



(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)



1-0029769

(51)⁷ H04S 1/00; H04S 3/00

(13) B

(21) 1-2017-03483

(22) 18/02/2015

(86) PCT/EP2015/053351 18/02/2015

(87) WO 2016/131479 A1 25/08/2016

(45) 25/10/2021 403

(43) 27/11/2017 356A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

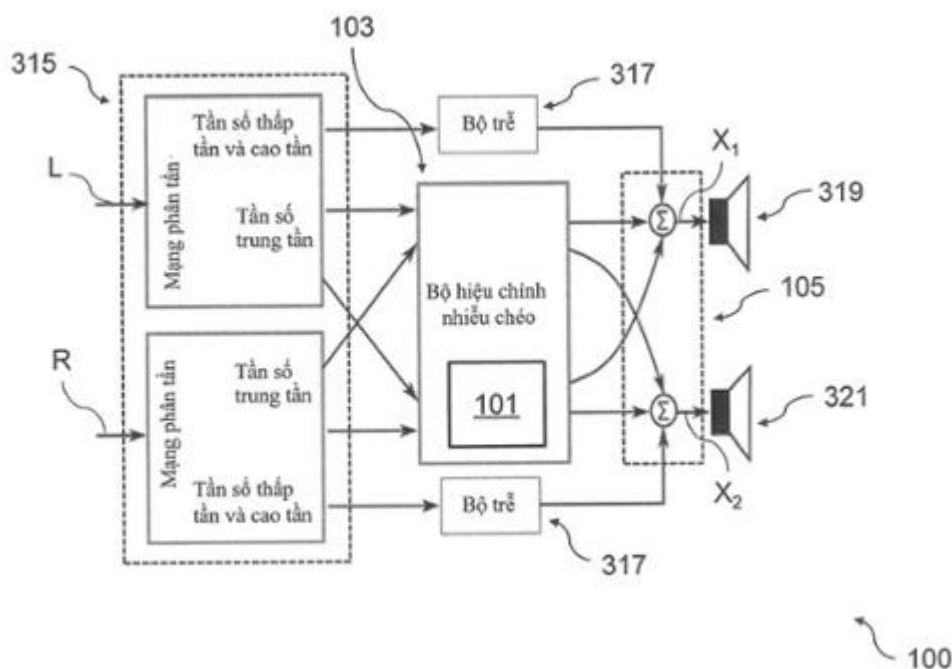
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, P. R. China

(72) LACOUTURE PARODI, Yesenia (CO).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU AUDIO, PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ TÍN HIỆU AUDIO VÀ VẬT GHI ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu audio và phương pháp lọc tín hiệu audio. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) bao gồm bộ xác định (101) được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh (H) bao gồm các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh giữa các loa và người nghe và ma trận hàm truyền âm thanh đích (YH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe, bộ lọc (103) được tạo cấu hình để lọc tín hiệu audio đầu vào trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận các tín hiệu audio đầu vào được lọc, và bộ kết hợp (105) được tạo cấu hình để kết hợp các tín hiệu audio đầu vào được lọc để thu nhận các tín hiệu audio đầu ra.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực xử lý tín hiệu audio. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu audio và phương pháp lọc tín hiệu audio để tạo ra hình ảnh âm thanh ảo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc làm giảm nhiễu chéo trong các tín hiệu audio là mối quan tâm chính trong các ứng dụng. Ví dụ, khi tái tạo các tín hiệu audio lập thể cho người nghe sử dụng các loa, các tín hiệu audio cần được nghe ví dụ ở tai trái của người nghe cũng thường được nghe ở tai phải của người nghe. Hiệu ứng này được thể hiện như nhiễu chéo và có thể được làm giảm bằng cách bổ sung bộ lọc ngược, cũng được đề cập đến trong kỹ thuật là bộ loại bỏ nhiễu chéo, vào chuỗi tái tạo audio được tạo cấu hình để lọc các tín hiệu audio.

Theo toán học, bộ lọc ngược dùng để thực hiện việc loại bỏ nhiễu chéo có thể được thể hiện dưới dạng ma trận lọc loại bỏ nhiễu chéo C . Mục đích của việc loại bỏ nhiễu chéo là lựa chọn ma trận lọc loại bỏ nhiễu chéo C , cụ thể hơn là các phần tử của nó, sao cho kết quả của phép nhân ma trận của ma trận lọc loại bỏ nhiễu chéo C với ma trận hàm truyền âm thanh (Acoustic Transfer Function, viết tắt là ATF) H về cơ bản bằng với ma trận đồng nhất I , nghĩa là $H \cdot C \approx I$, mà ở đó ma trận ATF H được xác định bởi các hàm truyền từ các loa đến các tai tương ứng của người nghe.

Việc tìm ra giải pháp loại bỏ nhiễu chéo chính xác là không thể và các phương pháp xấp xỉ được áp dụng. Bởi vì các bộ lọc ngược thường không ổn định, các phương pháp xấp xỉ này sử dụng sự quy tắc hóa để kiểm soát sự tăng của bộ lọc loại bỏ nhiễu chéo và để làm giảm tổn hao dải động. Tuy nhiên, do các bộ lọc ngược trong điều kiện xấu nhạy cảm với các lỗi. Nói cách khác, các lỗi nhỏ trong chuỗi tái tạo có thể dẫn đến các lỗi lớn ở điểm tái tạo, dẫn đến điểm tối ưu hẹp và màu sắc không mong muốn như được mô tả bởi Takeuchi, T.

và Nelson, P.A., "Sự phân bố nguồn tối ưu dùng cho sự tổng hợp âm thanh lập thể trên các loa" ("Optimal source distribution for binaural synthesis over loudspeakers"), tạp chí ASA 112(6), 2002.

Các hệ thống audio được biết đến trong kỹ thuật kết hợp các bộ phận loại bỏ nhiễu chéo với các bộ phận âm thanh lập thể để cung cấp âm thanh vòm ảo không có nhiễu chéo, nghĩa là âm thanh không có nhiễu chéo được nghe thấy bởi người nghe cần được tạo ra ở các vị trí loa ảo. Tuy nhiên, các bộ phận âm thanh lập thể như vậy thường đưa ra các lỗi nhỏ không thể tránh được, mà sau đó được khuếch đại bởi các bộ phận loại bỏ nhiễu chéo không hoàn hảo dẫn đến nhiều màu sắc và nhận thức không gian sai.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm nâng cao để cung cấp về căn bản âm thanh vòm ảo không có nhiễu chéo.

Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các dạng thực hiện khác là rõ ràng từ các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc, phần mô tả và các hình vẽ.

Sáng chế dựa vào ý tưởng để giải quyết vấn đề về nhiễu chéo không phải bởi sự nối tiếp hóa dễ gây ra lỗi của giai đoạn loại bỏ nhiễu chéo và giai đoạn tạo âm thanh lập thể, là mà bằng cách làm thích ứng giai đoạn loại bỏ nhiễu chéo đến đích, một tập hợp các vị trí loa ảo mong muốn thay vì cố gắng loại bỏ trực tiếp nhiễu chéo từ các loa hiện thời. Theo cách này, giai đoạn tạo âm thanh lập thể thường được sử dụng là không cần thiết và nhờ đó tránh được sự nối tiếp hóa lỗi, trong khi tạo ra âm thanh vòm ảo chính xác và chất lượng âm thanh tốt.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất thiết bị xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái và dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải, tín hiệu audio đầu ra kênh trái và tín hiệu audio đầu ra kênh phải được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (ATF) H, thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm: bộ xác

định được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH, trong đó ma trận ATF đích VH bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe; bộ lọc được tạo cấu hình để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai, và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái, và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải. Bộ lọc có thể được cung cấp bởi bộ loại bỏ nhiễu chéo.

Theo dạng thực hiện thứ nhất của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ xác định được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận ATF H, I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

Theo dạng thực hiện thứ hai của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ xác định được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận ATF H, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

Theo dạng thực hiện thứ ba của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ xác định được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1} (H^H \cdot \text{pha}(VH)) e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận ATF H , I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, ω biểu thị tần số góc, và $\text{pha}(A)$ ($\text{phase}(A)$) biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận A .

Theo dạng thực hiện thứ tư của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ xác định được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H)^{-1} (H^H \cdot \text{pha}(VH)) e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận ATF H , M biểu thị trễ mô hình, ω biểu thị tần số góc, và $\text{pha}(A)$ biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận A .

Theo dạng thực hiện thứ năm của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, tín hiệu audio đầu ra kênh trái được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái và tai trái của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái và tai phải của người nghe, trong đó tín hiệu audio đầu ra kênh phải được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải và tai phải của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải và tai trái của người nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất của đường lan truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai trong số đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo nên ma trận ATF.

Theo dạng thực hiện thứ sáu của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía

cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, ma trận ATF đích VH bao gồm hàm truyền đích thứ nhất của đường lan truyền âm thanh đích thứ nhất giữa vị trí loa trái ảo và tai trái của người nghe, hàm truyền đích thứ hai của đường lan truyền âm thanh đích thứ hai giữa vị trí loa trái ảo và tai phải của người nghe, hàm truyền đích thứ ba của đường lan truyền âm thanh đích thứ ba giữa vị trí loa phải ảo và tai phải của người nghe, và hàm truyền đích thứ tư của đường lan truyền âm thanh đích thứ tư giữa vị trí loa phải ảo và tai trái của người nghe.

Theo dạng thực hiện thứ bảy của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, bộ xác định được tạo cấu hình thêm để truy hồi ma trận ATF hoặc ma trận ATF đích từ cơ sở dữ liệu.

Theo dạng thực hiện thứ tám của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, bộ kết hợp được tạo cấu hình để bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái, và để bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải.

Theo dạng thực hiện thứ chín của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, thiết bị còn bao gồm: bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp, và để phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp, trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được phân bổ đến dải tần số định trước sơ cấp, và trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được phân bổ đến dải tần số định trước thứ cấp; và bộ trễ được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh trái

thứ cấp bởi trễ thời gian để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh trái sơ cấp và để làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp bởi trễ thời gian khác để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh phải thứ cấp; trong đó bộ lọc được tạo cấu hình để lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, và để lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai; trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái, và để kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải.

Theo dạng thực hiện thứ mười của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo dạng thực hiện thứ chín của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ phân tách là mạng phân tần audio.

Theo dạng thực hiện thứ mười một của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc dạng thực hiện trước đó bất kỳ của sáng chế, tín hiệu audio đầu vào kênh trái được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước và tín hiệu audio đầu ra kênh phải được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, hoặc tín hiệu audio đầu vào kênh trái được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh

trái phía sau và tín hiệu audio đầu ra kênh phải được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

Theo dạng thực hiện thứ mười hai của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo dạng thực hiện thứ mười một của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, tín hiệu audio đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, và bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau, và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái và dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải, tín hiệu audio đầu ra kênh trái và tín hiệu audio đầu ra kênh phải cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (ATF) H, phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm các bước: phát hiện ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH, trong đó ma trận ATF đích VH bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe; lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái, và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải.

Phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể được thực hiện

bởi thiết bị theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Các đặc điểm khác của phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế được tạo ra trực tiếp từ chức năng của thiết bị theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế và các dạng thực hiện khác nhau của nó.

Theo khía cạnh thứ ba sáng chế đề cập đến chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ hai của sáng chế khi được thực hiện trên máy tính.

Sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng và/hoặc phần mềm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

Fig.1 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái và tín hiệu audio đầu vào kênh phải theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 thể hiện sơ đồ về phương pháp xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái và tín hiệu audio đầu vào kênh phải theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái và tín hiệu audio đầu vào kênh phải theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện sơ đồ về sự phân bổ các tần số đến các dải tần số định trước theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio dùng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái và tín hiệu audio đầu vào kênh phải theo một phương án của sáng chế; và

Fig.6. thể hiện sơ đồ về các kết quả thử nghiệm A/B giữa các kỹ thuật loại bỏ nhiễu chéo thông thường và các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được làm thích ứng để lọc tín

hiệu audio đầu vào kênh trái L để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải R để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 .

Tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (ATF) H.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 bao gồm bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH, trong đó ma trận ATF đích VH bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe.

Thuật ngữ "vị trí loa ảo" (cũng như "loa ảo") thường được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Bằng cách chọn các hàm truyền phù hợp vị trí, từ đó người nghe nghe để thu nhận tín hiệu audio được phát ra bởi loa, có thể khác với vị trí thực của loa. Vị trí này là "vị trí loa ảo" được sử dụng ở đây và được kết hợp với các kỹ thuật chẳng hạn như mở rộng âm nổi và vòm ảo, trong đó vị trí loa ảo mở rộng vượt ra, ví dụ, vị trí vật lý của cặp loa âm nổi (stereo) và các vị trí giữa chúng.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 còn bao gồm bộ lọc 103 được tạo cấu hình để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái L trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất 107 và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai 109, và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải R trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất 111 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai 113, và bộ kết hợp 105 được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất 107 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất 111 để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 , và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai 109 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai 113 để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 .

Nói theo cách toán học, thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 không được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C của nó sao cho sản phẩm của ma trận ATF H và ma trận lọc C về cơ bản bằng với ma trận đồng nhất I (đối với trường hợp trong các bộ phận loại bỏ nhiễu chéo thông thường), mà là để xác định ma trận lọc C của nó sao cho sản phẩm của ma trận ATF H và ma trận lọc C bằng với ma trận ATF đích VH được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe. Cụ thể hơn là, các phần tử của ma trận ATF đích VH được xác định bởi các hàm truyền mà mô tả các đường lan truyền âm thanh tương ứng từ các vị trí loa ảo mong muốn đến tai của người nghe. Các hàm truyền này có thể là các hàm truyền liên quan đến đầu (Head Related Transfer Function, viết tắt là HRTF) được lấy từ cơ sở dữ liệu hoặc một số hàm truyền dựa trên mô hình.

Theo một phương án của sáng chế, bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH sử dụng phương pháp xấp xỉ bình phương nhỏ nhất theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M}$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận ATF H, I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

Hệ số quy tắc hóa β thường được dùng để đạt được sự ổn định và để hạn chế sự tăng của bộ lọc. Hệ số quy tắc hóa β càng lớn, là sự tăng của bộ lọc càng nhỏ, nhưng ở các chi phí về sự chính xác tái tạo và chất lượng âm thanh. Hệ số quy tắc hóa β có thể được xem như nhiễu bổ sung được kiểm soát, mà được đưa vào để đạt được sự ổn định. Bởi vì điều kiện xấu của hệ phương trình có thể thay đổi theo tần số, hệ số này có thể được chỉ định để phụ thuộc tần số.

Điều làm ngạc nhiên là, cách tiếp cận được đề xuất bởi sáng chế có hiệu quả phụ thuận lợi mà so với các bộ phận loại bỏ nhiễu chéo thông thường hệ số quy tắc hóa β tương đối nhỏ có thể được chọn. Đó là bởi vì số hạng thứ hai của phương trình $((H^H \cdot VH)e^{-j\omega M})$ có vai trò làm điều khiển khuếch đại, mà được tối ưu hóa để tái tạo chính xác các tín hiệu âm thanh lập thể mong muốn. Nghĩa là, độ ổn định và độ chắc chắn của bộ lọc được duy trì mà không làm giảm độ

chính xác của sự tái tạo âm thanh lập thể.

Do đó, theo phương án khác, hệ số quy tắc hóa β có thể được thiết đặt tới không (zero) sao cho trong phương án này bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M}.$$

Chất lượng âm thanh đầu ra của sáng chế có thể được nâng cao thêm nhờ sử dụng chỉ pha thông tin có trong ma trận ATF đích VH, nghĩa là:

$$H \cdot C \approx \text{pha}(VH),$$

trong đó $\text{pha}(A)$ ($\text{phase}(A)$) biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận A.

Do đó, theo phương án khác bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot \text{pha}(VH))e^{-j\omega M}.$$

Cách tiếp cận này về căn bản tương ứng với các hàm truyền liên quan đến đầu (head related transfer function, viết tắt là HRTF) gần đúng hoặc các hàm truyền đến hệ thống toàn thông, nghĩa là độ lớn không đổi và pha thay đổi. Theo cách này những sự khác biệt thời gian âm nội tại (Inter-aural Time Difference, viết tắt là ITD) được duy trì trong khi tránh được những sự khác biệt mức âm nội tại (Inter-aural Level Difference, viết tắt là ILD) sai, mà dẫn đến việc giảm đáng kể màu sắc mà không ảnh hưởng đáng kể tới hiệu ứng âm thanh vòm.

Bởi vì hiệu quả thuận lợi nêu trên của cách tiếp cận của sáng chế đối với hệ số quy tắc hóa β , cũng dùng cho phương án này hệ, số quy tắc hóa β có thể được thiết đặt tới không (zero). Do đó, theo phương án khác bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H)^{-1}(H^H \cdot \text{pha}(VH))e^{-j\omega M}.$$

Fig.2 thể hiện sơ đồ về phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 theo một phương án của sáng chế. Phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 được làm thích

ứng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái L để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải R để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 .

Tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (ATF) H.

Phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 bao gồm bước 201 để phát hiện ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH, trong đó ma trận ATF đích VH bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe, bước 203 để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái L trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất 107 và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai 109, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải R trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất 111 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai 113, và bước 205 để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất 107 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất 111 để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 , và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai 109 và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai 113 để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 .

Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rằng các bước nêu trên có thể được thực hiện nối tiếp, song song, hoặc kết hợp chúng. Ví dụ, các bước 201 và 203 có thể được thực hiện song song với nhau và nối tiếp bước 205.

Trong phần dưới đây, các dạng thực hiện khác và các phương án của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 và phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 được mô tả.

Fig.3 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái L để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và

để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải R để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 .

Tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (ATF) H.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 bao gồm bộ xác định 101, mà theo phương án trên Fig.3 được thực hiện như một phần của bộ lọc 103 theo dạng của bộ hiệu chỉnh nhiễu chéo. Bộ xác định 101 được tạo cấu hình để xác định ma trận lọc C trên cơ sở của ma trận ATF H và ma trận ATF đích VH, trong đó ma trận ATF đích VH bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 còn bao gồm bộ phân tách 315 được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp, và để phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải R thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp. Tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được phân bổ đến dải tần số định trước sơ cấp, và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được phân bổ đến dải tần số định trước thứ cấp.

Sự phân giải tần số có thể đạt được bởi bộ phân tách 315 sử dụng ví dụ dải bộ lọc ít phức tạp và/hoặc mạng phân tần audio. Mạng phân tần audio có thể là mạng phân tần audio tương tự hoặc mạng phân tần audio số. Như là một ví dụ, bộ phân tách 315, bộ xác định 101, bộ trễ 317, và bộ kết hợp 105 có thể là các phần tử rời rạc của bộ lọc số.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được thể hiện trên Fig.3 còn bao gồm bộ trễ 317 được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp bởi trễ thời gian để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh trái sơ cấp và để làm

trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp bởi trễ thời gian khác để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh phải thứ cấp. Bộ trễ 317 có thể là đường trễ dạng số.

Bộ lọc 103 theo dạng của bộ hiệu chỉnh nhiễu chéo được tạo cấu hình để lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, và để lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc C để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được thể hiện trên Fig.3 còn bao gồm bộ kết hợp 105 được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 được cung cấp đến loa trái 319, và để kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 được cung cấp đến loa phải 321.

Theo một phương án của sáng chế, bộ phân tách 315 chia các tín hiệu audio đầu vào thành các dải con có xét đến các đặc tính âm của các loa 319 và 321, chẳng hạn như cắt tần số thấp và giới hạn tần số cao. Các tần số dưới tần số cắt và trên giới hạn tần số cao được bỏ qua để tránh các sự biến dạng. Dải tần số định trước sơ cấp có thể là dải của các tần số trung tần được thể hiện trên Fig.4 và dải tần số định trước thứ cấp có thể là (các) dải của các tần số thấp tần và cao tần được thể hiện trên Fig.4. Theo một phương án của sáng chế, bộ phân tách 315 là mạng phân tần audio.

Fig.5 thể hiện sơ đồ về thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 và để làm biến dạng trước tín hiệu audio đầu vào kênh phải để thu nhận tín hiệu audio

đầu ra kênh phải X_2 . Sơ đồ đề cập đến hệ thống âm thanh vòm ảo dùng để lọc tín hiệu audio đa kênh.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 bao gồm hai bộ phân tách 315, hai bộ lọc 103 theo dạng của hai bộ hiệu chỉnh nhiễu chéo, hai bộ xác định 101 được thực hiện như một phần của bộ hiệu chỉnh nhiễu chéo tương ứng, hai bộ trễ 317, và bộ kết hợp 105 có chức năng giống như được mô tả kết hợp với Fig.3. Tín hiệu audio đầu ra kênh trái X_1 được truyền qua loa trái 319. Tín hiệu audio đầu ra kênh phải X_2 được truyền qua loa phải 321.

Ở phần phía trên của sơ đồ, tín hiệu audio đầu vào kênh trái L được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải R được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh. Ở phần phía dưới của sơ đồ, tín hiệu audio đầu vào kênh trái L được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải R được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh.

Tín hiệu audio đầu vào đa kênh còn bao gồm tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, trong đó bộ kết hợp 105 được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau, và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

Fig.6 thể hiện sơ đồ về các kết quả thử nghiệm A/B giữa các kỹ thuật loại bỏ nhiễu chéo thông thường và các phương án của sáng chế. Các thuộc tính được đánh giá là sự bao phủ (ví dụ, cảm giác về không gian nhận thức) và chất lượng âm thanh (ví dụ, ưu tiên). Dữ liệu được phân tích sử dụng mô hình Bradley-Terry-Luce (BTL) mà cho biết mức độ ưu tiên tương đối, các trị số được phản hồi trên trục Y. Các tín hiệu được đưa ra qua các loa TV. Tổng cộng có 13 đối tượng được đưa vào thử nghiệm.

Các kết quả cho các phương án so sánh thử nghiệm nghe của sáng chế (XTC1) cùng với việc loại bỏ nhiễu chéo (XTC) thông thường, và âm nổi ban

đầu. Rõ ràng là sáng chế được ưa thích hơn nhiều so với các giải pháp tiên tiến liên quan đến độ lớn và chất lượng âm thanh.

Các phương án của sáng chế đề xuất các ưu điểm khác dưới đây. Ít hơn sự quy tắc hóa cần để kiểm soát sự tăng của các bộ lọc. Bởi vì vấn đề không còn được tối ưu hóa làm cho gần với sự đảo ngược chính xác nhưng một tập hợp các hàm truyền, các bộ lọc thu được ổn định và mạnh mẽ hơn. Các bộ lọc mạnh mẽ có nghĩa là điểm tối ưu rộng hơn. Màu sắc ít được đưa ra ở điểm tái tạo và hiệu ứng âm thanh 3D thực tế có thể đạt được mà không làm giảm chất lượng âm thanh, cũng như trong trường hợp các giải pháp thông thường. Sáng chế đề xuất việc làm giảm về cơ bản tính phức tạp của các bộ lọc, mà bộ tạo âm thanh lập thể không còn cần thiết nữa. Sáng chế có thể được dùng với cấu hình loa bất kỳ (các góc khấu độ, các hình dạng và kích thước loa khác nhau) và có thể được mở rộng dễ dàng đến hơn hai kênh.

Các phương án của sáng chế được ứng dụng trong các thiết bị đầu cuối audio có ít nhất hai loa chẳng hạn như các TV, các hệ thống độ trung thực cao (HiFi), các hệ thống rạp chiếu phim, các thiết bị di động chẳng hạn như điện thoại thông minh hoặc các máy tính bảng, hoặc các hệ thống viễn truyền. Các phương án của sáng chế được thực hiện trong các bộ chip bán dẫn.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong chương trình máy tính để chạy trên hệ thống máy tính, ít nhất bao gồm các phần mã để thực hiện các bước của phương pháp theo sáng chế khi chạy trên thiết bị lập trình được, chẳng hạn như hệ thống máy tính hoặc cho phép thiết bị lập trình được để thực hiện các chức năng của thiết bị hoặc hệ thống theo sáng chế.

Chương trình máy tính là một danh sách các lệnh chẳng hạn như chương trình ứng dụng cụ thể và/hoặc hệ điều hành. Chương trình máy tính có thể cho thực thể bao gồm một hoặc nhiều trong số: chương trình con, một hàm, thủ tục, phương pháp đối tượng, sự thực hiện đối tượng, ứng dụng thực thi được, vi mã, servlet, mã nguồn, mã đối tượng, thư viện chung/thư viện tải động và/hoặc một dãy các lệnh khác được thiết kế để thực hiện trên hệ thống máy tính.

Chương trình máy tính có thể được lưu trữ bên trong phương tiện lưu trữ

đọc được bởi máy tính hoặc được truyền đến hệ thống máy tính qua phương tiện truyền đọc được bởi máy tính. Tất cả hoặc một vài trong số chương trình máy tính có thể được cung cấp trên phương tiện đọc được bởi máy tính chuyển tiếp hoặc không chuyển tiếp được ghép nối vĩnh viễn, tháo lắp được hoặc từ xa đến thông tin hệ thống xử lý. Phương tiện đọc được bởi máy tính có thể bao gồm, ví dụ và không giới hạn, số lượng bất kỳ sau đây: phương tiện lưu trữ từ tính bao gồm phương tiện lưu trữ đĩa và băng; phương tiện lưu trữ quang chẳng hạn như phương tiện đĩa compac (ví dụ, CD-ROM, CD-R, v.v.) và phương tiện lưu trữ đĩa video số; phương tiện lưu trữ bất khả biến bao gồm các bộ nhớ gốc bán dẫn chẳng hạn như bộ nhớ FLASH, EEPROM, EPROM, ROM; các bộ nhớ số sắt từ; MRAM; phương tiện lưu trữ khả biến bao gồm các thanh ghi, các bộ đệm hoặc các cache, bộ nhớ chính, RAM, v.v.; và phương tiện truyền dữ liệu bao gồm máy tính các mạng, thiết bị viễn thông điểm-điểm, và phương tiện truyền dẫn sóng mang, v.v..

Quy trình máy tính thường bao gồm chương trình hoặc phần của chương trình thực hiện (chạy), các trị số chương trình hiện thời và thông tin trạng thái, và các tài nguyên được sử dụng bởi hệ điều hành để quản lý sự thực hiện quy trình. Hệ điều hành (OS) là phần mềm mà quản lý sự chia sẻ các tài nguyên của máy tính và cung cấp cho lập trình viên với giao diện được sử dụng để truy cập các tài nguyên này. Hệ điều hành xử lý hệ thống dữ liệu và người dùng nhập vào và phản hồi bằng cách phân bổ và quản lý các tác vụ và các tài nguyên hệ thống bên trong như dịch vụ đến những người dùng và các chương trình của hệ thống.

Hệ thống máy tính có thể bao gồm ít nhất một bộ phận xử lý, bộ nhớ được kết hợp và số lượng của các thiết bị đầu vào/đầu ra (I/O). Khi thực hiện chương trình máy tính, hệ thống máy tính xử lý thông tin theo chương trình máy tính và đưa ra thông tin đầu ra thu được qua các thiết bị I/O.

Các sự kết nối như được thảo luận ở đây có thể là loại kết nối bất kỳ phù hợp để truyền các tín hiệu từ hoặc đến các nút, các bộ phận hoặc các thiết bị tương ứng, ví dụ qua các thiết bị trung gian. Do đó, trừ khi được ngụ ý hoặc được nêu theo cách khác, các sự kết nối có thể ví dụ là các kết nối trực tiếp hoặc

các kết nối gián tiếp. Các sự kết nối có thể được minh họa hoặc được mô tả là một kết nối, nhiều kết nối, các kết nối một chiều, hoặc các kết nối hai chiều. Tuy nhiên, các phương án khác nhau có thể thay đổi sự thực hiện của các sự kết nối. Ví dụ, các kết nối một chiều riêng biệt có thể được sử dụng hơn là các kết nối hai chiều và ngược lại. Ngoài ra, các kết nối có thể được thay thế bằng kết nối đơn mà truyền nhiều tín hiệu theo cách nối tiếp hoặc theo cách đa hợp theo thời gian. Cũng như vậy, các kết nối đơn mang nhiều tín hiệu có thể được tách ra thành các kết nối khác nhau mang các tập con của các tín hiệu như vậy. Do đó, nhiều tùy chọn tồn tại để truyền các tín hiệu.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận ra rằng các biên giới giữa các khối logic chỉ là minh họa và các phương án thay thế có thể hợp nhất các khối logic hoặc các phần tử mạch hoặc áp dụng sự phân hủy luân phiên chức năng trên các khối logic hoặc các phần tử mạch khác nhau. Do đó, cần hiểu rằng các kiến trúc được mô tả ở đây chỉ là ví dụ, và thực ra nhiều kiến trúc khác có thể được thực hiện mà đạt được cùng chức năng.

Do đó, sự bố trí bất kỳ của các thành phần để đạt được cùng chức năng "được kết hợp" hiệu quả sao cho đạt được chức năng mong muốn. Do đó, hai thành phần bất kỳ ở đây được kết hợp để đạt được chức năng cụ thể có thể được xem như là "được kết hợp với" với nhau sao cho đạt được chức năng mong muốn, bất kể các kiến trúc hoặc các thành phần trung gian. Cũng như vậy, hai thành phần bất kỳ được kết hợp như vậy có thể cũng được xem như là "được kết nối theo cách thực hiện được," hoặc "được ghép nối theo cách thực hiện được," với nhau để đạt được chức năng mong muốn.

Ngoài ra, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận ra rằng các biên giới giữa các thao tác nêu trên chỉ là minh họa. Nhiều thao tác có thể được kết hợp thành thao tác đơn, thao tác đơn có thể được phân bổ trong các thao tác bổ sung và các thao tác có thể được thực hiện ít nhất một phần chồng lấn theo thời gian. Hơn nữa, các phương án thay thế có thể bao gồm nhiều trường hợp của thao tác cụ thể, và thứ tự của các thao tác có thể được thay đổi trong các phương án khác nhau khác.

Ví dụ, các ví dụ, hoặc các phần của nó, có thể được thực hiện như các biểu hiện mềm hoặc mã của hệ mạch vật lý hoặc của các biểu diễn logic chuyển đổi được thành hệ mạch vật lý, chẳng hạn như trong ngôn ngữ mô tả phần cứng của loại thích hợp bất kỳ.

Ngoài ra, sáng chế không giới hạn ở các thiết bị hoặc các bộ phận vật lý được thực hiện trong phần cứng không lập trình được nhưng có thể cũng được ứng dụng ở các thiết bị lập trình được hoặc các bộ phận có thể thực hiện các chức năng thiết bị mong muốn bằng cách thao tác theo mã chương trình phù hợp, chẳng hạn như các khung chính, các máy tính nhỏ, các máy chủ, các trạm làm việc, các máy tính cá nhân, các thiết bị sở tay, các thiết bị hỗ trợ số cá nhân, trò chơi điện tử, ô tô và các hệ thống nhúng khác, các điện thoại di động và các thiết bị không dây khác nhau, thường được thể hiện trong đơn này là 'các hệ thống máy tính.

Tuy nhiên, các cải biến, các thay đổi và các thay thế khác cũng có thể. Bản mô tả và các hình vẽ, do đó, được xem là minh họa hơn là ý nghĩa hạn chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm bộ xử lý và vật ghi đọc được bằng máy tính có các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý được lưu trữ trên đó, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi bởi bộ xử lý, tạo điều kiện thực hiện các việc sau:

xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

2. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) là cần được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái và tai trái của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái và tai phải của người nghe, trong đó tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) là cần được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải và tai phải của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải và tai trái của người nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất của đường lan truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai của đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo nên ma trận hàm truyền âm thanh (H).

3. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm hàm truyền đích thứ nhất của đường lan truyền âm thanh đích thứ nhất giữa vị trí loa trái ảo và tai trái của người nghe, hàm truyền đích thứ hai của đường lan truyền âm thanh đích thứ hai giữa vị trí loa trái ảo và tai phải của người nghe, hàm truyền đích thứ ba của đường lan truyền âm thanh đích thứ ba giữa vị trí loa phải ảo và tai phải của người nghe, và hàm truyền đích thứ tư của đường lan truyền âm thanh đích thứ tư giữa vị trí loa phải ảo và tai trái của người nghe.

4. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi, còn tạo điều kiện cho việc:

truy hồi ma trận hàm truyền âm thanh (H) hoặc ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) từ cơ sở dữ liệu.

5. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó việc kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) bao gồm: bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và

trong đó việc kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) bao gồm: bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2).

6. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi, còn tạo điều kiện cho việc:

phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp, và phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp, trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được phân bổ tới dải tần số định trước sơ cấp, và trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được phân bổ tới dải tần số định trước thứ cấp; và

làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp bởi trễ thời gian để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh trái thứ cấp và làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp bởi trễ thời gian khác nữa để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh phải thứ cấp;

lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín

hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2).

7. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 6, trong đó việc phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được thực hiện bởi mạng phân tầng audio.

8. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 1, trong đó tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, hoặc

trong đó tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

9. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 8, trong đó tín hiệu audio đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, và trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh

trái phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau, và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

10. Phương pháp xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm:

xác định, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và

kết hợp, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

11. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm mã chương trình dùng để thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), mã chương trình, khi được thực thi, tạo điều kiện thực hiện những việc sau:

xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín

hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot VH)e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc.

12. Thiết bị xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm bộ xử lý và vật ghi đọc được bằng máy tính có các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý được lưu trữ trên đó, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi bởi bộ xử lý, tạo điều kiện thực hiện các việc sau:

xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot \text{pha}(VH))e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc, và pha (VH) (phase(VH)) biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH).

13. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) là cần được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái và tai trái của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái và tai phải của người nghe, trong đó tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) là cần được truyền qua đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải và tai phải của người nghe và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải và tai trái của người nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất của đường lan truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai của đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo nên ma trận hàm truyền âm thanh (H).

14. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm hàm truyền đích thứ nhất của đường lan truyền âm thanh đích thứ nhất giữa vị trí loa trái ảo và tai trái của người nghe, hàm truyền đích thứ hai của đường lan truyền âm thanh đích thứ hai giữa vị trí loa trái ảo và tai phải của người nghe, hàm truyền đích thứ ba của đường lan truyền âm thanh

đích thứ ba giữa vị trí loa phải ảo và tai phải của người nghe, và hàm truyền đích thứ tư của đường lan truyền âm thanh đích thứ tư giữa vị trí loa phải ảo và tai trái của người nghe.

15. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi, còn tạo điều kiện cho việc:

truy hồi ma trận hàm truyền âm thanh (H) hoặc ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) từ cơ sở dữ liệu.

16. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó việc kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) bao gồm: bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và

trong đó việc kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) bao gồm: bổ sung tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2).

17. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý, khi được thực thi, còn tạo điều kiện cho việc:

phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp, và phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp, trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được phân bổ tới dải tần số định trước sơ cấp, và trong đó tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được phân bổ tới dải tần số định trước thứ cấp; và

làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp bởi trễ thời gian để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh trái thứ cấp và làm trễ tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp bởi trễ thời gian khác nữa để thu nhận tín hiệu con audio đầu ra kênh phải thứ cấp;

lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ nhất, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ nhất và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp được lọc thứ hai, tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp được lọc thứ hai và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2).

18. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 17, trong đó việc phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh trái sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh trái thứ cấp và phân tách tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) thành tín hiệu con audio đầu vào kênh phải sơ cấp và tín hiệu con audio đầu vào kênh phải thứ cấp được thực hiện bởi mạng phân tầng audio.

19. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 12, trong đó tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía trước của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, hoặc

trong đó tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh trái phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu vào kênh phải phía sau của tín hiệu audio đầu vào đa kênh và tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) được tạo nên bởi tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

20. Thiết bị xử lý tín hiệu audio theo điểm 19, trong đó tín hiệu audio đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, và trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh trái phía sau, và để kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh giữa, tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía trước, và tín hiệu audio đầu ra kênh phải phía sau.

21. Phương pháp xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm:

xác định, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu

audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và

kết hợp, bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio, tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot \text{pha}(VH))e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc, và pha (VH) biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH).

22. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm mã chương trình dùng để thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu audio để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và để lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2), tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1) và tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2) cần được truyền qua các đường lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các đường lan truyền âm thanh được xác định bởi ma trận hàm truyền âm thanh (H), mã chương trình, khi được thực thi, tạo điều kiện thực hiện những việc sau:

xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH), trong đó ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) bao gồm các hàm truyền đích của các đường lan truyền âm

thanh đích, trong đó các đường lan truyền âm thanh đích được xác định bởi sự bố trí đích của các vị trí loa ảo so với người nghe;

lọc tín hiệu audio đầu vào kênh trái (L) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai, và lọc tín hiệu audio đầu vào kênh phải (R) trên cơ sở của ma trận lọc (C) để thu nhận tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai; và

kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ nhất và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ nhất để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh trái (X_1), và kết hợp tín hiệu audio đầu vào kênh trái được lọc thứ hai và tín hiệu audio đầu vào kênh phải được lọc thứ hai để thu nhận tín hiệu audio đầu ra kênh phải (X_2);

trong đó việc xác định ma trận lọc (C) trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh (H) và ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH) là theo phương trình dưới đây:

$$C = (H^H \cdot H + \beta(\omega)I)^{-1}(H^H \cdot pha(VH))e^{-j\omega M},$$

trong đó H^H biểu thị chuyển vị Hermitian của ma trận hàm truyền âm thanh (H), I biểu thị ma trận đồng nhất, β biểu thị hệ số quy tắc hóa, M biểu thị trễ mô hình, và ω biểu thị tần số góc, và pha (VH) biểu thị phép toán ma trận mà trả về ma trận chứa chỉ các thành phần pha của các phần tử của ma trận hàm truyền âm thanh đích (VH).

1/6

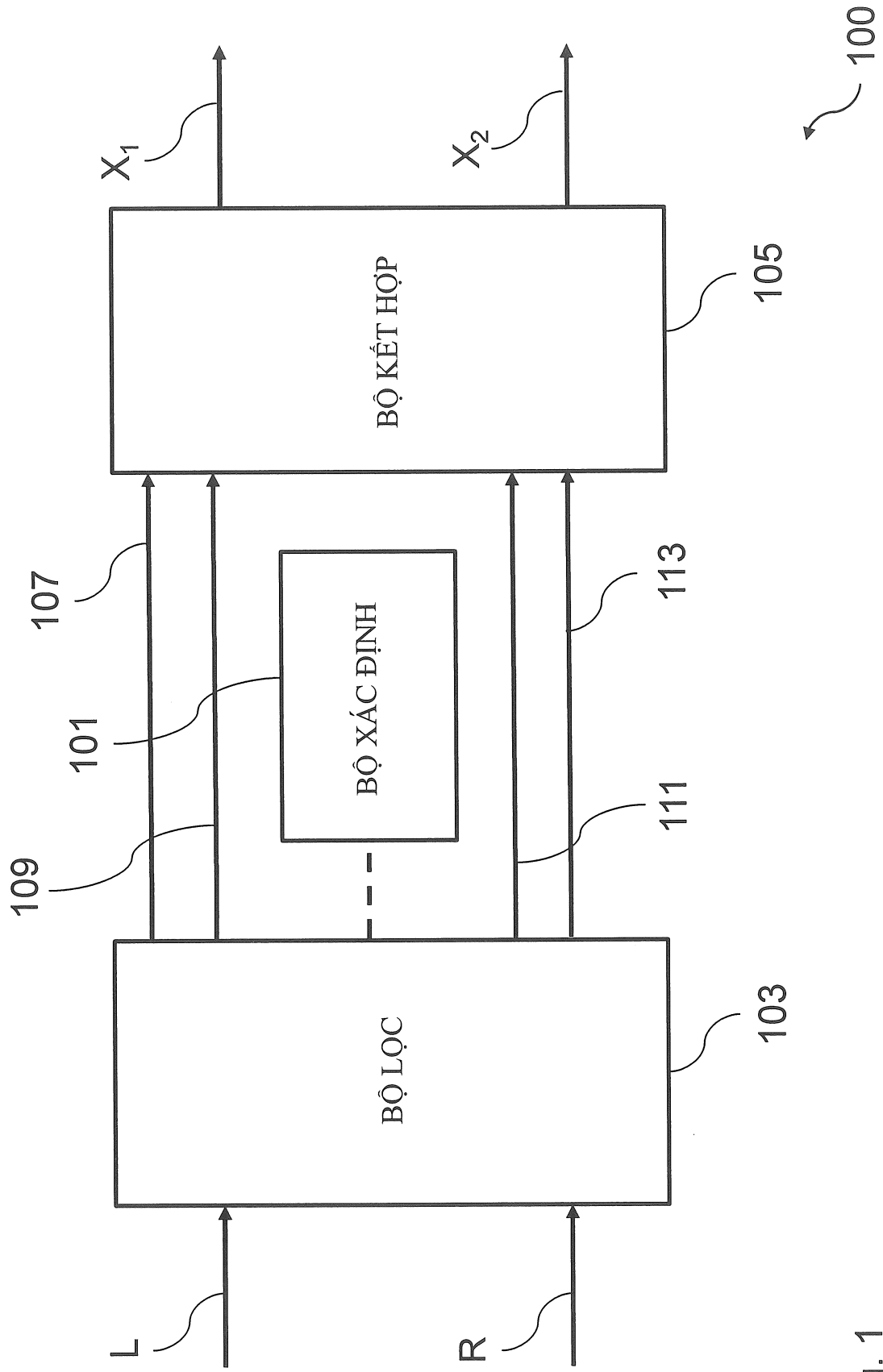


Fig. 1

2/6

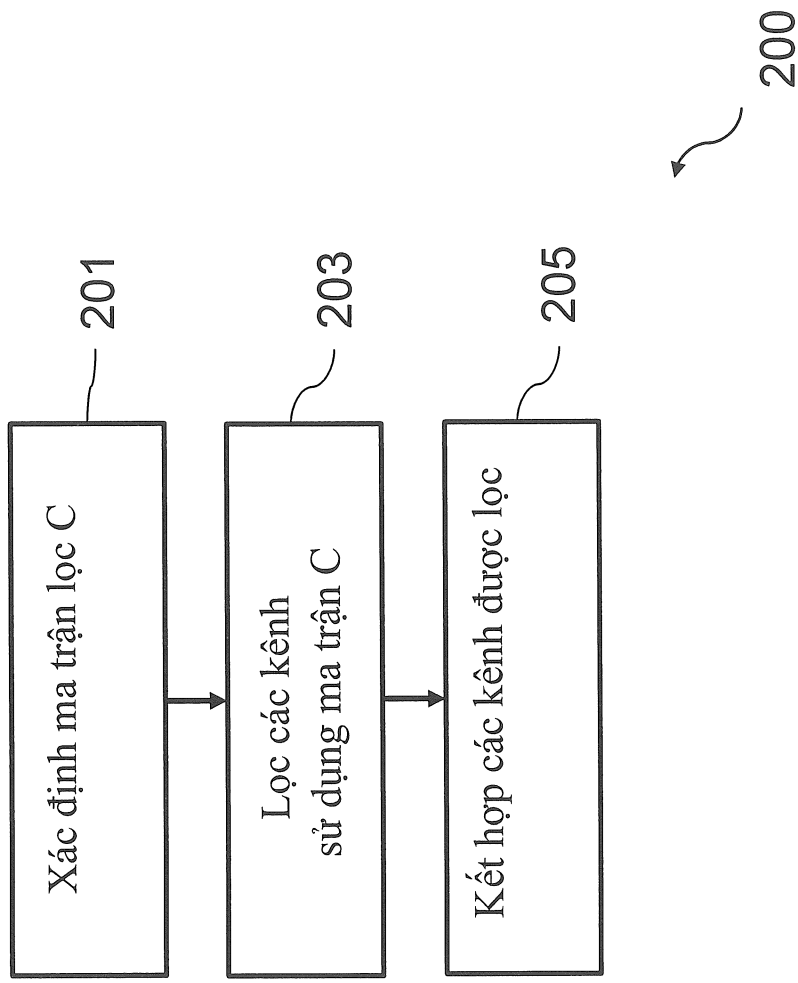


Fig. 2

3/6

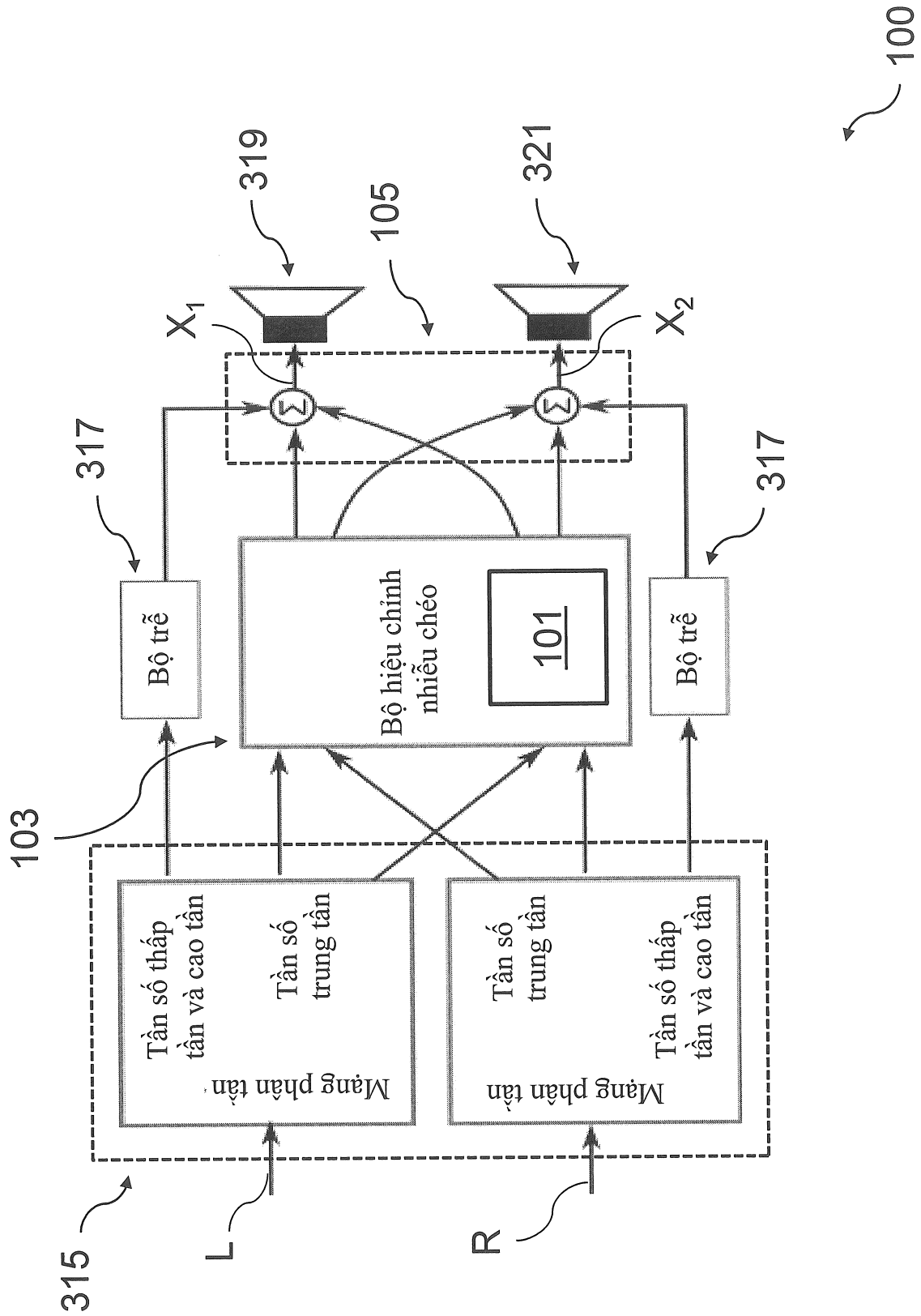


Fig. 3

ĐÁP ỨNG TẦN SỐ PHẦN TẦN

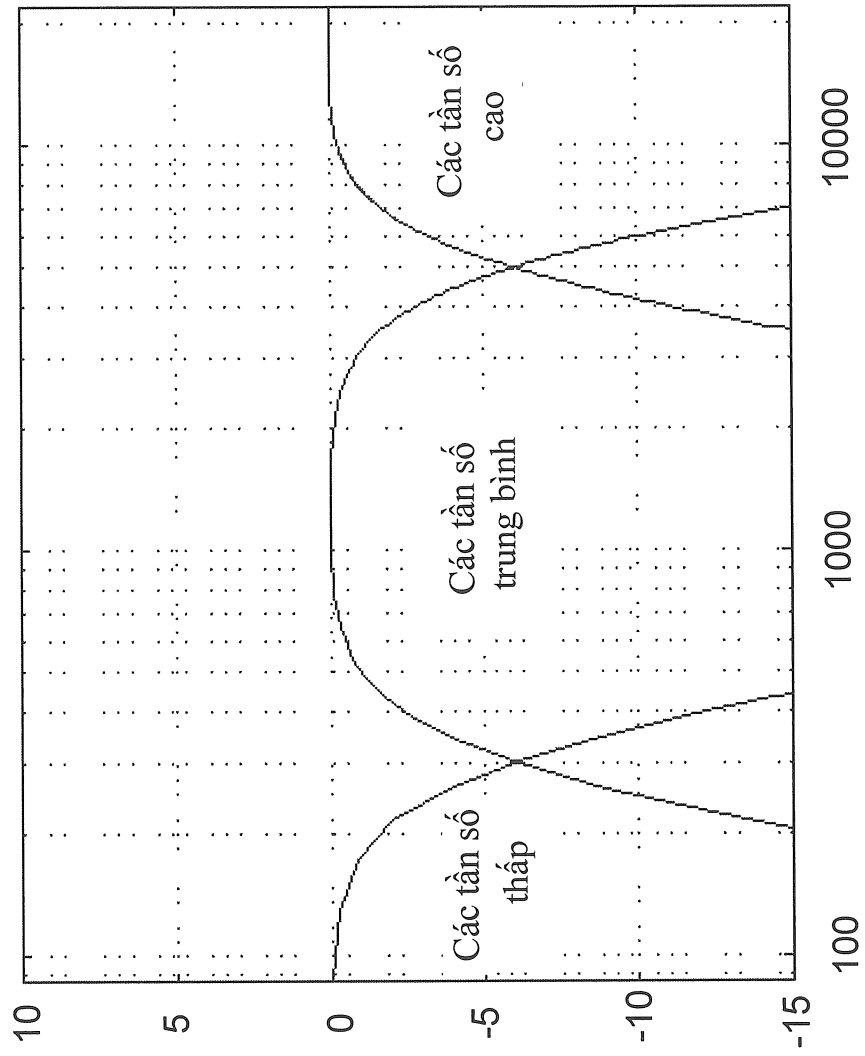


Fig. 4

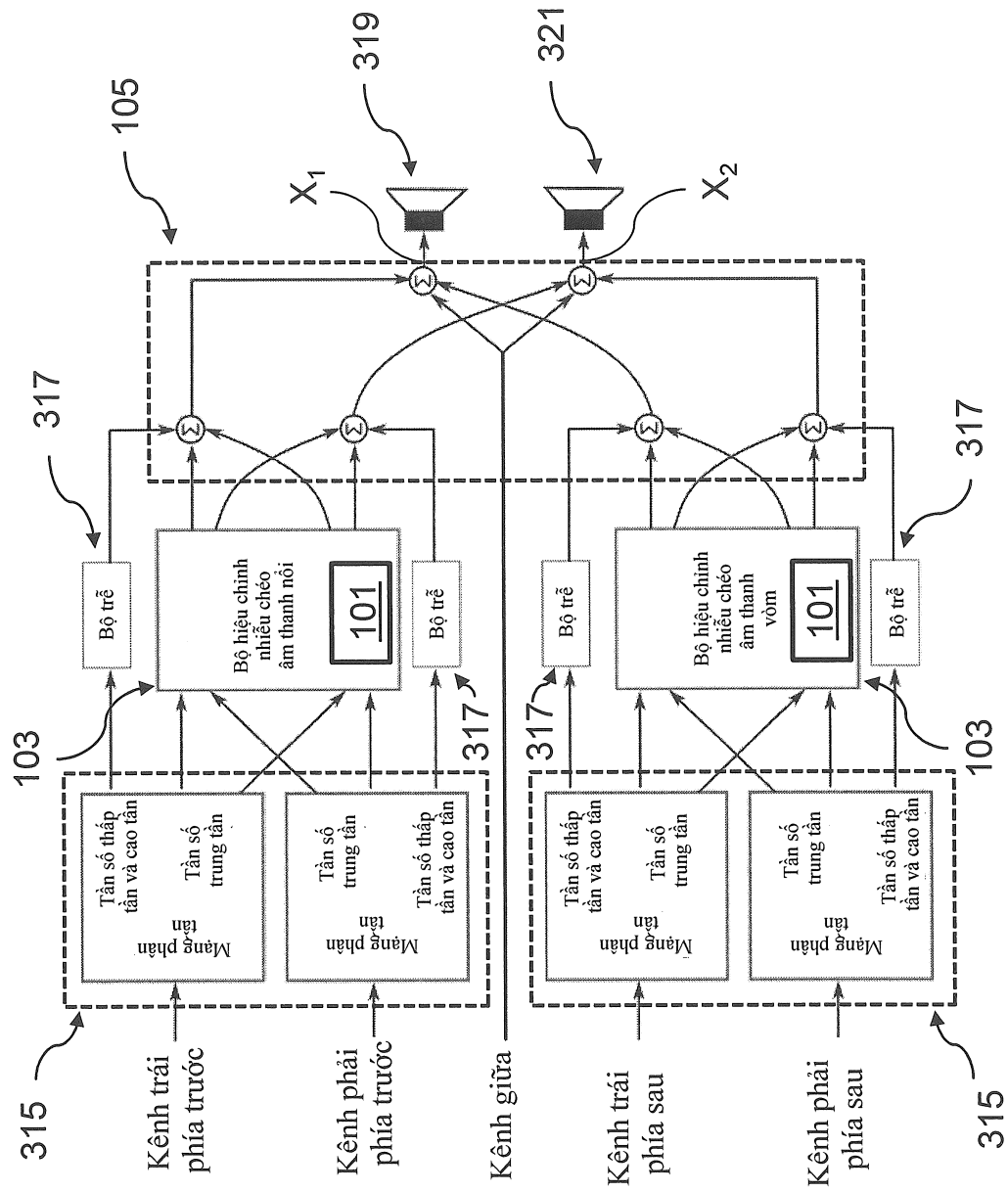


Fig. 5

Các kết quả thử nghiệm nghe

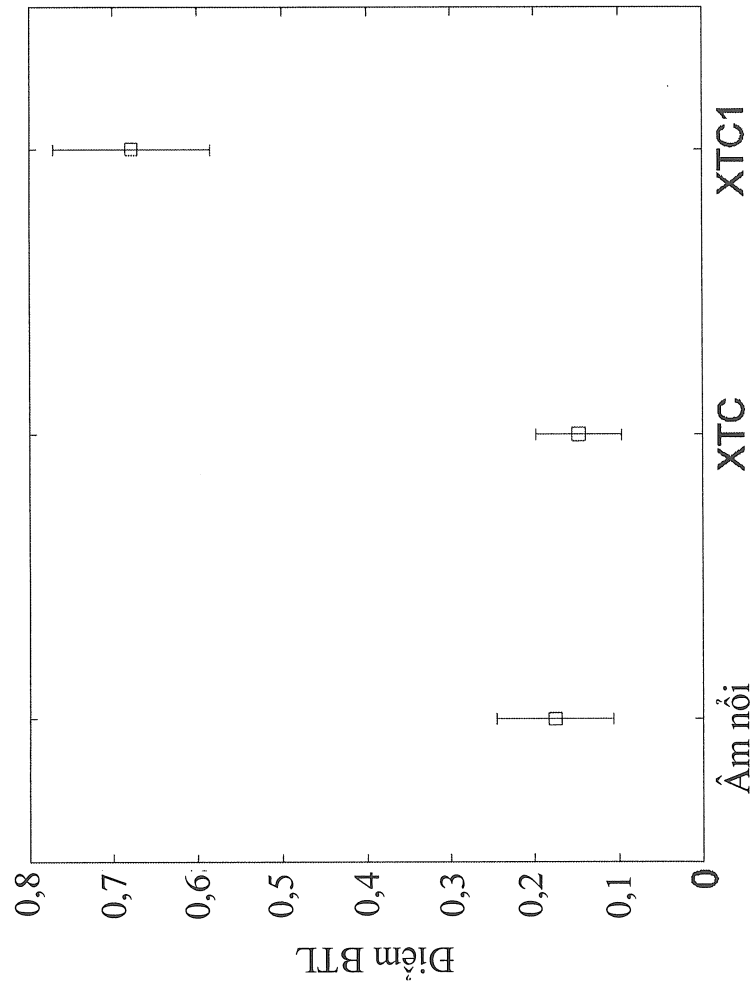


Fig. 6