



(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)



1-0028951

(51)⁸ H04S 7/00; H04M 3/56

(13) B

(21) 1-2017-04613

(22) 22/04/2015

(86) PCT/EP2015/058694 22/04/2015

(87) WO 2016/169591 A1 27/10/2016

(45) 25/07/2021 400

(43) 26/02/2018 359A

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

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

(72) PANG, Liyun (CN); HOFFMANN, Pablo (CL).

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) dùng để xử lý các tín hiệu audio (105) định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio. Thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể, và bộ lọc (103) được tạo cấu hình để lọc các tín hiệu audio dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn.

200

Lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với các sự sắp xếp theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio

201

Lọc các tín hiệu audio dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn sao cho các tín hiệu audio được lọc được cảm nhận bắt nguồn từ các vị trí ảo được định rõ bởi sự sắp xếp theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio

203

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio dùng cho hệ thống hội nghị audio theo không gian ảo .

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trước đây âm thanh của người nói trong hệ thống hội nghị audio nhiều bên thường đã được truyền đến nhiều người nghe như là dòng audio từ một kênh – về cơ bản được đặt lên đầu mỗi người và thường được xuất hiện ở người nghe "nằm trong đầu" khi tai nghe được sử dụng.

Hệ thống hội nghị audio theo không gian ảo, là dạng đặc biệt của cầu truyền thông nhiều bên như được định rõ bởi khuyến nghị P.1301 ITU-T "Đánh giá chất lượng chủ quan về audio và hội nghị đa phương tiện nghe nhìn đa chiều", cho phép audio 3D truyền giọng nói của những người tham gia. Nghĩa là, giọng nói của những người tham gia được đặt ở những địa điểm “ảo” khác nhau trong không gian nhờ sử dụng các bộ lọc không gian được dẫn xuất từ các phản hồi xung liên quan đến đầu (HRIR) hoặc biểu diễn miền-tần số tương ứng của chúng, tức là các chức năng truyền liên quan đến đầu (HRTF), và/hoặc các phản hồi xung phòng song âm (BRIR) hoặc các biểu diễn miền tần số tương ứng của chúng, tức là các chức năng truyền phòng song âm (BRTF). Các bộ lọc này mã hóa các tín hiệu nghe mà con người sử dụng để nhận thức âm thanh không gian, gọi là sự khác biệt âm thanh nội tại (ITD), sự khác biệt mức độ nội tại (ILD), tín hiệu không gian, và cũng là thông tin âm thanh trong phòng, chẳng hạn như hiện tượng vang trong trường hợp của các BRIR. Kết quả có lợi của việc truyền audio 3D liên quan đến dòng audio đến từ một kênh của các giọng nói của những người tham gia không chỉ giúp trải nghiệm hội nghị tự nhiên hơn, mà về cơ bản còn tăng cường sự nghe rõ tiếng nói. Đã biết về hiệu ứng tâm

thính học này, được biết đầy đủ để thoát khỏi không gian từ việc che, có thể tăng độ hiệu rõ tiếng lên đến 12-13 dB khi loa đích và các loa cạnh tranh, thường được truyền đến như các màn che, được tách riêng theo không gian (ảo).

US7391877 mô tả bộ xử lý âm thanh không gian phân bố ảo các loa qua các vị trí không cách đều nhau dọc theo đường tròn được lấy tâm ở vị trí của người nghe. Dựa vào các kết quả từ các thử nghiệm tâm thính học trên sự nhận dạng tiếng nói, hệ thống bắt đầu với sự phân chia không gian ảo tương đối nhỏ để các loa được đặt phía trước người nghe. Sự phân chia không gian ảo giữa các loa sau đó được làm gia tăng khi các loa được đặt ở nhiều vị trí bên. Đối với các hướng ± 90 độ trong góc phương vị, hai địa điểm loa ảo được đề xuất, một trong trường xa và một trong trường gần. Các giải pháp tương tự dựa trên hoặc các loa cách đều nhau hoặc không cách đều nhau được mô tả trong WO2013/142641 và WO2013/142668.

Đã có nhiều cố gắng để sử dụng thông tin được bao gồm trong chính các tín hiệu giọng nói để tăng cường độ nghe rõ tiếng nói. Những cố gắng này, tức là việc sử dụng thông tin giọng nói để tách biệt các màn che từ các loa, chủ yếu dựa vào lượng chồng lấn phổ tồn tại giữa loa đích và các màn che, tức là che năng lượng. Màn che nhị phân tần số-thời gian lý tưởng đã được đề xuất, ví dụ trong Brungart et al "Cách ly các thành phần năng lượng của che tiếng nói-trên-tiếng nói với sự chia tách tần số-thời gian lý tưởng ("Isolating energetic component of speech-on-speech masking with ideal time-frequency segregation"), J. Acoust. Soc. Am., tập 120, số. 6, 2006, để loại bỏ các vùng thời gian-tần số trong đó năng lượng (các) màn che chiếm ưu thế và chỉ giữ lại các vùng tần số-thời gian này trong đó năng lượng giọng nói của mục tiêu chiếm ưu thế. Chúng là lý tưởng bởi vì truy cập vào các tín hiệu tốc độ sạch (gốc) từ loa đích và (các) loa có (các) màn che là cần thiết. Cụ thể hơn, kiến thức đã biết về loa đích và các loa có màn che là cần thiết sao cho các vùng tần số-thời gian đó của việc trộn âm thanh được chiếm ưu thế bởi loa đích có thể được giữ lại. Tuy nhiên, trong thực tế, thỉnh thoảng loa đích không biết kiến thức đã biết hoặc có

thể thay đổi được. Trong hội nghị audio không gian ảo, ví dụ, mỗi người tham gia có thể là loa đích trong thời gian nhất định.

Do đó, cần có thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio cải tiến, cụ thể là thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio nâng cao độ nghe tiếng nói trong hệ thống hội nghị audio theo không gian ảo .

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio nâng cao độ rõ tiếng trong hệ thống hội nghị audio theo không gian ảo .

Mục đích này đạt được bởi đối tượng trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các cách thực hiện mới được đề xuất trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc, phần mô tả và các hình vẽ.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu audio dùng để xử lý các tín hiệu audio định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio. Thiết bị xử lý tín hiệu audio bao gồm bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền, và trong đó bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, và bộ lọc được tạo cấu hình để bộ lọc các tín hiệu audio dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó các tín hiệu audio được lọc được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được định rõ bởi sự bố trí

theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

Do đó, thiết bị xử lý tín hiệu audio được đề xuất cho phép nâng cao, ví dụ, độ nghe rõ tiếng trong hệ thống hội nghị audio theo không gian ảo sử dụng cả thông tin giọng nói (tức là các phổ tín hiệu audio) và thông tin (tức là các chức năng truyền) định hướng để lựa chọn sự bố trí theo không gian được cải thiện.

Các tín hiệu audio có bao gồm N tín hiệu audio và các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio có thể bao gồm L vị trí ảo. Các chức năng truyền có thể là các chức năng truyền liên quan đến đầu (HRTF) hoặc các chức năng truyền trong phòng song âm (BRTF).

Theo cách thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio và để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các biên dạng phổ của loa định hướng.

Theo cách thực hiện có thể này thông tin giọng nói và thông tin định hướng được kết hợp thành các biên dạng phổ của loa định hướng để lựa chọn sự bố trí theo không gian được cải thiện.

Theo cách thực hiện có thể thứ hai của cách thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio bằng cách nhân

các phổ tín hiệu audio với các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

Cách thực hiện này cung cấp hình thức tính toán hiệu quả để kết hợp thông tin giọng nói và thông tin định hướng trong biên dạng phổ của loa định hướng bằng cách nhân phổ.

Theo cách thực hiện có thể thứ ba của cách thực hiện thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ lựa chọn một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, tốt hơn là lớn nhất.

Cách thực hiện này đề xuất để độ hiểu rõ tiếng tốt sử dụng sự chênh lệch phổ để xác định các sự bố trí theo không gian hiệu quả. Cách thực hiện dựa vào sự chênh lệch phổ này cho phép xác định sự bố trí theo không gian tối ưu.

Theo cách thực hiện có thể thứ tư của cách thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$S_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \sigma_{m,k},$$

$$\sigma_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (Y_{n,m,k} - \bar{Y}_{m,k})^2, \text{ và}$$

$$Y_{n,m,k} = X_{n,k} H_{m,k},$$

trong đó S_m biểu thị trị số vô hướng biểu diễn sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, K biểu thị tổng số các dải tần, w_k biểu thị hệ số gia trọng, $\sigma_{m,k}$ biểu thị biến số cắt qua các biên dạng phổ của loa định hướng dùng cho dải tần thứ k, N biểu thị tổng số phổ tín hiệu audio, $Y_{n,m,k}$ biểu thị trị số của biên dạng phổ của loa định hướng thứ n trong dải tần

thứ k , $\bar{Y}_{m,k}$ biểu thị giá trị trung bình của các biên dạng loa định hướng theo dải tần thứ k , $X_{n,k}$ biểu thị trị số của phổ tín hiệu audio của tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k và $H_{m,k}$ biểu thị trị số của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k .

Theo cách thực hiện có thể thứ năm của cách thực hiện thứ tư của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để xác định trị số của phổ tín hiệu audio của tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k , tức là $X_{n,k}$, và/hoặc trị số của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k , tức là $H_{m,k}$, nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình qua các thùng tần số (được sử dụng dùng cho biến đổi Fourier rời rạc) dựa vào các phương trình sau:

$$X_{n,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{X}(i)|, \text{ và}$$

$$H_{m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}(i)|,$$

trong đó $\mathcal{X}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i , $\mathcal{H}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k .

Theo cách thực hiện có thể thứ sáu của cách thực hiện từ thứ ba đến thứ năm của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền của tai trái được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai trái của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ tai trái của loa định hướng và các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền tai phải được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai phải của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ tai phải của loa định hướng và nhờ lựa chọn một trong

số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng tai trái và các biên dạng phổ của loa định hướng tai phải nhỏ hơn so với ngưỡng định trước, cụ thể là nhỏ nhất.

Theo cách thực hiện thứ bảy của khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế như vậy, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được bố trí trên đường tròn có tâm ở người nghe và có sự phân chia góc không đồng đều dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ xác định một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, tốt hơn là lớn nhất.

Theo cách thực hiện có thể thứ tám của cách thực hiện có thể thứ bảy của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$\hat{S}_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \hat{\sigma}_{m,k}, \text{ và}$$

$$\hat{\sigma}_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (H_{n,m,k} - \bar{H}_{m,k})^2,$$

trong đó $\hat{S}_m$ biểu thị trị số vô hướng biểu diễn sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, K biểu thị tổng số của các dải tần, w_k biểu thị hệ số gia trọng, $\hat{\sigma}_{m,k}$ biểu thị biến số cắt qua các chức năng truyền đối với dải tần thứ k, N biểu thị tổng số phổ tín hiệu audio, $H_{n,m,k}$ biểu thị trị số của chức

năng truyền thứ n trong dải tần thứ k , và $\bar{H}_{m,k}$ biểu thị giá trị trung bình của các chức năng truyền trong dải tần thứ k .

Theo cách thực hiện có thể thứ chín của cách thực hiện thứ bảy hoặc thứ tám của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, trong đó bộ lựa chọn được tạo cấu hình để xác định trị số của chức năng truyền thứ n trong dải tần thứ k , tức là $H_{n,m,k}$, được xác định nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình qua các thùng tần số được sử dụng trong biến đổi Fourier rời rạc dựa vào phương trình sau đây:

$$H_{n,m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}_n(i)|,$$

trong đó $\mathcal{H}_n$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k .

Theo cách thực hiện có thể thứ mười của cách thực hiện có thể thứ bảy hoặc thứ tám của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ phân cấp các phổ tín hiệu audio theo trị số tương tự của các phổ tín hiệu audio.

Theo khía cạnh thứ mười một của cách thực hiện thứ mười của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ gán các phổ tín hiệu audio được phân cấp đến các vị trí ảo của sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio theo cách sao cho sự phân chia góc giữa các phổ tín hiệu audio có trị số tương tự lớn được làm lớn nhất.

Cách thực hiện có thể thứ mười hai của cách thực hiện thứ mười hoặc thứ mười một của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, bộ lựa chọn được tạo cấu hình để tính toán trị số tương tự trong các phổ tín hiệu audio nhờ (i) tính toán phổ tín hiệu audio trung bình và các sự chênh lệch phổ giữa mỗi phổ tín hiệu audio và phổ tín hiệu audio trung bình hoặc (ii) nhờ tính toán các chức năng tương quan giữa các phổ tín hiệu audio.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý tín hiệu xử lý các tín hiệu audio định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio. Phương pháp xử lý tín hiệu audio bao gồm bước lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền, trong đó sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được lựa chọn dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, và bước lọc các tín hiệu audio dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó các tín hiệu audio được lọc được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được định rõ bởi sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

Phương pháp xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ hai của sáng chế can được thực hiện bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế. Các dấu hiệu mới của phương pháp xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ hai của sáng chế được rút ra trực tiếp từ chức năng của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế và các cách thực hiện khác nhau của nó.

Theo khía cạnh thứ ba của 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 mới của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ sau đây, trong đó:

Fig.1 thể hiện sơ đồ giản lược của thiết bị xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.2 thể hiện sơ đồ giản lược của phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.3 thể hiện các chức năng truyền phòng song âm trung bình, phải, trái ví dụ mà có thể được sử dụng cùng với thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện phổ tín hiệu audio ví dụ mà có thể được sử dụng cùng với thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện biên dạng phổ ví dụ của loa định hướng có thể thu được và được sử dụng với thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.6A thể hiện các biên dạng phổ ví dụ của loa định hướng trường hợp năm loa có thể được sử dụng cùng với thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.6B thể hiện biên số của các biên dạng phổ của loa định hướng ví dụ trên Fig.6A;

Fig.6C thể hiện các hệ số gia trọng ví dụ được sử dụng để tích hợp độ nhạy của người nghe trong thiết bị và phương pháp xử lý tín hiệu audio theo phương án của sáng chế;

Fig.7 thể hiện bốn sự bố trí theo không gian ví dụ của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe theo phương án của sáng chế; và

Fig.8A và Fig.8B thể hiện cách để lựa chọn sự bố trí theo không gian tối ưu của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết sau đây, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, tạo thành một phần của sáng chế, và trong đó được thể hiện, bằng cách minh họa, các khía cạnh cụ thể trong đó sáng chế có thể được thực hiện. Cần lưu ý rằng các khía cạnh khác có thể được sử dụng và các sự thay đổi logic hoặc cấu trúc có thể được thực hiện mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Phần mô tả chi tiết sau đây, vì vậy, không dự định được thực hiện trong hoàn cảnh hạn chế, và phạm vi của sáng chế được định rõ bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Cần lưu ý rằng sáng chế kết nối với phương pháp được mô tả có thể cũng đúng đối với thiết bị hoặc hệ thống tương ứng được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp và ngược lại. Ví dụ, nếu bước cụ thể của phương pháp được mô tả, thiết bị điện tử hoặc thiết bị tương ứng có thể bao gồm bộ phận để thực hiện bước của phương pháp được mô tả này, ngay cả khi nếu bộ phận này không được mô tả hoặc được thể hiện một cách rõ ràng trên các hình vẽ. Hơn nữa, cần lưu ý rằng các dấu hiệu của các khía cạnh ví dụ khác nhau được mô tả trong phần mô tả này có thể được kết hợp với mỗi dấu hiệu khác, trừ khi được nêu rõ cụ thể.

Fig.1 thể hiện sơ đồ giản lược của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 theo phương án của sáng chế. Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được tạo cấu hình để tiến hành các tín hiệu audio 105 định rõ các phổ tín hiệu audio. Các tín hiệu audio 105 cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio. Theo phương án của sáng chế, thiết bị xử lý tín hiệu audio là một phần hệ thống

hội nghị audio theo không gian ảo và các tín hiệu audio là các tín hiệu giọng nói của những người tham gia hội nghị audio không gian ảo.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 bao gồm bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

Mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền, cụ thể là các chức năng truyền liên quan đến đầu (HTRF) và/hoặc các chức năng truyền trong phòng song âm (BTRF). Như đã biết đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực, có tương ứng trực tiếp giữa các HTRF/BTRF và các phản hồi xung của chúng, gọi là các phản hồi xung liên quan đến đầu (HRIR) và các phản hồi xung trong phòng song âm (BRIR).

Ngoài ra, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

Thuật ngữ "vị trí ảo" là đã biết đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực xử lý audio. Nhờ lựa chọn vị trí có các chức năng truyền thích hợp người nghe cảm nhận để thu tín hiệu audio được phát ra bởi nguồn tín hiệu audio (ảo). Vị trí này là "vị trí ảo" được sử dụng ở đây, và có thể bao gồm các kỹ thuật trong đó các nguồn/loa được truyền qua tai nghe xuất hiện bắt nguồn từ hướng mong muốn bất kỳ (tức là, vị trí ảo) trong không gian.

Thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 còn bao gồm bộ lọc 103 được tạo cấu hình để lọc các tín hiệu audio 105 dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe và để tạo ra các tín hiệu audio được lọc 107. Các tín hiệu audio được lọc 107 được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio

được định rõ bởi sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

Fig.2 thể hiện sơ đồ giản lược của phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 xử lý các tín hiệu audio 105 định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

Phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 bao gồm bước 201 lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền. Sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được lựa chọn dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

Hơn nữa, thiết bị xử lý tín hiệu audio 200 bao gồm bước 203 lọc các tín hiệu audio 105 dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe để thu nhận các tín hiệu audio được lọc 107. Các tín hiệu audio được lọc 107 được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được định rõ bởi sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

Phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 có thể được thực hiện bởi thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 chẳng hạn theo khía cạnh có thể thứ nhất của sáng chế.

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

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức

năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio. Theo phương án của sáng chế, các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp bằng cách nhân các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

Fig.3 thể hiện chức năng truyền ví dụ thu được nhờ thu được số trung bình của BRTF trái và BRTF phải. Để thu được chức năng truyền ví dụ, BRTF trái và BRTF phải được lấy trung bình trong các dải tần tương ứng. Sự phân tích các dải con này có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau, chẳng hạn như sử dụng các bộ lọc gương vuông góc (QMF), các bộ lọc gammatone hoặc các bộ lọc dải octa hoặc một phần ba octa. Ví dụ được thể hiện trên Fig.3 các phổ, các biên dạng và các chức năng truyền được tính sử dụng phép phân tích một phần sáu octa, tức các dải octa là $1/n$ - với $n=6$ biểu diễn dải tần của giàn bộ lọc. Phép phân tích xấp xỉ giàn bộ lọc Q không đổi nhờ tính trung bình các thùng biên độ cắt qua của Biến đổi Fourier rời rạc (DFT) được tính sử dụng thuật toán biến đổi Fourier nhanh. Giàn bộ lọc Q không đổi nghĩa là tỷ lệ giữa tần số trung tâm và dải tần của bộ lọc còn lại cùng các bộ lọc cắt ngang. Theo phương án của sáng chế, phép phân tích dải con được thực hiện trên khoảng tần số có liên quan đến tiếng nói và được thiết lập giữa các tần số giữa 500 và 6300 Hz. Các kết quả về khoảng tần số này trong phép phân tích dải con với tổng số 21 dải 1/6-octa khác nhau. Các vị trí khác nhau trong giới hạn tần số trên có thể 7000 hoặc 8000 Hz.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực sẽ đánh giá cao rằng việc lấy trung bình giữa HRTF trái và phải chỉ là một cách tiếp cận để suy ra chức năng truyền có thể được sử dụng trong phạm vi của thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 và phương pháp xử lý tín hiệu audio 200. Ví dụ, hoặc HRTF/BRTF trái hoặc phải có thể được sử dụng làm chức năng truyền. Các chức năng truyền, chẳng hạn, HRTF và/hoặc BRTF, có thể được tính một lần và được lưu trữ để sử dụng sau.

Fig.4 thể hiện phổ tín hiệu ví dụ audio có thể được sử dụng cùng với thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 và phương pháp 200 theo phương án của sáng chế. Đường kẻ mảnh trên Fig.4 thể hiện biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu audio tiếng nói ví dụ, tức là phổ tín hiệu audio ví dụ. Đường mảnh trên Fig.4 thể hiện sự biểu diễn dải con hoặc được lấy trung bình của phổ tín hiệu audio được sử dụng, theo phương án của sáng chế, dùng cho các mục đích tính toán.

Theo phương án của sáng chế, trị số của phổ tín hiệu audio của tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k, tức là $X_{n,k}$, và/hoặc trị số của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của sự bố trí theo không gian thứ m của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k, tức là $H_{m,k}$, được xác định nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình qua các thùng tần số được sử dụng trong biến đổi Fourier rời rạc dựa vào các phương trình sau:

$$X_{n,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{X}(i)|, \text{ và}$$

$$H_{m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}(i)|,$$

trong đó $\mathcal{X}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i, $\mathcal{H}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k.

Fig.5 thể hiện cách chức năng truyền, chẳng hạn như chức năng truyền được thể hiện trên Fig.3, và phổ tín hiệu audio, chẳng hạn như phổ tín hiệu audio được thể hiện trên Fig.4, có thể được kết hợp bởi bộ lựa chọn 101 để thu nhận biên dạng phổ của loa định hướng. Như được thể hiện trên Fig.5, biên dạng phổ của loa định hướng thu được bằng cách nhân (dải con được lấy trung bình) chức năng truyền (dải con được lấy trung bình) với phổ tín hiệu audio, hoặc một cách thay thế, nhờ lấy tổng các phản hồi biên độ-log của chúng. Trong nội dung của sáng chế, phép nhân chức năng truyền với phổ tín hiệu audio là phép nhân

lần lượt theo từng điểm của hai vectơ được định rõ bởi chức năng truyền trung bình hoặc rời rạc và phổ tín hiệu audio trung bình hoặc rời rạc. Theo toán học, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để tính toán:

$$Y_{n,m,k} = X_{n,k} H_{m,k},$$

trong đó $Y_{n,m,k}$ biểu thị trị số của biên dạng phổ thứ n của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong dải tần thứ k.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các biên dạng phổ của loa định hướng. Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ lựa chọn một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, tốt hơn là lớn nhất.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$S_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \sigma_{m,k}, \text{ và}$$

$$\sigma_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (Y_{n,m,k} - \bar{Y}_{m,k})^2,$$

trong đó S_m biểu thị trị số vô hướng biểu diễn sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, K biểu thị tổng số các dải tần, w_k biểu thị hệ số gia trọng, $\sigma_{m,k}$ biểu thị biến số cắt qua các biên dạng phổ của loa định hướng trong dải tần thứ k, N biểu thị tổng số phổ tín hiệu audio, và

$\bar{Y}_{m,k}$ biểu thị giá trị trung bình của các biên dạng loa định hướng trong dải tần thứ k.

Fig.6A thể hiện các biên dạng phổ ví dụ của loa định hướng trong trường hợp năm loa có thể được sử dụng cùng với thiết bị xử lý tín hiệu audio 100 và phương pháp xử lý tín hiệu audio 200 theo phương án của sáng chế. Fig.6B thể hiện biến số $\sigma_{m,k}$ trong năm biên dạng phổ ví dụ của loa định hướng được thể hiện trên Fig.6A trong các dải tần khác nhau.

Theo phương án của sáng chế, các hệ số gia trọng w_k được sử dụng để tính toán S_m , tức là sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng, có thể tất cả được thiết đặt thành một. Một cách thay thế, các hệ số gia trọng w_k có thể đại diện cho độ nhạy cảm thính giác của con người ở các tần số trung tâm của các dải tần khác nhau. Trong trường hợp này, các hệ số gia trọng w_k có thể được tính như là nghịch đảo ngưỡng tuyệt đối của nghe bình thường bởi ngưỡng tối thiểu, tức là ngưỡng của dải tần mà tại đó khả năng nghe của con người là nhạy cảm nhất. Các hệ số gia trọng ví dụ này w_k , như được suy ra từ ngưỡng nghe tuyệt đối của người, được thể hiện trên Fig.6C.

Để giải quyết khả năng bộ lựa chọn 101 xác định ít nhất hai sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio có cùng sự chênh lệch phổ tối đa, theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền tai trái được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai trái của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ tai trái của loa định hướng và các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền tai phải được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai phải của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ tai phải của loa định hướng và nhờ lựa chọn một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa tai trái các biên dạng phổ của loa định hướng và các

biên dạng phổ tai phải của loa định hướng nhỏ hơn so với ngưỡng định trước, cụ thể là nhỏ nhất.

Fig.7 thể hiện bốn các sự bố trí theo không gian ví dụ của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong trường hợp ba loa đích, tức là các tín hiệu audio, và mười hai vị trí ảo có thể, tức là các chức năng truyền. Với N loa trong hội nghị không gian ảo có khả năng biểu diễn tổng số L vị trí ảo khác nhau, tức là L chức năng truyền khác nhau, tổng số các sự bố trí theo không gian có thể M được đưa ra bởi

$$M = \binom{L}{N} \cdot N! = \frac{L!}{(L-N)! \cdot N!} \cdot N! = \frac{L!}{(L-N)!}$$

Do đó, ví dụ, nếu N = 3 các loa và L = 12 địa điểm theo không gian thì có M = 1320 các sự bố trí theo không gian có thể. Ví dụ được thể hiện trên Fig.7 tất cả bốn sự bố trí đề xuất sự chênh lệch phổ tối đa dựa vào các chức năng truyền trung bình. Nhờ sử dụng các chức năng truyền tai trái và các chức năng truyền tai phải theo phương án của sáng chế cho phép lựa chọn sự bố trí 2 là sự bố trí theo không gian tối ưu của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio giảm thiểu sự chênh lệch phổ giữa tai trái các biên dạng phổ của loa định hướng và các biên dạng phổ tai phải của loa định hướng.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được bố trí trên đường tròn được lấy tâm ở vị trí của người nghe và có sự phân chia góc không đổi, dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ xác định một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, tốt hơn là lớn nhất.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$\hat{S}_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \hat{\sigma}_{m,k}, \text{ và}$$

$$\hat{\sigma}_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (H_{n,m,k} - \bar{H}_{m,k})^2,$$

trong đó $\hat{S}_m$ biểu thị trị số vô hướng biểu diễn sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, K biểu thị tổng số các dải tần, w_k biểu thị hệ số gia trọng, $\hat{\sigma}_{m,k}$ biểu thị biến số cắt qua các chức năng truyền đối với dải tần thứ k, N biểu thị tổng số phổ tín hiệu audio, $H_{n,m,k}$ biểu thị trị số của chức năng truyền thứ n trong dải tần thứ k, và $\bar{H}_{m,k}$ biểu thị giá trị trung bình của các chức năng truyền trong dải tần thứ k.

Theo phương án của sáng chế, trị số của chức năng truyền thứ n trong dải tần thứ k, tức là $H_{n,m,k}$, được xác định nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình qua các thùng tần số được sử dụng trong biến đổi Fourier rời rạc dựa vào phương trình sau đây:

$$H_{n,m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}_n(i)|,$$

trong đó $\mathcal{H}_n$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ phân cấp các phổ tín hiệu audio theo sự tương tự của các phổ tín hiệu audio. Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để tính toán

trị số tương tự cho các phổ tín hiệu audio bởi (i) tính toán phổ tín hiệu audio trung bình và các sự chênh lệch phổ giữa mỗi phổ tín hiệu audio và phổ tín hiệu audio trung bình hoặc (ii) nhờ tính toán các chức năng tương quan giữa các phổ tín hiệu audio.

Theo phương án của sáng chế, bộ lựa chọn 101 được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ gán các phổ tín hiệu audio được phân cấp để các vị trí ảo của sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio theo cách sao cho sự phân chia góc giữa các phổ tín hiệu audio có sự chênh lệch phổ nhỏ, tức là "tương tự" các phổ tín hiệu audio, được làm lớn nhất.

Các hình vẽ Fig.8A và Fig.8B thể hiện ví dụ về cách lựa chọn sự bố trí theo không gian tối ưu của các vị trí ảo của các loa, tức là các nguồn tín hiệu audio, liên quan đến người nghe theo phương án của sáng chế. Loa được quy định được lựa chọn một cách tùy ý từ N loa và sự tương quan được tính giữa phổ tín hiệu audio của loa được lựa chọn và mỗi trong số các phổ tín hiệu audio của N-1 loa còn lại. Phổ tín hiệu audio của loa là kết quả trong sự tương quan cao nhất sau đó được lựa chọn. Quy trình tương tự được lặp lại trên loa mới được lựa chọn đến khi tất cả các phổ tín hiệu audio của loa đã được xếp hạng.

Trong ví dụ được minh họa trên các hình vẽ Fig.8A và Fig.8B có N=5 loa (được sắp xếp theo thứ tự từ 1 đến 5 theo thời gian mà chúng được đưa vào đầu tiên trong hội nghị audio theo không gian ảo), và sự bố trí theo không gian tối ưu được tạo ra bởi 5 hướng được dán nhãn A, B, C, D và E. Việc phân cấp các loa theo sự tương tự trong các phân cấp các phổ tín hiệu audio chúng theo trình tự 5, 1, 3, 2 và 4. Việc gán các chức năng truyền bắt đầu nhờ gán một cách tùy ý loa thứ nhất trong danh sách loa, tức là loa 5, đến hướng thứ nhất trong danh sách hướng, tức là hướng A. Loa tiếp theo, tức là loa 1, phổ tín hiệu audio của nó là tương tự hơn phổ tín hiệu audio của loa 5 so với các loa còn lại, được gán với hướng có sự phân chia góc lớn nhất từ hướng A. Theo ví dụ cụ thể này có

hai tùy chọn, gọi là các hướng C và D. Sự thay thế kép là kết quả của sự hạn chế mà các hướng có sự phân chia góc không đối. Ở đây, việc tìm kiếm ngược chiều kim đồng hồ được lựa chọn và hướng C được lựa chọn như được biểu thị bởi mũi tên kết nối và C. Quy trình tiếp tục nhờ gán loa 3 đến hướng E, vì hướng đưa ra này sự phân chia góc lớn nhất từ C. Quy trình tương tự được lặp lại đối với loa 2 (mũi tên kết nối các hướng E và B) và loa 4 (mũi tên kết nối các hướng B và D) đến khi tất cả các hướng sẵn có bị chiếm.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực sẽ đánh giá cao rằng các phương án của sáng chế có thể được sử dụng để tính toán sự bố trí theo không gian tối ưu, tức là sự bố trí theo không gian, cũng dùng cho sự phát lại âm thanh ở loa phóng thanh, bao gồm mà không bị giới hạn ở việc phát lại âm thanh stereo, các kênh 5.1., 7.1, và 22.2. Sự độc lập của số lượng các loa phóng thanh và các vị trí không gian của chúng, các phương án này sử dụng các phổ tín hiệu audio để phân cấp các loa theo các sự chênh lệch phổ theo cách tương đương với thủ tục nêu trên. Tùy thuộc vào số lượng các loa phóng thanh, các vị trí không gian của chúng và lớn nhất khoảng góc Θ chúng bao phủ, việc gán vị trí đến các loa khác nhau có thể được thực hiện trong hai cách.

Theo phương án của sáng chế, các loa được tách biệt theo không gian dựa trên các khoảng cách góc đơn. Nghĩa là, các loa có các phổ tín hiệu audio tương tự nhất được đặt ở các vị trí có khoảng cách góc lớn nhất, và các loa có các phổ tín hiệu audio chênh lệch nhất được đặt ở các vị trí có khoảng cách góc nhỏ nhất. Các khoảng cách này có thể ở các vị trí chính xác của các loa phóng thanh thực hoặc ở các vị trí giữa các loa phóng thanh mà sau đó được tạo ra bởi các kỹ thuật lướt hoặc lĩnh vực âm thanh khác cung cấp các công nghệ, ví dụ tổng hợp trường sóng.

Theo phương án thay thế khác, các loa được tách biệt theo không gian dựa trên các biên dạng phổ của loa định hướng, như nêu trên, hoặc dựa trên các chức năng truyền, như nêu trên. Trong trường hợp cụ thể của các hệ thống triệt tiêu xuyên âm, các phương án nêu trên có thể được thực hiện theo cách chính xác như trong phát lại tạo âm thanh ở tai nghe. Một khi sự bố trí theo không gian tối

ưu được tìm ra, các kỹ thuật lướt hoặc các kỹ thuật hiển thị trường âm thanh có thể được sử dụng để đặt các loa vào các vị trí tối ưu của chúng.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực sẽ đánh giá cao rằng sáng chế được yêu cầu cũng bao gồm các phương án trong đó các tín hiệu audio và phổ của chúng không được phân tích trên ruồi, nhưng đúng hơn là trong đó các phổ tín hiệu audio của người dùng xác định hồ sơ người dùng, trong đó, quay lại, được biểu diễn bởi biên dạng phổ tín hiệu audio được suy ra từ đó, ví dụ, trị số trung bình các phổ tín hiệu audio của người dùng.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong chương trình máy tính để hoạt động trên hệ thống máy tính, ít nhất bao gồm các phần mã để thực hiện các bước của phương pháp theo sáng chế khi hoạt động trên các 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 danh sách của các lệnh chẳng hạn như chương trình ứng dụng cụ thể và/hoặc hệ thống vận hành. Chương trình máy tính có thể ví dụ bao gồm một hoặc nhiều trong số: chương trình con, chức năng, thủ tục, phương pháp đối tượng, cách thực hiện đối tượng, ứng dụng có thể thực hiện được, applet, servlet, mã nguồn, mã đối tượng, thư viện chia sẻ/thư viện tải động và/hoặc trình tự khác của các lệnh được thiết kế để thực hiện trên hệ thống máy tính.

Chương trình máy tính có thể được lưu trữ bên trong trên phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc được truyền đến hệ thống máy tính thông qua phương tiện truyền đọc được bởi máy tính. Tất cả hoặc một số chương trình máy tính có thể được bố trí trên vật ghi đọc được bởi máy tính truyền sóng hoặc vật ghi đọc được bởi máy tính mà không truyền sóng một cách vĩnh viễn, có thể di chuyển được hoặc được kết nối từ xa đến hệ thống xử lý thông tin. Phương tiện đọc được bởi máy tính có thể bao gồm, ví dụ và không giới hạn ở, số lượng bất kỳ trong số sau đây: các phương tiện lưu trữ từ bao gồm các phương tiện dạng đĩa và cả phương tiện lưu trữ băng; phương tiện lưu trữ quang chẳng hạn như đĩa compact (ví dụ, CD-ROM, CD-R, v.v.) và phương tiện lưu trữ đĩa video kỹ

thuật số; phương tiện lưu trữ bộ nhớ bất khả biến bao gồm các bộ nhớ dựa trên chất bán dẫn chẳng hạn như bộ nhớ FLASH, EEPROM, EPROM, ROM; các bộ nhớ kỹ thuật số sắt từ; MRAM; vật ghi lưu trữ khả biến bao gồm các thanh ghi, bộ đệm hoặc bộ nhớ cache, bộ nhớ chính, RAM, v.v.; và vật ghi truyền dữ liệu bao gồm các mạng máy tính, thiết bị viễn thông điểm tới điểm, và phương tiện truyền sóng mang, chỉ là một số đại diện.

Quy trình máy tính thông thường bao gồm chương trình thực hiện (hoạt động) hoặc một phần củ chương trình, các giá trị chương trình và thông tin trạng thái hiện thời, và tài nguyên được sử dụng bởi hệ điều hành để quản lý việc thực hiện của quy trình. Hệ điều hành (OS) là phần mềm mà quản lý việc chia sẻ tài nguyên của máy tính và bố trí các thiết bị lập trình có giao diện được sử dụng để truy cập các tài nguyên. Hệ điều hành xử lý dữ liệu hệ thống và đầu vào người dùng, và phản hồi nhờ cấp phát và quản lý các nhiệm vụ và tài nguyên hệ thống bên trong đóng vai trò làm các người dùng và chương trình của hệ thống.

Hệ thống máy tính có thể ví dụ bao gồm ít nhất bộ phận xử lý, kết hợp với bộ nhớ và các thiết bị đầu vào/đầu ra bộ nhớ (I/O). Khi thực hiện chương trình máy tính, hệ thống máy tính xử lý thông tin theo chương trình máy tính và tạo ra thông tin đầu ra tổng hợp thông qua các thiết bị I/O.

Các kết nối như được mô tả ở đây có thể là loại kết nối bất kỳ phù hợp để truyền các tín hiệu từ hoặc đến các nút tương ứng, các bộ phận hoặc các thiết bị, ví dụ thông qua các thiết bị trung gian. Theo đó, trừ khi được quy định hoặc được nói theo cách khác, các kết nối có ví dụ là các kết nối trực tiếp hoặc các kết nối gián tiếp. các kết nối có thể được thể hiện hoặc được mô tả tham chiếu đến kết nối đơn, các kết nối, các kết nối đơn hướng, hoặc các kết nối hai hướng. Tuy nhiên, các phương án khác nhau có thể được thực hiện khác nhau của các kết nối. Ví dụ, các kết nối đơn hướng riêng biệt có thể được sử dụng hơn là các kết nối hai hướng và ngược lại. Ngoài ra, các kết nối có thể được thay thế với kết nối đơn truyền nhiều tín hiệu theo từng kỳ hoặc theo cách kết hợp theo thời gian. Tương tự, các kết nối đơn mang nhiều tín hiệu có thể được tách ra thành các kết

nổi khác nhau mang các tập con của các tín hiệu này. Vì vậy, nhiều tùy chọn tồn tại để truyền các tín hiệu.

Những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ nhận ra rằng ranh giới giữa các khối logic chỉ minh họa và các phương án thay thế có thể hợp nhất các khối logic hoặc các chi tiết mạch hoặc áp dụng phân tích luân phiên của của chức năng theo các khối logic khác nhau hoặc các chi tiết mạch. Do đó, cần hiểu rằng kết cấu được mô tả ở đây ở đây chỉ là ví dụ, và trong thực tế các kết cấu khác có thể được thực hiện đạt được cùng chức năng.

Do đó, sự bố trí bất kỳ của các thành phần để thu được chức năng tương tự "kết hợp" hiệu quả sao cho đạt được chức năng mong muốn. Vì vậy, hai thành phần bất kỳ được kết hợp ở đây để đạt được chức năng cụ thể có thể được xem là "được kết hợp với" mỗi thành phần khác sao cho đạt được chức năng mong muốn, không phân biệt cấu trúc hoặc các thành phần trung gian. Tương tự, hai thành phần bất kỳ so được kết hợp như vậy có thể cũng được xem như là "kết nối vận hành," hoặc "kết hợp vận hành," với mỗi thành phần khác để đạt được chức năng mong muốn.

Hơn nữa, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng sẽ nhận ra rằng giới hạn giữa các thao tác nêu trên đơn thuần chỉ là minh họa. Nhiều thao tác có thể được kết hợp thành thao tác đơn, thao tác đơn có thể được mô tả trong các thao tác bổ sung và các thao tác có thể được thực hiện ít nhất bằng cách chồng lấn một phần theo thời gian. Hơn nữa, các phương án thay thế có thể bao gồm nhiều ví dụ về thao tác cụ thể, và thứ tự các thao tác có thể được thay đổi trong các phương án khác nhau khác.

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

Ngoài ra, sáng chế không bị giới hạn ở các thiết bị vật lý hoặc các bộ phận được thực hiện trong phần cứng không thể lập trình được nhưng có thể cũng

được áp dụng trong các thiết bị hoặc các bộ phận có thể lập trình được có khả năng thực hiện các chức năng mong muốn của thiết bị nhờ hoạt động theo mã chương trình phù hợp, chẳng hạn như các khung chính, các máy tính mini, các máy chủ, trạm làm việc, máy tính cá nhân, các sổ tay, thiết bị kỹ thuật số cá nhân, các trò chơi điện tử, ô tô và các hệ thống nhúng khác, điện thoại di động và các thiết bị không dây khác, thông thường biểu thị trong đơn này như là “các hệ thống máy tính”.

Tuy nhiên, các sửa đổi, thay đổi, thay thế khác cũng có thể tồn tại. Theo đó, phần mô tả và các hình vẽ được xem là để minh họa hơn là hạn chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) dùng để xử lý các tín hiệu audio (105) định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio (105) cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio (105) bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) bao gồm:

bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền, và trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio; và

bộ lọc (103) được tạo cấu hình để lọc các tín hiệu audio (105) dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó các tín hiệu audio được lọc (107) được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được định rõ bởi sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

2. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 1, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio và để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các biên dạng phổ của loa định hướng.

3. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 1, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để kết hợp các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio bằng cách nhân các phổ tín hiệu audio đầu vào và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio.

4. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 2 hoặc 3, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ lựa chọn một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, cụ thể là lớn nhất.

5. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 4, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$S_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \sigma_{m,k},$$

$$\sigma_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (Y_{n,m,k} - \bar{Y}_{m,k})^2, \text{ và}$$

$$Y_{n,m,k} = X_{n,k} H_{m,k},$$

trong đó S_m là sự chênh lệch phổ giữa các biên dạng phổ của loa định hướng được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, w_k là các hệ số gia trọng, $\sigma_{m,k}$ là biến số cắt qua các biên dạng phổ của loa định hướng cho dải tần k, $\bar{Y}_{m,k}$ là trị số trung bình của dải tần cắt qua các biên dạng phổ của loa định hướng, $Y_{n,k,m}$ là biên độ của biên dạng phổ của loa định hướng thứ n trong dải tần k, $X_{n,k}$ biểu thị trị số của phổ tín hiệu audio của tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k và $H_{m,k}$ biểu thị trị số của chức

năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k .

6. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 5, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để xác định trị số của phổ tín hiệu audio của tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k và/hoặc trị số của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong dải tần thứ k nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình trên các thùng tần số dựa vào các phương trình sau:

$$X_{n,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{X}(i)|, \text{ và}$$

$$H_{m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}(i)|,$$

trong đó $\mathcal{X}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i , $\mathcal{H}(i)$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k .

7. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ kết hợp các phổ tín hiệu audio và các tai trái các chức năng truyền được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai trái của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ của loa định hướng tai trái và các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền tai phải được kết hợp với các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến tai phải của người nghe để thu nhận các biên dạng phổ tai phải của loa định hướng và nhờ lựa chọn một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa tai trái các biên dạng phổ của loa định hướng và các biên dạng phổ tai phải của loa định hướng nhỏ hơn so với ngưỡng định trước, cụ thể là nhỏ nhất.

8. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 1, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được bố trí trên tròn được lấy tâm ở người nghe và có sự phân chia góc không đổi dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ xác định một trong số các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio trong đó sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền lớn hơn so với giá trị ngưỡng định trước, cụ thể là lớn nhất.

9. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 8, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio sử dụng các phương trình sau:

$$\hat{S}_m = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_k \hat{\sigma}_{m,k}, \text{ và}$$

$$\hat{\sigma}_{m,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (H_{n,m,k} - \bar{H}_{m,k})^2,$$

trong đó $\hat{S}_m$ biểu thị trị số vô hướng biểu diễn sự chênh lệch phổ giữa các chức năng truyền được kết hợp với sự bố trí theo không gian thứ m của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, K biểu thị tổng số của các dải tần, w_k biểu thị hệ số gia trọng, $\hat{\sigma}_{m,k}$ biểu thị biến số cắt qua các chức năng truyền đối với dải tần thứ k, N biểu thị tổng số phổ tín hiệu audio, $H_{n,m,k}$ biểu thị trị số của chức năng truyền thứ n trong dải tần thứ k, và $\bar{H}_{m,k}$ biểu thị giá trị trung bình của các chức năng truyền trong dải tần thứ k.

10. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 9, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để xác định trị số của chức năng truyền thứ n trong dải tần thứ k nhờ thực hiện thao tác lấy trung bình qua các thùng tần số dựa vào phương trình sau đây:

$$H_{n,m,k} = \frac{1}{J(k)} \sum_{i=j(k)}^{j(k+1)-1} |\mathcal{H}_n(i)|,$$

trong đó $\mathcal{H}_n$ biểu thị trị số của biến đổi Fourier rời rạc của phản hồi xung của chức năng truyền được kết hợp với vị trí ảo của nguồn tín hiệu audio được kết hợp với tín hiệu audio thứ n trong thùng tần số thứ i và $J(k)$ biểu thị số lượng thùng tần số của dải tần thứ k .

11. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 8 hoặc 9, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ phân cấp các phổ tín hiệu audio theo trị số tương tự của các phổ tín hiệu audio.

12. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 11, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để lựa chọn sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio dựa vào các phổ tín hiệu audio và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio nhờ gán các phổ tín hiệu audio được phân cấp đến các vị trí ảo của sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio theo cách sao cho sự phân chia góc giữa các phổ tín hiệu audio có trị số tương tự lớn được làm lớn nhất.

13. Thiết bị xử lý tín hiệu audio (100) theo điểm 11 hoặc 12, trong đó bộ lựa chọn (101) được tạo cấu hình để tính toán trị số tương tự trong các phổ tín hiệu audio bởi (i) tính toán phổ tín hiệu audio trung bình và sự chênh lệch phổ giữa mỗi phổ tín hiệu audio và phổ tín hiệu audio trung bình hoặc (ii) nhờ tính toán các chức năng tương quan giữa các phổ tín hiệu audio.

14. Phương pháp xử lý tín hiệu audio (200) dùng để xử lý các tín hiệu audio (105) định rõ các phổ tín hiệu audio, các tín hiệu audio (105) cần được truyền đến người nghe theo cách sao cho người nghe cảm nhận các tín hiệu audio bất

nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio, phương pháp xử lý tín hiệu audio (200) bao gồm các bước sau:

lựa chọn (201) sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe từ các sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được kết hợp với các chức năng truyền, và trong đó sự bố trí theo không gian của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được lựa chọn dựa vào các phổ tín hiệu audio đầu vào và các chức năng truyền được kết hợp với mỗi sự bố trí theo không gian có thể của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio; và

lọc (203) các tín hiệu audio (105) dựa vào sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe, trong đó các tín hiệu audio được lọc (107) được cảm nhận bởi người nghe bắt nguồn từ các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio được định rõ bởi sự bố trí theo không gian được lựa chọn của các vị trí ảo của các nguồn tín hiệu audio liên quan đến người nghe.

15. Vật ghi đọc được bằng máy tính có chứa chương trình máy tính bao gồm mã chương trình dùng để thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu audio (200) theo điểm 14 khi được thực hiện trên máy tính.

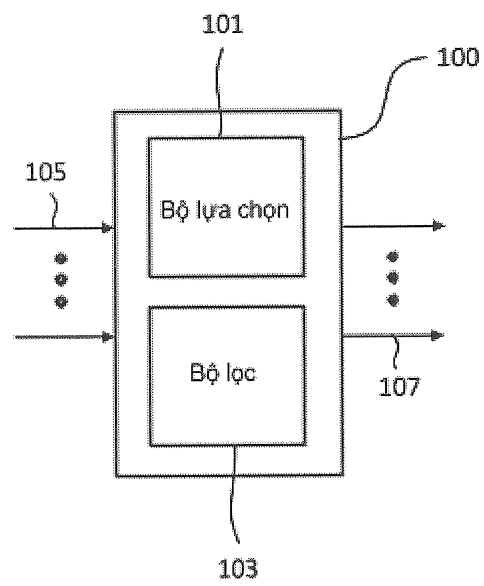


Fig. 1

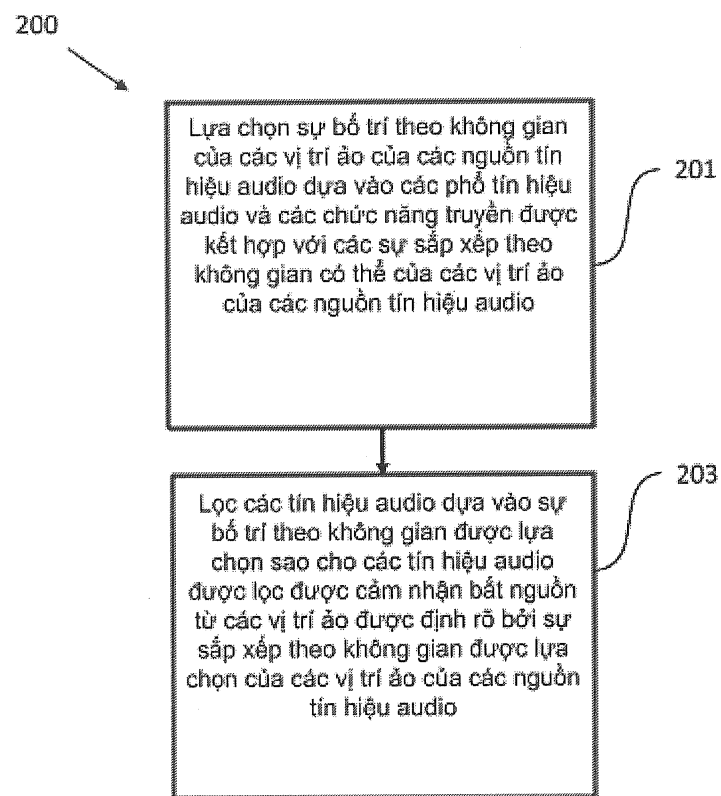


Fig. 2

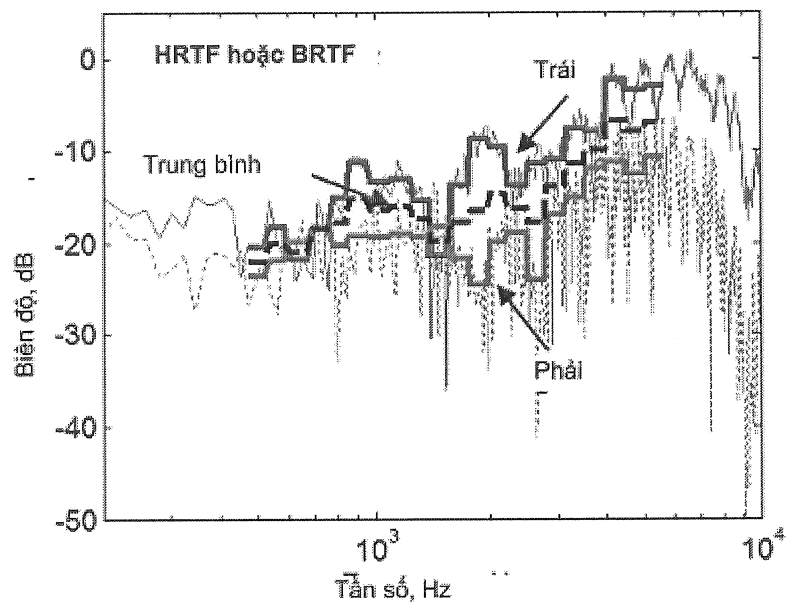


Fig. 3

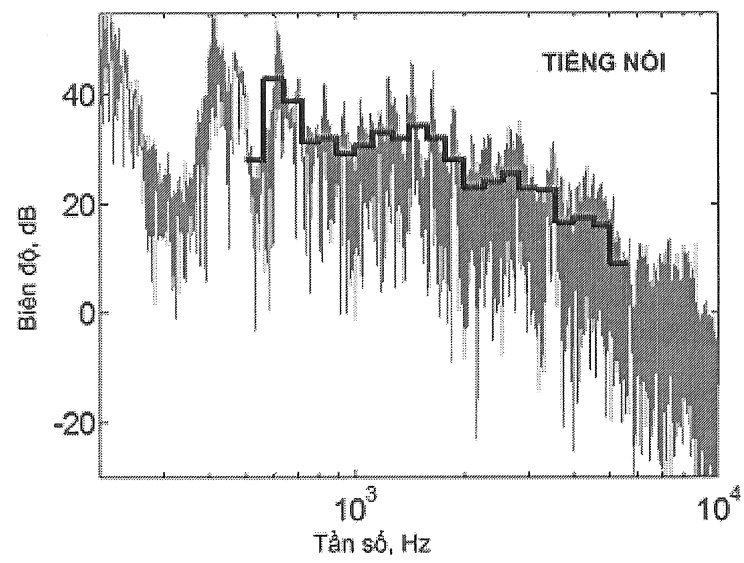


Fig. 4

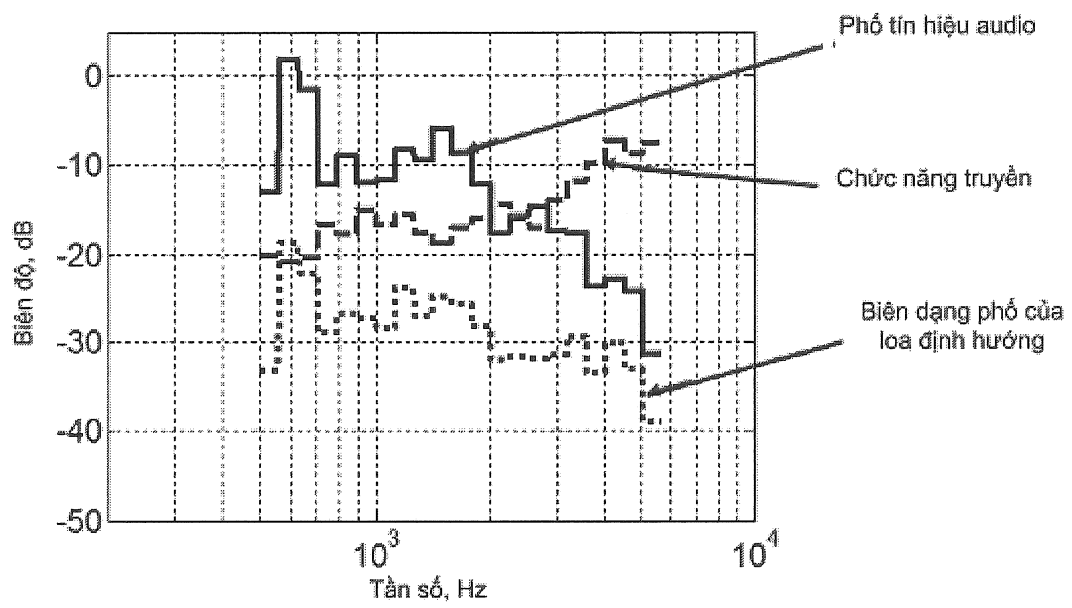


Fig. 5

Fig. 6A

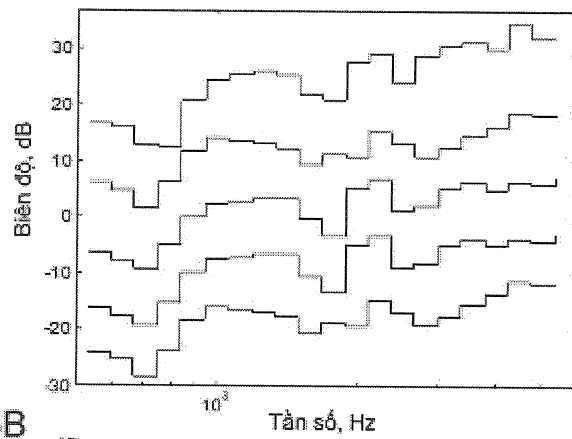
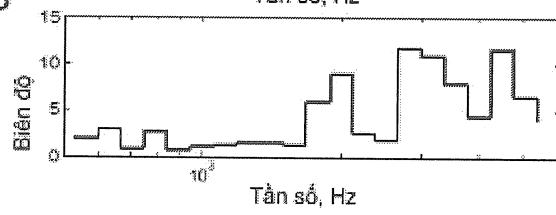
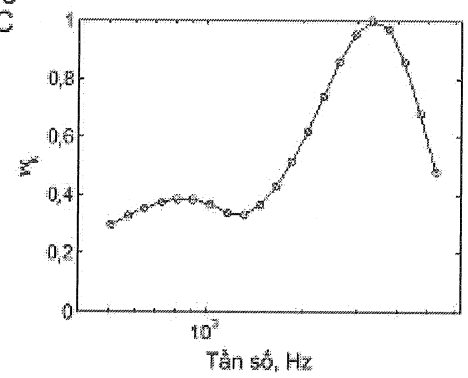


Fig. 6B

Fig.
6C

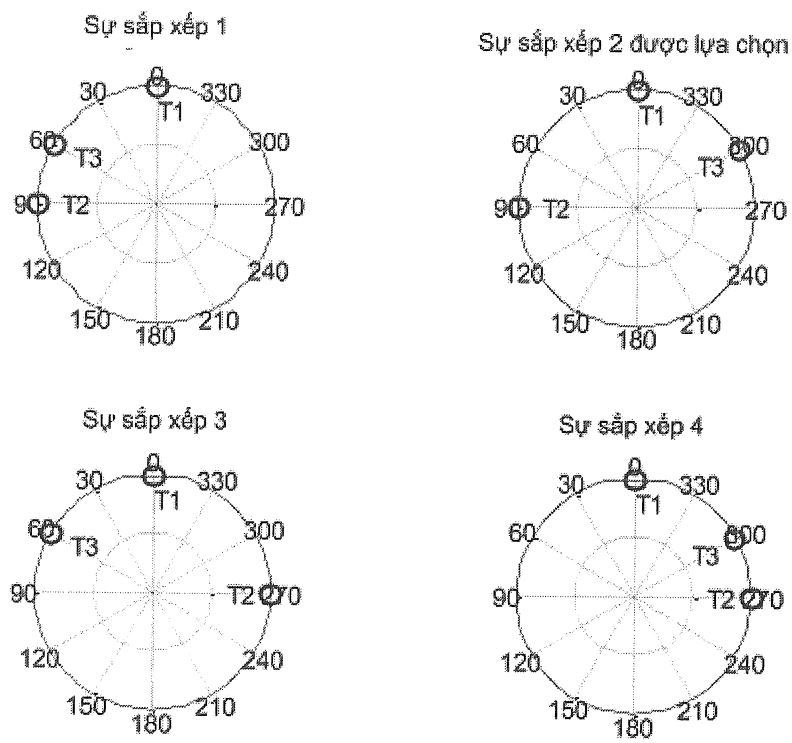


Fig. 7

Fig. 8A

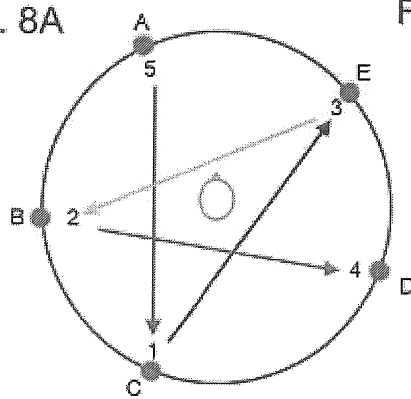
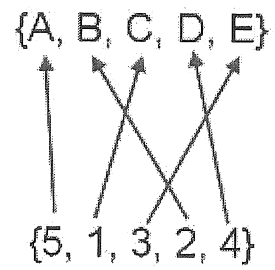


Fig. 8B

Tập hợp con của các HRTF
khác nhau nhất



Các loa được phân cấp