



(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)



1-0043495

(51)⁷ H03G 7/00

(13) B

(21) 1-2019-06286

(22) 10/04/2018

(86) PCT/EP2018/025106 10/04/2018

(87) WO 2018/188812 18/10/2018

(30) 17166448.5 13/04/2017 EP

(45) 25/02/2025 443

(43) 30/01/2020 382A

(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)

Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) MABANDE, Edwin (ZW); KUECH, Fabian (DE); KRATSCHMER, Michael (DE);
MEIER, Michael (DE); NEUGEBAUER, Bernhard (DE).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU ÂM THANH ĐẦU VÀO VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ
LÝ TÍN HIỆU ÂM THANH ĐẦU VÀO

(21) 1-2019-06286

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị (1) để xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào (100) bao gồm bộ đánh giá (10) để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) để xác định phạm vi độ to (LRA_{in}) và giá trị độ to thực tế. Bộ tính toán (11) xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}), dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}) và dựa trên giá trị độ to thực tế được xác định. Bộ tính toán (11) còn xác định ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định. Bộ điều chỉnh (12) cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra (101) dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào (100) và dựa trên ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định. Bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén sao cho chênh lệch giữa độ to trung bình (μ_{out}) của tín hiệu âm thanh đầu ra (101) và độ to trung bình (μ_{in}) của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) được giảm thiểu. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào.

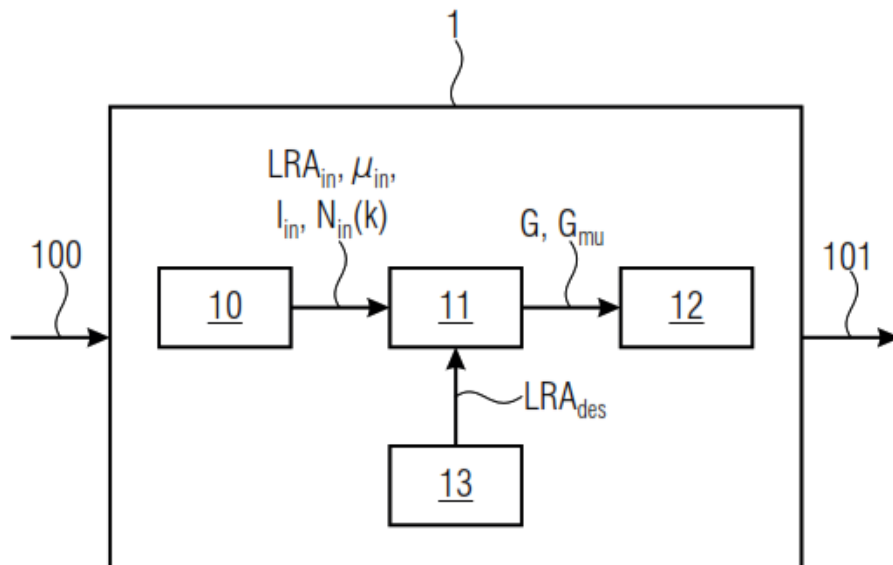


Fig. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào và chương trình máy tính.

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực xử lý các tín hiệu âm thanh, cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp mà điều khiển phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh, tức là điều chỉnh phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh để phù hợp với phạm vi độ to mục tiêu mong muốn. Phạm vi độ to [1] là thước đo động của tín hiệu âm thanh. Như được nêu trong tài liệu [1], theo nghĩa của sáng chế, phạm vi độ to định lượng biến thiên theo số đo độ to thay đổi theo thời gian. Do đó, phạm vi độ to mô tả sự phân phối thống kê của các giá trị độ to tức thời đo được.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc điều khiển phạm vi độ to là đáng mong muốn đối với phạm vi kịch bản rộng, ví dụ,

- phát lại với các thiết bị mà có các hạn chế về khả năng hệ thống phát lại âm thanh.
- phát lại dưới các chế độ xem xét đặc biệt, ví dụ, chế độ đêm khuya
- phát lại trong môi trường với nhiễu âm môi trường xung quanh cao
- xử lý trước cho sự chuẩn hóa độ to thời gian thực.

Phương pháp mà cho phép điều khiển phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh để đạt được phạm vi độ to mục tiêu được gọi là điều khiển phạm vi độ to (Loudness Range Control - LRAC). Trong tài liệu tham khảo, phần lớn các phương pháp tìm kiếm để điều khiển phạm vi động của tín hiệu âm thanh, tức là, điều khiển phạm vi động (Dynamic Range Control - DRC). Việc định nghĩa phạm vi độ to được chuẩn hóa [1] trong khi định nghĩa về phạm vi động đôi khi khác. Tất nhiên, việc điều khiển phạm vi động liên quan đến việc điều khiển phạm vi độ to. Do đó, vì mục đích đơn giản, cả hai có thể được chỉ định như các phương pháp LRAC.

Điều khiển độ khuếch đại tự động (Automatic gain control - AGC) biểu diễn phương pháp mà liên quan đến điều khiển toàn bộ mức tín hiệu âm thanh. Do thực tế là độ khuếch đại thường là biến số thời gian, việc này thường dẫn đến thay đổi phạm

vi động, tức là phạm vi động thường được giảm. Tuy nhiên, lượng thay đổi phạm vi động không dự báo được, tức là, phạm vi động của tín hiệu đầu ra là không biết và có thể không được điều khiển theo cách mong muốn.

Tất nhiên, mục đích của việc áp dụng bộ xử lý với hàm truyền được lựa chọn trước cố định (cũng được biết đến như tập hợp tích) là để thay đổi phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh. Lựa chọn của hàm truyền được dựa trên một số tiêu chuẩn được định trước, ví dụ, chế độ theo dõi. Tuy nhiên, việc áp dụng hàm truyền của bộ nén định trước cũng không thể đảm bảo rằng phạm vi độ to mục tiêu đạt được ở đầu ra.

Để đạt được phạm vi độ to mục tiêu mong muốn, hàm truyền mà là đơn nhất với tín hiệu âm thanh đã cho được xác định. Hàm truyền sau đó được áp dụng cho tín hiệu âm thanh để tạo ra âm thanh được điều khiển phạm vi độ to. Ngoài ra, hàm truyền cần được thiết kế để đạt được phạm vi độ to mục tiêu mong muốn với sự suy giảm chất lượng tín hiệu âm thanh rất nhỏ.

Trong tình trạng kỹ thuật, các phương pháp khác nhau được biết đến.

Các hàm truyền cố định/được định trước:

Các hàm truyền được định trước và được lựa chọn dựa trên nội dung phát lại kỳ vọng, ví dụ, phim, bản tin, âm nhạc hoặc trên chế độ nghe, ví dụ chế độ đêm khuya.

Các hàm truyền dựa trên tín hiệu chuẩn:

Các phương pháp khác [2] đề xuất sử dụng tổ hợp tín hiệu chuẩn đo được, ví dụ, mức nhiễu âm nền trong môi trường nghe, và thiết lập điều khiển âm lượng trên thiết bị phát lại.

Các hàm truyền dựa trên tham số:

Ở đây, hàm truyền được thiết kế chỉ dựa trên các tham số đầu vào xác định người dùng.

Đối với phương pháp được đề xuất trong tài liệu [3], mức trung bình và phạm vi động của tín hiệu âm thanh đầu vào được xác định. Dựa trên mức trung bình và việc thiết lập phạm vi động mong muốn của người dùng, hàm truyền được tính toán và được áp dụng cho tín hiệu âm thanh đầu vào.

Fig.1 thể hiện dung sai phạm vi động mong muốn dựa trên con chạy và hàm truyền tương ứng. Trên trục X của sơ đồ, độ to đầu vào theo [dB] và trên trục y, độ to đầu ra theo [dB] được cho. Con chạy làm ví dụ ở bên trái cho phép thiết lập "vùng dung sai phạm vi động" mà ảnh hưởng tới dạng hàm truyền. Vùng phía dưới của độ to

đầu vào đạt tới giới hạn trên của sản nhiễu. Điều này được cho phép bởi đoạn với độ to đầu ra không đổi. Vùng dung sai phạm vi động tương ứng với phạm vi động mong muốn trong trường hợp này. Phần tuyến tính của hàm truyền được đặt ở mức tín hiệu trung bình (dịch chuyển ngang), mà phụ thuộc thời gian theo sau một lần nữa bởi đoạn với độ to đầu ra không đổi.

Phạm vi động đo được không được sử dụng trong việc tính toán hàm truyền, tức là, việc điều khiển dành riêng của phạm vi động hoặc phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào là không thể.

Trong tài liệu [4], độ lan truyền động, mà là độ sai lệch tuyệt đối trung bình từ độ to trung bình, được điều khiển. Bộ nén cụ thể với hai phân đoạn được sử dụng như được thể hiện trên Fig.2 (độ to đầu ra với độ to đầu vào). Hai tham số sẽ được ước lượng là ngưỡng bộ nén (được biểu thị bởi chấm đen) và độ dốc (tức là độ sai lệch từ đường cong tuyến tính được cho với đường nét đứt). Ngưỡng được định rõ bởi người dùng như số phần trăm và được chuyển đổi sang dB bằng cách sử dụng hồ sơ động [dB với số phần trăm]. Độ dốc được tính toán dựa trên giả định rằng có mối quan hệ tuyến tính giữa các thay đổi độ lan truyền động và thay đổi theo độ dốc.

$$\frac{S_{des} - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} = \frac{D_{des} - D_{min}}{D_{max} - D_{min}} \quad (1)$$

trong đó S_{des} và D_{des} lần lượt là độ dốc và độ lan truyền động mong muốn, và D_{in} là độ lan truyền động đo được.

Thông thường, $S_{min} = D_{min} = 0$, $S_{max} = 1$ and $D_{max} = D_{in}$, do đó:

$$S_{des} = \frac{D_{des}}{D_{in}} \quad (2)$$

Hàm truyền sau đó được làm thích ứng thông qua quy trình lặp.

Trước hết, hàm truyền được áp dụng cho biểu đồ tần suất đầu vào của dữ liệu âm thanh hoặc được áp dụng cho dữ liệu âm thanh để xác định độ lan truyền động đạt được. Độ dốc của hàm truyền sau đó được điều chỉnh và thủ tục được lặp lại đến khi đạt được độ lan truyền động mong muốn.

Có hai nhược điểm được ngụ ý bởi phương pháp này để kiểm soát phạm vi động:

1) Chỉ độ dốc của hàm truyền được xác định nhưng không phải vị trí của nó tương ứng với phần gốc, tức là, phần dịch chuyển của mặt phẳng được mở rộng bởi

mức đầu vào/đầu ra. Do đó, phạm vi của độ khuếch đại thu được có thể không được dự báo.

2) Quy trình lập để thu được hàm truyền cuối cùng từ hàm ban đầu là rất phức tạp về mặt tính toán và có thể không cần thiết dẫn tới kết quả tốt nhất, khi lựa chọn hàm truyền ban đầu, với người dùng của nó xác định ngưỡng, giới hạn đặc tính của các hàm truyền cuối cùng có khả năng.

Độ khuếch đại bổ sung được tính toán bằng cách áp dụng hàm truyền cuối cùng cho biểu đồ tần suất đầu vào và sau đó làm gần đúng độ to đầu ra từ đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cung cấp thiết bị và phương pháp để xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào cụ thể là liên quan đến độ to của các tín hiệu đầu ra không có các hạn chế của tình trạng kỹ thuật.

Mục đích của sáng chế đạt được bởi thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào bao gồm bộ đánh giá, bộ tính toán và bộ điều chỉnh. Bộ đánh giá được tạo cấu hình để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào để xác định phạm vi độ to và giá trị độ to thực tế. Phạm vi độ to được xác định trong một phương án cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào và trong phương án khác cho khoảng thời gian đã cho (ví dụ khung) của tín hiệu âm thanh đầu vào. Giá trị độ to thực tế là, ví dụ, giá trị độ to tức thời hoặc giá trị độ to ngắn hạn của tín hiệu âm thanh đầu vào [6]. Cần làm rõ rằng bất kỳ phép đo biểu thị hoặc cung cấp phép đo phù hợp của mức hoặc năng lượng của ít nhất là khoảng thời gian của tín hiệu âm thanh đầu vào, ví dụ, năng lượng trung bình, có thể được sử dụng thay vì phép đo độ to thực tế được đề cập ở trên. Bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định, dựa trên phạm vi độ to mục tiêu và dựa trên giá trị độ to thực tế được xác định. Trong một số phương án, hàm truyền của bộ nén còn được dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to. Thời điểm thống kê, ví dụ, có nghĩa là giá trị độ to hoặc độ to công tích hợp của đầu vào âm thanh theo ITU-R BS.1770 [5]). Bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định. Bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào và dựa trên ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định. Trong phương án khác, bộ tính toán cung

cấp độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to cho bộ điều chỉnh để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra.

Trong một phương án, bộ đánh giá được tạo cấu hình để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào để xác định thời điểm thống kê của giá trị độ to. Hơn nữa, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định trước dựa trên phạm vi độ to mục tiêu và dựa trên chênh lệch giữa giá trị độ to thực tế được xác định và thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.

Theo phương án khác nhau, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ cong và sự dịch chuyển, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định độ cong dựa trên phạm vi độ to được xác định và dựa trên phạm vi độ to mục tiêu, và bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định sự dịch chuyển dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ dốc và sự dịch chuyển, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định độ dốc dựa trên phạm vi độ to được xác định và dựa trên phạm vi độ to mục tiêu, và bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định sự dịch chuyển dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.

Theo phương án của sáng chế, hàm truyền của bộ nén được xác định có giá trị cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để đánh giá độ to của toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào.

Trong một phương án, bộ đánh giá được tạo cấu hình để đánh giá độ to của ít nhất khoảng thời gian của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định giá trị độ to tức thời hoặc giá trị độ to ngắn hạn như giá trị độ to thực tế.

Theo phương án, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định độ to trung bình như thời điểm thống kê giá trị độ to.

Theo phương án khác, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định độ to công tích hợp như thời điểm thống kê giá trị độ to.

Theo phương án, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén sao cho độ to trung bình của tín hiệu âm thanh đầu ra và độ to trung bình được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào là bằng nhau.

Theo phương án, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp cho bộ điều chỉnh độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định.

Theo phương án, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp cho bộ điều chỉnh độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định chỉ trong trường hợp độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được tính toán nhỏ hơn hoặc bằng giá trị độ khuếch đại cực đại. Theo phương án, khi độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định lớn hơn giá trị độ khuếch đại cực đại, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp cho bộ điều chỉnh giá trị độ khuếch đại cực đại. Theo phương án thay thế, khi độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to lớn hơn giá trị độ khuếch đại cực đại, bộ tính toán không cung cấp độ khuếch đại cho bộ điều chỉnh và bộ điều chỉnh giả định giá trị độ khuếch đại cực đại hoặc sử dụng độ khuếch đại được lưu cho trường hợp này.

Trong phương án khác, bộ tính toán được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định và dựa trên giá trị độ khuếch đại cực đại sao cho độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định nhỏ hơn hoặc bằng giá trị độ khuếch đại cực đại. Do đó, bộ tính toán xác định, ví dụ, độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định sẽ được trình tới bộ điều chỉnh bằng cách tính toán cực tiểu của giá trị độ khuếch đại được xác định thực tế và giá trị độ khuếch đại cực đại.

Theo phương án, giá trị độ khuếch đại cực đại được thiết lập bởi đầu vào người dùng. Theo phương án thay thế, giá trị độ khuếch đại cực đại phụ thuộc vào chênh lệch giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án, thiết bị còn bao gồm giao diện đầu vào được tạo cấu hình để nhận giá trị cho phạm vi độ to mục tiêu. Do đó, thông qua giao diện đầu vào, người dùng nhập vào phạm vi độ to mục tiêu mong muốn.

Một số phương án của thiết bị và các phương pháp như sau:

Theo phương án, bộ đánh giá được tạo cấu hình để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào để xác định phạm vi độ to và độ to trung bình. Bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ dốc tỷ lệ với tỷ số giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào. Bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị dịch chuyển phụ thuộc vào độ to trung bình được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào (theo một phương án, sự dịch chuyển phụ thuộc vào độ to trung

binh được xác định nhân với chênh lệch giữa 1 và độ dốc). Bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán dữ liệu điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền tuyến tính phụ thuộc vào giá trị dịch chuyển được tính toán và phụ thuộc vào giá trị độ dốc được tính toán. Cuối cùng, bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào và dựa trên dữ liệu điều khiển phạm vi độ to.

Theo phương án của sáng chế, hàm truyền tuyến tính có giá trị cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào. Theo phương án của sáng chế, một hàm truyền tuyến tính được sử dụng cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào, tức là cho tất cả giá trị độ to. Trong một phương án, hàm truyền tuyến tính có giá trị cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào ngoại trừ các giá trị độ to rất cao và/hoặc rất thấp.

Theo phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định phạm vi độ to và độ to trung bình của toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào. Phương án này đặc biệt liên quan đối với việc xử lý ngoại tuyến tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định phạm vi độ to và độ to trung bình của ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ dốc như sản phẩm của hằng số tỷ lệ nhân với tỷ số giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào. Phạm vi độ to mục tiêu được nhập vào bởi người dùng và viện dẫn đến phạm vi độ to của tín hiệu âm thanh đầu ra, phạm vi độ to được xác định được cho bởi tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, hằng số tỷ lệ được thiết lập bằng một. Do đó, giá trị độ dốc được cho bởi tỷ số giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị dịch chuyển sao cho độ to trung bình của tín hiệu âm thanh đầu ra và độ to trung bình được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào là bằng nhau.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị dịch chuyển sử dụng công thức sau: $a = \mu_{in} * (1 - b)$. Giá trị dịch chuyển được cho bởi a , độ to trung bình được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào được biểu thị bởi μ_{in} , và b là giá trị độ dốc được tính toán.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to và bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để áp dụng độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to cho tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định giá trị độ to đầu vào của khung của tín hiệu âm thanh đầu vào có khoảng thời gian ngắn hạn. Bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp giá trị độ to đầu ra của khung của tín hiệu âm thanh đầu ra tương ứng với khung của tín hiệu âm thanh đầu vào. Hơn nữa, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ to đầu ra sử dụng công thức sau: $N_{out}(k) = a + b * N_{in}(k)$. trong đó: $N_{out}(k)$ là giá trị độ to đầu ra, a là giá trị dịch chuyển, b là giá trị độ dốc, $N_{in}(k)$ là giá trị độ to đầu vào được xác định của khung tương ứng của tín hiệu đầu vào âm thanh, và k là chỉ số của khung. Do đó khung là một phần của tín hiệu đầu vào mà ví dụ phạm vi độ to và/hoặc độ to trung bình được xác định từ đó.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to như chênh lệch giữa giá trị độ to được tính toán của khung của tín hiệu âm thanh đầu ra và giá trị độ to được xác định của khung tương ứng của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to sử dụng công thức sau: $G(k) = a + (b - 1) * N_{in}(k)$, trong đó $G(k)$ là độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to, a là giá trị dịch chuyển được tính toán, b là giá trị độ dốc được tính toán, $N_{in}(k)$ là giá trị độ to đầu vào được xác định của khung của tín hiệu đầu vào âm thanh, và k là chỉ số của khung. Do đó, độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to là ví dụ của dữ liệu điều khiển phạm vi độ to sẽ được sử dụng bởi bộ điều chỉnh.

Theo phương án của sáng chế, bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để áp dụng độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to cho tín hiệu âm thanh đầu vào để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp cho bộ điều chỉnh độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được tính toán. Theo phương án của sáng chế, độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được tính toán đã cung cấp nhỏ hơn hoặc bằng giá trị độ khuếch đại cực đại.

Theo phương án, giá trị độ khuếch đại cực đại được thiết lập bởi đầu vào người dùng.

Theo phương án của sáng chế, giá trị độ khuếch đại cực đại phụ thuộc vào chênh lệch giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để cung cấp cho bộ điều chỉnh độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được tính toán. Độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được tính toán đã cung cấp trong một phương án lớn hơn hoặc bằng giá trị độ khuếch đại cực tiểu.

Theo một phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định độ to tích hợp của tín hiệu âm thanh đầu vào. Hơn nữa, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ khuếch đại bổ sung dựa trên độ to tích hợp được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào và dựa trên độ to tích hợp mục tiêu của tín hiệu đầu ra. Cuối cùng, bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để biến đổi độ to của tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại bổ sung.

Theo phương án của sáng chế, bộ đánh giá được tạo cấu hình để xác định độ to tích hợp của tín hiệu âm thanh đầu vào. Bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ khuếch đại bổ sung dựa trên giá trị dịch chuyển, giá trị độ dốc, và độ to tích hợp được xác định. Bộ điều chỉnh được tạo cấu hình để biến đổi độ to của tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại bổ sung.

Theo một phương án của sáng chế, bộ tính toán được tạo cấu hình để tính toán giá trị độ khuếch đại bổ sung sử dụng công thức sau: $G_{\text{mu}} = a + (b - 1) I_{\text{in}}$, trong đó G_{mu} là giá trị độ khuếch đại bổ sung, a là giá trị dịch chuyển, b là giá trị độ dốc, và I_{in} là độ to tích hợp được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Mục đích của sáng chế cũng đạt được bởi phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào. Tín hiệu âm thanh đầu vào biểu hiện bao gồm các tín hiệu âm thanh cũng như các tín hiệu tiếng nói.

Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào bao gồm ít nhất các bước sau:

- đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào để xác định phạm vi độ to và giá trị độ to thực tế,
- xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định, dựa trên phạm vi độ to mục tiêu, dựa trên giá trị độ to thực tế được xác định và dựa trên thời điểm thống kê của giá trị độ to được xác định.

- xác định ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định, và

- cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào và dựa trên ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định.

Theo phương án khác, các bước sau đây được thực hiện:

- đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào để xác định phạm vi độ to và độ to trung bình,

- tính toán giá trị độ dốc tỷ lệ với tỷ số giữa phạm vi độ to mục tiêu và phạm vi độ to được xác định,

- tính toán giá trị dịch chuyển phụ thuộc vào độ to trung bình được xác định,

- tính toán dữ liệu điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền tuyến tính phụ thuộc vào giá trị dịch chuyển được tính toán và phụ thuộc vào giá trị độ dốc được tính toán, và

- cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào và dựa trên dữ liệu điều khiển phạm vi độ to.

Các phương án được mô tả ở trên về thiết bị cũng có nghĩa đối với phương pháp.

Sáng chế cũng đề cập đến chương trình máy tính để thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được giải thích sau đây với các hình vẽ đi kèm và các phương án được mô tả trong các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hàm truyền của LRAC theo tình trạng kỹ thuật,

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hàm truyền khác của LRAC theo tình trạng kỹ thuật,

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào,

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối khác của các bước của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào,

Fig.5 là hình vẽ thể hiện hàm truyền với độ dốc (Fig.5a) và với độ dốc và dịch chuyển (Fig.5B),

Fig.6 là hình vẽ mô tả (sơ đồ phía trên) biểu đồ độ to ngắn hạn của phân đoạn âm thanh một giờ của phim và (sơ đồ phía dưới) hai hàm truyền khác nhau, và

Fig.7 là hình vẽ thể hiện biểu đồ làm mẫu, các hàm truyền khác nhau theo tình trạng kỹ thuật và hàm truyền theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 và Fig.2 là các hình vẽ mô tả các hàm truyền theo tình trạng kỹ thuật.

Fig.3 thể hiện phương án làm mẫu của thiết bị 1 để xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào 100 và để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra 101. Theo phương án được thể hiện này, bộ đánh giá 10 đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào 100 để xác định phạm vi độ to LRA_{in} và độ to trung bình μ_{in} của tín hiệu âm thanh đầu vào 100. Trong phương án được thể hiện này, bộ đánh giá 10 cũng xác định độ to tích hợp I_{in} của tín hiệu âm thanh đầu vào 100 và giá trị độ to đầu vào $N_{in}(k)$ cho các khung k khác nhau của tín hiệu âm thanh đầu vào 100.

Các giá trị xác định được trình tới bộ tính toán 11 mà cũng đề cập đến phạm vi độ to mục tiêu mong muốn LRA_{des} được nhập vào bởi người dùng thông qua giao diện đầu vào 13.

Bộ tính toán 11 tính toán dữ liệu điều khiển phạm vi độ to sẽ được sử dụng bởi bộ điều chỉnh 12 – tức là bộ điều chỉnh độ to – tác động lên tín hiệu âm thanh đầu vào 100 và cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra 101. Hơn nữa, bộ tính toán 11 cung cấp dữ liệu điều khiển phạm vi độ to dưới dạng độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to G và ở đây cũng là độ khuếch đại bổ sung G_{mu} . Đây là kết quả của việc xác định hàm truyền của bộ nén.

Theo phương án này, LRAC theo sáng chế áp dụng phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu âm thanh đầu vào 100 để đạt được sự điều khiển phạm vi độ to cho tín hiệu âm thanh đầu ra 101.

Sơ đồ khối của phương án nữa của LRAC theo sáng chế được thể hiện trên Fig.4.

Các bước trong phương án này:

- Lấy được âm thanh, tức là, lấy tín hiệu âm thanh đầu vào, mà được đặt tên trong phần sau đây là x .
- Tính toán độ to tức thời.

- Độ to tức thời được tính toán được sử dụng cho bước tính toán độ khuếch đại bổ sung mà phụ thuộc vào độ to mục tiêu được thiết lập bởi người dùng.
- Độ to tức thời được tính toán cũng được sử dụng cho bước tính toán độ to ngắn hạn mà được theo sau bởi các bước xác định hàm truyền mà phụ thuộc vào phạm vi độ to mục tiêu được thiết lập bởi người dùng.
- Hàm truyền xác định được trình tới bước được đề cập ở trên: tính toán độ khuếch đại bổ sung và đến bước tính toán độ khuếch đại LRAC tiếp theo.
- Độ khuếch đại LRAC và độ khuếch đại bổ sung được áp dụng trong bước tiếp theo cho âm thanh, tức là, áp dụng cho tín hiệu âm thanh đầu vào.
- Xuất ra tín hiệu âm thanh đầu ra, mà được đặt tên ở đây là y .

Tín hiệu âm thanh đầu ra y thu được khi

$$y = g(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in})x, \quad (3)$$

trong đó g là độ khuếch đại được áp dụng cho tín hiệu âm thanh đầu vào x để điều khiển phạm vi độ to. Độ khuếch đại g thu được trên cơ sở phạm vi âm thanh đầu vào LRA_{in} , phạm vi độ to mục tiêu mong muốn LRA_{des} , và số đo độ to qua khoảng thời gian N_{in} , ví dụ độ to ngắn hạn hoặc độ to tức thời. Điều này cũng được gọi là giá trị độ to thực tế mà sẽ được xác định bởi bộ đánh giá hoặc bước đánh giá độ to bất kỳ của tín hiệu âm thanh đầu vào. Số đo độ to N_{in} thường biến thiên theo thời gian. Trong một phương án, độ khuếch đại thu được dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to. Thời điểm thống kê, ví dụ, có nghĩa là giá trị độ to hoặc độ to công tích hợp của đầu vào âm thanh theo ITU-R BS.1770 [5]).

Độ khuếch đại theo dB là

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) = 10 \log_{10} (g(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in})). \quad (4)$$

Theo một phương án, độ khuếch đại G thu được trên cơ sở từ hàm ánh xạ Q mà được dựa trên phạm vi độ to của âm thanh đầu vào LRA_{in} , phạm vi độ to mong muốn LRA_{des} , và chênh lệch ΔN giữa thời điểm thống kê của số đo độ to và số đo độ to:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) = Q(LRA_{in}, LRA_{des}, \Delta N). \quad (5)$$

Theo một phương án, việc thực hiện ΔN được cho bởi chênh lệch giữa độ to trung bình của đầu vào âm thanh μ_{in} (hoặc theo cách khác là độ to công tích hợp của đầu vào âm thanh theo ITU-R BS.1770 [5]) và số đo độ to của khoảng N_{in} , tức là

$$\Delta N = \mu_{in} - N_{in}.$$

Số đo độ to của khoảng N_{in} là ví dụ về giá trị độ to thực tế của khoảng thời gian hoặc khung của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Trong một ví dụ, trong phần sau đây, μ_{in} là độ to trung bình của tín hiệu đầu vào âm thanh. Trong phương án khác, μ_{in} đề cập đến độ to công tích hợp theo ITU-R BS.1770 [5] hoặc quy tắc tương tự để xác định số đo độ to dài hạn. Nói chung, μ_{in} là thời điểm thống kê của giá trị độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo cách khác, G thu được dựa trên hàm ánh xạ sau đây mà bao gồm sự xếp chồng của độ cong K và độ dịch chuyển K_{shift} , trong đó độ cong phụ thuộc vào LRA_{in} và LRA_{des} và độ dịch chuyển phụ thuộc vào μ_{in} :

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) = K(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) + K_{shift}(\mu_{in}) \quad (6)$$

Lựa chọn phù hợp cho độ cong K là, ví dụ, hàm xích-ma. Phương trình (6) có thể còn bị giới hạn đến trường hợp trong đó độ cong K được xác định bởi độ dốc S

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) = S(LRA_{in}, LRA_{des})N_{in} + K_{shift}(\mu_{in}) \quad (7)$$

Như có thể được thấy, hàm ánh xạ được xác định bởi độ dốc S và độ dịch chuyển K_{shift} .

Để tránh sự khuếch đại quá mức của tín hiệu với giá trị độ to thấp, độ khuếch đại G sau đó được giới hạn để thu được độ khuếch đại cuối cùng:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}) = \min(G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}), G_{max}) \quad (8)$$

trong đó G_{max} là độ khuếch đại được cho phép cực đại. Độ khuếch đại cực đại có thể được xác định trước, ví dụ bởi người dùng hoặc được xác định dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào.

Trong phần sau đây, các phương án cho LRAC ngoại tuyến và trực tuyến được thảo luận.

Trong phiên bản ngoại tuyến, toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào là khả dụng. Ở đây, LRAC theo sáng chế được dựa trên ứng dụng của phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu âm thanh, trên cơ sở khung cạnh khung, để đạt được sự điều khiển phạm vi độ to. Trong trường hợp này, độ cong là đường thẳng với độ dốc được xác định.

Một số vấn đề lý thuyết sẽ được thảo luận.

Đã cho biến số ngẫu nhiên được phân phối thông thường w với độ lệch chuẩn σ_w và trung bình μ_w , ứng dụng hàm truyền tuyến tính, với độ dốc b và độ dịch chuyển a , thu được biến số ngẫu nhiên được phân phối thông thường

$$z = a + bw, \quad (9)$$

Biến số ngẫu nhiên z có độ lệch chuẩn $\sigma_z = b \sigma_w$ và trung bình $\mu_z = a + b \mu_w$.

Hai giả định được tạo ra là:

- 1) Số đo độ to N_{in} (tức là giá trị độ to thực tế được xác định của tín hiệu âm thanh đầu vào) là biến số ngẫu nhiên được phân phối thông thường.
- 2) Tỷ số độ lệch chuẩn đầu vào và đầu ra tỷ lệ với tỷ số LRA đầu vào và đầu ra, tức là:

$$b = \frac{\sigma_z}{\sigma_w} = \xi \frac{LRA_z}{LRA_w} \quad (10)$$

trong đó ξ là hằng số tỷ lệ, mà có thể được sử dụng để bù độ lệch của tín hiệu âm thanh cho mô hình. Thông thường LRA bị giảm và do đó $LRA_z < LRA_w$.

Các bước xác định độ khuếch đại LRAC là như sau:

Trước hết, số đo độ to phụ thuộc thời gian $N_{in}(k)$ (k là chỉ số khung âm thanh), trung bình của độ to μ_{in} , và phạm vi độ to đầu vào (LRA) LRA_{in} được tính toán từ tín hiệu âm thanh đầu vào.

Được chọn là:

$$b = \xi \frac{LRA_{des}}{LRA_{in}}$$

Trong một phương án $\xi = 1$ được thiết lập.

Độ khuếch đại có thể được tính toán bằng cách sử dụng hai phương pháp làm mẫu sau đây:

Phương pháp 1

Xem xét phương trình (5), hàm Q được xác định là:

$$Q(LRA_{in}, LRA_{des}, \Delta N(k)) = \frac{(1 - b)\Delta N(k)}{\beta(k)} \quad (11)$$

với

$$\Delta N(k) = \mu_{in} - N_{in}(k) \quad (12)$$

Trong một phương án, số hạng chuẩn $\beta(k)$ biến thiên theo thời gian. Trong một phương án, việc thực hiện sau đây được cho bởi:

$$\beta(k) = \begin{cases} \left(1 + \left(\frac{(1-b)\Delta N(k)}{G_{max}}\right)^\gamma\right)^{\frac{1}{\gamma}}, & \text{if } (1-b)\Delta N(k) \geq 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Trong đó $\gamma > 0$ là giá trị thực và tham số G_{max} được xác định, trong một phương án, trước bởi, ví dụ người dùng hoặc được xác định dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào, ví dụ:

$$G_{max} = |LRA_{des} - LRA_{in}|. \quad (13)$$

Do đó, trong trường hợp này, độ khuếch đại có thể được xác định bởi:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)) = \frac{(1-b)\Delta N(k)}{\beta(k)} \quad (14)$$

Trong các phương án thay thế, tham số chuẩn được bỏ qua, tức là $\beta(k) = 1$.

Phương pháp 2

Xem xét phương trình (7), hàm S và K_{shift} có thể được xác định là:

$$S(LRA_{in}, LRA_{des}) = b - 1 \quad (15)$$

và

$$K_{shift}(\mu_{in}) = a \quad (16)$$

trong đó:

$$a = (1-b)\mu_{in}.$$

Điều này đảm bảo rằng $\mu_{out} = \mu_{in}$, tức là chênh lệch giữa độ to được tích hợp trước và sau khi xử lý độ to được giảm thiểu.

Do đó, trong trường hợp này, độ khuếch đại có thể được xác định bởi:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)) = (b-1)N_{in}(k) + a \quad (17)$$

Với lựa chọn $a = (1-b)\mu_{in}$ và $b = LRA_{des}/LRA_{in}$ trong phương trình sau có thể được biểu diễn theo cách khác bởi:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)) = (1-b)\Delta N(k) \quad (18)$$

mà tương ứng với hàm ánh xạ mà phụ thuộc vào tỷ số của LRA đầu vào và đầu ra và chênh lệch $\Delta N(k)$ giữa độ to trung bình μ_{in} và giá trị độ to thực tế (ví dụ số đo độ to ngắn hạn và tạm thời) của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Giá trị của độ khuếch đại được xác định sau đó có thể bị giới hạn tới giá trị cực đại mong muốn:

$$G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)) = \min(G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)), G_{max}) \quad (19)$$

Áp dụng độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định.

Tín hiệu đầu ra theo khung được cho bởi:

$$y(k) = g(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k))x(k) \quad (20)$$

trong đó:

$$g(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k)) = 10^{G(LRA_{in}, LRA_{des}, N_{in}(k))/10} \quad (21)$$

Để giảm thêm sự thay đổi về độ to tích hợp do xử lý LRAC, độ khuếch đại bổ sung được tính toán trong một phương án bằng cách áp dụng phép biến đổi trực tiếp cho độ to tích hợp đầu vào I_{in} như, ví dụ, trong:

$$G_{mu} = (b - 1)I_{in} + a. \quad (22)$$

Độ khuếch đại $g_{mu} = 10^{G_{mu}/10}$ sau đó được áp dụng cho tín hiệu âm thanh y. Việc ứng dụng độ khuếch đại bổ sung này thường dẫn đến độ lệch độ to tích hợp nhỏ hơn 2 LU.

Trong phương án khác, áp dụng phép biến đổi, độ to ngắn hạn đầu ra được cho bởi:

$$N_{out}(k) = a + b N_{in}(k)$$

trong đó k là chỉ số khung.

Dựa trên phần đã nêu, độ khuếch đại LRAC được tính toán:

Độ khuếch đại LRAC, theo dB, được tính toán khi:

$$G(k) = N_{out}(k) - N_{in}(k) = a + (b - 1) N_{in}(k).$$

Để tránh việc khuếch đại tín hiệu quá mức với giá trị độ to ngắn hạn thấp, độ khuếch đại sau đó được giới hạn trong một phương án như sau:

$$G(k) = \min(G(k), G_{max}),$$

trong đó G_{max} là độ khuếch đại được cho phép cực đại. Độ khuếch đại này được xác định - phụ thuộc vào phương án - trước hoặc được xác định dựa trên tín hiệu âm thanh, ví dụ,

$$G_{max} = |LRA_{des} - LRA_{in}|.$$

Để giảm thêm sự thay đổi về độ to tích hợp do xử lý LRAC, độ khuếch đại bổ sung được tính toán trong một phương án bằng cách áp dụng phép biến đổi trực tiếp cho độ to tích hợp đầu vào I_{in} như trong

$$G_{mu} = a + (b - 1) I_{in}.$$

Độ khuếch đại bổ sung G_{mu} này sau đó được áp dụng cho tín hiệu âm thanh.

Một số khía cạnh của việc xử lý ngoại tuyến như sau:

Hàm truyền tuyến tính được tính với độ dốc b và độ dịch chuyển a được xác định từ phép phân tích thống kê của tín hiệu âm thanh như được mô tả trên Fig.5. Độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to (LRAC) được tính toán dựa trên hàm truyền.

Độ dốc b của hàm truyền tuyến tính là hàm của LRA đầu vào và LRA mục tiêu mong muốn được thiết lập bởi người dùng. Việc tính toán và áp dụng độ khuếch đại LRAC, dựa trên hàm truyền mà chỉ phụ thuộc vào độ dốc như được mô tả trên Fig.5 a) để tín hiệu âm thanh đầu vào sẽ đạt được hiệu quả mong muốn của việc điều khiển LRA. Tuy nhiên, điều này sẽ dẫn đến chênh lệch đáng kể giữa độ to đầu vào và đầu ra. Ngoài ra, có thể dẫn đến sự khuếch đại cao quá mức các phân đoạn với mức độ to thấp và sự khuếch đại các phân đoạn với các mức độ to cao mà có thể dẫn đến việc cắt hoặc các giả âm biến đổi không mong muốn trong tín hiệu âm thanh đầu vào được xử lý.

Tổ hợp độ dốc b và độ dịch chuyển a dẫn đến hàm truyền như được mô tả trên Fig.5 b). Độ khuếch đại LRAC cuối cùng được xác định từ hàm truyền này. Độ dịch chuyển a đảm bảo rằng trung bình của phân bố độ to được duy trì và do đó chênh lệch thu được giữa độ to đầu vào và đầu ra là nhỏ. Ngoài ra, việc này làm giảm trực tiếp độ khuếch đại được áp dụng cho các phân đoạn với các mức độ to thấp và tránh sự khuếch đại các phân đoạn với các mức độ to cao do đó tránh việc cắt và biến đổi.

Theo một số phương án, hạn chế tiếp theo của độ khuếch đại LRAC được xác định là bước xử lý mà đảm bảo rằng âm thanh mức thấp như nhiều âm nền không bị khuếch đại quá mức. Do sự dịch chuyển, độ khuếch đại thu được vẫn nằm trong phạm vi chấp nhận được từ mọi vị trí bắt đầu và độ khuếch đại cực đại thích hợp có thể được xác định trước.

Sơ đồ làm mẫu của các giá trị độ to ngắn hạn của phân tích âm thanh của phim và hàm độ khuếch đại tương ứng với các LRA mong muốn khác nhau được mô tả trên Fig.6. Được thể hiện là sơ đồ độ to ngắn hạn của phân đoạn âm thanh một giờ của

phim với LRA bằng 22,8 LU (hàng trên). Cũng được thể hiện là hàm truyền cho hai LRA mong muốn lần lượt bằng 10 LU và 15 LU (hàng dưới).

Theo phương án của sáng chế, độ khuếch đại chuẩn hóa độ to được tính toán.

Ứng dụng của phương pháp LRAC theo sáng chế có thể dẫn đến thay đổi độ to tích hợp của âm thanh. Độ khuếch đại có thể được tính toán để đạt được độ to tích hợp mục tiêu mong muốn.

Nếu độ to tích hợp mong muốn được chọn bằng với độ to đầu vào, độ khuếch đại chuẩn hóa có thể thu được bằng cách tính toán chênh lệch giữa độ to tích hợp đầu vào đo được I_{in} và độ to tích hợp đầu ra đo được hoặc độ to thích hợp đầu ra được ước lượng. Độ to tích hợp đầu ra có thể được ước lượng sử dụng các giá trị độ to tức thời đầu ra mà thu được từ việc áp dụng phép biến đổi cho các giá trị độ to tức thời đầu vào. Ngoài ra, độ khuếch đại chuẩn hóa được tính toán từ chênh lệch giữa độ to tích hợp đầu ra được ước lượng hoặc được đo và độ to tích hợp mục tiêu mong muốn.

LRAC trực tuyến có thể được suy ra từ phiên bản ngoại tuyến. Phiên bản trực tuyến xem xét các phân đoạn theo thời gian của tín hiệu âm thanh cho LRA đầu vào và ước lượng độ to trung bình thay vì toàn bộ tín hiệu âm thanh. Trong trường hợp này, các tham số trở nên phụ thuộc thời gian, tức là, $a(k) = (1-b(k))\mu_{in}(k)$, mà đảm bảo rằng thời điểm thống kê của độ to đầu vào bằng thời điểm thống kê tương ứng của độ to đầu ra, ví dụ, các giá trị độ to trung bình: $\mu_{out}(k) = \mu_{in}(k)$. Hơn nữa, $b(k) = \xi LRA_{des}/LRA_{in}(k)$.

Do đó, hai phương pháp trực tuyến là:

Phương pháp 1

Hàm Q được xác định là:

$$Q(LRA_{in}, LRA_{des}, \Delta N(k)) = \frac{(1-b(k))\Delta N(k)}{\beta(k)} \quad (23)$$

với

$$\Delta N(k) = \mu_{in}(k) - N_{in}(k) \quad (24)$$

và

$$\beta(k) = \begin{cases} \left(1 + \left(\frac{(1-b(k))\Delta N(k)}{G_{max}(k)}\right)^\gamma\right)^{\frac{1}{\gamma}}, & \text{if } (1-b(k))\Delta N(k) \geq 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

trong đó $\gamma > 0$ là giá trị thực và tham số $G_{\max}(k)$ được xác định trong một phương án là tham số xác định người dùng phụ thuộc thời gian $G_{\max}(k) = G_{\max}$ hoặc là tham số phụ thuộc tín hiệu $G_{\max}(k) = |LRA_{\text{des}} - LRA_{\text{in}}(k)|$.

Do đó, trong trường hợp này, độ khuếch đại có thể được xác định bởi

$$G(LRA_{\text{in}}, LRA_{\text{des}}, N_{\text{in}}(k)) = \frac{(1 - b(k))\Delta N(k)}{\beta(k)} \quad (25)$$

Phương pháp 2

Các hàm S và $K_{\text{shift}}(\mu_{\text{in}}(k))$ được xác định là:

$$S(LRA_{\text{des}}, LRA_{\text{in}}(k)) = b(k) - 1 \quad (26)$$

và

$$K_{\text{shift}}(\mu_{\text{in}}(k)) = a(k) \quad (27)$$

Độ khuếch đại LRAC sau đó được tính toán là:

$$G(LRA_{\text{des}}, LRA_{\text{in}}(k), N_{\text{in}}(k)) = (b(k) - 1)N_{\text{in}}(k) + a(k) \quad (28)$$

Để tránh khuếch đại quá mức, độ khuếch đại sau đó được giới hạn như sau:

$$G(LRA_{\text{des}}, LRA_{\text{in}}(k), N_{\text{in}}(k)) = \min(G(LRA_{\text{des}}, LRA_{\text{in}}(k), N_{\text{in}}(k)), G_{\max}(k)) \quad (29)$$

Trong phương án khác, các tham số biến đổi được tính toán là:

$$b(k) = \xi \frac{LRA_{\text{des}}}{LRA_{\text{in}}(k)}$$

và

$$a(k) = (1 - b(k))\mu_{\text{in}}(k) \text{ mà đảm bảo rằng } \mu_{\text{out}}(k) = \mu_{\text{in}}(k).$$

Việc áp dụng phép biến đổi, độ to ngắn hạn được cho bởi:

$$N_{\text{out}}(k) = a(k) + b(k)N_{\text{in}}(k).$$

Độ khuếch đại LRAC sau đó được tính toán là:

$$G(k) = N_{\text{out}}(k) - N_{\text{in}}(k) = a(k) + (b(k) - 1)N_{\text{in}}(k)$$

Để tránh việc khuếch đại tín hiệu quá mức với giá trị độ to ngắn hạn thấp, độ khuếch đại sau đó được giới hạn trong một phương án như sau:

$$G(k) = \min(G(k), G_{\max}(k)).$$

trong đó $G_{\max}(k)$ trong một phương án là tham số xác định người dùng phụ thuộc thời gian cố định $G_{\max}(k) = G_{\max}$ và trong phương án khác là tham số phụ thuộc tín hiệu $G_{\max}(k) = |LRA_{\text{des}} - LRA_{\text{in}}(k)|$. Do đó, LRAC trực tuyến xem xét các phân

đoạn theo thời gian của tín hiệu âm thanh đầu vào của toàn bộ khoảng thời gian của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Một phương án của sáng chế, phương pháp bao gồm các bước sau:

- 1) Nhận tín hiệu âm thanh đầu vào.
- 2) Tính toán các giá trị độ to tức thời hoặc ngắn hạn, như ví dụ của giá trị độ to thực tế, cho chuỗi khung âm thanh.
- 3) Xác định phạm vi độ to đầu vào (LRA) từ toàn bộ giá trị độ to tức thời hoặc ngắn hạn được tính toán.
- 4) Xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ dốc b và độ dịch chuyển a . Xác định độ dốc b từ LRA đầu vào và LRA mục tiêu mong muốn, và độ dịch chuyển từ thời điểm thống kê các giá trị độ to.

Theo cách khác: xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên LRA đầu vào, LRA mong muốn và chênh lệch giữa các giá trị độ to tức thời hoặc ngắn hạn và thời điểm thống kê của các giá trị độ to.

Theo cách khác: xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ cong và độ dịch chuyển. Xác định độ cong từ LRA đầu vào và LRA mong muốn, và độ dịch chuyển từ thời điểm thống kê các giá trị độ to.

- 5) Tính toán độ khuếch đại LRAC biến thiên theo thời gian dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định.
- 6) Xác định tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng độ khuếch đại LRAC cho các mẫu âm thanh của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Theo phương án của sáng chế, các bước sau đây được cho: Xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ dốc và độ dịch chuyển. Xác định độ dốc từ LRA đầu vào và LRA mong muốn, và độ dịch chuyển từ các giá trị độ to tức thời hoặc ngắn hạn được tính.

Phương án bao gồm các bước: xác định điểm ngưỡng của hàm truyền của bộ nén mà dưới đó hàm truyền có độ dốc khác độ dốc được xác định từ LRA đầu vào và LRA đầu ra mong muốn. Điều này tương ứng với việc thực hiện ràng buộc về độ khuếch đại bộ nén cực tiểu.

Phương án nữa bao gồm bước: xác định hoặc định rõ (theo kinh nghiệm) rằng buộc độ khuếch đại cực đại sẽ được áp dụng cho các độ khuếch đại LRAC được tính.

Theo phương án khác của sáng chế, bao gồm các bước sau đây: Tính toán độ khuếch đại điều khiển độ to để thu được độ to mục tiêu mong muốn của tín hiệu đầu ra dựa trên các giá trị độ to tức thời và độ khuếch đại LRAC. Xác định tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách áp dụng độ khuếch đại LRAC và độ khuếch đại điều khiển độ to (hoặc tổ hợp của cả hai) cho các mẫu âm thanh của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Trên Fig.7, sơ đồ làm mẫu được thể hiện trong sơ đồ phía trên. Sơ đồ ở giữa thể hiện hàm truyền cho phương pháp điều khiển độ lan truyền động theo tình trạng kỹ thuật [4]. Sơ đồ dưới thể hiện hàm truyền theo sáng chế. Các hàm truyền được thể hiện trong các sơ đồ với độ to đầu vào trên trục x và độ to đầu ra trên trục y. Được đánh dấu ở trong cả ba sơ đồ là độ to trung bình.

Phương pháp được đề xuất trong [4] yêu cầu hai tham số, tức là, điểm ngưỡng và độ dốc. Điểm ngưỡng (được đánh dấu bởi các dấu chấm và mũi tên) là tham số xác định người dùng mà được chọn như số phần trăm phân bố độ to. Điều này có nghĩa là giá trị ngưỡng theo dB thay đổi đối với các loại âm thanh đầu vào. Tuy nhiên, nếu điểm ngưỡng được chọn nằm gần với trung bình, điều này có thể dẫn đến các giả âm trong âm thanh do phần không tuyến tính của hàm truyền. Ngoài ra, nếu ngưỡng cao được lựa chọn thì sẽ yêu cầu độ dốc lớn hơn để đạt được độ lan truyền động mong muốn. Tuy nhiên, độ dốc được tính toán dựa trên đầu vào và độ lan truyền động mong muốn và không phụ thuộc vào điểm ngưỡng được chọn. Các vấn đề xem xét ở trên thể hiện rằng độ dốc có thể không đủ phụ thuộc vào ngưỡng được chọn. Tức là tại sao yêu cầu sự tính toán lập độ dốc.

Sáng chế được đề xuất không yêu cầu xử lý người dùng hoặc phép lặp để xác định hàm truyền thích hợp. Tất cả các tham số yêu cầu được xác định tự động từ tín hiệu đầu vào là LRA mong muốn.

Mặc dù một vài khía cạnh đã được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước xử lý của phương pháp hoặc đặc điểm của bước xử lý của phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong ngữ cảnh của bước xử lý của phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, như ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể lập

trình hoặc mạch điện tử. Trong một số phương án, một số một hoặc nhiều trong số các bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bằng các thiết bị như vậy.

Các tín hiệu được truyền dẫn hoặc được mã hóa đôi mới có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ số hoặc có thể được truyền trong môi trường truyền như môi trường truyền không dây hoặc môi trường truyền có dây như internet.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực thi 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 ghi lưu trữ số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blu-ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ số có thể có khả năng đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế bao gồm vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử, mà có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Nói chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình có tác dụng để thực hiện một trong số 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 vật mang có thể đọc được bằng máy.

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

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

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, vật mang dữ liệu (hoặc vật khi lưu trữ không tạm thời hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang dữ liệu, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số hoặc vật ghi được ghi lại dạng hữu hình điển hình và/hoặc không chuyển tiếp.

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

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

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

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được tạo cấu hình để truyền tải (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể là, ví dụ, máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, gồm có máy chủ tập tin để chuyển chương trình máy tính đến bộ nhận.

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. Trong 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 tốt hơn là được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các 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 hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế chỉ bị giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng cách mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

Tài liệu tham khảo

[1] EBU Tech Doc 3342 Loudness Range: A Descriptor to supplement Loudness Normalization in accordance with EBU R 128 (2016)

[2] US 8,229,125 B2

[3] US 2014/0369527 A1

- [4] US 7,848,531 B1
- [5] ITU-R, Recommendation ITU-R BS.1770-3. Algorithm to measure audio programme loudness and true-peak audio level, 08/2012.
- [6] EBU Tech Doc 3341 Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị (1) xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào (100),
trong đó thiết bị này bao gồm bộ đánh giá (10), bộ tính toán (11) và bộ điều chỉnh (12),
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) để xác định phạm vi độ to (LRA_{in}) và giá trị độ to thực tế,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}), dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}) và dựa trên giá trị độ to thực tế được xác định,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định, và
trong đó bộ điều chỉnh (12) được tạo cấu hình để cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra (101) dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào (100) và dựa trên ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén sao cho chênh lệch giữa độ to trung bình (μ_{out}) của tín hiệu âm thanh đầu ra (101) và độ to trung bình (μ_{in}) của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) được giảm thiểu.
2. Thiết bị (1) theo điểm 1,
trong đó, bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) để xác định thời điểm thống kê của giá trị độ to,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}), dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}) và dựa trên chênh lệch giữa giá trị độ to thực tế được xác định và thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.
3. Thiết bị (1) theo điểm 2,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ cong và độ dịch chuyển,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định độ cong dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}) và dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}), và
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định độ dịch chuyển dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.

4. Thiết bị (1) theo điểm 2 hoặc điểm 3,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên độ dốc và độ dịch chuyển,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định độ dốc dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}) và dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}), và
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định độ dịch chuyển dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to.
5. Thiết bị (1) theo điểm 4,
trong đó hàm truyền của bộ nén được xác định có giá trị cho toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào (100).
6. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5,
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để đánh giá độ to của toàn bộ tín hiệu âm thanh đầu vào (100).
7. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5,
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để đánh giá độ to của ít nhất khoảng thời gian của tín hiệu âm thanh đầu vào (100).
8. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7,
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để xác định giá trị độ to tức thời hoặc giá trị độ to ngắn hạn như giá trị độ to thực tế.
9. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 8,
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để xác định độ to trung bình như thời điểm thống kê giá trị độ to,
hoặc
trong đó bộ đánh giá (10) được tạo cấu hình để xác định độ to công tích hợp như thời điểm thống kê giá trị độ to.
10. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định hàm truyền của bộ nén sao cho độ to trung bình (μ_{out}) của tín hiệu âm thanh đầu ra (101) và độ to trung bình (μ_{in}) của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) là bằng nhau.
11. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10,
trong đó bộ tính toán (11) được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định và dựa trên giá trị

độ khuếch đại cực đại ($G_{\max}$) sao cho độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định nhỏ hơn hoặc bằng giá trị độ khuếch đại cực đại ($G_{\max}$).

12. Thiết bị (1) theo điểm 11,

trong đó giá trị độ khuếch đại cực đại ($G_{\max}$) được thiết lập bởi đầu vào người dùng,

hoặc

trong đó giá trị độ khuếch đại cực đại ($G_{\max}$) phụ thuộc vào chênh lệch giữa phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}) và phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}) of của tín hiệu âm thanh đầu vào (100).

13. Thiết bị (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12,

trong đó thiết bị còn bao gồm giao diện đầu vào (13),

trong đó giao diện đầu vào (13) được tạo cấu hình để nhận giá trị cho phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}).

14. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh đầu vào (100),

trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đánh giá độ to của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) để xác định phạm vi độ to (LRA_{in}) và giá trị độ to thực tế,

xác định hàm truyền của bộ nén dựa trên phạm vi độ to được xác định (LRA_{in}), dựa trên phạm vi độ to mục tiêu (LRA_{des}) và dựa trên thời điểm thống kê được xác định của giá trị độ to,

xác định ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to dựa trên hàm truyền của bộ nén được xác định, và

cung cấp tín hiệu âm thanh đầu ra (101) dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào (100) và dựa trên ít nhất một độ khuếch đại điều khiển phạm vi độ to được xác định,

trong đó hàm truyền của bộ nén được xác định sao cho chênh lệch giữa độ to trung bình (μ_{out}) của tín hiệu âm thanh đầu ra (101) và độ to trung bình (μ_{in}) của tín hiệu âm thanh đầu vào (100) được giảm thiểu.

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.

1/7

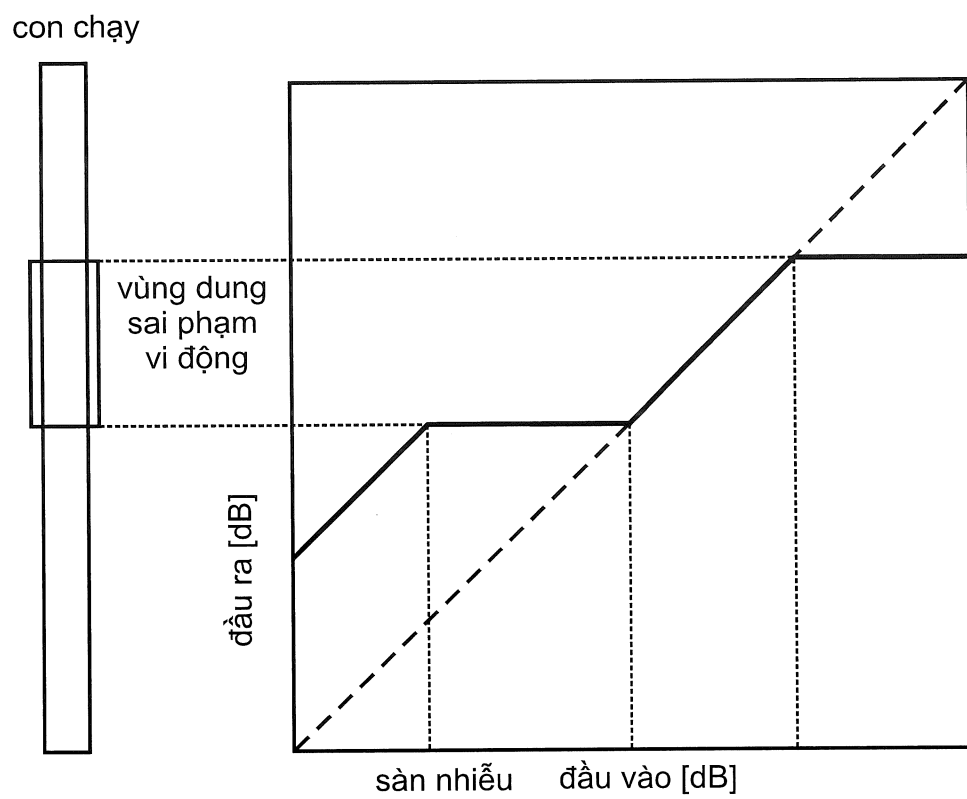


Fig. 1

2/7

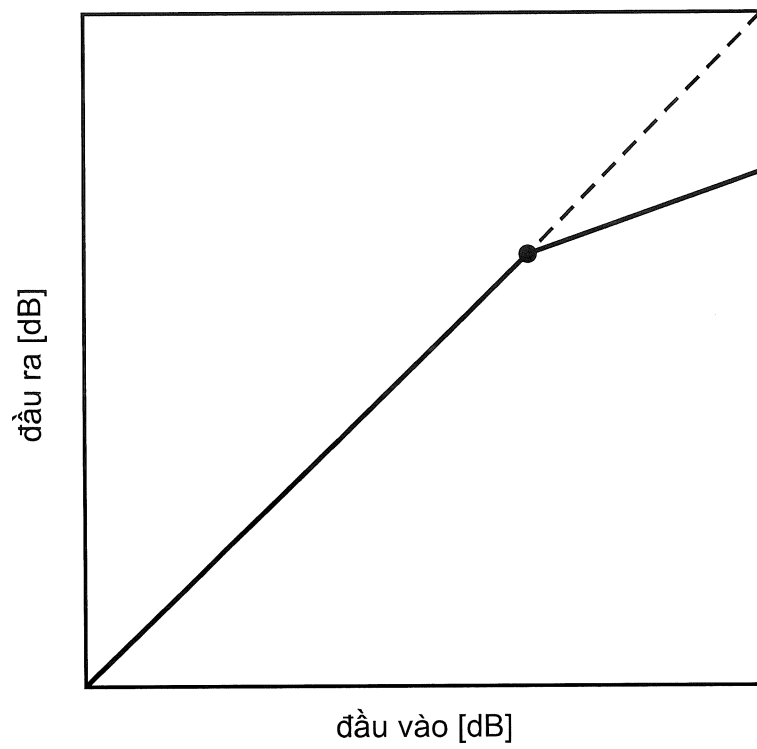


Fig. 2

3/7

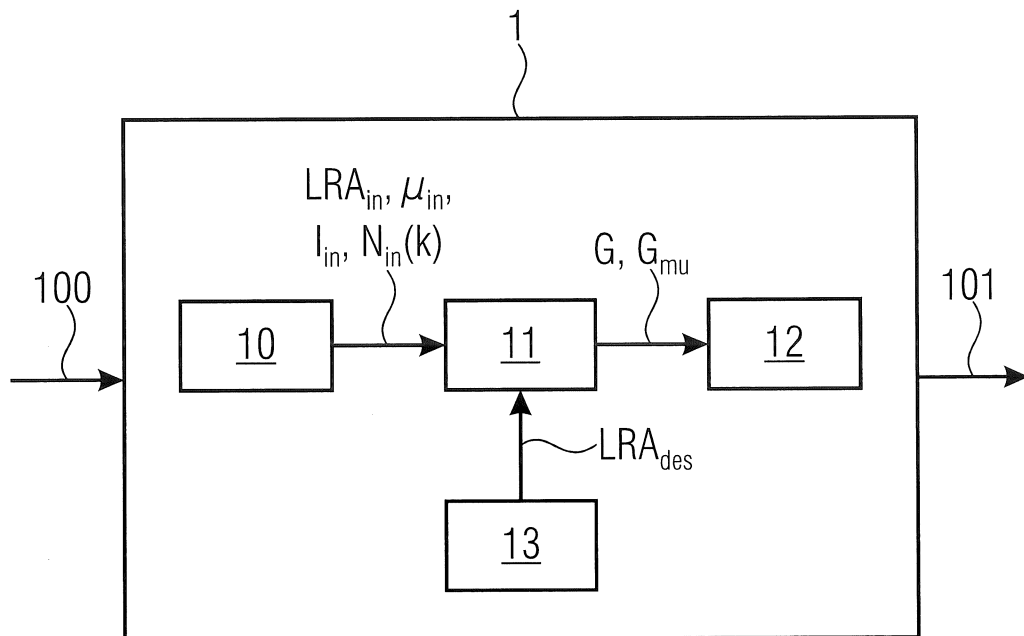


Fig. 3

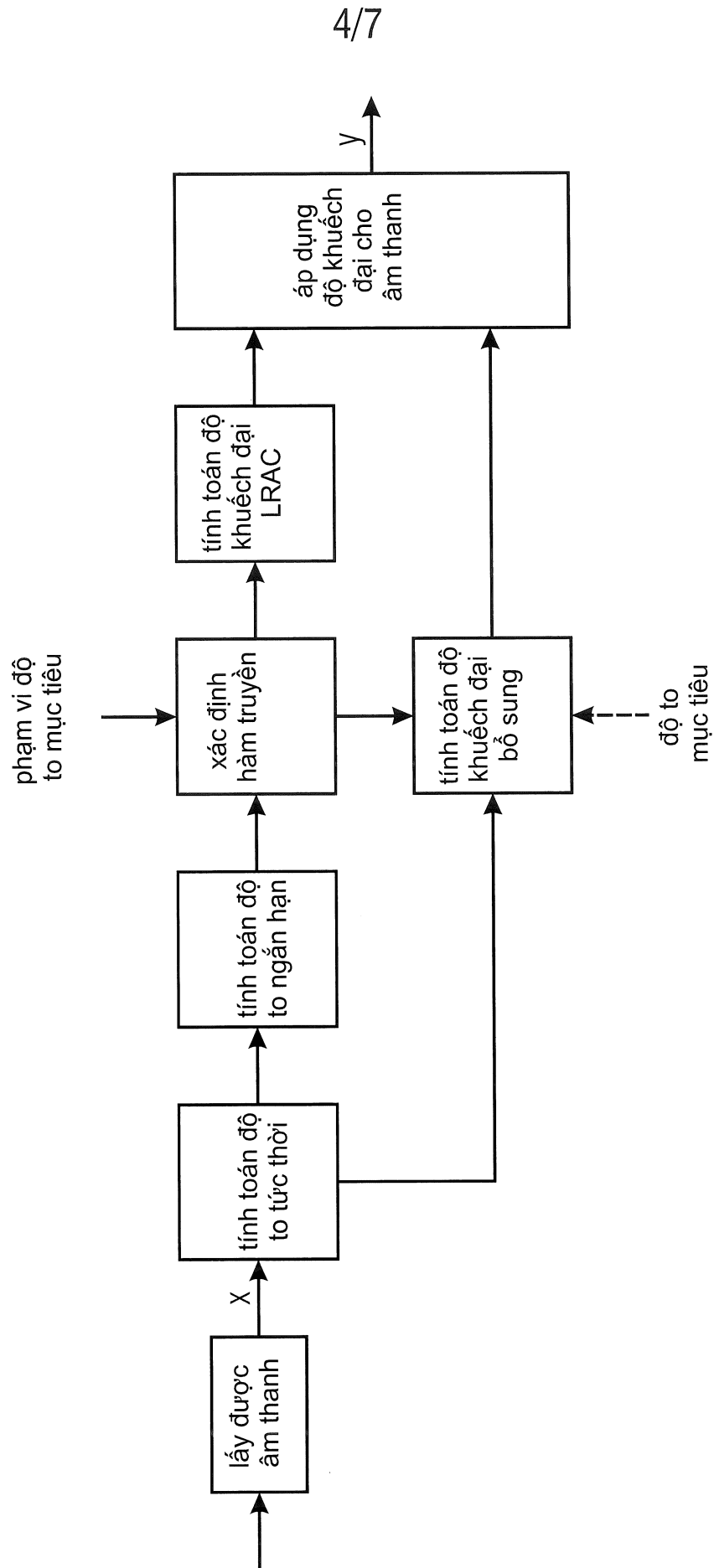


Fig. 4

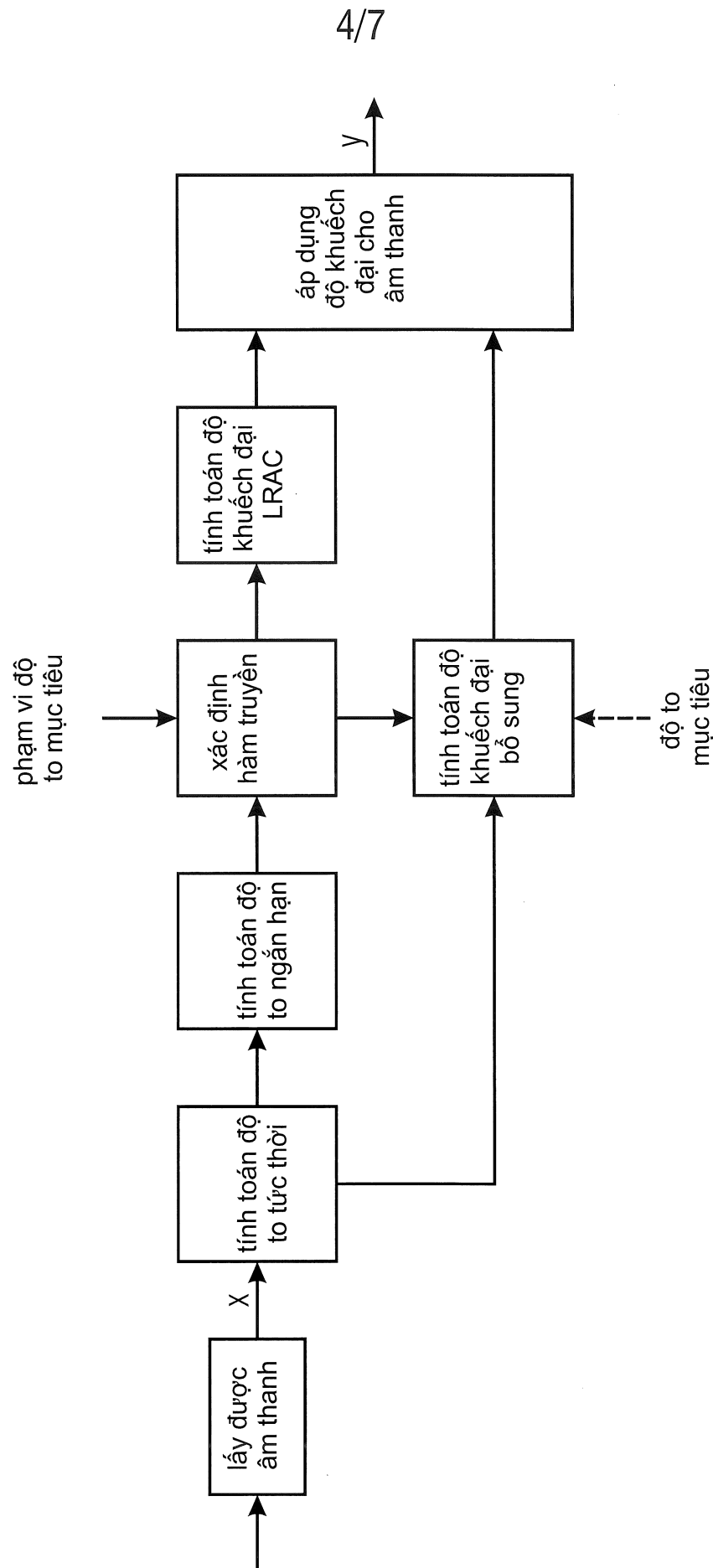


Fig. 4

6/7

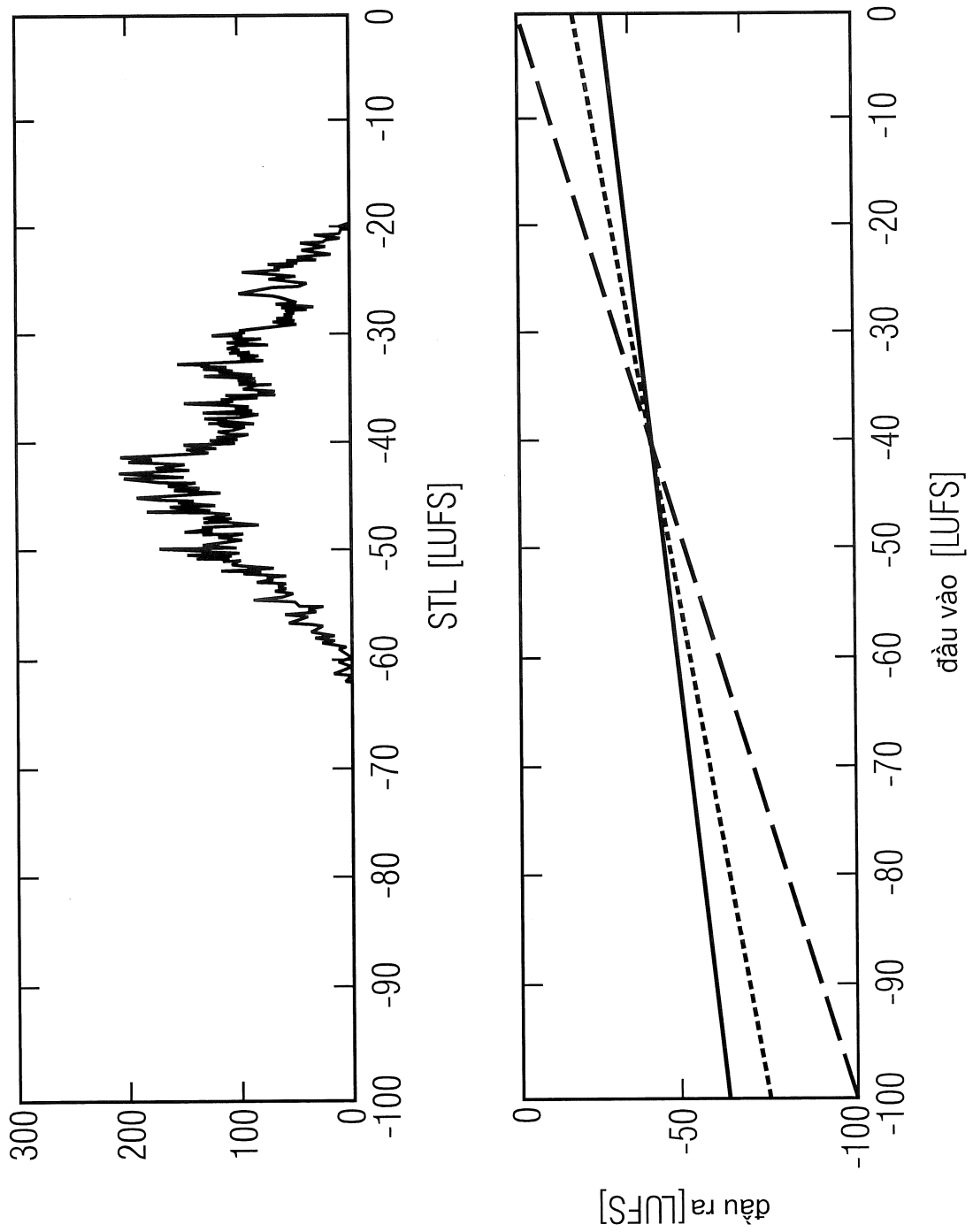


Fig. 6

7/7

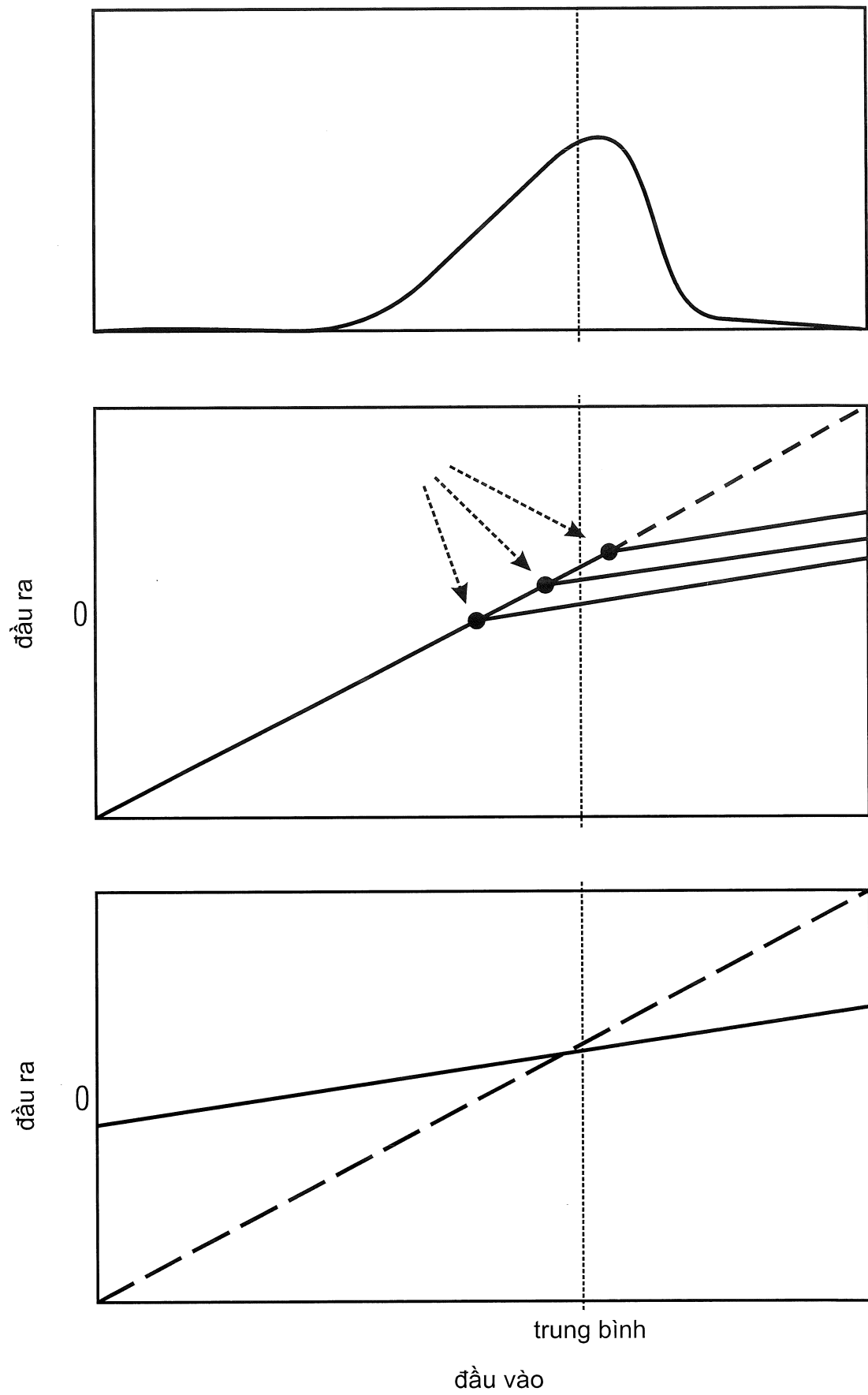


Fig. 7