



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024495

(51)⁷ H04S 3/00; G10L 19/008

(13) B

(21) 1-2015-03639

(22) 23/10/2013

(86) PCT/EP2013/072170 23/10/2013

(87) WO2014/135235 12/09/2014

(30) 61/772,708 05/03/2013 US

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/12/2015 333A

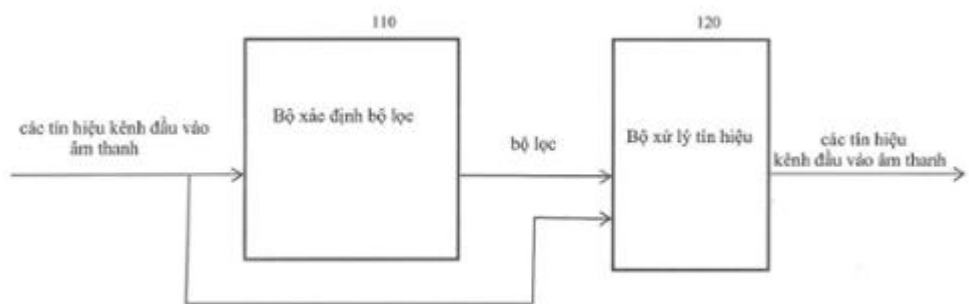
(73) Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V. (DE)
Hansastrasse 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) UHLE, Christian (DE); HABETS, Emanuel (NL); GAMPP, Patrick (DE); KRATZ, Michael (DE).

(74) Công ty Luật TNHH AMBYS Hà Nội (AMBYS HANOI)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA MỘT HOẶC NHIỀU TÍN HIỆU KÊNH ĐẦU RA ÂM THANH PHỤ THUỘC VÀO HAI HOẶC NHIỀU HƠN HAI TÍN HIỆU KÊNH ĐẦU VÀO ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Thiết bị tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh được đề xuất. Mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thẳng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh. Thiết bị bao gồm bộ phận xác định bộ lọc (110) để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai. Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ xử lý tín hiệu (120) để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập để thiết bị và phương pháp cho sự phân tích thẳng-môi trường xung quanh đa kênh cho sự xử lý tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc xử lý tín hiệu âm thanh trở nên càng ngày càng quan trọng hơn. Trong lĩnh vực này, sự phân tách các tín hiệu âm thành các tín hiệu âm thẳng và môi trường xung quanh đóng vai trò quan trọng.

Thông thường, các âm thính giác bao gồm hỗn hợp các âm thẳng và âm môi trường xung quanh (hoặc khuếch tán). Các âm thẳng được phát ra bởi các nguồn âm, ví dụ, nhạc cụ, người hát hoặc loa phát thanh, và đến trên đường ngắn nhất có thể tại bộ thu, ví dụ, đầu vào tai người nghe hoặc ống vi âm.

Khi nghe âm thẳng, nó được nhận biết như đến từ hướng của nguồn âm. Sự nghe liên quan ám chỉ cho sự địa phương hóa và cho các đặc tính âm không gian khác là sự chênh lệch mức thuộc về liên âm và sự nhất quán về liên âm. Các sóng âm thẳng gợi lên sự chênh lệch mức về liên âm và sự chênh lệch thời gian về liên âm giống nhau như đến từ cùng một hướng. Trong sự vắng mặt của âm khuếch tán, các tín hiệu chạm đến tai bên trái và bên phải hoặc bất kỳ tập hợp các bộ cảm biến là nhất quán.

Ngược lại, các âm môi trường xung quanh được phát ra bởi nhiều nguồn âm cách quãng hoặc các đường biên phản xạ âm góp phần vào cùng một âm môi trường xung quanh. Khi sóng âm chạm đến vách trong phòng, một phần của sóng âm được phản xạ, và sự chồng chập của tất cả các phản xạ trong phòng, sự vang, là ví dụ nổi bật cho âm môi trường xung quanh. Các ví dụ khác là các âm từ khán thính giả (ví dụ, vỗ tay), các âm môi trường (ví dụ, mưa), và các âm nền (ví dụ, tiếng ồn rì rào). Các âm môi trường xung quanh được nhận biết như khuếch tán, không định vị được, và gợi lên ấn tượng về sự bao bọc (về "chìm đắm trong âm") bởi người nghe.

Khi bắt được trường âm môi trường xung quanh sử dụng tập hợp các bộ cảm biến cách quãng, các tín hiệu được thu là ít nhất rời rạc một cách không hoàn chỉnh.

Các ứng dụng khác nhau của việc hậu sản xuất âm và tái tạo có lợi từ sự phân tích các tín hiệu âm thanh vào các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh. Thách thức chính đối với sự xử lý tín hiệu như vậy là để đạt được sự phân tách cao trong khi duy trì chất lượng âm cao đối với số lượng tùy ý các tín hiệu kênh đầu vào và đối với tất cả các đặc điểm tín hiệu đầu vào có thể. Sự phân tích môi trường xung quanh thẳng (direct-ambient decomposition - DAD), tức là, sự phân tích các tín hiệu âm thanh thành các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh, cho phép sự tái tạo hoặc sự cải biên riêng rẽ các thành phần tín hiệu, mà ví dụ được mong muốn cho việc trộn tăng các tín hiệu âm thanh.

Thuật ngữ trộn tăng đề cập đến quy trình tạo ra tín hiệu với P kênh được cho tín hiệu đầu vào với N kênh trong đó $P > N$. Ứng dụng chính của nó là tái tạo các tín hiệu âm thanh sử dụng các thiết lập có nhiều kênh hơn có sẵn trong tín hiệu đầu vào. Việc tái tạo nội dung bằng cách sử dụng các thuật toán xử lý tín hiệu tiên tiến cho phép người nghe sử dụng tất cả các kênh có sẵn của thiết lập tái tạo âm đa kênh. Sự xử lý như vậy có thể phân tích tín hiệu đầu vào thành các thành phần tín hiệu có ý nghĩa (ví dụ, dựa trên vị trí được nhận biết của chúng trong hình ảnh âm lập thể, các âm thẳng so với các âm môi trường xung quanh, các nhạc cụ đơn) hoặc thành các tín hiệu trong đó các thành phần tín hiệu này được suy giảm hoặc được khuếch đại.

Hai khái niệm về trộn tăng đã được biết đến rộng rãi.

1. Trộn tăng được dẫn hướng: trộn tăng với thông tin bổ sung dẫn hướng quy trình trộn tăng. Thông tin bổ sung có thể hoặc là "được mã hóa" theo cách cụ thể trong tín hiệu đầu vào hoặc có thể được lưu trữ một cách bổ sung.

2. Trộn tăng không được dẫn hướng, tín hiệu đầu ra thu được từ tín hiệu đầu vào âm thanh dành riêng mà không có bất kỳ thông tin bổ sung nào.

Các phương pháp trộn tăng tiên tiến có thể còn được phân loại đối với vị trí các tín hiệu thẳng và tín hiệu môi trường xung quanh. Có sự phân biệt giữa "tiếp cận thẳng/môi trường xung quanh" và "tiếp cận trong băng". Thành phần lõi của các công nghệ dựa trên sự thẳng/môi trường xung quanh là sự tách tín hiệu môi trường xung quanh mà được cấp, ví dụ, vào trong các kênh sau hoặc các kênh độ cao của thiết lập âm thanh nổi đa kênh. Sự tái tạo của môi trường xung quanh sử dụng các kênh sau hoặc độ cao gợi lên ấn tượng về sự bao bọc ("chìm đắm trong âm") bởi người nghe. Ngoài ra, các nguồn âm thẳng có thể được phân bố trong số các kênh trước theo vị trí nhận biết của toàn cảnh âm lập thể. Ngược lại, phương pháp "trong băng" nhắm mục đích đặt vị trí tất cả các âm (âm thẳng cũng như âm môi trường xung quanh) quanh người nghe sử dụng tất cả các loa phát thanh có sẵn.

Phân tích tín hiệu âm thanh thành các tín hiệu thẳng và môi trường xung quanh cũng cho phép sự cải biên riêng rẽ các âm môi trường xung quanh hoặc các âm thẳng, ví dụ, bằng cách định tỉ lệ hoặc lọc các âm này. Một trường hợp sử dụng khác là sự xử lý việc thu màn biểu diễn âm nhạc mà đã được thu với lượng lớn các âm môi trường xung quanh. Một trường hợp sử dụng khác là sự sản xuất âm thanh (ví dụ, đối với các âm điện ảnh hoặc âm nhạc), trong đó các tín hiệu âm thanh được thu tại các địa điểm khác nhau và do đó các đặc điểm âm môi trường xung quanh khác nhau được tổ hợp.

Trong trường hợp bất kỳ, yêu cầu đối với sự xử lý tín hiệu như vậy là để đạt được sự phân tách cao trong khi duy trì chất lượng âm cao đối với số lượng tùy ý các tín hiệu kênh đầu vào và đối với tất cả các đặc điểm tín hiệu đầu vào khả thi.

Các phương pháp khác nhau trong tình trạng kỹ thuật trước đó cho DAD hoặc cho việc làm suy giảm hoặc khuếch đại hoặc các thành phần tín hiệu thẳng đã được cung cấp, và được xem lại một cách vắn tắt dưới đây.

Các khái niệm đã biết liên quan đến sự xử lý các tín hiệu tiếng nói với mục đích loại bỏ nhiễu âm nền từ việc thu micro.

Phương pháp để giảm sự vang từ việc thu tiếng nói có hai kênh đầu vào được mô tả trong [1]. Các thành phần tín hiệu vang được giảm bằng cách làm suy giảm

các thành phần tín hiệu không tương quan (hoặc khuếch tán) trong tín hiệu đầu vào. Quy trình được thực hiện trong miền thời gian - tần số sao cho các tín hiệu băng phụ được xử lý bằng phương pháp trọng số phổ. Các thừa số trọng số được tạo giá trị thực được tính toán sử dụng mật độ phổ công suất (power spectral densities - PSD)

$$\phi_{xx}(m, k) = E \{X(m, k)X^*(m, k)\} \quad (1)$$

$$\phi_{yy}(m, k) = E \{Y(m, k)Y^*(m, k)\} \quad (2)$$

$$\phi_{xy}(m, k) = E \{X(m, k)Y^*(m, k)\} \quad (3)$$

trong đó $X(m, k)$ và $Y(m, k)$ biểu thị sự biểu diễn miền thời gian - tần số của các tín hiệu đầu vào miền thời gian $x_t[n]$ và $y_t[n]$, $E\{\cdot\}$ là thuật toán mong đợi và X^* là số liên hợp phức của X .

Các tác giả gốc chỉ ra các hàm trọng số phổ khác nhau là khả thi khi tỉ lệ với $\phi_{xy}(m, k)$, ví dụ, khi sử dụng các trọng số bằng với hàm tương quan chéo được bình thường hóa (hoặc hàm gắn kết)

$$\rho(m, k) = \frac{|\Phi_{xy}(m, k)|}{\sqrt{\Phi_{xx}(m, k)\Phi_{yy}(m, k)}}. \quad (4)$$

Tiếp theo cơ sở tương tự, sự mô tả phương pháp trong [2] tách tín hiệu môi trường xung quanh sử dụng sự tạo trọng số phổ với các trọng số được biểu diễn từ hàm tương quan chéo được thông thường hóa được tính toán trong các băng tần, xem Công thức (4) (hoặc với các từ của tác giả gốc, "hàm gắn kết thời gian ngắn liên kênh"). Sự khác nhau được so sánh với [1] là thay vì suy giảm các thành phần tín hiệu khuếch tán, các thành phần tín hiệu thẳng được suy giảm sử dụng các trọng số phổ mà là hàm ổn định đều đều là $(1 - \rho(m, k))$.

Sự phân tích cho ứng dụng trộn tăng của các tín hiệu đầu vào có hai kênh sử dụng sự lọc Wiener đa kênh đã được mô tả trong [3]. Sự xử lý được thực hiện trong miền thời gian - tần số. Tín hiệu đầu vào được tạo mô hình như hỗn hợp của tín hiệu môi trường xung quanh và một nguồn thẳng hoạt động (mỗi băng tần), tại đó

tín hiệu thẳng trong một kênh bị giới hạn để là bản sao được định tỉ lệ của thành phần tín hiệu thẳng trong kênh thứ hai, tức là, sự ghép nhẵn biên độ. Hệ số ghép nhẵn và các công suất của tín hiệu thẳng và tín hiệu môi trường xung quanh được đo lường sử dụng phép tương quan chéo được thông thường hóa và các công suất tín hiệu đầu vào trong cả hai kênh. Tín hiệu đầu ra thẳng và các tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh được biểu diễn từ sự tổ hợp tuyến tính của các tín hiệu đầu vào, với các hệ số trọng số giá trị thực. Sự hậu định tỉ lệ bổ sung được áp dụng sao cho công suất của các tín hiệu đầu ra bằng với số lượng được ước lượng.

Phương pháp được mô tả trong [4] tách tín hiệu môi trường xung quanh sử dụng trọng số phổ, dựa trên sự đo lường công suất môi trường xung quanh. Công suất môi trường xung quanh được ước lượng dựa trên các giả định rằng các thành phần tín hiệu trực tiếp trong cả hai kênh được tương quan một cách đầy đủ, rằng các tín hiệu kênh môi trường xung quanh là không liên quan với nhau và với các tín hiệu thẳng, và rằng các công suất môi trường xung quanh trong cả hai kênh là bằng nhau.

Phương pháp để trộn tăng các tín hiệu âm lập thể dựa trên sự mã hóa âm thanh thẳng (Directional Audio Coding - DirAC) được mô tả trong [5]. DirAC có mục đích phân tích và tái tạo hướng đến, sự khuếch tán

và phổ của trường âm. Để trộn tăng các tín hiệu đầu vào âm lập thể, việc ghi định dạng B không có tiếng vọng của các tín hiệu đầu vào được tái tạo.

Phương pháp để tách sự dội lại không tương quan từ tín hiệu âm thanh âm lập thể sử dụng thuật toán lọc thích ứng mà nhắm đến việc dự báo thành phần tín hiệu thẳng trong một tín hiệu kênh sử dụng tín hiệu kênh khác bằng thuật toán bình phương trung bình nhỏ nhất (Least Mean Square - LMS) được mô tả trong [6]. Theo đó, các tín hiệu môi trường xung quanh được biểu diễn bằng cách trừ các tín hiệu thẳng được đo từ các tín hiệu đầu vào. Lý do căn bản cho phương pháp này là sự dự báo chỉ hoạt động cho các tín hiệu tương quan và lỗi dự báo tương tự với tín hiệu không tương quan. Các thuật toán lọc thích ứng khác nhau dựa trên nguyên lý

LMS tồn tại và khả thi, ví dụ, thuật toán LMS hoặc LMS thông thường hóa (Normalized LMS - NLMS).

Đối với sự phân tích các tín hiệu đầu vào với nhiều hơn hai kênh, phương pháp được mô tả trong [7] trong đó các tín hiệu đa kênh đầu tiên được trộn giảm để thu được tín hiệu âm lập thể 2 kênh và sau đó phương pháp xử lý các tín hiệu đầu vào âm lập thể được thể hiện trong [3] được áp dụng.

Đối với sự xử lý các tín hiệu đơn sắc, phương pháp được mô tả trong [8] tách tín hiệu môi trường xung quanh sử dụng trọng số phổ trong đó các trọng số phổ được tính toán sử dụng sự tách đặc tính và kiến thức được kiểm tra.

Phương pháp khác để tách tín hiệu môi trường xung quanh từ việc ghi đơn sắc cho sự áp dụng sự trộn tăng thu được sự biểu diễn miền thời gian - tần số từ sự khác biệt của sự biểu diễn miền thời gian - tần số của tín hiệu đầu vào và phiên bản được nén của nó, cụ thể hơn được tính sử dụng việc tìm thừa số ma trận không âm [9].

Phương pháp tách và thay đổi các thành phần tín hiệu vang lại trong tín hiệu âm thanh dựa trên sự ước lượng hàm chuyển cường độ của hệ thống vang lại mà đã tạo ra tín hiệu vang lại được mô tả trong [10]. Sự ước lượng các cường độ của sự biểu diễn miền tần số của các thành phần tín hiệu được biểu diễn bằng cách lọc đệ quy và có thể được cải biên.

Tài liệu tham khảo

- [1] J.B. Allen, D.A. Berkeley, and J. Blauert, "Multimicrophone signal-processing technique to remove room reverberation from speech signals", J.Acoust.Soc. Am., vol.62, 1977.
- [2] C. Avendano and J.-M. Jot, "A frequency-domain approach to multi-channel upmix", J. Audio Eng. Soc., vol. 52, 2004.
- [3] C. Faller, "Multiple-loudspeaker playback of stereo signals", J. Audio Eng. Soc., vol. 54, 2006.
- [4] J. Merimaa, M. Goodwin, and J.-M. Jot, "Correlation-based ambience extraction from stereo recordings", in Proc. of the AES 123rd Conv., 2007.

- [5] Ville Pulkki, "Directional audio coding in spatial sound reproduction and stereo upmixing", in Proc. of the AES 28th Int. Conf., 2006.
- [6] J. Usher and J. Benesty, "Enhancement of spatial sound quality: A new reverberation-extraction audio upmixer", IEEE Tram. on Audio, Speech. and Language Processing, vol.15, pp. 2141-2150, 2007.
- [7] A. Walther and C. Faller, "Direct-ambient decomposition and upmix of surround sound signals", in Proc. of IEEE WASPAA, 2011.
- [8] C. Uhle, J. Herre, S. Geyersberger, F. Ridderbusch, A. Walter; and O. Moser, "Apparatus and method for extracting an ambient signal in an: apparatus and method for obtaining weighting coefficients for extracting an ambient signal and computer program", US Patent Application 2009/0080666, 2009.
- [9] C. Uhle, J. Herre, A. Walther, O. Hellmuth, and C. Janssen, "Apparatus and method for generating an ambient signal from an audio signal, apparatus and method for deriving a multi-channel audio signal from an audio signal and computer program", US Patent Application 2010/0030563, 2010.
- [10] G. Soulodre, "System for extracting and changing the reverberant content of an audio input signal", US Patent 8,036,767, Date of Patent: October 11, 2011.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất các khái niệm được cải thiện để phân tích thăng-môi trường xung quanh đa kênh cho sự xử lý tín hiệu âm thanh. Mục đích của sáng chế được giải quyết bởi thiết bị theo điểm 1, bởi phương pháp mã hóa theo điểm 14 và bởi chương trình máy tính theo điểm 15.

Thiết bị tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh được đề xuất. Mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thăng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh. Thiết bị bao gồm bộ phận xác định bộ lọc để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công

suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai. Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ xử lý tín hiệu để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Các phương án đề xuất các khái niệm để phân tích các tín hiệu đầu vào âm thanh thành các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh, mà có thể được áp dụng cho hậu sản xuất và tái tạo âm thanh. Thách thức chính đối với sự xử lý tín hiệu như vậy là để đạt được sự phân tách cao trong khi duy trì chất lượng âm cao đối với số lượng tùy ý các tín hiệu kênh đầu vào và đối với tất cả các đặc điểm tín hiệu đầu vào có thể. Các khái niệm được đề xuất được dựa trên sự xử lý tín hiệu đa kênh trong miền thời gian - tần số mà dẫn đến giải pháp tối ưu bị hạn chế trong sự cảm ứng lỗi bình phương trung bình, và, ví dụ, chịu sự hạn chế về sự biến dạng của các tín hiệu mong muốn được ước lượng hoặc về sự giảm nhiễu còn dư.

Các phương án để phân tích các tín hiệu đầu vào âm thanh thành các thành phần tín hiệu thẳng và thành phần tín hiệu môi trường xung quanh được đề xuất. Hơn nữa, độ lệch các bộ lọc để tính toán các thành phần tín hiệu môi trường xung

quanh sẽ được đề xuất, và hơn nữa, các phương án cho việc ứng dụng các bộ lọc sẽ được mô tả.

Một số phương án liên quan đến sự trộn tăng không được dẫn hướng sau phương pháp thẳng/môi trường xung quanh với các tín hiệu đầu vào có nhiều hơn một kênh.

Đối với các ứng dụng dự tính của sự phân tích được mô tả, một người có hứng thú về tính toán các tín hiệu đầu ra có cùng số lượng các kênh như tín hiệu đầu vào. Đối với ứng dụng này, các phương án đề xuất kết quả rất tốt về sự tách và chất lượng âm thanh, bởi vì nó có thể đối phó với các tín hiệu đầu vào trong đó các tín hiệu thẳng bị trễ thời gian giữa các kênh đầu vào. Trái ngược với các khái niệm khác, ví dụ, các khái niệm được đề xuất trong [3], các phương án không thừa nhận rằng các âm thẳng trong các tín hiệu đầu vào được ghép nhẵn bằng cách định tỉ lệ chỉ (ghép nhẵn biên độ), nhưng cũng bằng cách dẫn các sự chênh lệch thời gian giữa các tín hiệu vào từng kênh.

Hơn nữa, các phương án có thể hoạt động trên tín hiệu đầu vào có số lượng tùy ý các kênh, trái ngược với tất cả các khái niệm khác trong tình trạng kỹ thuật (xem phần trên) mà chỉ có thể xử lý các tín hiệu đầu vào có một hoặc hai kênh.

Các lợi thế khác của các phương án là cách sử dụng các tham số điều khiển, sự ước lượng ma trận PSD môi trường xung quanh và các sự cải biên khác của bộ lọc như được mô tả dưới đây.

Một số phương án đề xuất các âm môi trường xung quanh không thay đổi cho các đối tượng âm thanh đầu vào. Khi các tín hiệu đầu vào được phân tích thành các âm thẳng và môi trường xung quanh, một số phương án thích ứng các đặc điểm âm môi trường xung quanh bằng cách xử lý tín hiệu âm thanh thích hợp, và các phương án khác thay thế các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh bằng sự vang lại nhân tạo và các âm môi trường xung quanh nhân tạo.

Theo phương án, thiết bị có thể còn bao gồm giàn lọc phân tích được tạo cấu hình để biến đổi hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh từ miền thời gian thành miền thời gian - tần số. Bộ phận xác định bộ lọc có thể được tạo cấu hình

để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai phụ thuộc vào các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số. Bộ xử lý tín hiệu có thể được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số. Hơn nữa, thiết bị có thể còn bao gồm giàn lọc tổng hợp được tạo cấu hình để biến đổi một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, từ miền thời gian - tần số thành miền thời gian.

Hơn nữa, phương pháp tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh được đề xuất. Mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thẳng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh. Phương pháp gồm có:

- Xác định bộ lọc để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai. Và:

- Tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh,

và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phân tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Hơn nữa, chương trình máy tính để thực hiện phương pháp được mô tả bên trên khi được chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý tín hiệu được đề xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết hơn với sự tham chiếu đến các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 minh họa thiết bị tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh theo phương án,

Fig.2 minh họa các tín hiệu đầu vào và đầu ra của sự phân tích việc ghi 5 kênh nhạc cổ điển, với các tín hiệu đầu vào (cột bên trái), các tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh (cột giữa), và các tín hiệu đầu ra thẳng (cột bên phải) theo phương án,

Fig.3 mô tả tổng quan đơn giản sự phân tích sử dụng sự ước lượng tín hiệu môi trường xung quanh và sự ước lượng tín hiệu thẳng theo phương án,

Fig.4 thể hiện tổng quan đơn giản sự phân tích sử dụng sự ước lượng tín hiệu thẳng theo phương án,

Fig.5 minh họa tổng quan đơn giản sự phân tích sử dụng sự ước lượng tín hiệu môi trường xung quanh theo phương án,

Fig.6a thể hiện thiết bị theo phương án khác, trong đó thiết bị còn bao gồm giàn lọc phân tích và giàn lọc tổng hợp, và

Fig.6b mô tả thiết bị theo phương án khác, mô tả sự tách của các thành phần tín hiệu thẳng, trong đó khối AFB là tập hợp các giàn lọc tổng hợp N (một cho mỗi kênh), và trong đó SFB là tập hợp các giàn lọc tổng hợp.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 minh họa thiết bị tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh theo phương án. Mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thẳng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh.

Thiết bị bao gồm bộ phận xác định bộ lọc 110 để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ xử lý tín hiệu 120 để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Hoặc, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Các phương án đề xuất các khái niệm để phân tích các tín hiệu đầu vào âm thanh thành các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh, mà được mô tả mà có thể được áp dụng cho hậu sản xuất và tái tạo âm thanh. Thách thức chính đối với sự xử lý tín hiệu như vậy là để đạt được sự phân tách cao trong khi duy trì chất lượng âm cao đối với số lượng tùy ý các tín hiệu kênh đầu vào và đối với tất cả các đặc điểm tín hiệu đầu vào có thể. Các phương án

được đề xuất được dựa trên sự xử lý tín hiệu đa kênh trong miền thời gian - tần số và đề xuất giải pháp tối ưu bị hạn chế trong sự cảm ứng lỗi bình phương trung bình, chịu sự hạn chế về sự biến dạng của các tín hiệu mong muốn được ước lượng hoặc về sự giảm nhiễu còn dư.

Đầu tiên, các khái niệm theo sáng chế được mô tả, dựa trên đó là các phương án của sáng chế.

Giả thiết rằng N tín hiệu kênh đầu vào $y_t[n]$ được nhận:

$$\mathbf{y}_t[n] = [y_1[n] \dots y_N[n]]^T. \quad (5)$$

Ví dụ, $N \geq 2$. Mục đích của các khái niệm được đề xuất là để phân tích các tín hiệu kênh đầu vào $y_1[n] \dots y_N[n]$ ($= [\mathbf{y}_t[n]]^T$) thành N các thành phần tín hiệu thẳng được biểu thị bởi $\mathbf{d}_t[n] = [d_1[n] \dots d_N[n]]^T$ và/hoặc N các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh được biểu thị bởi $\mathbf{a}_t[n] = [a_1[n] \dots a_N[n]]^T$. Sự xử lý có thể được áp dụng cho tất cả các kênh đầu vào, hoặc các kênh tín hiệu đầu vào được chia thành các tập hợp con các kênh, mà được xử lý riêng biệt.

Theo các phương án, một hoặc nhiều các thành phần tín hiệu thẳng $d_1[n], \dots, d_N[n]$ và/hoặc các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh $a_1[n], \dots, a_N[n]$ sẽ được ước lượng từ hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào $y_1[n], \dots, y_M[n]$ để thu được một hoặc nhiều sự ước lượng ($\hat{d}_1[n], \dots, \hat{d}_N[n], \hat{a}_1[n], \dots, \hat{a}_N[n]$) của các thành phần tín hiệu thẳng $d_1[n], \dots, d_N[n]$ và/hoặc các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh $a_1[n], \dots, a_N[n]$ như một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra.

Ví dụ cho các đầu ra được đề xuất của một số phương án được mô tả trên Fig.2, đối với $N = 5$. Một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh $\hat{d}_1[n], \dots, \hat{d}_N[n]$ ($= [\hat{\mathbf{d}}_t[n]]^T$), $\hat{a}_1[n], \dots, \hat{a}_N[n]$ ($= [\hat{\mathbf{a}}_t[n]]^T$) thu được bằng cách ước lượng các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh một cách độc lập, như được mô tả trên Fig.3. Ngoài ra, sự ước lượng ($\hat{\mathbf{d}}_t[n]$ hoặc $\hat{\mathbf{a}}_t[n]$) đối với một trong số hai tín hiệu (hoặc $\mathbf{d}_t[n]$ hoặc $\mathbf{a}_t[n]$) được tính toán và tín hiệu khác thu được bằng cách trừ kết quả thứ nhất từ tín hiệu đầu vào. Fig.4 minh họa sự xử lý đối

với sự ước tính các thành phần tín hiệu thẳng $\mathbf{d}_l[n]$ thứ nhất và biểu diễn các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh $\mathbf{a}_l[n]$ bằng cách trừ sự ước lượng các tín hiệu thẳng từ tín hiệu đầu vào. Với cơ sở tương tự, sự tính toán các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh có thể được biểu diễn đầu tiên như được minh họa trong sơ đồ khối trên Fig.5.

Theo các phương án, sự xử lý có thể, ví dụ, được thực hiện trong miền thời gian - tần số. Sự biểu diễn miền thời gian - tần số tín hiệu âm thanh đầu vào có thể, ví dụ, được thu bằng giàn lọc (giàn lọc phân tích), ví dụ, sự biến đổi Fourier thời gian ngắn (Short-time Fourier transform - STFT).

Theo phương án được minh họa bởi Fig.6a, giàn lọc phân tích 605 biến đổi các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh $y_l[n]$ từ miền thời gian thành miền thời gian - tần số. Hơn nữa, trên Fig.6a, giàn lọc tổng hợp 625 biến đổi sự ước lượng của các thành phần tín hiệu thẳng $\hat{d}[m,1], \dots, \hat{d}[m,k]$ từ miền thời gian - tần số thành miền thời gian, để thu được các tín hiệu kênh đầu ra âm thanh $\hat{d}_1[n], \dots, \hat{d}_N[n]$ ($= [\hat{\mathbf{d}}_l[n]]^T$).

Trong phương án của Fig.6a, giàn lọc phân tích 605 được tạo cấu hình để biến đổi hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh từ miền thời gian thành miền thời gian - tần số. Bộ phận xác định bộ lọc 110 được tạo cấu hình để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai phụ thuộc vào các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số. Bộ xử lý tín hiệu 120 được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số. Giàn lọc tổng hợp 625 được tạo cấu hình để biến đổi một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, từ miền thời gian - tần số thành miền thời gian.

Sự biểu diễn miền thời gian - tần số bao gồm số lượng nhất định các tín hiệu băng phụ mà phát ra theo thời gian. Các băng phụ liên kế có thể tùy chọn được tổ hợp tuyến tính thành các tín hiệu băng phụ rộng hơn để giảm độ phức tạp tính toán.

Mỗi băng phụ của các tín hiệu đầu vào được xử lý riêng biệt, như được mô tả cụ thể như sau. Các tín hiệu đầu ra miền thời gian thu được lần lượt bằng cách áp dụng sự xử lý nghịch đảo của giàn lọc, tức là, giàn lọc tổng hợp. Tất cả các tín hiệu được giả thiết là có giá trị trung bình bằng 0, các tín hiệu miền thời gian - tần số có thể được tạo mô hình như các biến số ngẫu nhiên phức.

Sau đây, các định nghĩa và giả thiết được đề xuất.

Các định nghĩa sau đây được sử dụng xuyên suốt bản mô tả của phương pháp theo sáng chế: Sự biểu diễn miền thời gian - tần số của tín hiệu đầu vào đa kênh với N kênh được cho bởi

$$\mathbf{y}(m, k) = [Y_1(m, k) Y_2(m, k) \cdots Y_N(m, k)]^T, \quad (6)$$

với chỉ số thời gian m và chỉ số băng phụ k , $k = 1 \dots K$ được giả thiết là hỗn hợp bổ sung của thành phần tín hiệu trực tiếp $\mathbf{d}(m, k)$ và thành phần tín hiệu môi trường xung quanh $\mathbf{a}(m, k)$,

tức là

$$\mathbf{y}(m, k) = \mathbf{d}(m, k) + \mathbf{a}(m, k), \quad (7)$$

với

$$\mathbf{d}(m, k) = [D_1(m, k) D_2(m, k) \cdots D_N(m, k)]^T \quad (8)$$

$$\mathbf{a}(m, k) = [A_1(m, k) A_2(m, k) \cdots A_N(m, k)]^T, \quad (9)$$

trong đó $D_i(m, k)$ biểu thị thành phần thẳng và $A_i(m, k)$ là thành phần môi trường xung quanh trong kênh thứ i .

Mục đích của sự phân tích thẳng-môi trường xung quanh là để ước lượng $\mathbf{d}(m, k)$ và $\mathbf{a}(m, k)$. Các tín hiệu đầu ra được tính toán sử dụng các ma trận bộ lọc $\mathbf{H}_D(m, k)$ hoặc $\mathbf{H}_A(m, k)$ hoặc cả hai. Các ma trận bộ lọc có kích thước $N \times N$ và là giá trị phức, hoặc có thể, trong một số phương án, ví dụ, là giá trị thực. Sự ước lượng của các tín hiệu N kênh của các thành phần tín hiệu thẳng và các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh thu được từ

$$\hat{\mathbf{d}}(m, k) = \mathbf{H}_D^H(m, k) \mathbf{y}(m, k) \quad (10)$$

$$\hat{\mathbf{a}}(m, k) = \mathbf{H}_A^H(m, k) \mathbf{y}(m, k), \quad (11)$$

Mặt khác, chỉ một ma trận bộ lọc có thể được sử dụng, và phép trừ được mô tả trên Fig.4 có thể được thể hiện như

$$\hat{\mathbf{d}}(m, k) = \mathbf{H}_D^H(m, k) \mathbf{y}(m, k) \quad (12)$$

$$\hat{\mathbf{a}}(m, k) = [\mathbf{I} - \mathbf{H}_D(m, k)]^H \mathbf{y}(m, k), \quad (13)$$

trong đó $\mathbf{I}$ là ma trận đơn vị có kích thước $N \times N$, hoặc, như được thể hiện trên Fig.5, lần lượt như

$$\hat{\mathbf{a}}(m, k) = \mathbf{H}_A^H(m, k) \mathbf{y}(m, k) \quad (14)$$

$$\hat{\mathbf{d}}(m, k) = [\mathbf{I} - \mathbf{H}_A(m, k)]^H \mathbf{y}(m, k), \quad (15)$$

Tại đây, số mũ H biểu thị sự hoán vị liên hợp của ma trận hoặc vectơ. Ma trận bộ lọc $\mathbf{H}_D(m, k)$ được sử dụng để tính toán sự ước lượng cho các tín hiệu thẳng $\hat{\mathbf{d}}(m, k)$. Ma trận bộ lọc $\mathbf{H}_A(m, k)$ được sử dụng để tính toán sự ước lượng cho các tín hiệu môi trường xung quanh $\hat{\mathbf{a}}(m, k)$.

Ở trên, các công thức (10) – (15), $\mathbf{y}(m, k)$ biểu thị hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. $\hat{\mathbf{a}}(m, k)$ biểu thị sự ước lượng các phần tín hiệu môi trường xung quanh và $\hat{\mathbf{d}}(m, k)$ biểu thị sự ước lượng các phần tín hiệu thẳng của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. $\hat{\mathbf{a}}(m, k)$ và/hoặc $\hat{\mathbf{d}}(m, k)$ hoặc một hoặc nhiều thành phần vectơ của $\hat{\mathbf{a}}(m, k)$ và/hoặc $\hat{\mathbf{d}}(m, k)$ có thể là một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh.

Một, một số hoặc tất cả các công thức (10), (11), (12), (13), (14) và (15) có thể được sử dụng bởi bộ xử lý tín hiệu 120 của Fig.1 và Fig.6a cho việc áp dụng bộ lọc của Fig.1 và Fig.6a trên các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Bộ lọc của Fig.1 và Fig.6a có thể, ví dụ là $\mathbf{H}_D(m, k)$, $\mathbf{H}_A(m, k)$, $\mathbf{H}_D^H(m, k)$, $\mathbf{H}_A^H(m, k)$, $[\mathbf{I} - \mathbf{H}_D(m, k)]$ hoặc $[\mathbf{I} - \mathbf{H}_A(m, k)]$. Tuy nhiên, trong các phương án khác, bộ lọc, được xác định bởi bộ

phân xác định bộ lọc 110 và được sử dụng bởi bộ xử lý tín hiệu 120, có thể không phải là ma trận nhưng là loại bộ lọc khác. Ví dụ, trong các phương án khác, bộ lọc có thể bao gồm một hoặc nhiều vectơ mà định nghĩa bộ lọc. Trong các phương án khác, bộ lọc có thể bao gồm nhiều hệ số mà định nghĩa bộ lọc.

Các ma trận lọc được tính toán từ các ước lượng của các số liệu thống kê tín hiệu như được mô tả dưới đây.

Cụ thể, bộ phận xác định bộ lọc 110 được tạo cấu hình để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất (power spectral density - PSD) thứ nhất và thông tin PSD thứ hai.

Định nghĩa:

$$\phi_{X_i X_j}(m, k) = E\{X_i(m, k)X_j^*(m, k)\}, \quad (16)$$

trong đó $E\{\cdot\}$ là thuật toán kỳ vọng và X^* biểu thị sự liên hợp phức của X . Đối với $i = j$ PSD và đối với $i \neq j$ các PSD chéo được thu.

Các ma trận hiệp phương sai đối với $\mathbf{y}(m, k)$, $\mathbf{d}(m, k)$ và $\mathbf{a}(m, k)$ là

$$\Phi_{\mathbf{y}}(m, k) = E\{\mathbf{y}(m, k)\mathbf{y}^H(m, k)\} \quad (17)$$

$$\Phi_{\mathbf{d}}(m, k) = E\{\mathbf{d}(m, k)\mathbf{d}^H(m, k)\} \quad (18)$$

$$\Phi_{\mathbf{a}}(m, k) = E\{\mathbf{a}(m, k)\mathbf{a}^H(m, k)\}. \quad (19)$$

Các ma trận hiệp phương sai $\Phi_{\mathbf{y}}(m, k)$, $\Phi_{\mathbf{d}}(m, k)$ và $\Phi_{\mathbf{a}}(m, k)$ bao gồm sự ước lượng PSD cho tất cả các kênh trên đường chéo chính, trong khi các phần tử ngoài đường chéo là các ước lượng của PSD chéo của tín hiệu kênh tương ứng. Do đó, mỗi ma trận $\Phi_{\mathbf{y}}(m, k)$, $\Phi_{\mathbf{d}}(m, k)$ và $\Phi_{\mathbf{a}}(m, k)$ biểu diễn sự ước lượng thông tin mật độ phổ công suất.

Trong các công thức (17) – (19), $\Phi_{\mathbf{y}}(m, k)$ biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. $\Phi_{\mathbf{d}}(m, k)$ biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các thành phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. $\Phi_{\mathbf{a}}(m, k)$ biểu thị thông tin mật độ

phổ công suất trên các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Mỗi ma trận $\Phi_y(m, k)$, $\Phi_d(m, k)$ và $\Phi_a(m, k)$ của các công thức (17), (18) và (19) có thể được xem xét như thông tin mật độ phổ công suất. Tuy nhiên, nên lưu ý rằng trong các phương án khác, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thứ hai không phải là ma trận, nhưng có thể được biểu diễn trong các loại định dạng thích hợp khác. Ví dụ, theo các phương án, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể được biểu diễn như một hoặc nhiều vectơ. Trong các phương án khác, thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể được biểu diễn như nhiều hệ số.

Giả thiết rằng

- $D_i(m, k)$ và $A_i(m, k)$ là không tương quan chung:

$$E\{D_i(m, k)A_j^*(m, k)\} = 0 \quad \forall i, j,$$

- $A_i(m, k)$ và $A_j(m, k)$ là không tương quan chung:

$$E\{A_i(m, k)A_j^*(m, k)\} = 0 \quad \forall i \neq j,$$

- Công suất môi trường xung quanh bằng trong tất cả các kênh:

$$E\{A_i(m, k)A_j^*(m, k)\} = \phi_A(m, k) \quad \forall i = j.$$

Kết quả cho rằng

$$\Phi_y(m, k) = \Phi_d(m, k) + \Phi_a(m, k), \quad (20)$$

$$\Phi_a(m, k) = \phi_A(m, k) \mathbf{I}_{N \times N}, \quad (21)$$

Như là kết quả của công thức (20) ta suy ra rằng khi hai ma trận trong số các ma trận $\Phi_y(m, k)$, $\Phi_d(m, k)$ và $\Phi_a(m, k)$ được xác định, ma trận thứ ba trong số các ma trận có giá trị ngay. Như một kết quả khác, ta suy ra rằng đủ để xác định chỉ:

- thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

- thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

- thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh,

bởi vì thông tin mật độ phổ công suất thứ ba (rằng đã không được ước lượng) trở nên rõ ràng ngay từ hệ thức của ba loại thông tin mật độ phổ công suất (ví dụ, bởi công thức (20) hoặc bởi bất kì sự tái lập phương trình nào của hệ thức của ba loại thông tin mật độ phổ công suất (PSD của tín hiệu đầu vào hoàn chỉnh, PSD của thành phần môi trường xung quanh và PSD của thành phần thẳng), khi ba loại thông tin PSD đã nêu không được biểu diễn như ma trận, nhưng khi chúng có sẵn trong loại biểu diễn thích hợp khác, ví dụ, như một hoặc nhiều vectơ, hoặc ví dụ, như nhiều hệ số, v.v.

Để đánh giá sự thực hiện của phương pháp theo sáng chế, các tín hiệu sau được định nghĩa:

- Sự biến dạng tín hiệu thẳng:

$$\mathbf{q}_d(m, k) = [\mathbf{I} - \mathbf{H}_D(m, k)]^H \mathbf{d}(m, k),$$

- Tín hiệu môi trường xung quanh dư:

$$\mathbf{r}_a(m, k) = \mathbf{H}_D^H(m, k) \mathbf{a}(m, k),$$

- Sự biến dạng tín hiệu môi trường xung quanh:

$$\mathbf{q}_a(m, k) = [\mathbf{I} - \mathbf{H}_A(m, k)]^H \mathbf{a}(m, k),$$

- Tín hiệu thẳng dư:

$$\mathbf{r}_d(m, k) = \mathbf{H}_A^H(m, k) \mathbf{d}(m, k),$$

Dưới đây, sự biểu diễn của các ma trận bộ lọc được mô tả dưới đây theo Fig.4 và theo Fig.5. Để có thể đọc được tốt hơn, các chỉ số băng phụ và các chỉ số thời gian được loại bỏ.

Đầu tiên, các phương án cho sự ước lượng các thành phần tín hiệu thẳng được mô tả.

Lý do cơ bản của phương pháp theo sáng chế là để tính các bộ lọc sao cho tín hiệu môi trường xung quanh dư $\mathbf{r}_a$ được tối giản hóa trong khi hạn chế sự biến dạng tín hiệu thẳng $\mathbf{q}_d$. Những điều này dẫn đến vấn đề tối ưu hóa bị hạn chế

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_D(\beta_i) &= \arg \min_{\mathbf{H}_D} E\{\|\mathbf{r}_a\|^2\} \\ \text{tùy theo} \quad E\{\|\mathbf{q}_d\|^2\} &\leq \sigma_{d,\max}^2, \end{aligned} \quad (22)$$

trong đó $\sigma_{d,\max}^2$ là sự biến dạng tín hiệu thẳng có thể chấp nhận tối đa. Giải pháp được cho bởi

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = [\Phi_d + \beta_i \Phi_a]^{-1} \Phi_d. \quad (23)$$

Bộ lọc để tính toán tín hiệu đầu ra thẳng của kênh thứ i bằng

$$\mathbf{h}_{D,i}(\beta_i) = [\Phi_d + \beta_i \Phi_a]^{-1} \Phi_d \mathbf{u}_i. \quad (24)$$

trong đó $\mathbf{u}_i$ là vectơ không có chiều dài N với 1 tại vị trí thứ i . Tham số β_i cho phép sự cân bằng giữa sự giảm tín hiệu môi trường xung quanh dư và sự biến dạng tín hiệu môi trường xung quanh. Đối với hệ thống được mô tả trên Fig.4, các mức độ môi trường xung quanh dư thấp hơn trong tín hiệu đầu ra thẳng dẫn đến các mức độ môi trường xung quanh cao hơn trong các tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh. Sự biến dạng tín hiệu thẳng ít hơn dẫn đến sự suy giảm các thành phần tín hiệu thẳng tốt hơn trong các tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh. Tham số phụ thuộc thời gian và tần số β_i có thể được thiết lập riêng biệt đối với mỗi kênh và có thể được điều khiển bởi các tín hiệu đầu vào hoặc các tín hiệu được biểu diễn trước đó; như được mô tả sau đây.

Nên lưu ý rằng giải pháp tương tự có thể thu được bằng cách tạo phương trình vấn đề tối ưu hóa bị hạn chế như

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_D(\beta_i) &= \arg \min_{\mathbf{H}_D} E\{\|\mathbf{q}_d\|^2\} \\ \text{tùy theo } E\{\|\mathbf{r}_a\|^2\} &\leq \sigma_{a,\max}^2, \end{aligned} \quad (25)$$

khi Φ_d là hạng một, mối quan hệ giữa $\sigma_{d,\max}^2$ và β_i đối với tín hiệu kênh thứ i được biểu diễn như

$$\sigma_{d,\max}^2 = \left(\frac{\beta_i}{\beta_i + \lambda} \right)^2 \phi_{D_i D_i}. \quad (26)$$

trong đó $\phi_{D_i D_i}$ là PSD của tín hiệu thẳng trong kênh thứ i , và λ là tỉ lệ thẳng so với môi trường xung quanh (direct-to-ambient ratio - DAR) đa kênh

$$\lambda = \text{tr}\{\Phi_a^{-1} \Phi_d\} \quad (27)$$

$$= \text{tr}\{\Phi_a^{-1} \Phi_y\} - N, \quad (28)$$

trong đó vết của ma trận vuông A bằng với tổng của các phần tử trên đường chéo chính, $\text{tr}\{\mathbf{K}\} = \sum_{i=1}^N k_{ii}(m, k)$.

Nên lưu ý rằng mệnh đề, rằng Φ_d là hạng một, chỉ là giả thiết. Dù liệu trong thực tế giả thiết này có đúng hay không, các phương án của sáng chế sử dụng các công thức (26), (27) và (28) nêu trên, thậm chí trong các tình huống, trong đó, trong thực tế, kết quả chính xác của Φ_d là để Φ_d không là hạng một. Trong tình huống như vậy, các phương án theo sáng chế cũng đề xuất các kết quả tốt, thậm chí khi giả thiết, rằng Φ_d là hạng một, trong thực tế, là không đúng.

Dưới đây, sự ước lượng các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh được mô tả.

Lý do cơ bản của phương pháp theo sáng chế là để tính các bộ lọc sao cho tín hiệu thẳng dư $\mathbf{r}_d$ được tối giản hóa trong khi hạn chế sự biến dạng tín hiệu môi trường xung quanh $\mathbf{q}_a$. Những điều này dẫn đến vấn đề tối ưu hóa bị hạn chế

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_A(\beta_i) &= \arg \min_{\mathbf{H}_A} E\{\|\mathbf{r}_d\|^2\} \\ \text{tùy theo } E\{\|\mathbf{q}_a\|^2\} &\leq \sigma_{a,\max}^2, \end{aligned} \quad (29)$$

trong đó $\sigma_{a,\max}^2$ là sự biến dạng tín hiệu môi trường xung quanh có thể chấp nhận tối đa. Giải pháp được cho bởi

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = [\beta_i \Phi_d + \Phi_a]^{-1} \Phi_a, \quad (30)$$

Bộ lọc để tính toán tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh của kênh thứ i bằng

$$\mathbf{h}_{A,i}(\beta_i) = [\beta_i \Phi_d + \Phi_a]^{-1} \Phi_a \mathbf{u}_i. \quad (31)$$

Sau đây, các phương án được cung cấp cụ thể hơn mà nhận ra các khái niệm của sáng chế.

Để xác định thông tin mật độ phổ công suất, ví dụ, ma trận PSD của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh Φ_y có thể được ước lượng một cách trực tiếp sử dụng sự lấy trung bình động thời gian ngắn hoặc sự lấy trung bình đệ quy. Ma trận PSD môi trường xung quanh Φ_a , có thể, ví dụ, được ước lượng như được mô tả dưới đây. Ma trận PSD thẳng Φ_d , có thể, ví dụ, thu được sử dụng Công thức (20).

Sau đây, lần nữa được giả thiết rằng không nhiều hơn một nguồn âm thẳng hoạt động tại thời điểm trong mỗi băng phụ (nguồn thẳng đơn), và rằng do đó Φ_d là hạng một.

Nên lưu ý rằng các mệnh đề, rằng không nhiều hơn một nguồn âm thẳng hoạt động, và rằng Φ_d là hạng một, chỉ là giả thiết. Dù liệu trong thực tế các giả thiết này là đúng hay sai, các phương án của sáng chế sử dụng các công thức dưới đây, cụ thể, các công thức (32) và (33), thậm chí trong các tình huống, trong đó, trong thực tế, nhiều hơn một nguồn âm thẳng hoạt động, và thậm chí khi, trong thực tế, kết quả chính xác là Φ_d là để cho Φ_d không phải hạng một. Trong các tình huống như vậy, các phương án theo sáng chế cũng đề xuất các kết quả tốt, thậm chí khi các giả thiết, rằng không nhiều hơn một nguồn âm hoạt động, và rằng Φ_d là hạng một, trong thực tế, là không đúng.

Do đó, giả thiết rằng không nhiều hơn một nguồn âm thẳng hoạt động, và rằng Φ_d là hạng một, Công thức (23) có thể được viết như

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{\Phi_a^{-1} \Phi_d}{\beta_i + \lambda} \quad (32)$$

$$= \frac{\Phi_a^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}. \quad (33)$$

Công thức (33) đề xuất giải pháp cho vấn đề tối ưu hóa bị hạn chế của Công thức (22).

Trong Công thức (32) và (33), Φ_a^{-1} là ma trận nghịch đảo của Φ_a . Rõ ràng rằng Φ_a^{-1} cũng biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Để xác định $\mathbf{H}_D(\beta_i)$, Φ_a^{-1} và Φ_d phải được xác định. Khi Φ_a có sẵn, Φ_a^{-1} có thể ngay lập tức được xác định. λ được định nghĩa theo các Công thức (27) và (28) và giá trị của chúng có giá trị khi Φ_a^{-1} và Φ_d có giá trị. Ngoài việc xác định Φ_a^{-1} , Φ_d và λ , giá trị phù hợp cho β_i phải được chọn.

Hơn nữa, Công thức (33) có thể được tái lập (xem Công thức (20)), để:

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{(\Phi_y - \Phi_d)^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda} \quad (33a)$$

và, do đó, để duy nhất thông tin PSD Φ_y trên các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh và thông tin PSD Φ_d trên các phần tín hiệu thẳng của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phải được xác định.

Hơn nữa, Công thức (33) có thể được tái lập (xem Công thức (20)), để:

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{\Phi_a^{-1} (\Phi_d + \Phi_a) - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda} \quad (33b)$$

và, do đó, để duy nhất thông tin PSD Φ_a^{-1} trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh và thông tin PSD Φ_d trên các phần tín hiệu thẳng của các tín hiệu kênh đầu vào phải được xác định.

Hơn nữa, Công thức (33) có thể được tái lập, để:

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{\Phi_a^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda} \quad (33c)$$

và, do đó, để $\mathbf{H}_A(\beta_i)$ được xác định.

Công thức (33c) đề xuất giải pháp cho vấn đề tối ưu hóa bị hạn chế của Công thức (29).

Tương tự, các Công thức (33a) và (33b) có thể được tái lập thành:

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{(\Phi_y - \Phi_d)^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda} \quad (33d)$$

hoặc, thành:

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{\Phi_a^{-1} (\Phi_d + \Phi_a) - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda} \quad (33e)$$

Nên lưu ý rằng bằng cách xác định $\mathbf{H}_D(\beta_i)$, bộ lọc $\mathbf{H}_A(\beta_i)$ có giá trị ngay như: $\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \mathbf{H}_D(\beta_i)$.

Hơn nữa, nên lưu ý rằng bằng cách xác định $\mathbf{H}_A(\beta_i)$, bộ lọc $\mathbf{H}_D(\beta_i)$ có giá trị ngay như: $\mathbf{H}_D(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \mathbf{H}_A(\beta_i)$.

Như lưu ý ở trên, để xác định $\mathbf{H}_D(\beta_i)$, ví dụ, theo Công thức (33), Φ_y và Φ_a có thể được xác định:

Ma trận PSD của các tín hiệu âm thanh $\Phi_y(m, k)$ có thể, ví dụ, được ước lượng trực tiếp, ví dụ, bằng cách sử dụng sự lấy trung bình đệ quy

$$\Phi_y(m, k) = (1 - \alpha) \mathbf{y}(m, k) \mathbf{y}^H(m, k) + \alpha \Phi_y(m - 1, k), \quad (34a):$$

trong đó α là hệ số lọc mà xác định thời gian tích phân, hoặc

ví dụ, bằng cách sử dụng sự lấy trung bình có trọng số động thời gian ngắn

$$\Phi_y(m, k) = b_0 \cdot y(m, k) y^H(m, k) + b_1 \cdot y(m-1, k) y^H(m-1, k) \\ + b_2 \cdot y(m-2, k) y^H(m-2, k) + \dots + b_L \cdot y(m-L, k) y^H(m-L, k) \quad (34b)$$

trong đó L là, ví dụ, số lượng các giá trị quá khứ được sử dụng cho sự tính toán PSD, và $b_0 \dots b_L$ là các hệ số mà là, ví dụ, trong phạm vi $[0 \ 1]$ (ví dụ, $0 \leq \text{hệ số} \leq 1$), hoặc

ví dụ, bằng cách sử dụng sự lấy trung bình động thời gian ngắn, theo Phương trình (34b) nhưng với $b_i = \frac{1}{L+1}$ cho tất cả $i = 0 \dots L$.

Bây giờ, ước lượng ma trận PSD môi trường xung quanh Φ_a theo các phương án được mô tả.

Ma trận PSD môi trường xung quanh Φ_a được cho bởi

$$\Phi_a = \hat{\phi}_A \mathbf{I}_{N \times N}, \quad (35)$$

trong đó $\mathbf{I}_{N \times N}$ là ma trận nhận đơn vị có kích thước $N \times N$. $\hat{\phi}_A$ là, ví dụ, số.

Một giải pháp theo phương án, ví dụ, thu được bằng cách sử dụng giá trị bất biến, bằng cách sử dụng Công thức (21) và thiết lập $\hat{\phi}_A$ thành ε bất biến thực dương. Lợi ích của phương pháp này là sự phức tạp về tính toán là không đáng kể.

Trong các phương án, bộ phận xác định bộ lọc 110 được tạo cấu hình để xác định $\hat{\phi}_A$ phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Tùy chọn với độ phức tạp tính toán rất thấp là, theo phương án, ví dụ, để sử dụng phần của công suất đầu vào và để thiết lập $\hat{\phi}_A$ thành giá trị trung bình hoặc giá trị tối thiểu của PSD đầu vào hoặc phần của nó.

$$\hat{\phi}_A = \frac{g}{N} \text{tr}\{\Phi_y\}, \quad (36)$$

trong đó tham số g điều khiển lượng công suất môi trường xung quanh, và $0 < g < 1$.

Theo phương án khác, sự ước lượng được thực hiện dựa trên giá trị trung bình số học. Đưa ra giả thiết rằng dẫn đến Công thức (20) và Công thức (21), có thể thể hiện rằng PSD $\hat{\phi}_A$ có thể được tính toán sử dụng

$$\hat{\phi}_A = \frac{1}{N} \text{tr}\{\Phi_y - \Phi_d\} \quad (37)$$

$$= \frac{1}{N} (\text{tr}\{\Phi_y\} - \text{tr}\{\Phi_d\}). \quad (38)$$

Trọng số $\text{tr}\{\Phi_y\}$ có thể được tính toán trực tiếp sử dụng, ví dụ, sự tích phân đệ quy của Công thức (34a), hoặc, ví dụ, sự lấy trung bình có trọng số động thời gian ngắn của Công thức (34b), $\text{tr}\{\Phi_d\}$ được ước lượng như

$$\text{tr}\{\Phi_d\} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N [(\phi_{Y_i Y_i} - \phi_{Y_j Y_j})^2 \quad (39)$$

$$+ 4\text{Re}\{\phi_{Y_i Y_j}\}^2]^{\frac{1}{2}}. \quad (40)$$

Mặt khác, PSD $\hat{\phi}_A(m, k)$ có thể được tính toán đối với $N > 2$ bằng cách chọn hai tín hiệu kênh đầu vào và ước lượng $\hat{\phi}_A(m, k)$ chỉ cho một cặp kênh tín hiệu. Các kết quả chính xác hơn thu được khi áp dụng quy trình này cho nhiều hơn một cặp tín hiệu kênh đầu vào và tổ hợp các kết quả, ví dụ, bằng cách lấy trung bình tổng các ước lượng. Các tập hợp phụ có thể được chọn bằng cách tận dụng sự tiên nghiệm về kênh có công suất môi trường xung quanh tương tự, ví dụ, bằng cách ước lượng công suất môi trường xung quanh riêng biệt trong tất cả các kênh sau và tất cả các kênh trước của việc ghi 5.1.

Hơn nữa, nên lưu ý rằng từ Công thức (20) và (35), ta suy ra rằng

$$\Phi_d = \Phi_y - \hat{\phi}_A \mathbf{I}_{N \times N}. \quad (35a)$$

Theo một số phương án, Φ_d được xác định bằng cách xác định $\hat{\phi}_A$ (ví dụ, theo Công thức (35), hoặc Công thức (36) hoặc theo các Công thức (37) – (40)) và bằng

cách áp dụng Công thức (35a) để thu được thông tin mật độ phổ công suất trên các phân tín hiệu môi trường xung quanh của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh. Sau đó, $\mathbf{H}_D(\beta_i)$ có thể được xác định, ví dụ, bằng cách sử dụng Công thức (33a).

Sau đây, sự lựa chọn cho tham số β_i được xem xét.

β_i là tham số cân bằng. Tham số cân bằng β_i là số.

Trong một số phương án, chỉ một tham số cân bằng β_i được xác định mà có giá trị cho tất cả các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và tham số cân bằng này sau đó được xem xét như thông tin cân bằng của tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Trong các phương án khác, một tham số cân bằng β_i được xác định cho mỗi hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và hai hoặc nhiều hơn hai tham số cân bằng này của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh sau đó cùng nhau tạo ra thông tin cân bằng.

Trong các phương án khác, thông tin cân bằng có thể không được biểu diễn như tham số nhưng có thể được biểu diễn trong các loại định dạng thích hợp khác nhau.

Như được lưu ý ở trên, tham số β_i cho phép sự cân bằng giữa việc giảm tín hiệu môi trường xung quanh và sự biến dạng tín hiệu thẳng. Nó có thể hoặc được chọn để là hằng số, hoặc phụ thuộc tín hiệu, như được thể hiện trên Fig.6b.

Fig.6b minh họa thiết bị theo phương án khác. Thiết bị bao gồm giàn lọc phân tích 605 để biến đổi các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh $y_i[n]$ từ miền thời gian thành miền thời gian - tần số. Hơn nữa, thiết bị bao gồm giàn lọc tổng hợp 625 để biến đổi một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, (ví dụ, các thành phần tín hiệu thẳng được ước lượng $\hat{d}_1[n], \dots, \hat{d}_N[n]$ của các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh) từ miền thời gian - tần số thành miền thời gian.

Nhiều K bộ phận xác định beta 1111, ..., 11K1 (“tính toán Beta”) xác định các tham số β_i . Hơn nữa, nhiều K bộ phận tính toán bộ lọc phụ 1112, ..., 11K2 xác định các bộ lọc phụ $\mathbf{H}_D^H(m,1), \dots, \mathbf{H}_D^H(m,K)$. Nhiều bộ phận xác định beta 1111, ..., 11K1 và nhiều bộ phận tính toán bộ lọc phụ 1112, ..., 11K2 cùng tạo ra bộ phận

xác định bộ lọc 110 của Fig.1 và Fig.6a theo phương án cụ thể. Nhiều bộ lọc phụ $\mathbf{H}_D^H(m,1), \dots, \mathbf{H}_D^H(m,K)$ cùng tạo ra bộ lọc của Fig.1 và Fig.6a theo phương án cụ thể.

Hơn nữa, Fig.6b minh họa các bộ xử lý tín hiệu phụ 121, ..., 12K, trong đó mỗi bộ xử lý tín hiệu phụ 121, ..., 12K được tạo cấu hình để áp dụng một trong số các bộ lọc phụ $\mathbf{H}_D^H(m,1), \dots, \mathbf{H}_D^H(m,K)$ trên một trong số các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh để thu được một trong số các tín hiệu kênh đầu ra âm thanh. Nhiều bộ xử lý tín hiệu phụ 121, ..., 12K cùng tạo ra bộ xử lý tín hiệu của Fig.1 và Fig.6a theo phương án cụ thể.

Sau đây, các trường hợp sử dụng khác nhau cho việc điều khiển tham số β_i bằng cách phân tích tín hiệu được mô tả.

Đầu tiên, các tín hiệu chuyển tiếp được xem xét.

Theo phương án, bộ phận xác định bộ lọc 110 được tạo cấu hình để xác định thông tin cân bằng (β_i, β_j) phụ thuộc vào việc liệu sự chuyển tiếp có mặt trong ít nhất một tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

Sự ước lượng ma trận PSD đầu vào làm việc tốt nhất cho tín hiệu ổn định. Mặt khác, sự phân tích tín hiệu đầu vào chuyển tiếp có thể dẫn đến sự rò rỉ thành phần tín hiệu chuyển tiếp thành tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh. Điều khiển β_i bằng sự phân tích tín hiệu đối với mức độ của sự không ổn định hoặc xác suất hiện diện chuyển tiếp sao cho β_i là nhỏ hơn khi tín hiệu bao gồm sự chuyển tiếp và lớn hơn trong các phần được duy trì liên tục thành các tín hiệu đầu ra phù hợp hơn khi áp dụng các bộ lọc $\mathbf{H}_D(\beta_i)$. Điều khiển β_i bằng cách phân tích tín hiệu đối với mức độ không ổn định hoặc khả năng hiện diện chuyển tiếp sao cho β_i là lớn hơn khi tín hiệu bao gồm các sự chuyển tiếp và nhỏ hơn trong các phần được duy trì thành các tín hiệu đầu ra phù hợp hơn khi áp dụng các bộ lọc $\mathbf{H}_A(\beta_i)$.

Bây giờ, các tín hiệu môi trường xung quanh không mong đợi được xem xét.

Trong phương án, bộ phận xác định bộ lọc 110 được tạo cấu hình để xác định thông tin cân bằng (β_i, β_j) phụ thuộc vào sự hiện diện của nhiễu âm thêm vào trong

ít nhất một kênh tín hiệu mà qua kênh này một tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh được truyền dẫn.

Phương pháp được đề xuất phân tích các tín hiệu đầu vào không xét đến bản chất của các thành phần tín hiệu môi trường xung quanh. Khi các tín hiệu đầu vào được truyền dẫn trên các kênh tín hiệu nhiễu, có lợi để ước lượng xác suất của sự hiện diện nhiễu âm thêm vào không mong muốn và để điều khiển β_i sao cho DAR đầu ra tăng lên.

Bây giờ, việc điều khiển các mức của tín hiệu đầu ra được mô tả.

Để điều khiển các mức của các tín hiệu đầu ra, β_i có thể được thiết lập riêng biệt đối với kênh thứ i . Các bộ lọc để tính toán tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh của kênh thứ i được cho bởi Công thức (31).

Đối với hai kênh bất kỳ, β_i có thể được tính β_i đã cho sao cho các PSD của các tín hiệu môi trường xung quanh dư $\mathbf{r}_{a,i}$ và $\mathbf{r}_{a,j}$ tại kênh đầu ra thứ i và thứ j là bằng nhau, tức là,

$$\mathbf{h}_{A,i}^H(\beta_i) \Phi_a \mathbf{h}_{A,i}(\beta_i) = \mathbf{h}_{A,j}^H(\beta_j) \Phi_a \mathbf{h}_{A,j}(\beta_j). \quad (41)$$

hoặc

$$\begin{aligned} & (\mathbf{u}_i - \mathbf{h}_{D,i}(\beta_i))^H \Phi_a (\mathbf{u}_i - \mathbf{h}_{D,i}(\beta_i)) \\ & = (\mathbf{u}_j - \mathbf{h}_{D,j}(\beta_j))^H \Phi_a (\mathbf{u}_j - \mathbf{h}_{D,j}(\beta_j)). \end{aligned} \quad (42)$$

Mặt khác, β_i có thể được tính sao cho các PSD của các tín hiệu môi trường xung quanh đầu ra $\hat{a}_i$ và $\hat{a}_j$ là bằng nhau đối với tất cả các cặp i và j .

Bây giờ, việc sử dụng thông tin ghép nhẵn được xem xét.

Đối với trường hợp hai kênh đầu vào, thông tin ghép nhẵn xác định số lượng sự chênh lệch mức độ giữa hai kênh mỗi băng phụ. Thông tin ghép nhẵn có thể được áp dụng cho việc điều khiển β_i để điều khiển chiều rộng được nhận biết của các tín hiệu đầu ra.

Dưới đây, các tín hiệu kênh môi trường xung quanh đầu ra cân bằng được xem xét.

Sự xử lý được mô tả không đảm bảo rằng tất cả các tín hiệu kênh môi trường xung quanh đầu ra có các công suất băng phụ cân bằng. Để đảm bảo rằng tất cả các tín hiệu kênh môi trường xung quanh đầu ra có các công suất băng phụ bằng nhau, các bộ lọc được cải biên như được mô tả sau đây đối với phương án sử dụng các bộ lọc $\mathbf{H}_D$ như được mô tả ở trên. Ma trận hiệp phương sai của tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh (bao gồm các PSD tự động của mỗi kênh trên đường chéo chính) có thể thu được như

$$\Phi_{\hat{\mathbf{a}}} = (\mathbf{I} - \mathbf{H}_D)^H \Phi_y (\mathbf{I} - \mathbf{H}_D). \quad (43)$$

Để đảm bảo rằng các PSD của tất cả các kênh môi trường xung quanh đầu ra là bằng nhau, các bộ lọc $\mathbf{H}_D$ được thay thế bằng $\tilde{\mathbf{H}}_D$:

$$\tilde{\mathbf{H}}_D = \mathbf{I} - \mathbf{G}(\mathbf{I} - \mathbf{H}_D) = \mathbf{I} - \mathbf{G} + \mathbf{G}\mathbf{H}_D \quad (44)$$

trong đó $\mathbf{G}$ là ma trận chéo mà các phần tử chính của ma trận này trên đường chéo chính là

$$g_{ii} = \sqrt{\frac{\text{tr}\{\Phi_{\hat{\mathbf{a}}}\}}{N\phi_{\hat{A}_i, \hat{A}_i}}}, 1 \leq i \leq N. \quad (45)$$

Đối với phương án sử dụng các bộ lọc $\mathbf{H}_A$ như được mô tả ở trên, ma trận hiệp phương sai của tín hiệu đầu ra môi trường xung quanh (bao gồm các PSD tự động của mỗi kênh trên đường chéo chính) có thể thu được như

$$\Phi_{\hat{\mathbf{a}}} = \mathbf{H}_A^H \Phi_y \mathbf{H}_A. \quad (46)$$

Để đảm bảo rằng các PSD của tất cả các kênh môi trường xung quanh đầu ra là bằng nhau, các bộ lọc $\mathbf{H}_A$ được thay thế bởi $\tilde{\mathbf{H}}_A$:

$$\tilde{\mathbf{H}}_A = \mathbf{G}\mathbf{H}_A \quad (47)$$

Mặc dù một vài khía cạnh đã được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng biểu diễn sự mô tả của phương pháp tương ứng, mà khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc dấu hiệu của bước phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong ngữ cảnh của bước phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng.

Tín hiệu đã được tách ra có thể được cất trữ trên môi trường lưu trữ số hoặc có thể được truyền trên môi trường truyền như môi trường truyền dẫn không dây hoặc môi trường truyền dẫn có dây như Liên mạng.

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

Một số phương án theo sáng chế gồm có sóng mang dữ liệu không tạm thời có các tín hiệu điều khiển đọc được nhờ điện tử, chúng có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính lập trình được, do đó một trong các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Thông thường, các phương án theo sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình hoạt động để thực hiện một trong các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể ví dụ được lưu trữ trên sóng mang máy đọc được.

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

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

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, sóng mang dữ liệu (hoặc môi trường lưu trữ số, hoặc môi trường máy tính đọc được) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu thể hiện chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp đã được mô tả ở đây. Ví dụ, có thể cấu hình dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu để được truyền thông qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua Liên mạng.

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

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

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng cổng lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Theo một số phương án, mảng cổng lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp ưu tiên được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả bên trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các sự biến thể và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Đó là ý định, do đó, được giới hạn chỉ bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và không bởi các chi tiết cụ thể được thể hiện bằng cách theo sự bản mô tả và sự giải thích các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, trong đó mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thẳng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh, trong đó thiết bị bao gồm:

bộ phận xác định bộ lọc (110) để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, trong đó bộ lọc phụ thuộc vào thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, và

bộ xử lý tín hiệu (120) để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, trong đó một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào bộ lọc,

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

2. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó thiết bị còn bao gồm giàn lọc phân tích (605) để biến đổi hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh từ miền thời gian thành miền thời gian - tần số,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai phụ thuộc vào các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số,

trong đó bộ xử lý tín hiệu (120) được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, và

trong đó thiết bị còn bao gồm giàn lọc tổng hợp (625) để biến đổi một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh, được biểu diễn trong miền thời gian - tần số, từ miền thời gian - tần số thành miền thời gian.

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất, bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, và bằng cách xác định thông tin cân bằng phụ thuộc vào ít nhất một tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

4. Thiết bị theo điểm 3, trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định thông tin cân bằng phụ thuộc vào việc liệu sự chuyển tiếp có mặt trong ít nhất một tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh hay không.

5. Thiết bị theo điểm 3 hoặc 4, trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định thông tin cân bằng phụ thuộc vào sự có mặt của nhiễu âm bổ sung trong ít nhất một kênh tín hiệu mà qua đó một tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh được truyền dẫn.

6. Thiết bị theo một trong số các điểm từ 3 đến 5,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ nhất, ma trận thứ nhất bao gồm sự ước lượng mật độ phổ công suất cho mỗi tín hiệu kênh trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh trên đường chéo chính của ma trận thứ nhất, và được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ hai hoặc phụ thuộc vào ma trận nghịch đảo của ma trận thứ hai, ma trận thứ hai bao gồm sự ước lượng mật độ phổ công suất đối với các phần tín hiệu môi trường xung quanh của mỗi tín hiệu kênh trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh trên đường chéo chính của ma trận thứ hai, hoặc

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ nhất, và được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ ba hoặc phụ thuộc vào ma trận nghịch đảo của ma trận thứ ba, ma trận thứ ba bao gồm sự ước lượng mật độ phổ công suất cho các phần tín hiệu thẳng của mỗi tín hiệu kênh trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh trên đường chéo chính của ma trận thứ ba, hoặc

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ hai hoặc phụ thuộc vào ma trận nghịch đảo của ma trận thứ hai, và được tạo cấu hình để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào ma trận thứ ba hoặc phụ thuộc vào ma trận nghịch đảo của ma trận thứ ba.

7. Thiết bị theo điểm 6,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ nhất để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín

hiệu kênh đầu vào âm thanh, và được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ hai hoặc ma trận nghịch đảo của ma trận thứ hai để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai phần tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ nhất để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ ba hoặc ma trận nghịch đảo của ma trận thứ ba để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ hai hoặc ma trận nghịch đảo của ma trận thứ hai để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ ba hoặc ma trận nghịch đảo của ma trận thứ ba để xác định thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

8. Thiết bị theo điểm 6 hoặc 7,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định bộ lọc $\mathbf{H}_D(\beta_i)$ phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{\Phi_a^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}$$

hoặc phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{(\Phi_y - \Phi_d)^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}$$

hoặc phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_D(\beta_i) = \frac{\Phi_a^{-1}(\Phi_d + \Phi_a) - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}, \text{ hoặc}$$

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định bộ lọc $\mathbf{H}_A(\beta_i)$ phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{\Phi_a^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}$$

hoặc phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{(\Phi_y - \Phi_d)^{-1} \Phi_y - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda}$$

hoặc phụ thuộc vào công thức

$$\mathbf{H}_A(\beta_i) = \mathbf{I}_{N \times N} - \frac{\Phi_a^{-1}(\Phi_d + \Phi_a) - \mathbf{I}_{N \times N}}{\beta_i + \lambda},$$

trong đó Φ_y là ma trận thứ nhất,

trong đó Φ_a là ma trận thứ hai,

trong đó Φ_a^{-1} là ma trận nghịch đảo của ma trận thứ hai,

trong đó Φ_d là ma trận thứ ba,

trong đó $\mathbf{I}_{N \times N}$ là ma trận đơn vị có kích thước $N \times N$,

trong đó N biểu thị số lượng các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh,

trong đó β_i là thông tin cân bằng là số, và

trong đó $\lambda = \text{tr}\{\Phi_a^{-1}\Phi_d\}$,

trong đó tr là toán tử vết.

9. Thiết bị theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 đến 8, trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định tham số cân bằng cho mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh như thông tin cân bằng, trong đó tham số cân bằng của mỗi tín hiệu trong số các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh phụ thuộc vào tín hiệu kênh đầu vào âm thanh đã nêu.

10. Thiết bị theo điểm 8,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định tham số cân bằng cho mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh như thông tin cân bằng, để đối với mỗi cặp của tín hiệu kênh đầu vào âm thanh thứ nhất trong số các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh và tín hiệu kênh đầu vào âm thanh thứ hai khác trong số các tín hiệu kênh đầu vào âm thanh

$$\mathbf{h}_{A,i}^H(\beta_i)\Phi_a\mathbf{h}_{A,i}(\beta_i) = \mathbf{h}_{A,j}^H(\beta_j)\Phi_a\mathbf{h}_{A,j}(\beta_j)$$

là đúng,

trong đó β_i là tham số cân bằng của tín hiệu kênh đầu vào âm thanh thứ nhất đã nêu,

trong đó β_j là tham số cân bằng của tín hiệu kênh đầu vào âm thanh thứ hai đã nêu,

trong đó:

$$\mathbf{h}_{A,i}(\beta_i) = [\beta_i \Phi_d + \Phi_a]^{-1} \Phi_a \mathbf{u}_i,$$

trong đó $\mathbf{h}_{A,i}^H(\beta_i)$ là ma trận hoán vị liên hợp $\mathbf{h}_{A,i}(\beta_i)$, và

trong đó $\mathbf{u}_i$ là vectơ không có chiều dài N với 1 tại vị trí thứ i .

11. Thiết bị theo điểm 8 hoặc 10,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ hai Φ_a theo công thức

$$\Phi_a = \hat{\phi}_A \mathbf{I}_{N \times N}, \quad \text{hoặc}$$

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận thứ ba Φ_d theo công thức

$$\Phi_d = \Phi_y - \hat{\phi}_A \mathbf{I}_{N \times N},$$

trong đó $\hat{\phi}_A$ là số.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định $\hat{\phi}_A$ phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

13. Thiết bị theo một trong số các điểm từ 1 đến 7,

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định ma trận bộ lọc trung gian $\mathbf{H}_D$ bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, và

trong đó bộ phận xác định bộ lọc (110) được tạo cấu hình để xác định bộ lọc $\tilde{\mathbf{H}}_D$ phụ thuộc vào ma trận bộ lọc trung gian $\mathbf{H}_D$ theo công thức

$$\tilde{\mathbf{H}}_D = \mathbf{I} - \mathbf{G} + \mathbf{G}\mathbf{H}_D,$$

trong đó $\mathbf{I}$ là ma trận đơn vị, và

trong đó $\mathbf{G}$ là ma trận chéo,

trong đó bộ xử lý tín hiệu (120) được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc $\tilde{H}_D$ trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

14. Phương pháp tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, trong đó mỗi tín hiệu trong số hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh bao gồm các phần tín hiệu thẳng và các phần tín hiệu môi trường xung quanh, trong đó phương pháp bao gồm:

xác định bộ lọc bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và bằng cách ước lượng thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, trong đó bộ lọc phụ thuộc vào thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai, và

tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh bằng cách áp dụng bộ lọc trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, trong đó một hoặc nhiều tín hiệu kênh đầu ra âm thanh phụ thuộc vào bộ lọc,

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, hoặc

trong đó thông tin mật độ phổ công suất thứ nhất biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu thẳng của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh, và thông tin mật độ phổ công suất thứ hai biểu thị thông tin mật độ phổ công suất trên các phần tín hiệu môi trường xung quanh của hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh đầu vào âm thanh.

15. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 14 khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

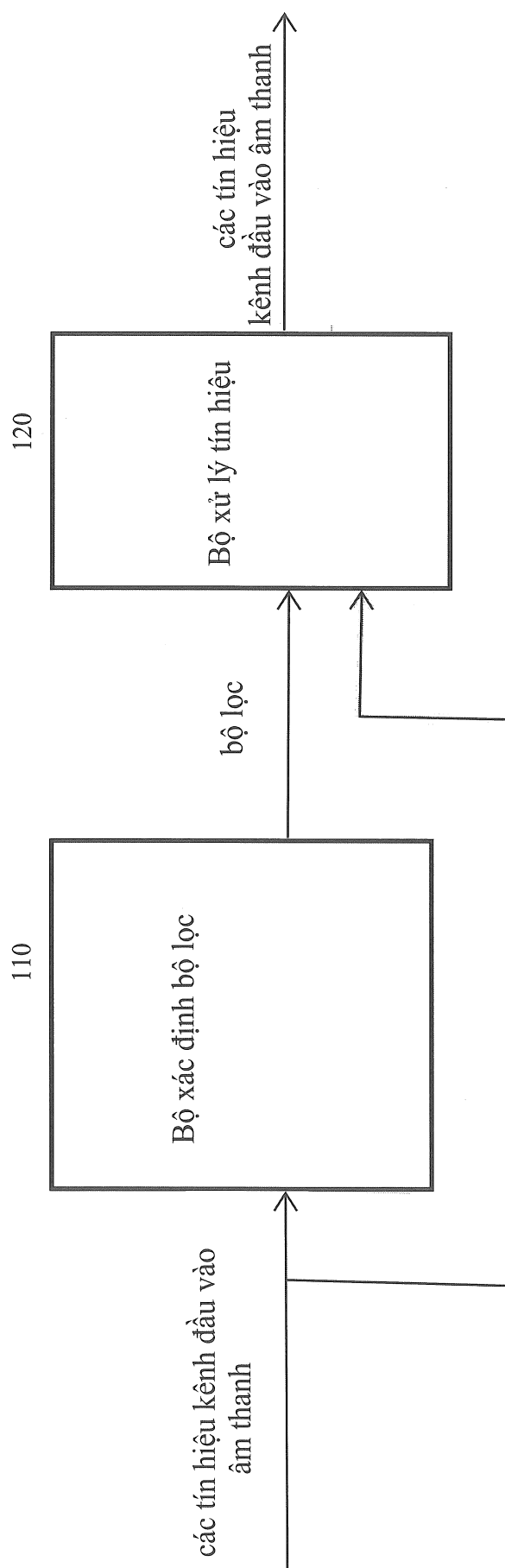


Fig.1

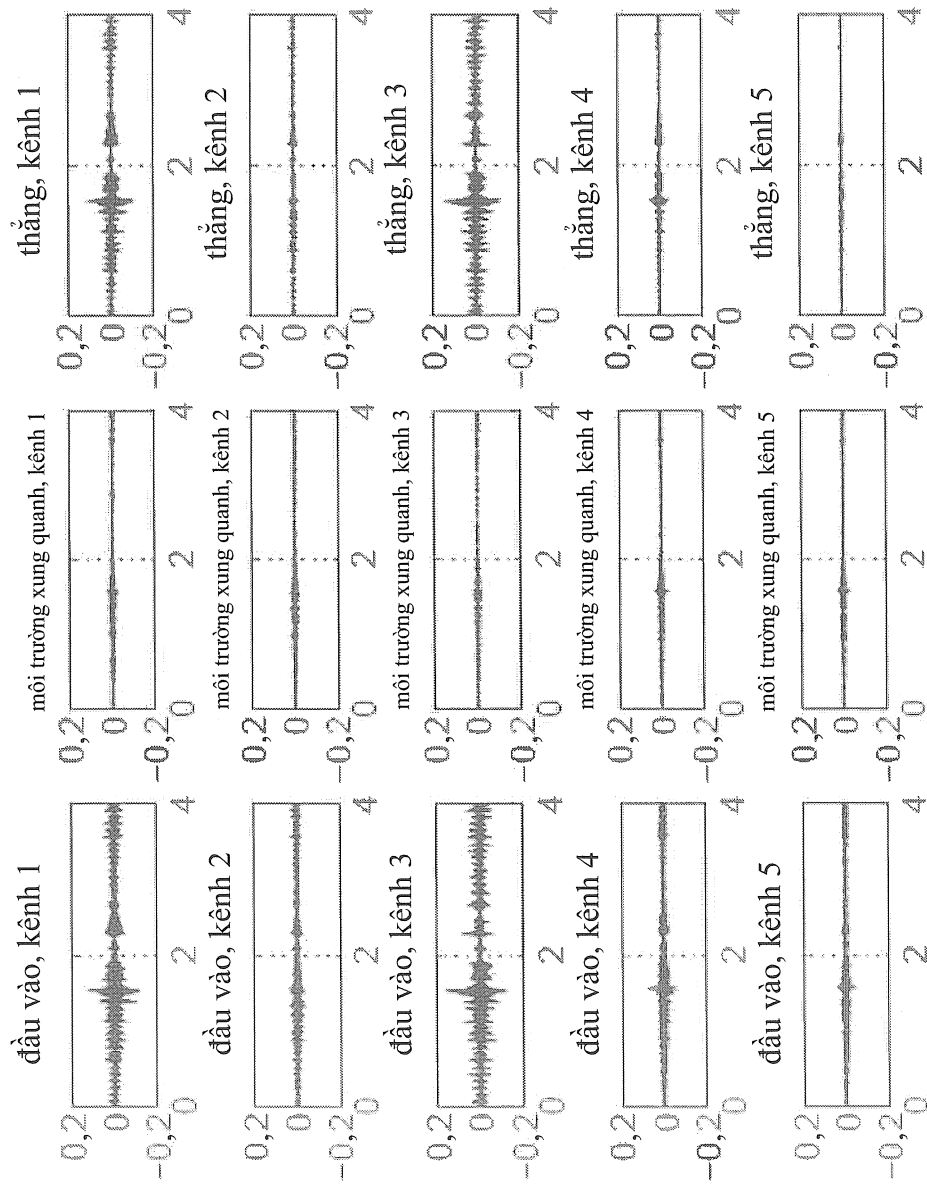


Fig.2

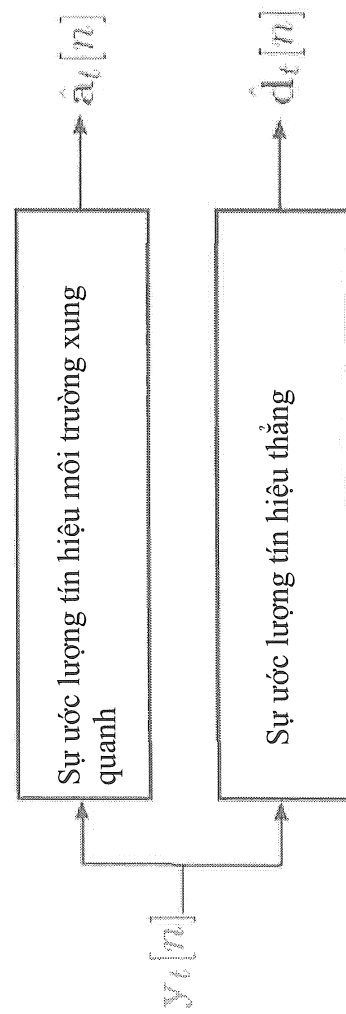


Fig.3

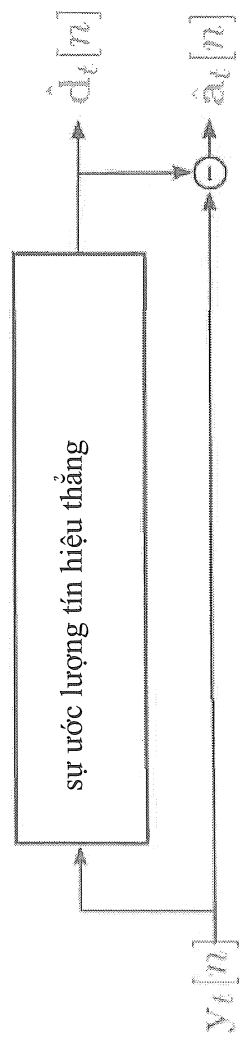


Fig.4

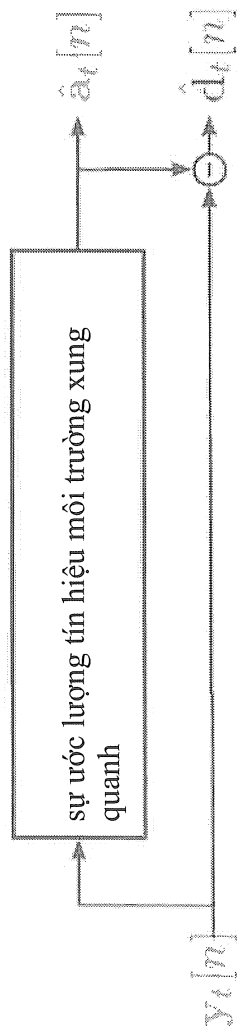


Fig.5

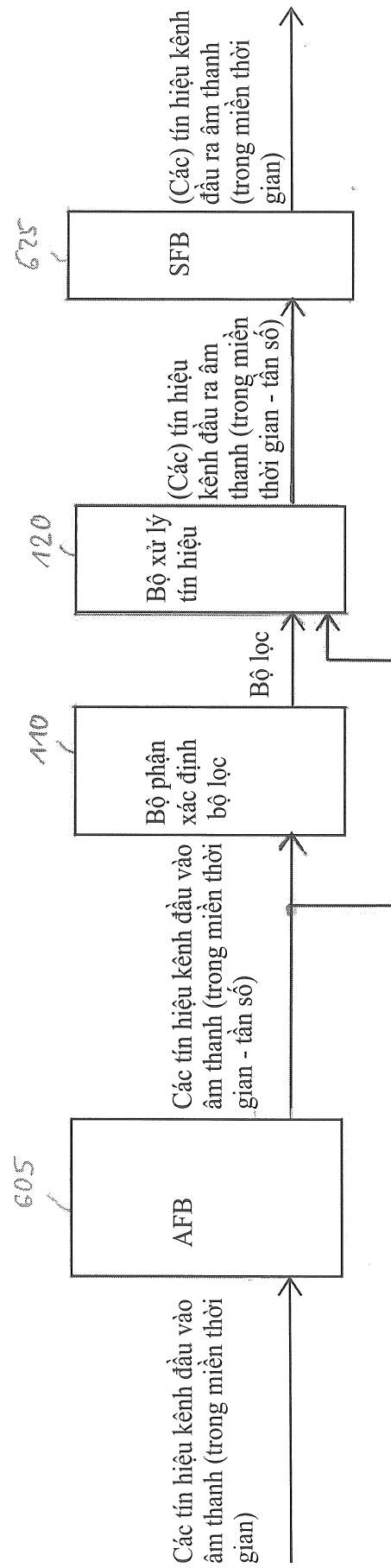


Fig.6a

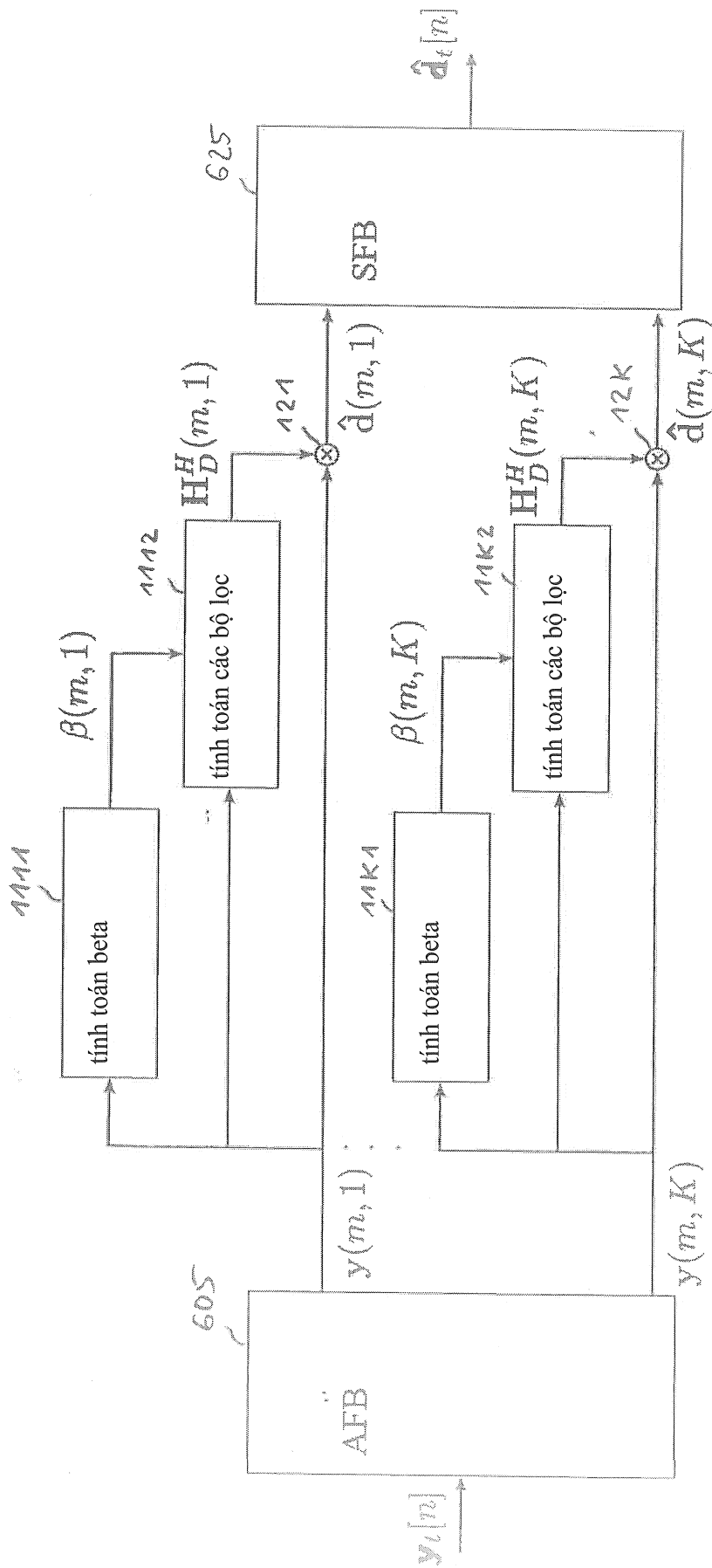


Fig.6b