua các đầu ra từ loa phóng thanh thứ nhất 401 và loa phóng thanh thứ hai 402.

Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định các độ khuếch đại quét g_1 và g_2 để định vị nguồn âm thanh ảo 400 tại vị trí θ_p . Ở đây, các độ khuếch đại quét g_1 và g_2 có thể lần lượt được áp dụng cho loa phóng thanh thứ nhất 401 và loa phóng thanh thứ hai 402. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định các độ khuếch đại quét g_1 và g_2 bằng cách sử dụng phương pháp thu được độ khuếch đại quét điển hình. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định các độ khuếch đại quét g_1 và g_2 sử dụng phương pháp quét tuyến tính hoặc phương pháp quét công suất không đổi.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể áp dụng độ khuếch đại quét được sử dụng trong môi trường loa phóng thanh vào môi trường tai nghe. Ví dụ, kênh đầu ra bên trái và kênh đầu ra bên phải của tai nghe của người nghe có thể được khớp lần lượt với loa phóng thanh thứ nhất 401 và loa phóng thanh thứ hai 402. Ở đây, loa phóng thanh thứ nhất 401 và loa phóng thanh thứ hai 402, lần lượt tương ứng với kênh đầu ra bên trái và kênh đầu ra bên phải của tai nghe, có thể được giả định là được đặt ở các vị trí tương ứng với 90 độ bên trái và bên phải (tức là, -90 độ và +90 độ) đối với trục đối xứng. Ví dụ, kênh đầu ra thứ nhất (ví dụ, kênh đầu ra bên trái của tai nghe) có thể được đặt tại 90 độ bên trái đối với trục đối xứng, và kênh đầu ra thứ hai (ví dụ, kênh đầu ra bên phải của tai nghe) có thể được đặt tại 90 độ bên phải đối với trục đối xứng.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 và độ khuếch đại quét thứ hai g_2 dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo 400 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được cặp hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét dựa trên thông tin vị trí như nhau. Độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 , độ khuếch đại quét thứ hai g_2 , và mỗi hàm truyền được bao gồm trong cặp hàm truyền thứ nhất có thể là các bộ hệ số

lọc tương ứng thu được dựa trên thông tin vị trí như nhau. Ở đây, tập hệ số lọc có thể bao gồm ít nhất một hệ số lọc biểu thị đặc tính của bộ lọc. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được nhiều tập hệ số lọc có các đặc tính khác nhau dựa trên thông tin vị trí như nhau. Trong khi đó, độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 và độ khuếch đại quét thứ hai g_2 có thể là các độ khuếch đại quét để định vị nguồn âm thanh ảo 400 tại vị trí θ_p giữa kênh đầu ra thứ nhất và kênh đầu ra thứ hai.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét. Ở đây, để tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét, các phương án nêu trên để tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng có thể được ứng dụng.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng bên trái dựa trên độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 . Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng bên phải dựa trên độ khuếch đại quét thứ hai g_2 .

Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền bên trái thứ hai dựa trên đáp ứng phẳng bên trái và hàm truyền bên trái thứ nhất được tạo. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền bên phải thứ hai dựa trên đáp ứng phẳng bên phải và hàm truyền bên phải thứ nhất được tạo. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền bên trái thứ hai và hàm truyền bên phải thứ hai được tạo.

Theo cách khác, độ khuếch đại quét có thể được sử dụng làm đáp ứng phẳng được hòa trộn với tín hiệu audio trung gian thứ nhất để tạo tín hiệu audio đầu ra, và tín hiệu audio trung gian thứ nhất được tạo bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ nhất. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio trung gian thứ hai bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào với đáp ứng phẳng được tạo dựa trên độ

khuếch đại quét. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn tín hiệu audio trung gian thứ nhất và tín hiệu audio trung gian thứ hai.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 và độ khuếch đại quét thứ hai g_2 sử dụng phương pháp quét công suất không đổi. Phương pháp quét công suất không đổi có thể biểu thị phương pháp trong đó tổng các công suất của kênh đầu ra thứ nhất và kênh đầu ra thứ hai mà các độ khuếch đại quét được áp dụng là không đổi. Các độ khuếch đại quét g_1 và g_2 được xác định bằng cách sử dụng phương pháp quét công suất không đổi có thể được biểu diễn dưới dạng phương trình 6.

Phương trình 6

$$g_1 = \cos(p)$$

$$g_2 = \sin(p)$$

trong đó, $p = 90 * (\theta_p - \theta_1) / (\theta_2 - \theta_1)$

Ví dụ, khi θ_1 và θ_2 lần lượt là -90 độ và 90 độ, góc tùy ý θ_p giữa θ_1 và θ_2 có thể có giá trị nằm trong khoảng từ -90 độ đến 90 độ. Ở đây, khi θ_p nằm trong khoảng từ -90 độ đến 90 độ, p có giá trị nằm trong khoảng từ 0 độ đến 90 độ theo phương trình 6. p có thể là giá trị được chuyển đổi từ θ_p để tính độ khuếch đại quét thứ nhất g_1 và độ khuếch đại quét thứ hai g_2 của các giá trị dương tương ứng với nguồn âm thanh ảo được đặt tại θ_p giữa θ_1 và θ_2 .

Theo phương án của phương trình 6, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 sử dụng phương pháp quét công suất không đổi để xác định các độ khuếch đại quét lần lượt được áp dụng cho kênh đầu ra thứ nhất và kênh đầu ra thứ hai, nhưng phương pháp xác định các độ khuếch đại quét bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 không bị giới hạn ở đó.

Trong khi đó, theo một phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét sử dụng hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai (IPC). Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai chỉ vị trí nguồn âm thanh ảo trong hệ tọa độ cực âm thanh

bên trong tai. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra qua phương pháp được mô tả ở trên với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3, sử dụng độ khuếch đại quét được xác định dựa trên hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Sau đây, phương pháp xác định độ khuếch đại quét sử dụng hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án của sáng chế được mô tả tham chiếu đến Fig.5.

Fig.5 là sơ đồ minh họa hệ tọa độ cực vuông góc (VPC) và hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai (IPC). Tham chiếu đến Fig.5, đối tượng 510 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào có thể được biểu diễn bởi góc phương vị thứ nhất 551 và độ cao thứ nhất 541 trong hệ tọa độ cực vuông góc 501. Ngoài ra, đối tượng 510 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào có thể được biểu diễn bởi góc phương vị thứ hai 552 và độ cao thứ hai 542 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai 502.

Theo một phương án, đối tượng 510 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào có thể di chuyển đến đỉnh đầu (tức là, trục z) của người nghe 520, trong khi duy trì góc phương vị 501 của hệ tọa độ cực vuông góc 501. Khi đối tượng di chuyển theo cách này, độ cao thứ nhất 541 có thể thay đổi từ θ đến 90 độ, và góc phương vị thứ nhất 551 có thể được duy trì là Φ , và độ cao thứ nhất 541 và góc phương vị thứ nhất 551 chỉ vị trí của đối tượng 510 tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong hệ tọa độ cực vuông góc. Ngược lại, góc phương vị thứ hai 552 chỉ vị trí của đối tượng 510 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai 502 có thể thay đổi với chuyển động nêu trên của đối tượng 510. Ví dụ, khi độ cao thứ nhất 541 chỉ vị trí của đối tượng tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong hệ tọa độ cực vuông góc thay đổi từ θ đến 90 độ, góc phương vị thứ hai 552 chỉ vị trí của đối tượng tương ứng với tín hiệu đầu vào trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai có thể thay đổi từ Φ đến 0 độ. Ở đây, độ cao thứ hai 542 chỉ vị trí của đối tượng tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai có thể bằng độ cao thứ nhất 541.

Theo đó, khi độ khuếch đại quét được xác định bằng cách sử dụng góc phương vị thứ nhất 551 của hệ tọa độ cực vuông góc trong trường hợp đối tượng 510 đang chuyển

động như được mô tả ở trên, người nghe 520 không thể cảm nhận sự chuyển động của nguồn âm thanh do độ khuếch đại quét không thay đổi. Ngược lại, khi độ khuếch đại quét được xác định bằng cách sử dụng góc phương vị thứ hai 552 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai trong đó đối tượng 510 đang chuyển động như được mô tả ở trên, người nghe 520 có thể cảm nhận sự chuyển động của nguồn âm thanh do sự thay đổi của độ khuếch đại quét. Ở đây, độ khuếch đại quét có thể được xác định bằng cách phản ánh chuyển động ngang trên mặt phẳng ngang do sự thay đổi của góc phương vị thứ hai 552. Đó là vì khi đối tượng 520 di chuyển đến đỉnh đầu của người nghe 520, góc phương vị thứ hai 552 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai xấp xỉ bằng “0”.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét sử dụng hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được giá trị Φ của góc phương vị thứ hai 552 và giá trị θ của độ cao thứ hai 542 chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận siêu dữ liệu bao gồm giá trị Φ của góc phương vị thứ hai 552. Ở đây, siêu dữ liệu có thể là siêu dữ liệu tương ứng với tín hiệu audio đầu vào. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét thứ nhất g_1' và độ khuếch đại quét thứ hai g_2' dựa trên giá trị Φ thu được của góc phương vị thứ hai 552. Độ khuếch đại quét thứ nhất g_1' và độ khuếch đại quét thứ hai g_2' có thể được biểu diễn như phương trình 7.

Phương trình 7

$$g_1' = \cos(0.5 * \Phi + 45)$$

$$g_2' = \sin(0.5 * \Phi + 45)$$

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể nhận thông tin chuyển động đầu của người nghe và thông tin vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào như được mô tả theo phương án của Fig.3. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tính hệ tọa độ cực vuông góc (551, 541) hoặc hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai (552, 542) chỉ vị trí tương đối của nguồn âm thanh ảo đối với người nghe, dựa trên thông tin vị trí của nguồn âm thanh ảo và thông tin chuyển

động đầu của người nghe.

Chi tiết, tham chiếu đến Fig.5, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định mặt phẳng đối xứng dọc (hoặc mặt phẳng phương vị không đổi) 561 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai 502 dựa trên vị trí của đối tượng 510. Ở đây, mặt phẳng đối xứng dọc 561 có thể song song với mặt phẳng giữa 560. Ngoài ra, mặt phẳng giữa 561 có thể là mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng ngang và có cùng một trục tâm với mặt phẳng ngang. Góc phương vị thứ hai 552 có thể được xác định là góc giữa điểm 570 và mặt phẳng giữa 560 dựa trên trục tâm của mặt phẳng giữa 560, bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100, và điểm 570 chỉ điểm mà tại đó mặt phẳng đối xứng dọc 561 giao mặt phẳng ngang. Theo cách này, góc phương vị thứ hai 552 trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai có thể phản ánh sự thay đổi giá trị độ cao thứ nhất 541 của các đối tượng 510, di chuyển như được mô tả ở trên, trong hệ tọa độ cực vuông góc.

Ngoài ra, theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được các tọa độ chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong các tọa độ khác với các tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chuyển đổi các tọa độ thu được thành các tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Ở đây, hệ tọa độ khác với hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai có thể bao gồm hệ tọa độ cực vuông góc và hệ tọa độ trục giao. Ví dụ, tham chiếu đến Fig.5, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được các tọa độ cực vuông góc (551, 541) chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào trong hệ tọa độ cực vuông góc 501. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chuyển đổi giá trị của góc phương vị thứ nhất 551 và giá trị độ cao thứ nhất 541 của các tọa độ cực vuông góc thành giá trị của góc phương vị thứ hai 552 và giá trị độ cao thứ hai 542 của các tọa độ cực âm thanh bên trong tai.

Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$ dựa trên giá trị được xác định của góc phương vị thứ hai 552. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$ dựa trên giá trị của góc phương vị thứ hai 552 sử dụng phương pháp quét công suất không đổi hoặc

phương pháp quét tuyến tính.

Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$ được xác định bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên. Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra theo cách tương tự hoặc tương ứng với phương pháp được mô tả tham chiếu đến Fig.1 và Fig.4, sử dụng cặp hàm truyền thứ nhất và các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$ được xác định bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo cặp hàm truyền thứ hai dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và đáp ứng phẳng được tạo dựa trên bất kỳ một trong các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể sử dụng tham số gia trọng được xác định dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên cặp hàm truyền thứ hai.

Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo nhiều tín hiệu audio trung gian bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và các độ khuếch đại quét $g1'$ và $g2'$. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách tổng hợp nhiều tín hiệu audio trung gian cho mỗi kênh.

Sau đây, phương pháp kết xuất tín hiệu audio đầu vào sử dụng độ khuếch đại quét bằng thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án khác của sáng chế được mô tả tham chiếu đến Fig.6.

Fig.6 minh họa phương pháp nhờ đó thiết bị xử lý tín hiệu audio tạo ra tín hiệu audio đầu ra sử dụng hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai theo một phương án khác của sáng chế. Ví dụ, khi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 không sử dụng HRTF, thiết bị xử lý

tín hiệu audio 100 có thể thực hiện kết xuất tương tác bằng cách sử dụng độ khuếch đại quét được mô tả tham chiếu đến Fig.5.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên giá trị của góc phương vị θ pan trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo các tín hiệu audio đầu ra B_l , B_r bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên độ khuếch đại quét thứ nhất g_1' và độ khuếch đại quét thứ hai g_2' được tạo qua phương trình 7. Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được vị trí của nguồn âm thanh ảo được thể hiện bởi các tọa độ khác với hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chuyển đổi các tọa độ khác với các tọa độ cực âm thanh bên trong tai thành các tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Ví dụ, như minh họa trên Fig.6, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chuyển đổi các tọa độ cực vuông góc (θ , φ) thành các tọa độ cực âm thanh bên trong tai.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp vận hành thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án của sáng chế.

Ở bước S701, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu tín hiệu audio đầu vào. Ở bước S702, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên cặp hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xuất tín hiệu audio đầu ra được tạo.

Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định, dựa trên thông tin cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio

đầu vào, tham số gia trọng được sử dụng cho tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên tham số gia trọng đã được xác định. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo như được mô tả ở trên.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính, cho mỗi bin tần số, tổng trọng số của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng. Ở đây, các thành phần pha của hàm truyền thứ hai có thể giống với các thành phần pha của hàm truyền thứ nhất, tương ứng với các bin tần số tương ứng trong miền tần số.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo đáp ứng phẳng dựa trên ít nhất một phần của hàm truyền thứ nhất. Ví dụ, ít nhất một đáp ứng phẳng có thể là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài tần số. Theo cách khác, ít nhất một đáp ứng phẳng có thể là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài bin tần số.

Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra dựa trên hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét. Ví dụ, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo các tín hiệu audio trung gian bằng cách lọc tín hiệu audio đầu vào dựa trên mỗi hàm truyền thứ nhất và độ khuếch đại quét. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách trộn nhiều tín hiệu audio trung gian cho mỗi kênh. Theo cách khác, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể tạo hàm truyền thứ hai dựa trên đáp ứng phẳng được tạo và hàm truyền thứ nhất.

Trong trường hợp này, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe. Chi tiết, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét sử dụng phương pháp quét công suất không đổi. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét sử dụng các tọa độ cực âm thanh bên trong

tai. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của các tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Theo một phương án, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể chuyển đổi các tọa độ cực vuông góc chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào thành các tọa độ cực âm thanh bên trong tai. Ngoài ra, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 có thể xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của các tọa độ cực âm thanh bên trong tai được chuyển đổi. Ở đây, giá trị góc phương vị trong hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai có thể phản ánh sự thay đổi của độ cao trong hệ tọa độ cực vuông góc do sự di chuyển của đối tượng.

Mặc dù sáng chế được mô tả sử dụng các phương án cụ thể, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể thay đổi và sửa đổi mà không vượt ra ngoài nguyên lý và phạm vi bảo hộ của sáng chế. Nghĩa là, mặc dù các phương án về kết xuất âm thanh kép cho các tín hiệu audio được mô tả, sáng chế có thể được áp dụng như nhau và được mở rộng thành các tín hiệu đa phương tiện khác nhau bao gồm không chỉ tín hiệu audio mà cả tín hiệu video. Do đó, các phát sinh bất kỳ có thể được suy luận dễ dàng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này từ phần mô tả chi tiết và các phương án của sáng chế cần được hiểu là nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu audio để kết xuất tín hiệu audio đầu vào, thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm:

bộ thu được tạo cấu hình để thu tín hiệu audio đầu vào;

bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào; và

bộ phận đầu ra được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo bởi bộ xử lý,

trong đó, bộ xử lý được tạo cấu hình để:

thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe;

tạo ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số;

tạo hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng; và

tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo.

2. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng.

3. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 2, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định tham số gia trọng được sử dụng cho tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào; và

tạo hàm truyền thứ hai dựa trên tham số gia trọng đã được xác định.

4. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 3,

trong đó hàm truyền thứ nhất gồm có các thành phần biên độ trong miền tần số, và

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính, cho mỗi bin tần số, tổng trọng số của các thành phần biên độ và ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng.

5. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó các thành phần pha của hàm truyền thứ hai giống với các thành phần pha của hàm truyền thứ nhất, tương ứng với các bin tần số tương ứng trong miền tần số.

6. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định độ khuếch đại quét dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe; và

tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét.

7. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 6, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của các tọa độ cực âm thanh bên trong tại chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo.

8. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên ít nhất một phần của hàm truyền thứ nhất.

9. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 8, trong đó ít nhất một đáp ứng phẳng là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài tần số.

10. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó hàm truyền thứ nhất là hàm truyền liên quan đến đầu cùng bên (HRTF) hoặc HRTF đối bên được bao gồm trong cặp HRTF tương ứng với vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào.

11. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra mỗi trong số hàm truyền cùng bên thứ hai và hàm truyền đối bên thứ hai dựa trên mỗi trong số HRTF cùng bên và HRTF đối bên, và ít nhất một đáp ứng phẳng;

và

thiết lập tổng các mức năng lượng của hàm truyền cùng bên thứ hai và hàm truyền đối bên thứ hai bằng tổng các mức năng lượng của HRTF cùng bên và HRTF đối bên.

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

thu tín hiệu audio đầu vào;

thu được hàm truyền thứ nhất dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe;

tạo ít nhất một đáp ứng phẳng có biên độ không đổi trong miền tần số;

tạo hàm truyền thứ hai dựa trên hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng;

tạo tín hiệu audio đầu ra bằng cách kết xuất âm thanh kép tín hiệu audio đầu vào dựa trên hàm truyền thứ hai được tạo; và

xuất ra tín hiệu audio đầu ra được tạo.

13. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó bước tạo ra hàm truyền thứ hai gồm có bước tạo hàm truyền thứ hai bằng cách tính tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng.

14. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 13, trong đó bước tạo ra hàm truyền thứ hai gồm có các bước:

xác định tham số gia trọng được sử dụng cho tổng trọng số của hàm truyền thứ nhất và ít nhất một đáp ứng phẳng, dựa trên thông tin về cường độ hiệu ứng âm thanh kép tương ứng với tín hiệu audio đầu vào; và

tạo ra hàm truyền thứ hai dựa trên tham số gia trọng được xác định.

15. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 14,

trong đó hàm truyền thứ nhất gồm có các thành phần biên độ trong miền tần số, và

trong đó bước tạo ra hàm truyền thứ hai, hàm truyền thứ hai được tạo bằng cách tính, cho mỗi bin tần số, tổng trọng số của các thành phần biên độ và ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên tham số gia trọng.

16. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó các thành phần pha của hàm truyền thứ hai giống với các thành phần pha của hàm truyền thứ nhất, tương ứng với các bin tần số tương ứng trong miền tần số.

17. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó bước tạo ra đáp ứng phẳng gồm có các bước:

xác định độ khuếch đại quét dựa trên vị trí của nguồn âm thanh ảo tương ứng với tín hiệu audio đầu vào đối với người nghe; và

tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên độ khuếch đại quét.

18. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 17, trong đó bước xác định độ khuếch đại quét gồm có bước xác định độ khuếch đại quét dựa trên giá trị góc phương vị của hệ tọa độ cực âm thanh bên trong tai chỉ vị trí của nguồn âm thanh ảo.

19. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó bước tạo ra đáp ứng phẳng gồm có bước tạo ra ít nhất một đáp ứng phẳng dựa trên ít nhất một phần của hàm truyền thứ nhất.

20. Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo điểm 19, trong đó ít nhất một đáp ứng phẳng là giá trị trung bình của các thành phần biên độ của hàm truyền thứ nhất tương ứng với ít nhất một vài tần số.

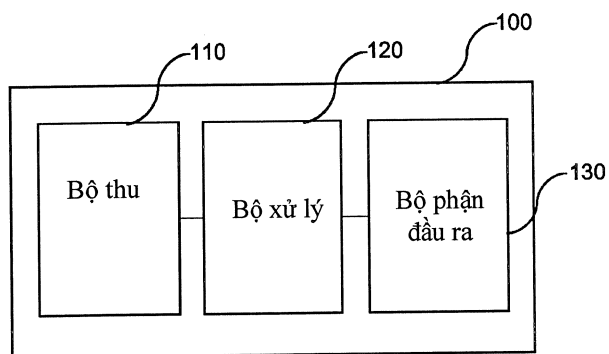


FIG1

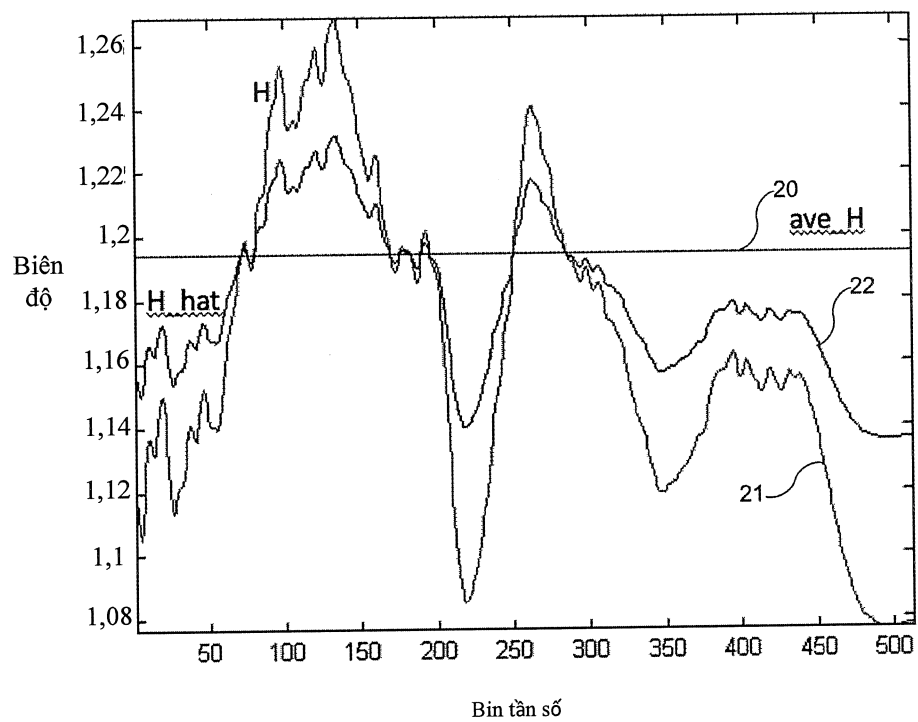


FIG2

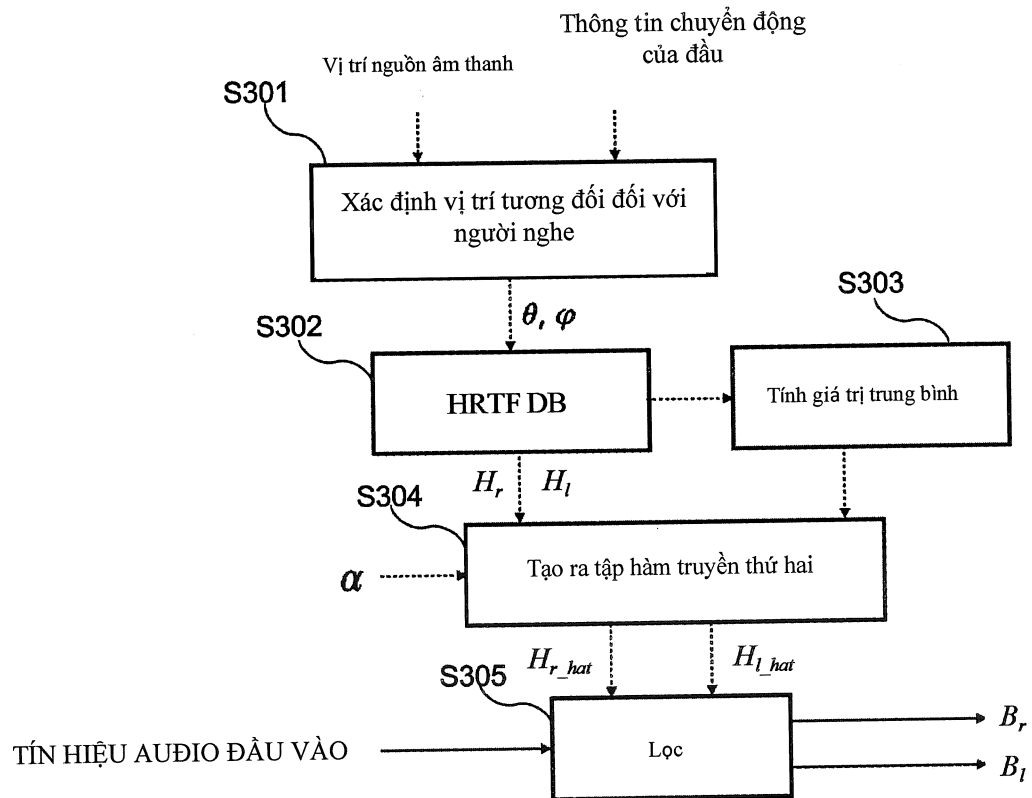
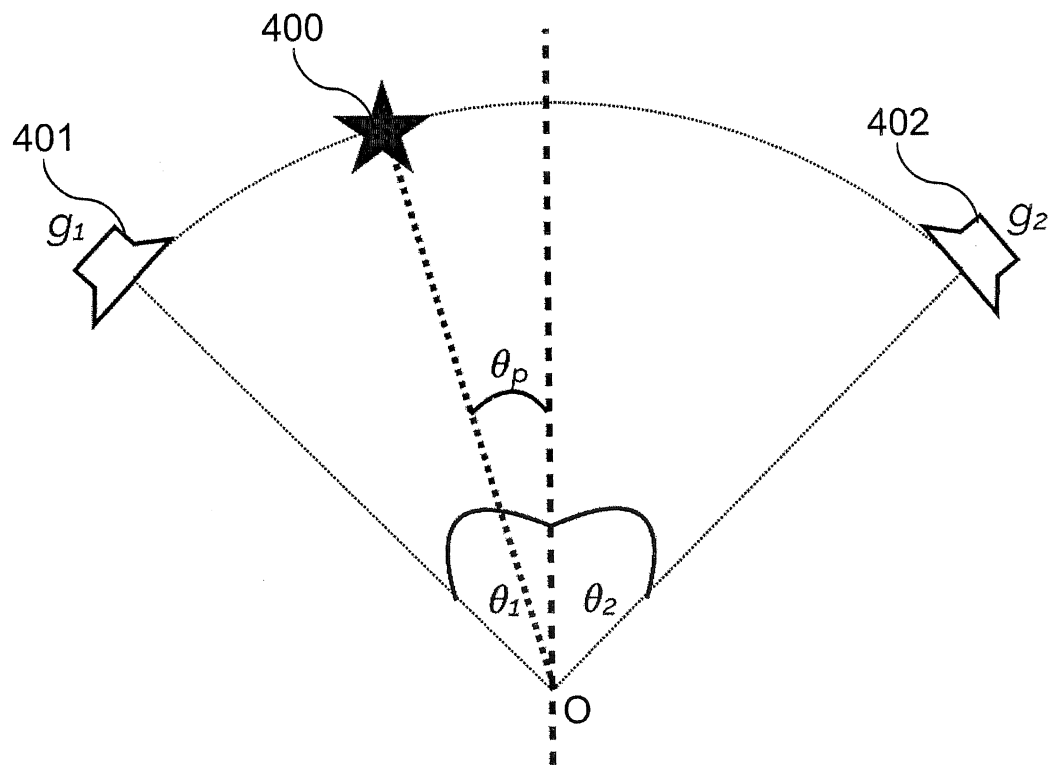
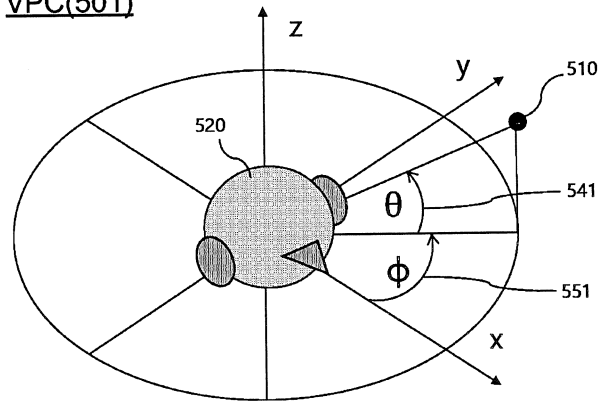
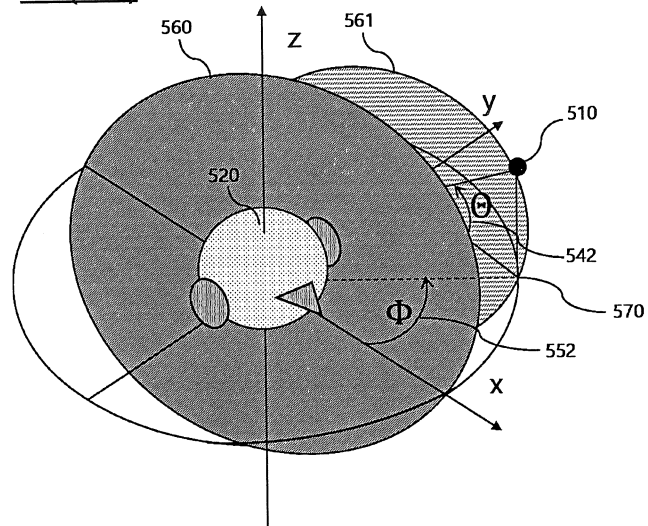


FIG 3

**FIG4**

VPC(501)IPC(502)**FIG5**

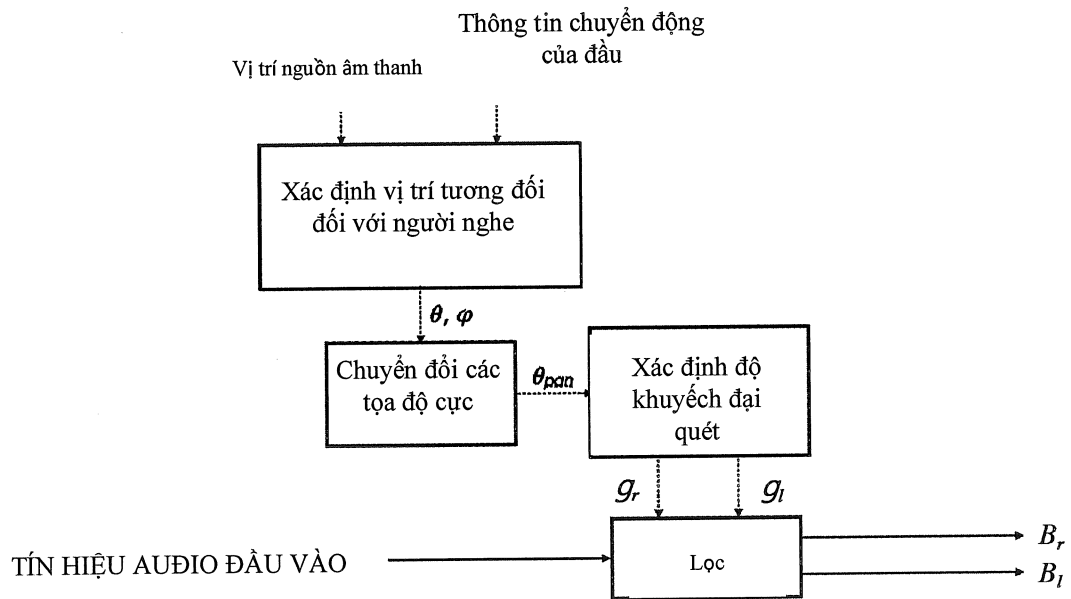


FIG 6

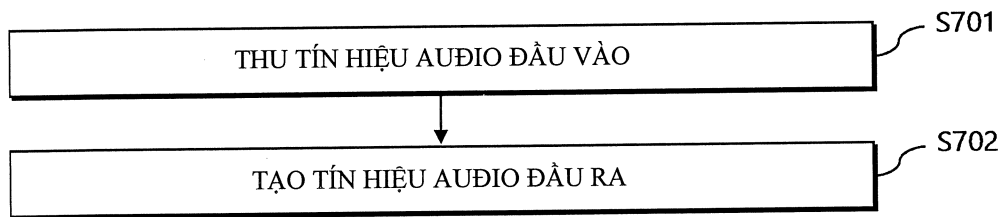


FIG 7