



(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)



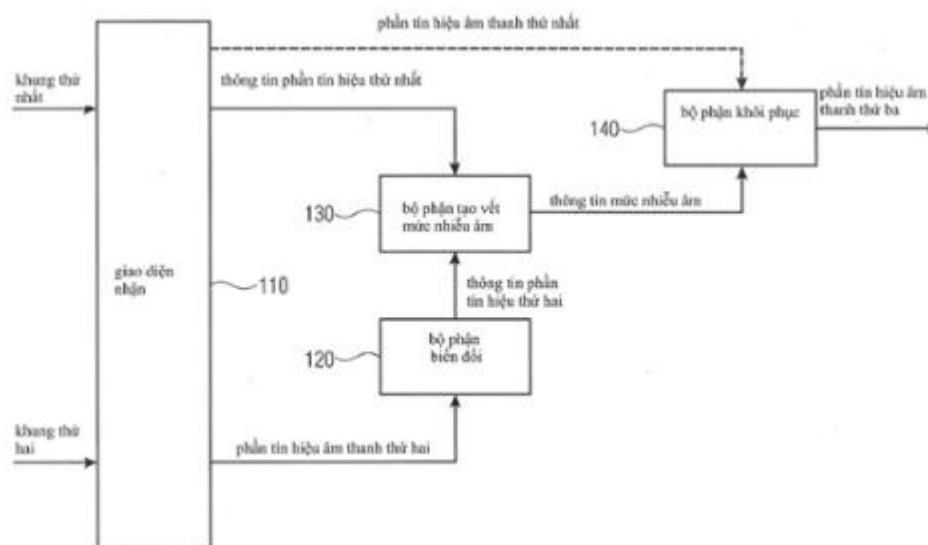
1-0028909

(51)⁷ G10L 19/005; G10L 25/90; G10L 19/09 (13) B

- (21) 1-2016-00229 (22) 23/06/2014
(86) PCT/EP2014/063171 23/06/2014 (87) WO 2014/202784 A1 24/12/2014
(30) 13 173 154.9 21/06/2013 EP; 14 166 998.6 05/05/2014 EP
(45) 25/07/2021 400 (43) 25/04/2016 337A
(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)
Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) SCHNABEL, Michael (DE); MARKOVIC, Goran (RS); SPERSCHNEIDER, Ralph
(DE); LECOMTE, Jérémie (FR); HELMRICH, Christian (DE).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ TÍN HIỆU ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh. Thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh bao gồm giao diện nhận (110) để nhận nhiều khung, bộ phận biến đổi (120) để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130), bộ phận khôi phục (140) để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc mã hóa, xử lý và giải mã tín hiệu âm thanh, và cụ thể, đề cập đến thiết bị và phương pháp để giảm dần cường độ tín hiệu đã cải thiện cho các hệ thống mã hóa âm thanh được chuyển đổi trong quá trình che giấu lỗi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sau đây, tình trạng kỹ thuật được mô tả liên quan đến các bộ mã hóa-giải mã âm thanh và tiếng nói trong sự che giấu mất gói (packet loss concealment - PLC). Các giải thích liên quan đến tình trạng kỹ thuật với các bộ mã hóa-giải mã ITU-T của chuỗi G (G.718, G.719, G.722, G.722.1, G.729, G.729.1), được theo sau bởi các bộ mã hóa-giải mã 3GPP (AMR, AMR-WB, AMR-WB+) và một bộ mã hóa-giải mã IETF (OPUS), và kết thúc với hai bộ mã hóa-giải mã MPEG (HE-AAC, HILN) (Liên minh viễn thông quốc tế (International Telecommunication Union - ITU); Dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project - 3GPP); Đa tốc độ thích ứng (Adaptive Multi-Rate - AMR); Băng rộng (Wideband - WB); Lực lượng chuyên trách kỹ thuật Internet (Internet Engineering Task Force - IETF). Tiếp theo, tình trạng kỹ thuật liên quan đến việc tạo vết mức độ nhiễu âm nền được phân tích, được theo sau bởi tóm tắt mà cung cấp cái nhìn tổng quan.

Đầu tiên, G.718 được xem xét. G.718 là bộ mã hóa-giải mã tiếng nói băng hẹp và băng rộng, mà hỗ trợ DTX/CNG (Các hệ thống nhà hát số (Digital Theater Systems - DTX); Thế hệ nhiễu âm dễ chịu (Comfort Noise Generation - CNG)). Vì các phương án đề cập một cách cụ thể đến sự mã hóa độ trễ thấp, chế độ phiên bản độ trễ thấp sẽ được mô tả cụ thể hơn, ở đây.

Xem xét ACELP (Lớp 1) (dự báo tuyến tính xuất phát từ mã đại số (Algebraic Code Excited Linear Prediction - ACELP)), ITU-T khuyến nghị cho G.718 [ITU08a, phần 7.11] sự giảm dần cường độ thích ứng trong miền dự báo tuyến tính để điều khiển tốc độ giảm dần cường độ. Nhìn chung, sự che giấu đi theo nguyên lý sau:

Theo G.718, trong trường hợp xóa khung, chiến lược che giấu có thể được tổng kết như sự hội tụ của năng lượng tín hiệu và đường bao phổ đến các tham số được ước

lượng của nhiễu âm nền. Chu kỳ của tín hiệu được hội tụ về 0. Tốc độ của sự hội tụ phụ thuộc vào các tham số của khung được nhận chính xác cuối cùng và số lượng các khung được xóa liên tiếp, và được kiểm soát bởi hệ số suy giảm, α . Hệ số suy giảm α , còn phụ thuộc vào độ ổn định, θ , của bộ lọc dự báo tuyến tính (Linear Prediction - LP) cho các khung VÔ THANH. Nhìn chung, sự hội tụ sẽ chậm nếu khung được nhận tốt cuối cùng nằm trong phân đoạn ổn định và sẽ nhanh nếu khung nằm trong phân đoạn chuyển tiếp.

Hệ số suy giảm α phụ thuộc vào loại tín hiệu tiếng nói, mà được suy ra bởi sự phân loại tín hiệu được mô tả trong [ITU08a, phần 6.8.1.3.1 và 7.11.1.1]. Hệ số ổn định θ được tính toán dựa trên số đo khoảng cách giữa các bộ lọc tần số phổ hỗ dẫn (Immittance Spectral Frequency - ISF) liên kế [ITU08a, phần 7.1.2.4.2].

Bảng 1 thể hiện sơ đồ tính toán của α :

Khung được nhận tốt cuối cùng	Số lượng các khung được xóa liên tiếp	α
SỰ BẮT ĐẦU NHÂN TẠO		0,6
SỰ BẮT ĐẦU, HỮU THANH	≤ 3	1,0
	> 3	0,4
SỰ CHUYỂN TIẾP HỮU THANH		0,4
SỰ CHUYỂN TIẾP VÔ THANH		0,8
VÔ THANH	$= 1$	$0,2 \cdot \theta + 0,8$
	$= 2$	0,6
	> 2	0,4

Bảng 1: Các giá trị của hệ số suy giảm α , giá trị θ là hệ số ổn định được tính toán từ số đo khoảng cách giữa các bộ lọc LP liên kế. [ITU08a, phần 7.1.2.4.2].

Hơn nữa, G.718 đề xuất phương pháp tăng giảm cường độ để sửa đổi đường bao phổ. Ý kiến chung là để hội tụ các tham số ISF cuối cùng về phía vector trung bình ISF thích ứng. Đầu tiên, vector ISF trung bình được tính toán từ 3 vector ISF đã biết cuối cùng. Sau đó, vector ISF trung bình lần nữa được tính trung bình với vector ISF dài hạn được tạo chuỗi ngoại tuyến (mà là vector bất biến) [ITU08a, phần 7.11.1.2].

Hơn nữa, G.718 đề xuất phương pháp tăng giảm cường độ để kiểm soát động thái dài hạn và do đó tương tác với nhiễu âm nền, trong đó năng lượng kích thích tần số cơ bản (và do đó chu kỳ kích thích) được hội tụ về 0, trong khi năng lượng kích thích ngẫu nhiên hội tụ về năng lượng kích thích CNG [ITU08a, phần 7.11.1.6]. Sự suy giảm độ khuếch đại đổi mới được tính toán như:

$$g_s^{[1]} = \alpha g_s^{[0]} + (1 - \alpha)g_n \quad (1)$$

trong đó $g_s^{[1]}$ là độ khuếch đại đổi mới tại lúc bắt đầu của khung tiếp theo, $g_s^{[0]}$ là độ khuếch đại tại lúc bắt đầu của khung hiện thời, g_n là độ khuếch đại của sự kích thích được sử dụng trong quá trình tạo ra nhiễu âm dễ chịu và hệ số suy giảm α .

Tương tự với sự suy giảm kích thích chu kỳ, độ khuếch đại được suy giảm một cách tuyến tính qua khung trên cơ sở từng mẫu bắt đầu với, $g_s^{[0]}$, và đạt đến $g_s^{[1]}$ tại lúc bắt đầu khung tiếp theo.

Fig.2 phác thảo cấu trúc bộ giải mã của G.718. Cụ thể, Fig.2 minh họa kết cấu bộ giải mã mức cao G.718 cho PLC, kết hợp với bộ lọc thông cao.

Bằng phương thức được mô tả như trên của G.718, độ khuếch đại đổi mới g_s hội tụ về độ khuếch đại được sử dụng trong quá trình tạo ra nhiễu âm dễ chịu g_n cho các khối tín hiệu truyền dài của các sự mất gói. Như được mô tả trong [ITU08a, phần 6.12.3], độ khuếch đại nhiễu âm dễ chịu g_n được đưa ra như là căn bậc hai của năng lượng $\tilde{E}$. Các điều kiện của sự cập nhật của $\tilde{E}$ không được mô tả chi tiết. Tiếp theo sự thực hiện tham chiếu (mã C dấu chấm động, `stat_noise_uv_mod.c`), $\tilde{E}$ được suy ra như sau:

```
if(unvoiced_vad == 0){
    if( unv_cnt > 20 ){
        ftmp = lp_gainc * lp_gainc;
        lp_ener = 0.7f * lp_ener + 0.3f * ftmp;
    }
    else{
        unv_cnt++;
    }
}
```

```

}
else{
    unv_cnt = 0;
}

```

trong đó `unvoiced_vad` duy trì việc phát hiện hoạt động tiếng nói, trong đó `unv_cnt` duy trì số lượng khung vô thanh trong hàng, trong đó `lp_gainc` duy trì độ khuếch đại được tạo thông thấp của bảng mã cố định, và trong đó `lp_ener` duy trì sự ước lượng năng lượng CNG được tạo thông thấp $\tilde{E}$, nó được thiết lập ban đầu với 0.

Hơn nữa, G.718 cung cấp bộ lọc thông cao, được dẫn vào trong đường dẫn tín hiệu của sự kích thích vô thanh, nếu tín hiệu của khung tốt cuối cùng được phân loại khác với VÔ THANH, xem Fig.2, cũng xem [ITU08a, phần 7.11.1.6]. Bộ lọc này có đặc điểm ngăn thấp với đáp ứng tần số tại DC là khoảng 5dB thấp hơn tần số Nyquist.

Hơn nữa, G.718 đề xuất vòng lặp phản hồi dự báo dài hạn (Long-Term Prediction - LTP) được khử ghép: Trong đó trong quá trình hoạt động thông thường, vòng lặp phản hồi cho bảng mã thích ứng được cập nhật theo khung phụ ([ITU08a, phần 7.1.2.1.4]) dựa trên sự kích thích đầy đủ. Trong quá trình che giấu vòng lặp phản hồi này được cập nhật theo khung (xem [ITU08a, các phần 7.11.1.4, 7.11.2.4, 7.11.1.6, 7.11.2.6; `dec_GV_exc@dec_gen_voic.c` và `syn_bfi_post@syn_bfi_pre_post.c`]) chỉ dựa trên sự kích thích hữu thanh. Với phương pháp này, bảng mã thích ứng không bị “ô nhiễm” với nhiễu âm có nguồn gốc của nó trong đó bằng sự kích thích đổi mới được chọn ngẫu nhiên.

Đối với sự biến đổi các lớp nâng cao được mã hóa (3-5) của G.718, trong quá trình che giấu, bộ giải mã hoạt động liên quan đến sự giải mã lớp cao tương tự hoạt động bình thường, chỉ là phổ MDCT được thiết lập về 0. Không có động thái giảm dần cường độ đặc biệt nào được áp dụng trong quá trình che giấu.

Đối với CNG, trong G.718, sự tổng hợp CNG được thực hiện theo thứ tự sau đây. Đầu tiên, các tham số của khung nhiễu âm dễ chịu được giải mã. Sau đó, khung nhiễu âm dễ chịu được tổng hợp. Sau đó, bộ đệm tần số cơ bản được đặt lại. Sau đó, sự tổng hợp cho sự phân loại phục hồi lỗi khung (Frame Error Recovery - FER) được lưu

lại. Sau đó, sự chỉnh giảm phổ được tiến hành. Sau đó, sự lọc sau tần số thấp được tiến hành. Sau đó, các biến CNG được cập nhật.

Trong trường hợp che giấu, việc tương tự được thực hiện một cách chính xác, ngoại trừ các tham số CNG không được giải mã từ dòng bit. Điều này có nghĩa là các tham số không được cập nhật trong quá trình mất khung, mà các tham số được giải mã từ khung mô tả việc chen im lặng (Silence Insertion Descriptor - SID) được sử dụng.

Bây giờ, G.719 được xem xét. G.719, mà dựa trên Siren 22, là bộ mã hóa-giải mã âm thanh băng đầy đủ dựa trên biến đổi. ITU-T khuyến nghị cho G.719 sự giảm dần cường độ với việc lặp lại khung trong miền phổ [ITU08b, phần 8.6]. Theo G.719, cơ cấu che giấu sự xóa khung được kết hợp vào trong bộ giải mã. Khi khung được nhận một cách chính xác, các hệ số biến đổi được khôi phục được lưu trữ trong bộ đệm. Nếu bộ giải mã được thông báo rằng khung đã bị mất hoặc khung bị sai lệch, các hệ số biến đổi được khôi phục trong khung được nhận gần đây nhất được định tỉ lệ giảm với thừa số 0,5 và sau đó được sử dụng như các hệ số biến đổi được khôi phục cho khung hiện thời. Bộ giải mã xử lý bằng cách biến đổi chúng đến miền thời gian và thực hiện hoạt động tạo tạo cửa sổ-chồng lấp-cộng.

Sau đây, G.722 được mô tả. G.722 là hệ thống mã hóa từ 50 đến 7000 Hz mà sử dụng sự điều biến mã xung chên lệch thích ứng băng phụ (subband adaptive differential pulse code modulation - SB-ADPCM) nằm trong tốc độ bit lên đến 64 kbit/s. Tín hiệu được chia thành băng phụ cao hơn và thấp hơn, sử dụng sự phân tích bộ lọc gương cầu phương (Quadrature Mirror Filter - QMF). Hai băng thu được được mã hóa điều biến mã xung chên lệch thích ứng (Adaptive Differential Pulse Code Modulation - ADPCM).

Đối với G.722, thuật toán phức tạp cao cho sự che giấu mất gói được chỉ rõ trong phụ lục III [ITU06a] và thuật toán phức tạp thấp cho sự che giấu mất gói được chỉ rõ trong phụ lục IV [ITU07]. G.722 - phụ lục III ([ITU06a, phần III.5]) đề xuất sự chặn tiếng được thực hiện dần dần, bắt đầu sau 20ms của sự mất khung, được hoàn thành sau 60ms của sự mất khung. Hơn nữa, G.722 - phụ lục IV đề xuất công nghệ giảm dần cường độ mà áp dụng “đến mỗi mẫu thừa số khuếch đại mà được tính toán và được thích ứng từng mẫu” [ITU07, phần IV.6.1.2.7].

Trong G.722, quy trình chặn tiếng diễn ra trong miền băng phụ chỉ trước sự tổng hợp QMF và như bước cuối cùng của môđun PLC. Sự tính toán của thừa số chặn tiếng được thực hiện sử dụng thông tin phân loại từ bộ phân loại tín hiệu mà cũng là một phần của môđun PLC. Sự phân biệt được thực hiện giữa các loại TRANSIENT, UV_TRANSITION và các loại khác. Hơn nữa, sự phân biệt được thực hiện giữa các sự mất đơn của các khung 10ms và các trường hợp khác (nhiều sự mất của các khung 10ms và các sự mất của một/nhiều khung 20ms).

Điều này được minh họa bởi Fig.3. Cụ thể, Fig.3 mô tả kịch bản, trong đó thừa số giảm dần cường độ của G.722, phụ thuộc vào thông tin phân loại và trong đó 80 mẫu tương đương với 10ms.

Theo G.722, môđun PLC tạo ra tín hiệu cho khung mất và một số tín hiệu bổ sung (10ms) mà được đưa ra là được tăng giảm chéo với khung tốt tiếp theo. Sự chặn tiếng cho tín hiệu bổ sung cũng theo luật tương tự. Trong sự che giấu băng cao của G.722, sự tăng giảm chéo không diễn ra.

Dưới đây, G.722.1 được xem xét. G.722.1, mà dựa trên Siren 7, là bộ mã hóa-giải mã âm thanh băng rộng dựa trên biến đổi với chế độ mở rộng băng siêu rộng, được đề cập đến như G.722.1C. Bản thân G. 722.1C được dựa trên Siren 14. ITU-T khuyến nghị cho G.722.1 sự lặp lại khung với sự chặn tiếng tiếp theo [ITU05, phần 4.7]. Nếu bộ giải mã được thông báo, bằng cách cơ cấu tạo tín hiệu bên ngoài không được xác định trong khuyến nghị này, rằng khung đã bị mất hoặc bị sai lạc, nó lặp lại các hệ số biến đổi được lắp được điều biến (Modulated Lapped Transform - MLT) được mã hóa của khung trước. Nó tiến hành bằng cách biến đổi chúng đến miền thời gian, và thực hiện hoạt động chồng lắp và cộng với thông tin được giải mã của khung trước và khung tiếp theo. Nếu khung trước cũng bị mất hoặc bị sai lạc, khi đó bộ giải mã thiết lập tất cả các hệ số MLT khung hiện thời đến 0.

Bây giờ, G.729 được xem xét. G.729 là thuật toán nén dữ liệu âm thanh cho âm mà nén âm số trong các gói có độ dài 10 mili giây. Nó được mô tả một cách chính thức như sự mã hóa tiếng nói tại tốc độ 8 kbit/giây sử dụng sự mã hóa tiếng nói dự báo tuyến tính được kích thích mã (CS-ACELP) [ITU12].

Như được nêu trong [CPK08], G.729 khuyến nghị sự giảm dần cường độ trong

miền LP. Thuật toán PLC được sử dụng trong tiêu chuẩn G.729 khôi phục tín hiệu tiếng nói cho khung hiện thời dựa trên thông tin tiếng nói được nhận trước đó. Nói cách khác, thuật toán PLC thay thế sự kích thích bị mất với đặc điểm tương đương của khung được nhận trước đó, mặc dù năng lượng kích thích cuối cùng giảm dần, các độ khuếch đại của các bảng mã thích ứng và cố định bị suy giảm bởi thừa số không thay đổi.

Độ khuếch đại bảng mã cố định được suy giảm được đưa ra bởi:

$$g_c^{(m)} = 0,98 \cdot g_c^{(m-1)}$$

với m là chỉ số khung phụ.

Độ khuếch đại bảng mã thích ứng được dựa trên phiên bản suy giảm của độ khuếch đại bảng mã thích ứng trước đó:

$$g_p^{(m)} = 0,9 \cdot g_p^{(m-1)} \quad , \text{ với điều kiện } g_p^{(m)} < 0,9$$

Nam trong Park et al. gợi ý cho G.729, việc điều khiển biên độ tín hiệu sử dụng sự dự báo bằng cách hồi quy tuyến tính [CPK08, PKJ+11]. Nó đề cập đến sự mất gói khối tín hiệu truyền và sử dụng sự hồi quy tuyến tính như kỹ thuật cốt lõi. Sự hồi quy tuyến tính được dựa trên mô hình tuyến tính như:

$$g'_i = a + bi \quad (2)$$

trong đó g'_i là biên độ hiện thời được dự báo mới nhất, a và b là các hệ số cho hàm tuyến tính thứ nhất, và i là chỉ số của khung. Để tìm ra các hệ số được tối ưu hóa a^* và b^* , tổng của sai số dự báo được bình phương được tối thiểu hóa:

$$\epsilon = \sum_{j=i-4}^{i-1} (g_j - g'_j)^2 \quad (3)$$

ϵ là sai số được bình phương, g_j là biên độ thứ j quá khứ ban đầu. Để tối thiểu hóa sai số này, chỉ cần đặt đạo hàm liên quan đến a và b là 0. Bằng cách sử dụng các tham số được tối ưu hóa a^* và b^* , sự ước lượng của mỗi g_i^* được biểu thị bởi:

$$g_i^* = a^* + b^*i \quad (4)$$

Fig.4 thể hiện sự dự báo biên độ, cụ thể, sự dự báo của biên độ g_i^* , bằng cách sử dụng sự hồi quy tuyến tính.

Đề thu được biên độ A'_i của gói đã mất i , tỉ lệ σ_i :

$$\sigma_i = \frac{g_i^*}{g_{i-1}} \quad (5)$$

được nhân với thừa số định tỉ lệ S_i :

$$A'_i = S_i * \sigma_i \quad (6)$$

trong đó thừa số định tỉ lệ S_i phụ thuộc vào số lượng khung được che giấu liên tiếp $l(i)$:

$$S_i = \begin{cases} 1,0, & \text{nếu } l(i) = 1, 2 \\ 0,9, & \text{nếu } l(i) = 3, 4 \\ 0,8, & \text{nếu } l(i) = 5, 6 \\ 0, & \text{nếu không thì} \end{cases} \quad (7)$$

Trong [PKJ+11], sự định tỉ lệ khác nhau được đề xuất.

Theo G.729, sau đó, A'_i sẽ được làm nhẵn để ngăn ngừa sự suy giảm rời rạc tại các đường biên khung. Cuối cùng, biên độ được làm nhẵn $A_i(n)$ được nhân với sự kích thích, thu được từ các thành phần PLC trước đó.

Sau đây, G.729.1 được xem xét. G.729.1 là bộ mã hóa tốc độ bit biến thiên được nhúng dựa trên G.729: Dòng bit bộ mã hóa băng rộng có thể định tỉ lệ 8-32kbit/giây có thể liên hoạt động với G.729 [ITU06b].

Theo G.729.1, như trong G.718 (xem bên trên), sự giảm dần cường độ thích ứng được đề xuất, mà phụ thuộc vào sự ổn định của các đặc điểm tín hiệu ([ITU06b, section 7.6.1]). Trong quá trình che giấu, tín hiệu thường được suy giảm dựa trên hệ số suy giảm α mà phụ thuộc vào các tham số của loại khung được nhận tốt cuối cùng và số lượng của các khung bị xóa liên tiếp. Hệ số suy giảm α , còn phụ thuộc vào độ ổn định của bộ lọc dự báo tuyến tính (Linear Prediction - LP) cho các khung VÔ THANH. Nhìn chung, sự suy giảm sẽ chậm nếu khung được nhận tốt cuối cùng nằm

trong phân đoạn ổn định và sẽ nhanh nếu khung nằm trong phân đoạn chuyển tiếp.

Hơn nữa, hệ số suy giảm α phụ thuộc vào độ khuếch đại tần cơ bản trung bình trên mỗi khung phụ $\bar{g}_p$ ([ITU06b, eq. 163, 164]):

$$\bar{g}_p = 0,1g_p^{(0)} + 0,2g_p^{(1)} + 0,3g_p^{(2)} + 0,4g_p^{(3)} \quad (8)$$

trong đó $g_p^{(i)}$ là độ khuếch đại tần cơ bản trong khung phụ i .

Bảng 2 thể hiện sơ đồ tính toán của α , trong đó:

$$\beta = \sqrt{\bar{g}_p} \quad \text{với} \quad 0,85 \geq \beta \geq 0,98 \quad (9)$$

Trong suốt quy trình che giấu, α được sử dụng trong các công cụ che giấu sau:

khung được nhận tốt cuối cùng	Số lượng các khung được xóa liên tiếp	α
HỮU THANH	1	β
	2,3	$\bar{g}_p$
	> 3	0,4
SỰ BẮT ĐẦU	1	$0,8 \beta$
	2,3	$\bar{g}_p$
	> 3	0,4
SỰ BẮT ĐẦU NHÂN TẠO	1	$0,6 \beta$
	2,3	$\bar{g}_p$
	> 3	0,4
SỰ CHUYỂN TIẾP HỮU THANH	≤ 2	0,8
	> 2	0,2
SỰ CHUYỂN TIẾP VÔ THANH		0,88
VÔ THANH	1	0,95
	2,3	$0,6 \theta + 0,4$
	> 3	0,4

Bảng 2: Các giá trị của hệ số suy giảm α , giá trị θ là hệ số ổn định được tính

toán từ số đo khoảng cách giữa các bộ lọc LP liền kề. [ITU06b, phần 7.6.1].

Theo G.729.1, về sự tái đồng bộ hóa xung âm tắc, như xung cuối cùng của sự kích thích của khung trước đó được sử dụng cho việc xây dựng phần chu kỳ, độ khuếch đại của nó là xấp xỉ đúng tại lúc bắt đầu của khung được che giấu và có thể thiết lập là 1. Độ khuếch đại sau đó bị suy giảm tuyến tính trong suốt khung trên cơ sở từng mẫu để đạt được giá trị của α tại lúc kết thúc khung. Sự tiến triển năng lượng của các phân đoạn hữu thanh được ngoại suy bằng cách sử dụng các giá trị độ khuếch đại kích thích tần số cơ bản của mỗi khung phụ của khung tốt cuối cùng. Nhìn chung, nếu các độ khuếch đại này lớn hơn 1, năng lượng tín hiệu sẽ tăng, nếu chúng nhỏ hơn 1, năng lượng sẽ giảm. α do đó được thiết lập thành $\beta = \sqrt{g_p}$ như mô tả trên, xem [ITU06b, eq. 163, 164]. Giá trị của β được cắt giữa 0,98 và 0,85 để tránh các sự tăng và giảm năng lượng mạnh, xem [ITU06b, phần 7.6.4].

Về sự xây dựng các phần ngẫu nhiên của sự kích thích, theo G.729.1, tại lúc bắt đầu khối bị xóa, độ khuếch đại đổi mới g_s được thiết lập ban đầu bằng cách sử dụng các độ khuếch đại kích thích đổi mới của mỗi khung phụ của khung tốt cuối cùng:

$$g_s = 0,1g^{(0)} + 0,2g^{(1)} + 0,3g^{(2)} + 0,4g^{(3)}$$

trong đó $g^{(0)}$, $g^{(1)}$, $g^{(2)}$ và $g^{(3)}$ là bảng mã cố định, hoặc độ khuếch đại đổi mới của bốn khung phụ của khung được nhận chính xác cuối cùng. Sự suy giảm độ khuếch đại đổi mới được thực hiện như:

$$g_s^{(1)} = \alpha \cdot g_s^{(0)}$$

trong đó $g_s^{(1)}$ là độ khuếch đại đổi mới tại lúc bắt đầu của khung tiếp theo, $g_s^{(0)}$ là độ khuếch đại đổi mới tại lúc bắt đầu của khung hiện thời, và α như được xác định trong bảng 2 nêu trên. Tương tự với sự suy giảm kích thích chu kỳ, độ khuếch đại do đó được suy giảm tuyến tính trong suốt khung trên cơ sở từng mẫu bắt đầu với $g_s^{(0)}$ và đến giá trị $g_s^{(1)}$ mà sẽ đạt được tại lúc bắt đầu khung tiếp theo.

Theo G.729.1, nếu khung tốt cuối cùng là VÔ THANH, chỉ sự kích thích đổi mới được sử dụng và nó còn được suy giảm bởi hệ số là 0,8. Trong trường hợp này, bộ đệm kích thích quá khứ được cập nhật với sự kích thích đổi mới như không có phần

chu kỳ của sự kích thích là sẵn có, xem [ITU06b, phần 7.6.6].

Dưới đây, AMR được xem xét. 3GPP AMR [3GP12b] là bộ mã hóa-giải mã tiếng nói sử dụng thuật toán ACELP. AMR có thể mã hóa tiếng nói với tốc độ lấy mẫu là 8000 mẫu/giây và tốc độ bit giữa 4,75 và 12,2 kbit/giây và hỗ trợ việc tạo tín hiệu các khung mô tả im lặng (DTX/CNG).

Trong AMR, trong quá trình che giấu lỗi (xem [3GP12a]), nó được phân biệt giữa các khung mà thiên về sai số (các sai số bit) và các khung, mà hoàn toàn bị mất (không hề có dữ liệu).

Đối với sự che giấu ACELP, AMR dẫn đến máy trạng thái mà ước lượng chất lượng của kênh: Giá trị của bộ đếm trạng thái càng lớn, chất lượng kênh càng kém. Hệ thống bắt đầu ở trạng thái 0. Mỗi lần khung xấu được phát hiện, bộ đếm trạng thái được tăng lên bởi một và được bão hòa khi đạt đến 6. Mỗi lần khung tiếng nói tốt được phát hiện, bộ đếm trạng thái được đặt lại về 0, ngoại trừ khi trạng thái là 6, trong đó bộ đếm trạng thái được thiết lập là 5. Dòng kiểm soát của máy trạng thái có thể được mô tả bởi mã C sau (BFI là bộ chỉ thị khung xấu, State là biến trạng thái):

```
if(BFI != 0 ) {
    State = State + 1;
}
else if(State == 6) {
    State = 5;
}
else {
    State = 0;
}
if(State > 6 ) {
    State = 6;
}
```

Ngoài máy trạng thái này, trong AMR, các cờ hiệu khung xấu từ các khung hiện thời và khung trước đó được kiểm tra (prevBFI).

Ba tổ hợp khác nhau là khả thi:

Tổ hợp thứ nhất trong số ba tổ hợp là $BFI = 0$, $prevBFI = 0$, $State = 0$: Không

có sai số được phát hiện trong khung tiếng nói được nhận hoặc trong khung tiếng nói được nhận trước đó. Các tham số tiếng nói được nhận được sử dụng theo cách thông thường trong sự tổng hợp tiếng nói. Khung hiện thời của các tham số tiếng nói được lưu.

Tổ hợp thứ hai trong số ba tổ hợp là $BFI = 0$, $prevBFI = 1$, $State = 0$ hoặc 5: Không có sai số được phát hiện trong khung tiếng nói được nhận, nhưng khung tiếng nói được nhận trước đó là xấu. Độ khuếch đại LTP và độ khuếch đại bảng mã cố định được hạn chế dưới các giá trị được sử dụng cho khung phụ tốt được nhận cuối cùng:

$$g_p = \begin{cases} g_p, & g_p \leq g_p(-1) \\ g_p(-1), & g_p > g_p(-1) \end{cases} \quad (10)$$

trong đó g_p = độ khuếch đại LTP được giải mã hiện thời, $g_p(-1)$ = độ khuếch đại LTP được sử dụng cho khung phụ tốt cuối cùng ($BFI = 0$), và:

$$g_c = \begin{cases} g_c, & g_c \leq g_c(-1) \\ g_c(-1), & g_c > g_c(-1) \end{cases} \quad (11)$$

trong đó g_c = độ khuếch đại bảng mã cố định được giải mã hiện thời, và $g_c(-1)$ = độ khuếch đại bảng mã cố định được sử dụng cho khung phụ tốt cuối cùng ($BFI = 0$).

Phần còn lại của các tham số tiếng nói được nhận thường được sử dụng trong sự tổng hợp tiếng nói. Khung hiện thời của các tham số tiếng nói được lưu.

Tổ hợp thứ ba trong số ba tổ hợp là $BFI = 1$, $prevBFI = 0$ hoặc 1, $State = 1...6$: Sai số được phát hiện trong khung tiếng nói được nhận và sự thay thế và quy trình chặn tiếng được bắt đầu. Độ khuếch đại LTP và độ khuếch đại bảng mã cố định được thay thế bằng các giá trị được suy giảm từ các khung phụ trước đó.

$$g_p = \begin{cases} P(state) \cdot g_p(-1), & g_p(-1) \leq median5(g_p(-1), \dots, g_p(-5)) \\ P(state) \cdot median5(g_p(-1), \dots, g_p(-5)) & g_p(-1) > median5(g_p(-1), \dots, g_p(-5)) \end{cases} \quad (12)$$

trong đó g_p biểu thị độ khuếch đại LTP được giải mã hiện thời và $g_p(-1), \dots, g_p(-n)$ biểu thị các độ khuếch đại LTP được sử dụng cho các khung phụ n cuối cùng và

median5() biểu thị hoạt động trung bình 5 điểm và $P(\text{state}) =$ hệ số suy giảm, trong đó ($P(1) = 0,98$, $P(2) = 0,98$, $P(3) = 0,8$, $P(4) = 0,3$, $P(5) = 0,2$, $P(6) = 0,2$) và $\text{state} =$ số lượng trạng thái, và:

$$g_c = \begin{cases} C(\text{state}) \cdot g_c(-1), & g_c(-1) \leq \text{median5}(g_c(-1), \dots, g_c(-5)) \\ C(\text{state}) \cdot \text{median5}(g_c(-1), \dots, g_c(-5)) & g_c(-1) > \text{median5}(g_c(-1), \dots, g_c(-5)) \end{cases} \quad (13)$$

trong đó g_c biểu thị độ khuếch đại bảng mã cố định được giải mã hiện thời và $g_c(-1), \dots, g_c(-n)$ biểu thị độ khuếch đại bảng mã cố định được sử dụng cho các khung phụ n cuối cùng và median5() biểu thị hoạt động trung bình 5 điểm và $C(\text{state}) =$ hệ số suy giảm, trong đó ($C(1) = 0,98$, $C(2) = 0,98$, $C(3) = 0,98$, $C(4) = 0,98$, $C(5) = 0,98$, $C(6) = 0,7$) và $\text{state} =$ số trạng thái.

Trong AMR, các giá trị độ trễ dự báo dài hạn (Long-Term Prediction - LTP) được thay thế bởi giá trị quá khứ từ khung phụ thứ 4 của khung trước đó (chế độ 12.2) hoặc các giá trị được thay đổi nhẹ dựa trên giá trị được nhận một cách chính xác cuối cùng (tất cả các chế độ khác).

Theo AMR, các xung đổi mới của bảng mã cố định được nhận từ các khung lỗi được sử dụng trong trạng thái mà chúng được nhận khi dữ liệu sai lạc được nhận. Trong trường hợp không nhận được dữ liệu, các chỉ mục số mã cố định ngẫu nhiên sẽ được sử dụng.

Liên quan đến CNG trong AMR, theo [3GP12a, phần 6.4], mỗi khung SID bị mất thứ nhất được thay thế bằng cách sử dụng thông tin SID từ các khung SID có giá trị được nhận và quy trình cho các khung SID có giá trị được áp dụng. Đối với các khung SID bị mất liên tiếp, công nghệ suy giảm được áp dụng cho nhiều âm để chịu mà sẽ giảm dần mức đầu ra. Do đó, nó sẽ được kiểm tra xem liệu cập nhật SID cuối cùng trước đây là hơn 50 khung ($= 1 \text{ s}$), nếu có, đầu ra sẽ được chặn tiếng (sự suy giảm mức là $-6/8\text{dB}$ trên mỗi khung [3GP12d, `dtx_dec{}@sp_dec.c`] mà mang lại $37,5\text{dB}$ mỗi giây). Lưu ý rằng sự giảm dần cường độ được áp dụng cho CNG được thực hiện trong miền LP.

Sau đây, AMR-WB được xem xét. Đa tốc độ thích ứng (Adaptive Multirate -

WB) [ITU03, 3GP09c] là bộ mã hóa-giải mã tiếng nói, ACELP, dựa trên AMR (xem phần 1.8). Nó sử dụng sự mở rộng băng thông theo tham số và cũng hỗ trợ DTX/CNG. Trong mô tả của tiêu chuẩn [3GP12g] có các giải pháp mẫu về sự che giấu được đưa ra mà giống với AMR [3GP12a] với các độ lệch nhỏ. Do đó, chỉ các khác biệt với AMR được mô tả ở đây. Đối với sự mô tả tiêu chuẩn, xem phần mô tả trên đây.

Đối với ACELP, trong AMR-WB, sự giảm dần cường độ ACELP được thực hiện dựa trên mã nguồn tham chiếu [3GP12c] bằng cách thay đổi độ khuếch đại tần số cơ bản g_p (đối với AMR bên trên được đề cập đến như độ khuếch đại LTP) và bằng cách thay đổi độ khuếch đại bằng mã g_c .

Trong trường hợp khung bị mất, độ khuếch đại tần số cơ bản g_p cho khung phụ thứ nhất là giống với khung tốt cuối cùng, ngoại trừ việc nó bị giới hạn giữa 0,95 và 0,5. Đối với các khung phụ thứ hai, thứ ba và tiếp theo đây, độ khuếch đại tần số cơ bản g_p giảm đi thừa số là 0,95 và bị giới hạn một lần nữa.

AMR-WB đề xuất rằng trong khung được che giấu, g_c được dựa trên g_c cuối cùng:

$$g_{c,current} = g_{c,past} * (1,4 - g_{p,past}) \quad (14)$$

$$g_c = g_{c,current} * g_{c_{inov}} \quad (15)$$

$$g_{c_{inov}} = \frac{1,0}{\sqrt{\frac{ener_{inov}}{\text{subframe_size}}}} \quad (16)$$

$$ener_{inov} = \sum_{i=0}^{\text{subframe_size}-1} code[i] \quad (17)$$

Đối với việc che giấu các độ trễ LTP, trong AMR-WB, lịch sử 5 độ trễ LTP và độ khuếch đại LTP tốt cuối cùng được sử dụng để tìm kiếm phương pháp tốt nhất để cập nhật, trong trường hợp mất khung. Trong trường hợp khung được nhận với các sai số bit, sự dự báo được thực hiện, liệu độ trễ LTP được nhận có thể được sử dụng hay không [3GP12g].

Liên quan đến CNG, trong AMR-WB, nếu khung được nhận chính xác cuối

cùng là khung SID và khung được phân loại là đã mất, nó có thể được thay thế bởi thông tin khung SID có giá trị cuối cùng và quy trình cho các khung SID có giá trị nên được áp dụng.

Đối với các khung SID bị mất liên tiếp, AMR-WB đề xuất áp dụng công nghệ suy giảm cho nhiều âm để chịu mà sẽ giảm dần mức đầu ra. Do đó, nó sẽ được kiểm tra xem liệu cập nhật SID cuối cùng trước đây là lớn hơn 50 khung ($= 1\text{ s}$), nếu có, đầu ra sẽ bị chặn tiếng (sự suy giảm mức là $-3/8\text{ dB}$ mỗi khung [3GP12f, `dtx_dec{}@dtx.c`] mà tạo ra $18,75\text{ dB}$ mỗi giây). Lưu ý rằng sự giảm dần cường độ được áp dụng cho CNG được thực hiện trong miền LP.

Bây giờ, AMR-WB+ được xem xét. Đa tốc độ thích ứng - WB+ [3GP09a] là bộ mã hóa-giải mã được chuyển đổi sử dụng ACELP và sự kích thích được mã hóa biến đổi (Transform Coded Excitation - TCX) như các bộ mã hóa-giải mã lõi. Nó sử dụng sự mở rộng băng thông theo tham số và cũng hỗ trợ DTX/CNG.

Trong AMR-WB+, logic phép ngoại suy chế độ được áp dụng để ngoại suy các chế độ của các khung bị mất trong siêu khung bị méo. Phép ngoại suy chế độ này được dựa trên thực tế rằng tồn tại phần dư trong sự xác định các bộ chỉ thị chế độ. Logic quyết định (được đưa ra trong [3GP09a, figure 18]) được đề xuất bởi AMR-WB+ là như sau:

- Chế độ véc tơ, $(m_{-1}, m_0, m_1, m_2, m_3)$, được xác định, trong đó m_{-1} biểu thị chế độ của khung cuối cùng của siêu khung trước đó và m_0, m_1, m_2, m_3 biểu thị các chế độ của các khung trong siêu khung hiện thời (được giải mã từ dòng bit), trong đó $m_k = -1, 0, 1, 2$ hoặc 3 (-1 : bị mất, 0 : ACELP, 1 : TCX20, 2 : TCX40, 3 : TCX80), và trong đó số lượng các khung bị mất n_{loss} có thể nằm giữa 0 và 4 .

- Nếu $m_{-1} = 3$ và hai trong số các bộ chỉ thị chế độ của các khung $0 - 3$ là bằng ba, tất cả các bộ chỉ thị được thiết lập về ba vì sau đó chắc chắn rằng khung TCX80 đã được biểu thị trong siêu khung.

- Nếu chỉ một bộ chỉ thị của các khung $0 - 3$ là ba (và số lượng các khung bị mất n_{loss} là ba), chế độ sẽ được thiết lập thành $(1, 1, 1, 1)$, vì sau đó $3/4$ trong số phổ đích TCX80 bị mất và có khả năng rằng độ khuếch đại TCX toàn cục bị mất.

- Nếu chế độ biểu thị $(x, 2, -1, x, x)$ hoặc $(x, -1, 2, x, x)$, nó sẽ được ngoại suy đến $(x, 2, 2, x, x)$, biểu thị khung TCX40. Nếu chế độ biểu thị $(x, x, x, 2, -1)$ hoặc $(x, x, -1, 2)$ nó sẽ được ngoại suy đến $(x, x, x, 2, 2)$, cũng biểu thị khung TCX40. Nên lưu ý rằng $(x, [0, 1], 2, 2, [0, 1])$ là các cấu hình không có giá trị.

- Sau đó, đối với mỗi khung mà bị mất ($mode = -1$), chế độ được thiết lập thành ACELP ($mode = 0$) nếu khung trước đó là ACELP và chế độ được thiết lập thành TCX20 ($mode = 1$) cho tất cả các trường hợp khác.

Liên quan đến ACELP, theo AMR-WB+, nếu chế độ các khung bị mất dẫn đến kết quả $m_k = 0$ sau phép ngoại suy chế độ, phương thức tương tự như trong [3GP12g] được áp dụng cho khung này (xem trên).

Trong AMR-WB+, phụ thuộc vào số lượng các khung bị mất và chế độ được ngoại suy, các phương thức che giấu liên quan đến TCX sau đây được phân biệt:

- Nếu toàn bộ khung bị mất, thì sự che giấu như ACELP được áp dụng: Sự kích thích cuối cùng được lặp lại và các hệ số ISF được che giấu (chuyển dịch dần dần về phía giá trị trung bình thích ứng của chúng) được sử dụng để tổng hợp tín hiệu miền thời gian. Ngoài ra, thừa số giảm dần cường độ là 0,7 mỗi khung (20ms) [3GP09b, `dec_tcxc`] được nhân trong miền dự báo tuyến tính, ngay trước sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính (Linear Predictive Coding - LPC).

- Nếu chế độ cuối cùng là TCX80 cũng như chế độ được ngoại suy của siêu khung (bị mất một phần) là TCX80 ($nloss = [1, 2]$, $mode = (3, 3, 3, 3, 3)$), sự che giấu được thực hiện trong miền FFT (Fast Fourier Transform), sử dụng pha và phép ngoại suy biên độ, xem xét khung được nhận chính xác cuối cùng. Phương thức ngoại suy của thông tin pha là không được quan tâm ở đây (không liên quan đến chiến lược tăng giảm cường độ) và do đó không được mô tả. Chi tiết hơn, xem [3GP09a, phần 6.5.1.2.4]. Đối với sự thay đổi biên độ của AMR-WB+, phương pháp được thực hiện đối với sự che giấu TCX bao gồm các bước sau [3GP09a, phần 6.5.1.2.3]:

- Phổ cường độ của khung trước đó được tính toán:

$$oldA[k] = |oldX[k]|$$

- Phổ cường độ của khung hiện thời được tính toán:

$$A[k] = |\hat{X}[k]|$$

- Sự chênh lệch độ khuếch đại của năng lượng của các hệ số phổ không bị mất giữa khung trước và khung hiện thời được tính toán:

$$gain = \sqrt{\frac{\sum A[k]^2}{\sum oldA[k]^2}}$$

- Biên độ của các hệ số phổ bị mất được ngoại suy sử dụng:

$$\text{nếu}(lost[k]) \quad A[k] = gain \cdot oldA[k]$$

- Trong từng trường hợp khác của khung bị mất với $m_k = [2, 3]$, đích TCX (FFT nghịch đảo của phổ được mã hóa cùng với sự lấp đầy nhiễu âm (sử dụng mức nhiễu âm được giải mã từ dòng bit)) được tổng hợp sử dụng tất cả thông tin có sẵn (bao gồm độ khuếch đại TCX toàn cục). Không có sự giảm dần cường độ được áp dụng trong trường hợp này.

Liên quan đến CNG trong AMR-WB+, phương thức tương tự như trong AMR-WB được sử dụng (xem ở trên).

Dưới đây, OPUS được xem xét. OPUS [IET12] kết hợp công nghệ từ hai bộ mã hóa-giải mã: SILK hướng tiếng nói (được biết đến như bộ mã hóa-giải mã Skype) và phép biến đổi được lấp năng lượng bắt buộc (Constrained-Energy Lapped Transform - CELT) thời gian chờ thấp. Opus có thể được điều chỉnh liên mạch giữa các tốc độ bit thấp và cao, và bên trong, nó chuyển giữa bộ mã hóa-giải mã dự báo tuyến tính tại tốc độ bit thấp (SILK) và bộ mã hóa-giải mã biến đổi tại tốc độ bit cao hơn (CELT) cũng như phép lai cho sự chồng lấp ngắn.

Liên quan đến việc nén và giải nén dữ liệu âm thanh SILK, trong OPUS, có một số tham số mà được suy giảm trong quá trình che giấu trong thường trình bộ giải mã SILK. Tham số độ khuếch đại LTP được suy giảm bằng cách nhân tất cả các hệ số LPC với hoặc 0,99, 0,95 hoặc 0,90 mỗi khung, phụ thuộc vào số lượng các khung bị mất liên tiếp, trong đó sự kích thích được xây dựng sử dụng chu trình tần số cơ bản cuối cùng từ sự kích thích của khung trước. Tham số độ trễ tần số cơ bản tăng rất

chậm trong quá trình mất liên tiếp. Đối với các sự mất đơn, nó được giữ không thay đổi so với khung trước. Hơn nữa, tham số độ khuếch đại kích thích được suy giảm theo hàm mũ với 0.99^{lost_cnt} mỗi khung, để tham số độ khuếch đại kích thích là 0,99 cho tham số độ khuếch đại kích thích thứ nhất, để tham số độ khuếch đại kích thích là 0,992 đối với tham số độ khuếch đại kích thích thứ hai, và tiếp tục như vậy. Sự kích thích được tạo ra sử dụng bộ tạo số ngẫu nhiên mà tạo ra nhiễu âm trắng bằng phần tràn biến thiên. Hơn nữa, các hệ số LPC được ngoại suy/được tính trung bình dựa trên tập hợp các hệ số được nhận chính xác cuối cùng. Sau khi tạo ra vectơ kích thích được suy giảm, các hệ số LPC được che giấu được sử dụng trong OPUS để tổng hợp tín hiệu đầu ra miền thời gian.

Bây giờ, trong ngữ cảnh của OPUS, CELT được xem xét. CELT là bộ mã hóa-giải mã dựa trên biến đổi. Sự che giấu của CELT mô tả nét nổi bật của phương thức PLC dựa trên tần số cơ bản, mà được áp dụng cho lên đến năm khung bị mất liên tiếp. Bắt đầu với khung 6, phương thức che giấu tương tự nhiễu âm được áp dụng, mà tạo ra nhiễu âm nền, mà đặc điểm được đưa ra là phát ra âm như nhiễu âm nền đứng trước.

Fig.5 minh họa động thái mất khối tín hiệu truyền của CELT. Cụ thể, Fig.5 mô tả ảnh phổ (trục x: thời gian; trục y: tần số) của phân đoạn tiếng nói được che giấu CELT. Hộp xám nhạt biểu thị 5 khung bị mất liên tiếp thứ nhất, trong đó phương thức PLC dựa trên tần số cơ bản được áp dụng. Hơn nữa, sự che giấu như nhiễu âm được thể hiện. Nên lưu ý rằng sự chuyển đổi được thực hiện ngay lập tức, nó không chuyển tiếp một cách trôi chảy.

Liên quan đến sự che dấu dựa trên tần số cơ bản, trong OPUS, sự che giấu dựa trên tần số cơ bản gồm việc tìm kiếm chu kỳ trong tín hiệu được giải mã bởi sự tự tương quan và lặp lại dạng sóng được tạo cửa sổ (trong miền kích thích sử dụng sự phân tích và tổng hợp LPC) sử dụng sự chênh lệch tần số cơ bản (độ trễ tần số cơ bản). Dạng sóng được tạo cửa sổ được chồng lấp theo cách để bảo toàn sự xóa răng cưa trong miền thời gian với khung trước đó và khung tiếp theo [IET12]. Ngoài ra, hệ số giảm dần cường độ được suy ra và được áp dụng bởi mã sau:

```
opus_val32 E1=1, E2=1;
int period;
```

```

if (pitch_index <= MAX_PERIOD/2) {
    period = pitch_index;
}
else {
    period = MAX_PERIOD/2;
}
for (i=0;i<period;i++)
{
    E1 += exc[MAX_PERIOD-period+i] * exc[MAX_PERIOD-
period+i];
    E2 += exc[MAX_PERIOD-2*period+i] * exc[MAX_PERIOD-
2*period+i];
}
if (E1 > E2) {
    E1 = E2;
}
decay = sqrt(E1/E2);
attenuation = decay;

```

Trong mã này, exc chứa tín hiệu kích thích lên đến các mẫu MAX_PERIOD trước sự mất.

Tín hiệu kích thích sau đó được nhân với sự suy giảm, sau đó được tổng hợp và được đưa ra thông qua sự tổng hợp LPC.

Thuật toán tăng giảm cường độ cho phương thức miền thời gian có thể được tóm tắt như sau:

- Tìm năng lượng đồng bộ tần số cơ bản của chu kỳ tần số cơ bản cuối cùng trước sự mất.
- Tìm năng lượng đồng bộ tần số cơ bản của chu kỳ tần số cơ bản cuối cùng thứ hai trước sự mất.
- Nếu năng lượng tăng, giới hạn nó để duy trì không thay đổi: sự suy giảm = 1
- Nếu năng lượng giảm, tiếp tục với sự suy giảm tương tự trong quá trình che giấu.

Liên quan đến sự che giấu giống như nhiễu âm, theo OPUS, đối với khung thứ 6 và các khung bị mất liên tiếp dưới đây, phương thức thay thế nhiễu âm trong miền MDCT được thực hiện, để khôi phục nhiễu âm nền dễ chịu.

Liên quan đến việc tạo vết mức và hình dạng nhiễu âm nền, trong OPUS, sự ước lượng nhiễu âm nền được thực hiện như sau: Sau khi phân tích MDCT, căn bậc hai của các năng lượng băng MDCT được tính toán trên mỗi băng tần số, trong đó nhóm các ngăn MDCT tuân theo sự định tỉ lệ Bark theo [IET12, bảng 55]. Sau đó căn bậc hai của các năng lượng được biến đổi thành miền $\log_2$ bằng:

$$bandLogE[i] = \log_2(e) \cdot \log_e(bandE[i] - eMeans[i]) \text{ đối với } i = 0...21 \quad (18)$$

trong đó e là số lượng của Euler, $bandE$ là căn bậc hai của băng MDCT và $eMeans$ là vectơ của các hằng số (cần thiết để lấy giá trị trung bình của kết quả bằng 0, mà dẫn đến độ khuếch đại mã hóa được tăng cường).

Trong OPUS, nhiễu âm nền được ghi lại ở phía bộ giải mã như này [IET12, amp2Log2 và log2Amp @ quant_bands.c]:

$$backgroundLogE[i] = \min(backgroundLogE[i] + 8 \cdot 0,001, bandLogE[i])$$

đối với $i = 0...21$ (19)

Năng lượng tối thiểu được tạo vết về cơ bản được xác định bởi căn bậc hai của năng lượng của băng của khung hiện thời, nhưng sự tăng lên từ một khung đến khung tiếp theo được giới hạn là 0,05dB.

Liên quan đến sự áp dụng mức và hình dạng nhiễu âm nền, theo OPUS, nếu PLC như nhiễu âm được áp dụng, $backgroundLogE$ như được suy ra trong khung tốt cuối cùng được sử dụng và được chuyển đổi trở về miền tuyến tính:

$$backgroundLogE[i] = \min(backgroundLogE[i] + 8 \cdot 0,001, bandLogE[i]) \quad (20)$$

trong đó e là số Euler và $eMeans$ là vectơ tương tự của các hằng số như đối với sự biến đổi “tuyến tính về log”.

Quy trình che giấu hiện thời là để lấp đầy khung MDCT với nhiễu âm trắng được tạo ra bởi bộ tạo số ngẫu nhiên, và định tỉ lệ nhiễu âm trắng này theo cách mà

hợp theo băng với năng lượng của *bandE*. Theo đó, MDCT nghịch đảo được áp dụng mà dẫn đến kết quả trong tín hiệu miền thời gian. Sau sự cộng và chỉnh giảm chồng lấp (như trong giải mã thông thường), nó sẽ được đưa ra.

Dưới đây, MPEG-4 HE-AAC được xem xét (MPEG là nhóm các chuyên gia hình ảnh động (Moving Picture Experts Group); HE-AAC là sự mã hóa âm thanh tiên tiến hiệu suất cao (High Efficiency Advanced Audio Coding)). Sự mã hóa âm thanh tiên tiến hiệu suất cao bao gồm bộ mã hóa-giải mã âm thanh dựa trên biến đổi (AAC), được bổ sung bởi sự mở rộng băng thông theo tham số (parametric bandwidth extension - SBR).

Đối với sự mã hóa âm thanh tiên tiến (Advanced Audio Coding - AAC), liên doanh DAB chỉ rõ rằng đối với AAC trong DAB+, sự giảm dần cường độ về 0 trong miền tần số [EBU10, phần A1.2] (DAB là phát sóng âm thanh số (Digital Audio Broadcasting)). Động thái giảm dần cường độ, ví dụ, đường dốc suy giảm, có thể là cố định hoặc có thể điều chỉnh bởi người sử dụng. Các hệ số phổ từ bộ phận truy nhập (Access Unit - AU) cuối cùng được suy giảm bởi hệ số tương ứng với các đặc điểm giảm dần cường độ và sau đó được chuyển qua việc ánh xạ tần số sang thời gian. Phụ thuộc vào đường dốc suy giảm, sự che giấu chuyển đổi sang việc chặn tiếng sau một số các AU không giá trị liên tiếp, điều này có nghĩa là phổ hoàn thiện sẽ được thiết lập về 0.

Liên doanh quản lý bản quyền số (Digital Rights Management - DRM) chỉ rõ đối với AAC trong DRM sự giảm dần cường độ trong miền tần số [EBU12, phần 5.3.3]. Sự che giấu làm việc trên dữ liệu phổ chỉ trước sự chuyển đổi tần số sang thời gian cuối cùng. Nếu nhiều khung bị sai lệch, sự che giấu đầu tiên thực hiện sự giảm dần cường độ dựa trên các giá trị phổ được thay đổi nhẹ từ khung có giá trị cuối cùng. Hơn nữa, tương tự với DAB+, động thái giảm dần cường độ, ví dụ, đường dốc suy giảm, có thể là cố định hoặc có thể điều chỉnh bởi người sử dụng. Các hệ số phổ từ khung cuối cùng được suy giảm bởi hệ số tương ứng với các đặc điểm giảm dần cường độ và sau đó được chuyển qua việc ánh xạ tần số sang thời gian. Phụ thuộc vào đường dốc suy giảm, sự che giấu chuyển đổi sang việc chặn tiếng sau một số các khung không giá trị liên tiếp, điều này có nghĩa là phổ hoàn thiện sẽ được thiết lập về 0.

3GPP đưa ra cho AAC trong aacPlus nâng cao sự giảm dần cường độ trong miền tần số tương tự với DRM [3GP12e, phần 5.1]. Sự che giấu làm việc trên dữ liệu phổ chỉ trước sự chuyển đổi tần số sang thời gian cuối cùng. Nếu nhiều khung bị sai lạc, sự che giấu đầu tiên thực hiện sự giảm dần cường độ dựa trên các giá trị phổ được thay đổi nhẹ từ khung tốt cuối cùng. Sự giảm dần cường độ hoàn thiện chiếm 5 khung. Các hệ số phổ từ khung tốt cuối cùng được sao chép và được suy giảm bởi hệ số của:

$$fadeOutFac = 2^{-(nFadeOutFrame/2)}$$

với $nFadeOutFrame$ như bộ đếm khung từ khung tốt cuối cùng. Sau năm khung giảm dần cường độ, sự che giấu chuyển đổi sang chặn tiếng, điều này có nghĩa là phổ hoàn thiện sẽ được thiết lập về 0.

Lauber và Sperschneider đưa ra cho AAC sự giảm dần cường độ theo khung của phổ MDCT, dựa trên phép ngoại suy năng lượng [LS01, phần 4.4]. Các hình dạng năng lượng cầu phổ đứng trước sẽ được sử dụng để ngoại suy hình dạng của phổ được ước lượng. Phép ngoại suy năng lượng có thể được thực hiện độc lập với các kỹ thuật che giấu như loại che giấu trước.

Liên quan đến AAC, sự tính toán năng lượng được thực hiện trên cơ sở bằng hệ số tỉ lệ để được gần với các băng giới hạn của hệ thống thính giác con người. Các giá trị năng lượng riêng lẻ được giảm trên cơ sở từng khung để giảm âm lượng một cách trôi chảy, ví dụ, để giảm dần cường độ tín hiệu. Điều này trở nên cần thiết vì xác suất, mà các giá trị được ước lượng biểu diễn tín hiệu hiện thời, giảm nhanh theo thời gian.

Đối với việc tạo ra phổ để được cấp ra, gợi ý sự lặp lại khung hoặc sự thay thế nhiều âm [LS01, các phần 3.2 và 3.3].

Quackenbusch và Driesen gợi ý cho AAC sự giảm dần cường độ theo khung hàm mũ về 0 [QD03]. Sự lặp lại tập hợp các hệ số thời gian/tần số liên kế được đề xuất, trong đó mỗi lần lặp lại có sự suy giảm tăng theo hàm mũ, do đó sự tăng giảm cường độ dần dần để chặn tiếng trong trường hợp trạng thái ngừng hoạt động được kéo dài.

Liên quan đến việc khôi phục băng phổ (Spectral Band Replication = SBR) trong MPEG-4 HE-AAC, 3GPP gợi ý cho SBR trong aacPlus nâng cao để đệm dữ liệu

đường bao được giải mã và, trong trường hợp mất khung, để tái sử dụng các năng lượng được đệm của dữ liệu đường bao được truyền và để giảm chúng bằng tỉ lệ không thay đổi là 3dB cho từng khung được che giấu. Kết quả được nạp vào quy trình giải mã thông thường trong đó bộ điều chỉnh đường bao sử dụng nó để tính toán các độ khuếch đại, được sử dụng để điều chỉnh các băng cao được đắp và được tạo bởi bộ tạo HF. Sự giải mã SBR sau đó được diễn ra như bình thường. Hơn nữa, sản nhiễu được mã hóa delta và các giá trị mức sin đang được xóa. Vì không có sự khác biệt với thông tin trước đó duy trì có sẵn, sản nhiễu được giải mã và các mức sin duy trì tỉ lệ thuận với năng lượng của tín hiệu được tạo HF [3GP12e, phần 5.2].

Liên doanh DRM được chỉ định cho SBR trong sự liên kết với AAC kỹ thuật tương tự như 3GPP [EBU12, phần 5.6.3.1]. Hơn nữa, liên doanh DAB chỉ định cho SBR trong DAB+ kỹ thuật tương tự như 3GPP [EBU10, phần A2].

Sau đây, CELP MPEG-4 và mã hóa kích thích vector sóng hài MPEG-4 (Harmonic Vector Excitation Coding - HVXC) được xem xét. Liên doanh DRM chỉ định cho SBR liên kết với CELP và HVXC [EBU12, phần 5.6.3.2] rằng sự che giấu yêu cầu tối thiểu cho SBR cho các bộ mã hóa-giải mã tiếng nói là để áp dụng tập hợp được xác định trước của các giá trị dữ liệu, bất cứ khi nào khung SBR bị sai lạc đã được phát hiện. Các giá trị đó mang lại đường bao phổ băng cao tĩnh tại mức phát lại tương đối thấp, thể hiện sự giảm về phía tần số cao hơn. Mục tiêu đơn giản là đảm bảo rằng không có khối tín hiệu truyền âm thanh động thái kém, có khả năng to đến tai người nghe, bằng cách chèn “nhiều âm dễ chịu” (như tương phản với sự chặn tiếng nghiêm ngặt). Điều này trong thực tế không có sự giảm dần cường độ thực sự mà là bước nhảy đến mức năng lượng nhất định để chèn một số loại nhiều âm dễ chịu.

Tiếp theo, sự thay thế được đề cập [EBU12, phần 5.6.3.2] mà tái sử dụng dữ liệu được giải mã một cách chính xác cuối cùng và chậm chậm tăng giảm cường độ các mức (level - L) về 0, tương tự với trường hợp AAC + SBR.

Bây giờ, MPEG-4 HILN được xem xét (HILN (Harmonic and Individual Lines plus Noise) - sóng hài và các đường riêng lẻ cộng với nhiễu). Meine et al. đưa ra sự giảm dần cường độ cho bộ mã hóa-giải mã HILN MPEG-4 theo tham số [ISO09] trong miền theo tham số [MEP01]. Đối với các thành phần sóng hài được tiếp tục, động thái

mặc định tốt để thay thế các tham số được mã hóa một cách khác nhau bị sai lạc là để giữ tần số không thay đổi, để giảm biên độ bằng hệ số suy giảm (ví dụ, -6dB), và để cho đường bao phổ hội tụ về hướng đó của đặc điểm thông thấp trung bình. Sự thay thế cho đường bao phổ có thể được giữ không đổi. Đối với các biên độ và các đường bao phổ, các thành phần nhiễu âm có thể được xử lý theo cách tương tự như các thành phần sóng hài.

Sau đây, sự tạo vết của mức nhiễu âm nền trong tình trạng kỹ thuật được xem xét. Rangachari và Loizou [RL06] cung cấp cái nhìn tổng quan tốt của một số phương pháp và thảo luận một số hạn chế của chúng. Các phương pháp tạo vết mức nhiễu âm nền là, ví dụ, quy trình theo dấu cực tiểu [RL06] [Coh03] [SFB00] [Dob95], trên cơ sở phát hiện hoạt động tiếng (voice activity detection - VAD); sự lọc Kalman [Gan05] [BJH06], sự phân tích khoảng trống phụ [BP06] [HJH08]; quyết định mềm [SS98] [MPC89] [HE95], và các thống kê tối thiểu.

Phương thức thống kê tối thiểu được lựa chọn để được sử dụng trong phạm vi cho USAC-2, (USAC (Unified Speech and Audio Coding) - mã hóa âm thanh và tiếng nói hợp nhất) và được liệt kê tiếp theo đây một cách chi tiết.

Sự ước lượng mật độ phổ năng lượng nhiễu âm dựa trên sự làm nhấn tối ưu và sự thống kê tối thiểu [Mar01] đưa ra bộ ước lượng nhiễu âm, mà có khả năng hoạt động độc lập với tín hiệu là tiếng nói hoạt động hoặc nhiễu âm nền. Trái ngược với các phương pháp, thuật toán thống kê tối thiểu không sử dụng bất kỳ ngưỡng rõ ràng nào để phân biệt giữa hoạt động tiếng nói và sự dừng tiếng nói và do đó liên quan gần hơn với các phương pháp quyết định mềm so với các phương pháp phát hiện hoạt động tiếng truyền thống. Tương tự các phương pháp quyết định mềm, nó cũng có thể cập nhật mật độ phổ công suất (Power Spectral Density - PSD) trong quá trình hoạt động tiếng nói.

Phương thức thống kê tối thiểu phụ thuộc vào hai sự quan sát cụ thể là tiếng nói và nhiễu âm mà thường độc lập theo số liệu và rằng công suất của tín hiệu tiếng nói nhiễu suy giảm về mức công suất của nhiễu âm. Do đó nó khả thi để suy ra số đo mật độ phổ công suất (PSD = power spectral density) nhiễu âm chính xác bằng cách theo dấu cực tiểu của PSD tín hiệu nhiễu. Vì cực tiểu là nhỏ hơn (hoặc trong các trường

hợp khác bằng) giá trị trung bình, phương pháp theo dấu cực tiểu yêu cầu sự bù độ lệch.

Độ lệch là hàm của sự biến thiên của PSD tín hiệu được làm nhẵn và điều này phụ thuộc vào tham số làm nhẵn của bộ ước lượng PSD. Trái ngược với nghiên cứu trước đây về sự theo dấu cực tiểu, mà sử dụng tham số làm nhẵn không thay đổi và sự hiệu chỉnh độ lệch tối thiểu không thay đổi, sự làm nhẵn PSD phụ thuộc thời gian và tần số được sử dụng, mà cũng yêu cầu sự bù độ lệch phụ thuộc thời gian và tần số.

Việc sử dụng sự theo dấu cực tiểu cung cấp sự ước lượng thô của công suất nhiều âm. Tuy nhiên, có một số thiếu sót. Việc làm nhẵn với tham số làm nhẵn cố định mở rộng các đỉnh của hoạt động tiếng nói của bộ ước lượng PSD được làm nhẵn. Điều này sẽ dẫn đến các sự ước lượng nhiều âm không chính xác như cửa sổ trượt cho việc tìm kiếm cực tiểu có thể trượt vào trong các đỉnh rộng. Do đó, các tham số làm nhẵn gần với 1 không thể được sử dụng, và, kết quả là, ước lượng nhiều âm sẽ có sự biến thiên tương đối lớn. Hơn nữa, ước lượng nhiều âm thiên về các giá trị thấp hơn. Hơn nữa, trong trường hợp tăng công suất nhiều âm, sự theo dấu cực tiểu bị tụt lại phía sau.

Sự theo dấu PSD nhiều âm trên cơ sở MMSE với độ phức tạp thấp [HHJ10] đưa ra phương thức PSD nhiều âm nên sử dụng sự tìm kiếm MMSE được sử dụng trên phổ biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform - DFT). Thuật toán bao gồm các bước xử lý sau:

- Bộ ước lượng khả năng cực đại được tính toán dựa trên PSD nhiều âm của khung trước.
- Bộ ước lượng bình phương trung bình cực tiểu được tính toán.
- Bộ ước lượng khả năng cực đại được tính toán sử dụng phương thức có hướng quyết định [EM84].
- Hệ số độ lệch nghịch đảo được tính toán giả định rằng các hệ số DFT tiếng nói và nhiều âm được phân bố Gaussian.
- Mật độ phổ công suất nhiều âm được ước lượng được làm nhẵn.

Cũng có phương thức lưới an toàn được áp dụng để tránh việc dùng hần hoàn toàn của thuật toán.

Sự theo dấu của nhiễu âm không ổn định dựa trên sự ước lượng công suất nhiễu âm để quy được điều khiển bằng dữ liệu [EH08] đưa ra phương pháp cho sự ước lượng sự biến thiên phổ nhiễu âm từ các tín hiệu tiếng nói bị nhiễu bản bởi các nguồn nhiễu âm không ổn định cao. Phương pháp này cũng sử dụng sự làm nhẵn theo hướng thời gian/tần số.

Thuật toán ước lượng nhiễu âm độ phức tạp thấp dựa trên sự làm nhẵn của sự ước lượng công suất nhiễu âm và sự hiệu chỉnh độ lệch ước lượng [Yu09] nâng cao phương thức được đưa ra trong [EH08]. Sự khác biệt chính là, hàm độ khuếch đại phổ cho sự ước lượng công suất nhiễu âm được tìm thấy bởi phương pháp được điều khiển bằng dữ liệu lặp lại.

Các phương pháp thông kê cho sự nâng cao tiếng nói nhiễu [Mar03] kết hợp phương thức thông kê tối thiểu được đưa ra trong [Mar01] bằng sự thay đổi độ khuếch đại quyết định mềm [MCA99], bằng ước lượng SNR tiên nghiệm [MCA99], bằng giới hạn độ khuếch đại thích ứng [MC99] và bằng bộ ước lượng biên độ phổ log MMSE [EM85].

Sự giảm dần cường độ được quan tâm đặc biệt đối với nhiễu bộ mã hóa-giải mã tiếng nói và âm thanh, cụ thể, AMR (xem [3GP12b]) (bao gồm ACELP và CNG), AMR-WB (xem [3GP09c]) (bao gồm ACELP và CNG), AMR-WB+ (xem [3GP09a]) (bao gồm ACELP, TCX và CNG), G.718 (xem [ITU08a]), G.719 (xem [ITU08b]), G.722 (xem [ITU07]), G.722.1 (xem [ITU05]), G.729 (xem [ITU12, CPK08, PKJ+11]), MPEG-4 HE-AAC / aacPlus nâng cao (xem [EBU10, EBU12, 3GP12e, LS01, QD03]) (bao gồm AAC và SBR), MPEG-4 HILN (xem [ISO09, MEP01]) và OPUS (xem [IET12]) (bao gồm SILK và CELT).

Phụ thuộc vào bộ mã hóa-giải mã, sự giảm dần cường độ được thực hiện trên các miền khác nhau:

Đối với các bộ mã hóa-giải mã mà sử dụng LPC, sự giảm dần cường độ được thực hiện trong miền dự báo tuyến tính (cũng được biết đến như miền kích thích). Điều này là đúng cho các bộ mã hóa-giải mã mà được dựa trên ACELP, ví dụ, AMR, AMR-WB, lõi ACELP của AMR-WB+, G.718, G.729, G.729.1, lõi SILK trong OPUS; các bộ mã hóa mà còn xử lý tín hiệu kích thích sử dụng sự biến đổi thời gian - tần số, ví

dụ, lõi TCX của AMR-WB+, lõi CELT trong OPUS; và đối với các sơ đồ tạo nhiễu âm dễ chịu (comfort noise generation - CNG), mà hoạt động trong miền dự báo tuyến tính, ví dụ, CNG trong AMR, CNG trong AMR-WB, CNG trong AMR-WB+.

Đối với các bộ mã hóa-giải mã mà trực tiếp biến đổi tín hiệu thời gian thành miền tần số, sự giảm dần cường độ được thực hiện trong miền phổ / băng phụ. Điều này là đúng cho các bộ mã hóa-giải mã mà dựa trên MDCT hoặc sự biến đổi tương tự, chẳng hạn như AAC trong MPEG-4, HE-AAC, G.719, G.722 (miền băng phụ) và G.722.1.

Đối với các bộ mã hóa-giải mã theo tham số, sự giảm dần cường độ được áp dụng trong miền tham số. Điều này là đúng cho HILN MPEG-4.

Đối với tốc độ giảm dần cường độ và đường cong giảm dần cường độ, sự giảm dần cường độ thường được nhận ra bởi sự áp dụng hệ số suy giảm, mà được áp dụng cho sự biểu diễn tín hiệu trong miền thích hợp. Kích thước của hệ số suy giảm kiểm soát tốc độ giảm dần cường độ và đường cong giảm dần cường độ. Trong hầu hết các trường hợp, hệ số suy giảm được áp dụng theo khung, nhưng cũng có sự áp dụng theo mẫu được sử dụng, ví dụ, xem G.718 và G.722.

Hệ số suy giảm cho phân đoạn tín hiệu nhất định có thể được cung cấp theo hai cách, tuyệt đối và tương đối.

Trong trường hợp mà hệ số suy giảm được cung cấp một cách tuyệt đối, mức tham chiếu luôn là một trong số khung được nhận cuối cùng. Các hệ số suy giảm tuyệt đối thường bắt đầu với giá trị gần 1 cho phân đoạn tín hiệu ngay sau khung tốt cuối cùng và sau đó giảm nhanh hơn hoặc chậm hơn về phía 0. Đường cong giảm dần cường độ phụ thuộc trực tiếp vào các hệ số này. Nghĩa là, ví dụ, trường hợp cho sự che giấu được mô tả trong phụ lục IV của G.722 (xem, cụ thể, [ITU07, hình IV.7]), trong đó các đường cong giảm dần cường độ là tuyến tính hoặc dần dần tuyến tính. Xem xét hệ số độ khuếch đại $g(n)$, trong đó $g(0)$ biểu diễn hệ số độ khuếch đại của khung tốt cuối cùng, hệ số suy giảm tuyệt đối $\alpha_{abs}(n)$, hệ số độ khuếch đại của bất kỳ khung bị mất tiếp theo có thể được đạo hàm như sau:

$$g(n) = \alpha_{abs}(n) \cdot g(0) \quad (21)$$

Trong trường hợp mà hệ số suy giảm được cung cấp một cách tương đối, mức tham chiếu là một khung từ khung trước đó. Điều này có lợi ích trong trường hợp quy trình che giấu đệ quy, ví dụ, nếu tín hiệu đã được suy giảm còn được xử lý và được suy giảm lần nữa.

Nếu hệ số suy giảm được áp dụng một cách đệ quy, sau đó điều này có thể là giá trị cố định độc lập với số lượng các khung bị mất liên tiếp, ví dụ, 0,5 cho G.719 (xem bên trên); giá trị cố định tương ứng với số lượng các khung bị mất liên tiếp, ví dụ, như được đề xuất cho G.729 trong [CPK08]: 1,0 cho hai khung thứ nhất, 0,9 cho hai khung tiếp theo, 0,8 cho các khung 5 và 6, và 0 cho tất cả các khung tiếp theo (xem bên trên); hoặc giá trị mà tương đối với số lượng các khung bị mất liên tiếp và điều này phụ thuộc vào đặc điểm tín hiệu, ví dụ, sự giảm dần cường độ nhanh hơn cho tín hiệu không ổn định và sự giảm dần cường độ chậm hơn cho tín hiệu ổn định, ví dụ, G.718 (xem phần trên và [ITU08a, bảng 44]);

Giả sử hệ số giảm dần cường độ tương đối $0 \leq \alpha_{rel}(n) \leq 1$, trong đó n là số lượng khung bị mất ($n \geq 1$); hệ số độ khuếch đại của bất kỳ khung tiếp theo nào có thể được đạo hàm như sau:

$$g(n) = \alpha_{rel}(n) \cdot g(n-1) \quad (22)$$

$$g(n) = \left(\prod_{m=1}^n \alpha(m) \right) \cdot g(0) \quad (23)$$

$$g(n) = \alpha_{rel}^n \cdot g(0) \quad (24)$$

dẫn đến sự tăng giảm cường độ theo hàm mũ.

Đối với quy trình giảm dần cường độ, thông thường, hệ số suy giảm được chỉ rõ, nhưng trong một số tiêu chuẩn áp dụng (DRM, DAB+), hệ số suy giảm sẽ để lại cho nhà sản xuất.

Nếu các phần tín hiệu khác nhau được tăng giảm cường độ riêng biệt, các hệ số suy giảm khác nhau có thể được áp dụng, ví dụ, để tăng giảm cường độ các thành phần âm sắc với tốc độ nhất định và các thành phần như nhiễu âm với tốc độ khác (ví dụ, AMR, SILK).

Thông thường, độ khuếch đại nhất định được áp dụng cho toàn bộ khung. Khi sự tăng giảm cường độ được thực hiện trong miền phổ, đây là cách khả thi duy nhất. Tuy nhiên, nếu sự tăng giảm cường độ được thực hiện trong miền thời gian hoặc trong miền dự báo tuyến tính, sự tăng giảm cường độ dạng hạt là khả thi. Nhiều sự tăng giảm cường độ dạng hạt như vậy được áp dụng trong G.718, trong đó các thừa số khuếch đại riêng lẻ được suy ra cho mỗi mẫu bằng sự nội suy tuyến tính giữa thừa số khuếch đại của khung cuối cùng và thừa số khuếch đại của khung hiện thời.

Đối với các bộ mã hóa-giải mã với thời lượng khung biến thiên, hệ số suy giảm không thay đổi, tương đối dẫn đến tốc độ giảm dần cường độ khác nhau phụ thuộc vào thời lượng khung. Nghĩa là, ví dụ, trường hợp đối với AAC, trong đó thời lượng khung phụ thuộc vào tốc độ lấy mẫu.

Để thừa nhận đường cong tăng giảm cường độ được áp dụng cho hình dạng theo thời gian của tín hiệu được nhận cuối cùng, các thừa số giảm dần cường độ (tính) có thể còn được điều chỉnh. Sự điều chỉnh động hơn nữa như vậy, ví dụ, được áp dụng cho AMR trong đó trung bình của năm thừa số khuếch đại trước đó được xem xét (xem [3GP12b] và phần 1.8.1). Trước bất kỳ sự suy giảm nào được thực hiện, độ khuếch đại hiện thời được thiết lập về mức trung bình, nếu mức trung bình nhỏ hơn độ khuếch đại cuối cùng, nếu không độ khuếch đại cuối cùng được sử dụng. Hơn nữa, sự điều chỉnh động hơn nữa như vậy, ví dụ, được áp dụng cho G.729, trong đó biên độ được dự báo sử dụng phép hồi quy tuyến tính của các thừa số khuếch đại trước đó (xem [CPK08, PKJ+11] và phần 1.6). Trong trường hợp này, thừa số khuếch đại thu được cho các khung được che giấu thứ nhất có thể vượt qua thừa số khuếch đại của khung được nhận cuối cùng.

Liên quan đến mức đích của sự giảm dần cường độ, với sự loại trừ G.718 và CELT, mức đích là 0 đối với tất cả các bộ mã hóa-giải mã được phân tích, bao gồm sự tạo nhiễu âm để chịu (comfort noise generation - CNG) của các bộ mã hóa-giải mã đó.

Trong G.718, sự tăng giảm cường độ của sự kích thích tần số cơ bản (biểu diễn các thành phần âm) và sự tăng giảm cường độ của sự kích thích ngẫu nhiên (biểu diễn các thành phần giống như nhiễu âm) được thực hiện một cách riêng lẻ. Trong khi thừa số khuếch đại tần số cơ bản được tăng giảm cường độ về 0, thừa số khuếch đại đối mới

được tăng giảm cường độ về năng lượng kích thích CNG.

Giả sử các hệ số suy giảm tương đối được đưa ra, điều này dẫn đến - dựa trên công thức (23) - hệ số suy giảm tuyệt đối sau:

$$g(n) = \alpha_{rel}(n) \cdot g(n-1) + (1 - \alpha_{rel}(n)) \cdot g_n \quad (25)$$

với g_n là độ khuếch đại của sự kích thích được sử dụng trong quá trình tạo nhiễu âm để chịu. Công thức này tương đương với công thức (23), khi $g_n = 0$.

G.718 không thực hiện sự giảm dần cường độ nào trong trường hợp DTX/CNG.

Trong CELT không có sự tăng giảm cường độ nào về mức đích, nhưng sau 5 khung che giấu âm (bao gồm cả sự giảm dần cường độ) mức được chuyển ngay đến mức đích tại khung bị mất liên tiếp thứ 6. Mức được suy ra theo bảng sử dụng công thức (19).

Liên quan đến hình dạng phổ đích của sự giảm dần cường độ, tất cả các bộ mã hóa-giải mã dựa trên biến đổi đơn thuần được tổng hợp (AAC, G.719, G.722, G.722.1) cũng như SBR chỉ đơn giản là kéo dài hình dạng phổ của khung tốt cuối cùng trong quá trình giảm dần cường độ.

Nhiều bộ mã hóa-giải mã tiếng nói tăng giảm cường độ hình dạng phổ đến giá trị trung bình sử dụng sự tổng hợp LPC. Giá trị trung bình có thể là tĩnh (AMR) hoặc thích ứng (AMR-WB, AMR-WB+, G.718), trong đó giá trị trung bình thích ứng được suy ra từ giá trị trung bình tĩnh và giá trị trung bình ngắn hạn (được suy ra bằng cách tính trung bình n tập hợp hệ số dự báo tuyến tính (Linear Prediction - LP) cuối cùng).

Tất cả các môđun CNG trong các bộ mã hóa-giải mã được thảo luận AMR, AMR-WB, AMR-WB+, G.718 kéo dài hình dạng phổ của khung tốt cuối cùng trong quá trình giảm dần cường độ.

Liên quan đến sự tạo vết mức nhiễu âm nền, có năm phương thức khác nhau được biết đến từ các tài liệu:

- Dựa trên bộ phát hiện hoạt động tiếng: dựa trên SNR/VAD, nhưng rất khó để tinh chỉnh và khó để sử dụng cho tiếng nói SNR thấp.
- Sơ đồ quyết định mềm: Phương thức sơ đồ quyết định mềm có tính đến xác

suất của sự có mặt của tiếng nói [SS98] [MPC89] [HE95].

- Các thống kê tối thiểu: Mức tối thiểu của PSD được theo dấu giữ một lượng các giá trị nhất định theo thời gian trong bộ đệm, do đó cho phép tìm kiếm nhiều âm cực tiểu từ các mẫu quá khứ [Mar01] [HHJ10] [EH08] [Yu09].

- Lọc Kalman: Thuật toán sử dụng một loạt các phép đo được quan sát theo thời gian, chứa nhiều âm (các biến thiên ngẫu nhiên), và tạo ra các ước lượng của PSD nhiều âm mà có xu hướng chính xác hơn các phép đo mà chỉ dựa trên một phép đo duy nhất. Bộ lọc Kalman hoạt động theo cách đệ quy trên các dòng dữ liệu đầu vào nhiều âm để tạo ra sự ước lượng tối ưu về mặt thống kê của trạng thái hệ thống [Gan05] [BJH06].

- Sự khai triển không gian phụ: Phương thức này cố phân tích tín hiệu giống như nhiều âm thành tín hiệu tiếng nói sạch và phần nhiễu âm, sử dụng ví dụ sự biến đổi Karhunen-Loève (Karhunen-Loève transform – KLT, cũng được biết đến như sự phân tích thành phần chính) và/hoặc phép biến đổi Fourier thời gian rời rạc (Discrete Time Fourier Transform - DFT). Sau đó, các vectơ riêng/các giá trị riêng có thể được tạo vết sử dụng thuật toán làm nhẵn bất kỳ [BP06] [HJH08].

Tài liệu tham khảo

[3GP09a] 3GPP; Technical Specification Group Services and System Aspects, *Extended adaptive multi-rate - wideband (AMR-WB+) codec*, 3GPP TS 26.290, 3rd Generation Partnership Project, 2009.

[3GP09b] *Extended adaptive multi-rate - wideband (AMR-WB+) codec; floating-point ANSI-C code*, 3GPP TS 26.304, 3rd Generation Partnership Project, 2009.

[3GP09c] *Speech codec speech processing functions; adaptive multi-rate - wideband (AMRWB) speech codec; transcoding functions*, 3GPP TS 26.190, 3rd Generation Partnership Project, 2009.

[3GP12a] *Adaptive multi-rate (AMR) speech codec; error concealment of lost frames (release 11)*, 3GPP TS 26.091, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.

[3GP12b] *Adaptive multi-rate (AMR) speech codec; transcoding functions (release 11)*, 3GPP TS 26.090, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.
 [3GP12c] , *ANSI-C code for the adaptive multi-rate - wideband (AMR-WB) speech codec*, 3GPP TS 26.173, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.

[3GP12d] *ANSI-C code for the floating-point adaptive multi-rate (AMR) speech codec (release11)*, 3GPP TS 26.104, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.

[3GP12e] *General audio codec audio processing functions; Enhanced aacPlus general audio codec; additional decoder tools (release 11)*, 3GPP TS 26.402, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.

[3GP12f] *Speech codec speech processing functions; adaptive multi-rate - wideband (amr-wb) speech codec; ansi-c code*, 3GPP TS 26.204, 3rd Generation Partnership Project, 2012.

[3GP12g] *Speech codec speech processing functions; adaptive multi-rate - wideband (AMR-WB) speech codec; error concealment of erroneous or lost frames*, 3GPP TS 26.191, 3rd Generation Partnership Project, Sep 2012.

[BJH06] I. Batina, J. Jensen, and R. Heusdens, *Noise power spectrum estimation for speech enhancement using an autoregressive model for speech power spectrum dynamics*, in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process. 3 (2006), 1064–1067.

[BP06] A. Borowicz and A. Petrovsky, *Minima controlled noise estimation for klt-based speech enhancement*, CD-ROM, 2006, Italy, Florence.

[Coh03] I. Cohen, *Noise spectrum estimation in adverse environments: Improved minima controlled recursive averaging*, IEEE Trans. Speech Audio Process. 11 (2003), no. 5, 466–475.

[CPK08] Choong Sang Cho, Nam In Park, and Hong Kook Kim, *A packet loss concealment algorithm robust to burst packet loss for celp- type speech coders*, Tech. report, Korea Electronics Technology Institute, Gwang Institute of Science and Technology, 2008, The 23rd International Technical Conference on Circuits/Systems,

Computers and Communications (ITC-CSCC 2008).

[Dob95] G. Doblinger, *Computationally efficient speech enhancement by spectral minima tracking in subbands*, in Proc. Eurospeech (1995), 1513–1516.

[EBU10] EBU/ETSI JTC Broadcast, *Digital audio broadcasting (DAB); transport of advanced audio coding (AAC) audio*, ETSI TS 102 563, European Broadcasting Union, May 2010.

[EBU12] *Digital radio mondiale (DRM); system specification*, ETSI ES 201 980, ETSI, Jun 2012.

[EH08] Jan S. Erkelens and Richards Heusdens, *Tracking of Nonstationary Noise Based on Data-Driven Recursive Noise Power Estimation*, Audio, Speech, and Language Processing, IEEE Transactions on 16 (2008), no. 6, 1112–1123.

[EM84] Y. Ephraim and D. Malah, *Speech enhancement using a minimum mean-square error short-time spectral amplitude estimator*, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing 32 (1984), no. 6, 1109–1121.

[EM85] *Speech enhancement using a minimum mean-square error log-spectral amplitude estimator*, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing 33 (1985), 443–445.

[Gan05] S. Gannot, *Speech enhancement: Application of the kalman filter in the estimate-maximize (em framework)*, Springer, 2005.

[HE95] H. G. Hirsch and C. Ehrlicher, *Noise estimation techniques for robust speech recognition*, Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing, no. pp. 153-156, IEEE, 1995.

[HHJ10] Richard C. Hendriks, Richard Heusdens, and Jesper Jensen, *MMSE based noise PSD tracking with low complexity*, Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP), 2010 IEEE International Conference on, Mar 2010, pp. 4266 – 4269.

[HJH08] Richard C. Hendriks, Jesper Jensen, and Richard Heusdens, *Noise*

tracking using dft domain subspace decompositions, IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process. 16 (2008), no. 3, 541–553.

[IETF12] IETF, *Definition of the Opus Audio Codec*, Tech. Report RFC 6716, Internet Engineering Task Force, Sep 2012.

[ISO09] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, *Information technology – coding of audio-visual objects – part 3: Audio*, ISO/IEC IS 14496-3, International Organization for Standardization, 2009.

[ITU03] ITU-T, *Wideband coding of speech at around 16 kbit/s using adaptive multi-rate wideband (amr-wb)*, Recommendation ITU-T G.722.2, Telecommunication Standardization Sector of ITU, Jul 2003.

[ITU05] *Low-complexity coding at 24 and 32 kbit/s for hands-free operation in systems with low frame loss*, Recommendation ITU-T G.722.1, Telecommunication Standardization Sector of ITU, May 2005.

[ITU06a] *G.722 Appendix III: A high-complexity algorithm for packet loss concealment for G.722*, ITU-T Recommendation, ITU-T, Nov 2006.

[ITU06b] *G.729.1: G.729-based embedded variable bit-rate coder: An 8-32 kbit/s scalable wideband coder bitstream interoperable with g.729*, Recommendation ITU-T G.729.1, Telecommunication Standardization Sector of ITU, May 2006.

[ITU07] *G.722 Appendix IV: A low-complexity algorithm for packet loss concealment with G.722*, ITU-T Recommendation, ITU-T, Aug 2007.

[ITU08a] *G.718: Frame error robust narrow-band and wideband embedded variable bit-rate coding of speech and audio from 8-32 kbit/s*, Recommendation ITU-T G.718, Telecommunication Standardization Sector of ITU, Jun 2008.

[ITU08b] *G.719: Low-complexity, full-band audio coding for high-quality, conversational applications*, Recommendation ITU-T G.719, Telecommunication Standardization Sector of ITU, Jun 2008.

[ITU12] *G.729: Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (cs-acelp)*, Recommendation ITU-T G.729,

Telecommunication Standardization Sector of ITU, June 2012.

[LS01] Pierre Lauber and Ralph Sperschneider, *Error concealment for compressed digital audio*, Audio Engineering Society Convention 111, no. 5460, Sep 2001.

[Mar01] Rainer Martin, *Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics*, IEEE Transactions on Speech and Audio Processing 9 (2001), no. 5, 504–512.

[Mar03] *Statistical methods for the enhancement of noisy speech*, International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control (IWAENC2003), Technical University of Braunschweig, Sep 2003.

[MC99] R. Martin and R. Cox, *New speech enhancement techniques for low bit rate speech coding*, in Proc. IEEE Workshop on Speech Coding (1999), 165–167.

[MCA99] D. Malah, R. V. Cox, and A. J. Accardi, *Tracking speech-presence uncertainty to improve speech enhancement in nonstationary noise environments*, Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics Speech and Signal Processing (1999), 789–792.

[MEP01] Nikolaus Meine, Bernd Edler, and Heiko Purnhagen, *Error protection and concealment for HILN MPEG-4 parametric audio coding*, Audio Engineering Society Convention 110, no. 5300, May 2001.

[MPC89] Y. Mahieux, J.-P. Petit, and A. Charbonnier, *Transform coding of audio signals using correlation between successive transform blocks*, Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1989. ICASSP-89., 1989 International Conference on, 1989, pp. 2021–2024 vol.3.

[NMR+12] Max Neuendorf, Markus Multrus, Nikolaus Rettelbach, Guillaume Fuchs, Julien Robilliard, Jérémie Lecomte, Stephan Wilde, Stefan Bayer, Sascha Disch, Christian Helmrich, Roch Lefebvre, Philippe Gournay, Bruno Bessette, Jimmy Lapierre, Kristopfer Kjörling, Heiko Purnhagen, Lars Villemoes, Werner Oomen, Erik Schuijers, Kei Kikuri, Toru Chinen, Takeshi Norimatsu, Chong Kok Seng, Eunmi Oh,

Miyoung Kim, Schuyler Quackenbush, and Berndhard Grill, *MPEG Unified Speech and Audio Coding - The ISO / MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of all Content Types*, Convention Paper 8654, AES, April 2012, Presented at the 132nd Convention Budapest, Hungary.

[PKJ+11] Nam In Park, Hong Kook Kim, Min A Jung, Seong Ro Lee, and Seung Ho Choi, *Burst packet loss concealment using multiple codebooks and comfort noise for celp-type speech coders in wireless sensor networks*, *Sensors* 11 (2011), 5323–5336.

[QD03] Schuyler Quackenbush and Peter F. Driessen, *Error mitigation in MPEG-4 audio packet communication systems*, Audio Engineering Society Convention 115, no. 5981, Oct 2003.

[RL06] S. Rangachari and P. C. Loizou, *A noise-estimation algorithm for highly non-stationary environments*, *Speech Commun.* 48 (2006), 220–231.

[SFB00] V. Stahl, A. Fischer, and R. Bippus, *Quantile based noise estimation for spectral subtraction and wiener filtering*, in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech and Signal Process.* (2000), 1875–1878.

[SS98] J. Sohn and W. Sung, *A voice activity detector employing soft decision based noise spectrum adaptation*, *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing*, no. pp. 365-368, IEEE, 1998.

[Yu09] Rongshan Yu, *A low-complexity noise estimation algorithm based on smoothing of noise power estimation and estimation bias correction*, *Acoustics, Speech and Signal Processing*, 2009. ICASSP 2009. IEEE International Conference on, Apr 2009, pp. 4421–4424.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất các khái niệm được cải thiện cho các hệ thống mã hóa âm thanh. Mục đích của sáng chế được giải quyết bởi thiết bị theo điểm 1, bởi phương pháp mã hóa theo điểm 21 và bởi chương trình máy tính theo điểm 22.

Thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được đề xuất.

Thiết bị bao gồm giao diện nhận. Giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận nhiều khung, trong đó giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận khung thứ nhất trong số nhiều khung, khung thứ nhất đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền thứ nhất, và trong đó giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận khung thứ hai trong số nhiều khung, khung thứ hai đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận biến đổi để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, trong đó miền thứ hai khác với miền thứ nhất, trong đó miền tạo vết khác với miền thứ hai, và trong đó miền tạo vết có thể bằng hoặc khác với miền thứ nhất.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận tạo vết mức nhiều âm, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Bộ phận tạo vết mức nhiều âm được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận khôi phục để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận mà bị sai lạc.

Tín hiệu âm thanh có thể, ví dụ, là tín hiệu tiếng nói, hoặc tín hiệu âm nhạc, hoặc tín hiệu mà bao gồm tiếng nói và âm nhạc, v.v.

Sự trình bày rằng thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có nghĩa là thông tin phần tín hiệu thứ nhất hoặc là phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, hoặc là thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã được thu/được tạo ra phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc bằng một số cách khác phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Ví dụ, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể đã được

biến đổi từ miền này sang miền khác để thu được thông tin phần tín hiệu thứ nhất.

Tương tự, sự trình bày rằng thông tin phần tín hiệu thứ hai phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai có nghĩa là thông tin phần tín hiệu thứ hai hoặc là phần tín hiệu âm thanh thứ hai, hoặc là thông tin phần tín hiệu thứ hai đã được thu/được tạo ra phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc bằng một số cách khác phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai. Ví dụ, phần tín hiệu âm thanh thứ hai có thể đã được biến đổi từ miền này sang miền khác để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai.

Trong phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền thời gian như miền thứ nhất. Hơn nữa, bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền kích thích là miền thứ hai đến miền thời gian là miền tạo vết. Hơn nữa, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết. Ngoài ra, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết.

Theo phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất. Hơn nữa, bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thứ hai đến miền kích thích là miền tạo vết. Hơn nữa, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền kích thích như miền tạo vết. Ngoài ra, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền kích thích như miền tạo vết.

Trong phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền FFT, là miền tạo vết, và trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền kích thích, trong đó bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị

được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thời gian thứ hai đến miền FFT là miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu âm thanh thứ hai được biểu diễn trong miền FFT.

Trong phương án, thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận gộp thứ nhất để xác định giá trị được gộp thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Hơn nữa, thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận gộp thứ hai để xác định, phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai, giá trị được gộp thứ hai như giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai. Hơn nữa, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ nhất như thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ hai như thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Theo phương án, bộ phận gộp thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ nhất sao cho giá trị được gộp thứ nhất biểu thị căn quân phương (root mean square) của phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Hơn nữa, bộ phận gộp thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ hai sao cho giá trị được gộp thứ hai biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Trong phương án, bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại trên giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Theo các phương án, giá trị độ khuếch đại có thể, ví dụ, biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính, hoặc giá trị độ khuếch đại có thể, ví dụ, biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến

tính và sự chỉnh giảm.

Trong phương án, bộ phận theo dấu mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu.

Theo phương án, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định mức nhiễu âm như thông tin mức nhiễu âm. Bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định mức nhiễu âm dễ chịu như thông tin mức nhiễu âm được suy ra từ phổ mức nhiễu âm, trong đó phổ mức nhiễu âm đã nêu được thu bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu. Bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào nhiều hệ số dự báo tuyến tính, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án khác, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định nhiều hệ số dự báo tuyến tính biểu thị mức nhiễu âm dễ chịu như thông tin mức nhiễu âm, và bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào nhiều hệ số dự báo tuyến tính.

Trong phương án, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để xác định nhiều hệ số FFT biểu thị mức nhiễu âm dễ chịu như thông tin mức nhiễu âm, và bộ phận khôi phục thứ nhất được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào mức nhiễu âm dễ chịu được suy ra từ các hệ số FFT đã nêu, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm và phụ

thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc thứ hai.

Trong phương án, thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận dự báo dài hạn bao gồm bộ đệm trễ. Hơn nữa, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được xử lý phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc thứ hai, phụ thuộc vào đầu vào bộ đệm trễ được lưu trữ trong bộ đệm trễ và phụ thuộc vào độ khuếch đại dự báo dài hạn. Hơn nữa, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, trong đó tốc độ mà với tốc độ này độ khuếch đại dự báo dài hạn được tăng giảm cường độ về 0 phụ thuộc vào thừa số giảm dần cường độ.

Trong phương án, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để cập nhật đầu vào bộ đệm trễ bằng cách lưu trữ tín hiệu được xử lý được tạo ra trong bộ đệm trễ, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, là bộ phận biến đổi thứ nhất, và bộ phận khôi phục là bộ phận khôi phục thứ nhất. Thiết bị còn bao gồm bộ phận biến đổi thứ hai và bộ phận khôi phục thứ hai. Bộ phận biến đổi thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi thông tin mức nhiều âm từ miền tạo vết thành miền thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc. Hơn nữa, bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm được biểu diễn

trong miền thứ hai nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc thứ hai.

Hơn nữa, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được đề xuất.

Phương pháp gồm có:

- Nhận khung thứ nhất trong số nhiều khung, khung thứ nhất đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền thứ nhất.

- Nhận khung thứ hai trong số nhiều khung, khung thứ hai đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

- Biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, trong đó miền thứ hai khác với miền thứ nhất, trong đó miền tạo vết khác với miền thứ hai, và trong đó miền tạo vết có thể bằng hoặc khác với miền thứ nhất.

- Xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Và:

- Khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm được biểu diễn trong miền tạo vết, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận nhưng bị sai lạc.

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

Một số phương án của sáng chế đề xuất tham số làm nhấn biến thiên theo thời gian sao cho khả năng theo dấu của chu kì đồ được làm nhấn và biến thiên của nó được cân bằng tốt hơn, để phát triển thuật toán cho sự bù độ lệch, và nói chung để tăng tốc sự theo dấu nhiều âm.

Các phương án của sáng chế dựa trên việc tìm ra rằng đối với sự giảm dần cường độ, các tham số sau đây được quan tâm: Miền giảm dần cường độ; tốc độ giảm dần cường độ, hoặc, chung hơn nữa, đường cong giảm dần cường độ; mức đích của sự giảm dần cường độ; hình dạng phổ đích của sự giảm dần cường độ; và/hoặc sự tạo vết mức nhiều âm nền. Trong bối cảnh này, các phương án được dựa trên việc tìm ra rằng tình trạng kỹ thuật có hạn chế đáng kể.

Thiết bị và phương pháp cho sự giảm dần cường độ tín hiệu được cải thiện cho các hệ thống mã hóa âm thanh được chuyển đổi trong quá trình che giấu lỗi được đề xuất.

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

Các phương án thực hiện sự giảm dần cường độ đến mức nhiều âm dễ chịu. Theo các phương án, sự tạo vết mức nhiều âm dễ chịu chung trong miền kích thích được thực hiện. Mức nhiều âm dễ chịu được tạo đích trong quá trình mất gói khối tín hiệu truyền sẽ là giống nhau, không xét đến bộ mã hóa lỗi (ACELP/TCX) đang sử dụng, và nó sẽ luôn được cập nhật. Không có tình trạng kỹ thuật đã biết, trong đó sự tạo vết mức nhiều âm là cần thiết. Các phương án đề xuất sự tăng giảm cường độ của bộ mã hóa-giải mã được chuyển đổi đến tín hiệu giống như nhiều âm dễ chịu trong quá trình mất gói khối tín hiệu truyền.

Hơn nữa, các phương án nhận ra rằng toàn bộ độ phức tạp sẽ được hạ thấp so với hai mô đun tạo vết mức nhiều âm độc lập, vì các hàm (PROM) và bộ nhớ có thể được chia sẻ.

Trong các phương án, phép đạo hàm mức trong miền kích thích (so với phép

đạo hàm mức trong miền thời gian) cung cấp nhiều cực tiểu trong quá trình tiếng nói hoạt động, vì một phần của thông tin tiếng nói được che bởi các hệ số LP.

Trong trường hợp ACELP, theo các phương án, phép đạo hàm mức diễn ra trong miền kích thích. Trong trường hợp của TCX, trong các phương án, mức được đạo hàm trong miền thời gian, và độ khuếch đại của sự tổng hợp LPC và sự chỉnh giảm được áp dụng như hệ số hiệu chỉnh để làm mẫu mức năng lượng trong miền kích thích. Tạo vết mức trong miền kích thích, ví dụ, trước FDNS, về lý thuyết cũng sẽ khả thi, nhưng sự bù mức giữa miền kích thích TCX và miền kích thích ACELP được đưa ra là khá phức tạp.

Không có tình trạng kỹ thuật kết hợp sự tạo vết mức nền thông thường trong các miền khác nhau. Các công nghệ của tình trạng kỹ thuật không có sự tạo vết mức nhiều âm dễ chịu thông thường như vậy, ví dụ, trong miền kích thích, trong hệ thống bộ mã hóa-giải mã được chuyển đổi. Do đó, các phương án là có lợi hơn so với tình trạng kỹ thuật, như đối với các kỹ thuật của tình trạng kỹ thuật, mức nhiều âm dễ chịu mà được nhắm mục tiêu trong quá trình mất gói có thể khác, phụ thuộc vào chế độ mã hóa trước đó (ACELP/TCX), trong đó mức được tạo vết; như trong tình trạng kỹ thuật, sự tạo vết mà được tách cho mỗi chế độ mã hóa sẽ gây ra chi phí không cần thiết và sự phức tạp tính toán bổ sung; và như trong tình trạng kỹ thuật, không có mức nhiều âm dễ chịu cập nhật nào có thể sẵn có trong lõi do sự chuyển đổi gần đây đến lõi này.

Theo một số phương án, sự tạo vết mức được thực hiện trong miền kích thích, nhưng sự giảm dần cường độ TCX được thực hiện trong miền thời gian. Bằng cách tăng giảm cường độ trong miền thời gian, các thất bại của TDAC có thể được ngăn chặn, mà sẽ gây ra răng cưa. Điều này trở nên được quan tâm đặc biệt khi các thành phần tín hiệu âm được che giấu. Hơn nữa, sự chuyển mức giữa miền kích thích ACELP và miền phổ MDCT được ngăn chặn và do đó, ví dụ, các nguồn tính toán được lưu lại. Bởi vì sự chuyển đổi giữa miền kích thích và miền thời gian, sự điều chỉnh mức được yêu cầu giữa miền kích thích và miền thời gian. Điều này được giải quyết bởi phép đạo hàm của độ khuếch đại mà sẽ được đưa ra bằng sự tổng hợp LPC và sự chỉnh tăng và để sử dụng giá trị này như hệ số hiệu chỉnh để chuyển đổi mức giữa hai miền.

Ngược lại, các kỹ thuật của tình trạng kỹ thuật không tiến hành tạo vết mức trong miền kích thích và sự giảm dần cường độ TCX trong miền thời gian. Liên quan đến các bộ mã hóa biến đổi dựa trên biến đổi của tình trạng kỹ thuật, hệ số suy giảm được áp dụng hoặc trong miền kích thích (đối với miền thời gian/các phương thức che giấu như ACELP), xem [3GP09a]) hoặc trong miền tần số (đối với các phương thức miền tần số như sự lặp khung hoặc sự thay thế nhiễu âm, xem [LS01]). Hạn chế của phương thức của tình trạng kỹ thuật để áp dụng hệ số suy giảm trong miền tần số là rằng cưa sẽ được tạo ra trong vùng chồng lấp-cộng trong miền thời gian. Điều này sẽ là trường hợp cho khung liên kề mà các hệ số suy giảm khác được áp dụng, vì quy trình tăng giảm cường độ gây ra sự triệt tiêu răng cưa trong miền thời gian (time domain alias cancellation - TDAC) không thành công. Điều này đặc biệt có liên quan khi các thành phần tín hiệu âm được che giấu. Do đó, các phương án được đề cập ở trên có lợi hơn so với tình trạng kỹ thuật.

Các phương án bù lại ảnh hưởng của bộ lọc thông cao trên độ khuếch đại tổng hợp LPC. Theo các phương án, để bù lại cho sự thay đổi độ khuếch đại không mong muốn của sự phân tích và sự chỉnh tăng LPC được gây ra bởi sự kích thích vô thanh được lọc thông cao, hệ số hiệu chỉnh được đạo hàm. Hệ số hiệu chỉnh này có tính đến sự thay đổi độ khuếch đại không mong muốn này và thay đổi mức nhiễu âm để chịu đích trong miền kích thích sao cho đạt được mức đích chính xác trong miền thời gian.

Ngược lại, trong tình trạng kỹ thuật, ví dụ, G.718 [ITU08a], đưa ra bộ lọc thông cao vào đường dẫn tín hiệu của sự kích thích vô thanh, như được thể hiện trên Fig.2, nếu tín hiệu của khung tốt cuối cùng không được phân loại là VÔ THANH. Bằng cách này, các kỹ thuật của tình trạng kỹ thuật gây ra các hiệu ứng phụ không mong muốn, vì độ khuếch đại của sự tổng hợp LPC tiếp theo phụ thuộc vào các đặc điểm tín hiệu, mà được thay đổi bởi bộ lọc thông cao này. Vì mức nền được tạo vết và được áp dụng trong miền kích thích, thuật toán dựa vào độ khuếch đại sự tổng hợp LPC, mà đổi lại một lần nữa phụ thuộc vào các đặc điểm của tín hiệu kích thích. Nói cách khác: sự thay đổi của các đặc điểm tín hiệu của sự kích thích do việc lọc thông cao, như được thực hiện bởi tình trạng kỹ thuật, có thể dẫn đến độ khuếch đại được cải biên (thường là được giảm) của sự tổng hợp LPC. Điều này dẫn đến mức đầu ra sai mặc dù mức kích thích đúng.

Các phương án khắc phục các bất lợi của tình trạng kỹ thuật.

Cụ thể, các phương án nhận ra hình dạng phổ thích ứng của nhiều âm dễ chịu. Trái ngược với G.718, bằng cách tạo vết hình dạng phổ của nhiều âm nền, và bằng cách áp dụng (tăng giảm cường độ) hình dạng này trong quá trình mất gói khối tín hiệu truyền, đặc điểm nhiều âm của nhiều âm nền trước đó sẽ được so khớp, dẫn đến đặc điểm nhiều âm hài lòng của nhiều âm dễ chịu. Điều này tránh việc không so khớp trở ngại của hình dạng phổ mà có thể được đưa ra bằng cách sử dụng đường bao phổ mà được suy ra bởi chuỗi ngoại tuyến và/hoặc hình dạng phổ của các khung được nhận cuối cùng.

Hơn nữa, thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được đề xuất. Thiết bị bao gồm giao diện nhận, trong đó giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận khung thứ nhất bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và trong đó giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận khung thứ hai bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận tạo vết mức nhiều âm, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào ít nhất một trong số phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và phần tín hiệu âm thanh thứ hai (điều này có nghĩa là: phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và/hoặc phần tín hiệu âm thanh thứ hai), trong đó thông tin mức nhiều âm được biểu diễn trong miền tạo vết.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận khôi phục thứ nhất để khôi phục, trong miền khôi phục thứ nhất, phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ ba được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lệch, trong đó miền khôi phục thứ nhất khác hoặc bằng với miền tạo vết.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận biến đổi để biến đổi thông tin mức nhiều âm từ miền tạo vết đến miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ tư được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lệch, trong đó, miền khôi phục thứ hai khác với miền tạo vết, và trong đó miền khôi phục thứ hai khác với miền khôi phục thứ nhất, và

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận khôi phục thứ hai để khôi phục, trong miền khôi phục thứ hai, phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm được biểu diễn trong miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo một số phương án, miền tạo vết có thể, ví dụ, trong đó miền tạo vết là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích. Miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích. Miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích.

Trong phương án, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền FFT, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Trong phương án khác, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Theo phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền đầu vào thứ nhất, và phần tín hiệu âm thanh thứ hai có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền đầu vào thứ hai. Bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, là bộ phận biến đổi thứ hai. Thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận biến đổi thứ nhất để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền đầu vào thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai. Bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Theo phương án, miền đầu vào thứ nhất có thể, ví dụ, là miền kích thích, và miền đầu vào thứ hai có thể, ví dụ, là miền MDCT.

Trong phương án khác, miền đầu vào thứ nhất có thể, ví dụ, là miền MDCT, và trong đó miền đầu vào thứ hai có thể, ví dụ, là miền MDCT.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách thực hiện sự tăng giảm cường độ thứ nhất đến phổ giống như nhiễu âm. Bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư bằng cách thực hiện sự tăng giảm cường độ thứ hai đến phổ giống như nhiễu âm và/hoặc sự tăng giảm cường độ thứ hai của độ khuếch đại LTP. Hơn nữa, bộ phận khôi phục thứ nhất và bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thực hiện sự tăng giảm cường độ thứ nhất và sự tăng giảm cường độ thứ hai đến phổ giống như nhiễu âm và/hoặc sự tăng giảm cường độ thứ hai của độ khuếch đại LTP với tốc độ tăng giảm cường độ tương tự.

Trong phương án, thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận gộp thứ nhất để xác định giá trị được gộp thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Hơn nữa, thiết bị còn có thể, ví dụ, bao gồm bộ phận gộp thứ hai để xác định, phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai, giá trị được gộp thứ hai như giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai. Bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ nhất như thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ hai như thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Theo phương án, bộ phận gộp thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ nhất sao cho giá trị được gộp thứ nhất biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Bộ phận gộp thứ hai được tạo cấu hình để xác định giá trị

được gộp thứ hai sao cho giá trị được gộp thứ hai biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Trong phương án, bộ phận biến đổi thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền đầu vào thứ hai đến miền tạo vết bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại trên giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Theo phương án, giá trị độ khuếch đại có thể, ví dụ, biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính, hoặc trong đó giá trị độ khuếch đại biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính và sự chỉnh giảm.

Trong phương án, bộ phận theo dấu mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu.

Theo phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm. Bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm được suy ra từ phổ mức nhiều âm, trong đó phổ mức nhiều âm đã nêu thu được bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu. Bộ phận khôi phục có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào nhiều hệ số dự báo tuyến tính, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều

khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại phần tín hiệu âm thanh thứ nhất.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Trong phương án, bộ phận khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Theo phương án, thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận dự báo dài hạn bao gồm bộ đệm trễ, trong đó bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được xử lý phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai, phụ thuộc vào đầu vào bộ đệm trễ được lưu trữ trong bộ đệm trễ và phụ thuộc vào độ khuếch đại dự báo dài hạn, và trong đó bộ phận dự báo dài hạn được tạo cấu hình để tăng giảm độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, trong đó tốc độ mà với tốc độ này độ khuếch đại dự báo dài hạn được tăng giảm cường độ về 0 phụ thuộc vào thừa số giảm dần cường độ.

Trong phương án, bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để cập nhật đầu vào bộ đệm trễ bằng cách lưu trữ tín hiệu được xử lý được tạo ra trong bộ đệm trễ, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Hơn nữa, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được đề xuất. Phương pháp gồm có:

- Nhận khung thứ nhất bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và nhận khung thứ hai bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

- Xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào ít nhất một trong số phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và phần tín hiệu âm thanh thứ hai, trong đó thông tin mức nhiễu âm được biểu diễn trong miền tạo vết.

- Khôi phục, trong miền khôi phục thứ nhất, phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận nhưng bị sai lạc, trong đó miền khôi phục thứ nhất khác với hoặc bằng miền tạo vết.

- Biến đổi thông tin mức nhiễu âm từ miền tạo vết đến miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận nhưng bị sai lạc, trong đó, miền khôi phục thứ hai khác với miền tạo vết, và trong đó miền khôi phục thứ hai khác với miền khôi phục thứ nhất. Và:

- Khôi phục, trong miền khôi phục thứ hai, phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm được biểu diễn trong miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận nhưng bị sai lạc.

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

Hơn nữa, thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục được đề xuất. Thiết bị bao gồm giao diện nhận để nhận một hoặc nhiều khung, bộ tạo hệ số, và bộ khôi phục tín hiệu. Bộ tạo hệ số được tạo cấu hình để xác định, nếu khung hiện thời trong số một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lạc, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, được bao gồm bởi khung hiện thời, trong đó một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu biểu thị đặc điểm của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Hơn nữa, bộ tạo hệ số được tạo cấu hình để

tạo ra một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất và phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc. Bộ khôi phục tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để khôi phục phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lạc. Hơn nữa, bộ khôi phục tín hiệu âm thanh được tạo cấu hình để khôi phục phần thứ hai của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc.

Trong một số phương án, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Trong một số phương án, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Theo phương án, một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Trong phương án, một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính có thể, ví dụ, biểu diễn hình dạng phổ của nhiễu âm nền.

Trong phương án, bộ tạo hệ số có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định một hoặc nhiều phần tín hiệu âm thanh sao cho một hoặc nhiều phần tín hiệu âm thanh thứ hai là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được khôi phục, hoặc sao cho một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất là một hoặc nhiều cặp phổ mạch điện vào của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Theo phương án, bộ tạo hệ số có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai bằng cách áp dụng công thức:

$$f_{current}[i] = \alpha \cdot f_{last}[i] + (1 - \alpha) \cdot pt_{mean}[i]$$

trong đó $f_{current}[i]$ biểu thị một trong số một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh

thứ hai, trong đó $f_{last}[i]$ biểu thị một trong số một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó $pt_{mean}[i]$ là một trong số một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm, trong đó α là số thực với $0 \leq \alpha \leq 1$, và trong đó i là chỉ số. Trong phương án, $0 < \alpha < 1$.

Theo phương án, $f_{last}[i]$ biểu thị hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và trong đó $f_{current}[i]$ biểu thị hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Trong phương án, $pt_{mean}[i]$ có thể, ví dụ, biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Trong phương án, bộ tạo hệ số có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định, nếu khung hiện thời của một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lạc, một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm bằng cách xác định phổ nhiễu âm của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Theo phương án, bộ tạo hệ số có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định các hệ số LPC biểu diễn nhiễu âm nền bằng cách sử dụng phương thức thống kê tối thiểu trên phổ tín hiệu để xác định phổ nhiễu âm nền và bằng cách tính toán các hệ số LPC biểu diễn hình dạng nhiễu âm nền từ phổ nhiễu âm nền.

Hơn nữa, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục được đề xuất. Phương pháp gồm có:

- Nhận một hoặc nhiều khung.
- Xác định, nếu khung hiện thời trong số một hoặc nhiều khung được nhận và nếu khung hiện thời được nhận không bị sai lạc, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, được bao gồm bởi khung hiện thời, trong đó một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu biểu thị đặc điểm của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa.
- Tạo ra một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất và phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm, nếu khung hiện thời không được nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bị sai lạc.

- Khôi phục phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung hiện thời được nhận và nếu khung hiện thời được nhận không bị sai lạc. Và:

- Khôi phục phần thứ hai của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, nếu khung hiện thời không được nhận và nếu khung hiện thời được nhận bị sai lạc.

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

Các phương tiện thông thường để tạo vết và áp dụng hình dạng phổ của nhiều âm dễ chịu trong quá trình giảm dần cường độ có một số ưu điểm sau. Bằng cách tạo vết và áp dụng hình dạng phổ sao cho nó có thể được thực hiện tương tự cho cả bộ mã hóa-giải mã lỗi cho phép phương thức chung đơn giản. CELT dẫn dắt rằng chỉ sự tạo vết theo băng của các năng lượng trong miền phổ và sự tạo thành theo băng của hình dạng phổ trong miền phổ, mà không khả thi cho lỗi CELP.

Ngược lại, trong tình trạng kỹ thuật, hình dạng phổ của nhiều âm dễ chịu được dẫn trong quá trình mất khối tín hiệu truyền hoặc hoàn toàn tĩnh, hoặc tĩnh một phần và thích ứng một phần với giá trị trung bình ngắn hạn của hình dạng phổ (như được nhận ra trong G.718 [ITU08a]), và sẽ thường không so khớp với nhiều âm nền trong tín hiệu trước sự mất gói. Sự không so khớp này của các đặc điểm nhiều âm dễ chịu có thể là nhiễu loạn. Theo tình trạng kỹ thuật, tạo hình nhiều âm nền (tĩnh) được tạo chuỗi ngoại tuyến có thể được sử dụng mà có thể là dễ chịu đối với các tín hiệu cụ thể, nhưng sẽ ít dễ chịu đối với các tín hiệu khác, ví dụ, tiếng ồn của xe hoàn toàn khác với tiếng ồn văn phòng.

Hơn nữa, trong tình trạng kỹ thuật, sự thích ứng với giá trị trung bình ngắn hạn của hình dạng phổ của các khung được nhận trước đó có thể được sử dụng mà sẽ mang các đặc điểm tín hiệu gần đến tín hiệu được nhận trước đó, nhưng không nhất thiết đến các đặc điểm nhiều âm nền. Trong tình trạng kỹ thuật, sự tạo vết theo băng hình dạng phổ trong miền phổ (như được nhận ra trong CELT [IET12]) là không thể áp dụng cho bộ mã hóa-giải mã được chuyển đổi sử dụng không chỉ lỗi dựa trên miền MDCT (TCX) mà còn là lỗi dựa trên ACELP. Các phương án nêu trên do đó có lợi so với tình

trạng kỹ thuật.

Hơn nữa, thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục được đề xuất. Thiết bị bao gồm giao diện nhận để nhận một hoặc nhiều khung bao gồm thông tin trên nhiều mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và bộ xử lý để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục. Bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lệch, trong đó phổ được cải biên bao gồm nhiều mẫu tín hiệu được cải biên, trong đó, đối với mỗi mẫu tín hiệu được cải biên của phổ được cải biên, giá trị tuyệt đối của mẫu tín hiệu được cải biên đã nêu bằng với giá trị tuyệt đối của một trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, bộ xử lý được tạo cấu hình để không làm tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích, nếu khung hiện thời của một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lệch.

Theo phương án, phổ đích có thể, ví dụ, là phổ giống như nhiễu âm.

Trong phương án, phổ giống như nhiễu âm có thể, ví dụ, biểu diễn nhiễu âm trắng.

Theo phương án, phổ giống như nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo hình.

Theo phương án, hình dạng của phổ giống như nhiễu âm có thể, ví dụ, phụ thuộc vào phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được nhận trước đó.

Theo phương án, phổ giống như nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo hình phụ thuộc vào hình dạng của phổ tín hiệu âm thanh.

Theo phương án, bộ xử lý có thể, ví dụ, sử dụng hệ số nghiêng để tạo hình phổ giống như nhiễu âm.

Theo phương án, bộ xử lý có thể, ví dụ, sử dụng công thức:

$$\text{shaped_noise}[i] = \text{noise} * \text{power}(\text{tilt_factor}, i/N)$$

trong đó N biểu thị số lượng mẫu, trong đó i là chỉ số, trong đó $0 \leq i < N$,

với $\text{tilt_factor} > 0$, và trong đó power là hàm lũy thừa.

$\text{power}(x, y)$ biểu thị x^y

$\text{power}(\text{tilt_factor}, i/N)$ biểu thị $\text{tilt_factor}^{\frac{i}{N}}$

Nếu tilt_factor là nhỏ hơn 1 điều này có nghĩa là sự suy giảm với i tăng.

Nếu tilt_factor là lớn hơn 1 có nghĩa là sự khuếch đại với i tăng.

Theo phương án khác, bộ xử lý có thể, ví dụ, sử dụng công thức:

$\text{shaped_noise}[i] = \text{noise} * (1 + i / (N-1) * (\text{tilt_factor}-1))$

trong đó N biểu thị số lượng mẫu, trong đó i là chỉ số, trong đó $0 \leq i < N$, với $\text{tilt_factor} > 0$.

Nếu tilt_factor là nhỏ hơn 1 điều này có nghĩa là sự suy giảm với i tăng.

Nếu tilt_factor là lớn hơn 1 có nghĩa là sự khuếch đại với i tăng.

Theo phương án, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra phổ được cải biên, bằng cách thay đổi ký hiệu của một hoặc nhiều mẫu trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc.

Theo phương án, mỗi mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh có thể, ví dụ, được biểu diễn bởi số thực mà không phải bởi số ảo.

Theo phương án, các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền biến đổi cosin rời rạc cải biên.

Theo phương án khác, các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền biến đổi sin rời rạc cải biên.

Theo phương án khác, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra phổ được cải biên bằng cách sử dụng hàm ký hiệu ngẫu nhiên mà ngẫu nhiên hoặc giả ngẫu nhiên đưa ra hoặc giá trị thứ nhất hoặc giá trị thứ hai.

Trong phương án, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích bằng cách sau đó giảm hệ số suy giảm.

Theo phương án, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích bằng cách sau đó tăng hệ số suy giảm.

Trong phương án, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách sử dụng công thức:

$$x[i] = (1 - \text{cum_damping}) * \text{noise}[i] + \text{cum_damping} * \text{random_sign}() * x_{\text{old}}[i]$$

trong đó i là chỉ số, trong đó $x[i]$ biểu thị mẫu của tín hiệu âm thanh được khôi phục, trong đó cum_damping là hệ số suy giảm, trong đó $x_{\text{old}}[i]$ biểu thị một trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được mã hóa, trong đó $\text{random_sign}()$ quay về 1 hoặc -1, và trong đó noise là vectơ ngẫu nhiên biểu thị phổ đích.

Trong phương án, vectơ ngẫu nhiên đã nêu noise có thể, ví dụ, được định tỉ lệ sao cho trung bình bình phương của nó tương tự với trung bình bình phương của phổ của tín hiệu âm thanh được mã hóa được bao gồm bởi một trong số các khung được nhận cuối cùng bởi giao diện nhận.

Theo phương án chung, bộ xử lý có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục, bằng cách sử dụng vectơ ngẫu nhiên mà được định tỉ lệ sao cho trung bình bình phương của nó tương tự với trung bình bình phương của phổ của tín hiệu âm thanh được mã hóa được bao gồm bởi một trong số các khung được nhận cuối cùng bởi giao diện nhận.

Hơn nữa, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục được đề xuất. Phương pháp bao gồm:

- Nhận một hoặc nhiều khung bao gồm thông tin trên nhiều mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Và:

- Tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục được thực hiện bằng cách tăng giảm

cường độ phổ được cải biên đến phổ đích, nếu khung hiện thời không được nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận nhưng bị sai lạc, trong đó phổ được cải biên bao gồm nhiều mẫu tín hiệu được cải biên, trong đó, đối với mỗi mẫu tín hiệu được cải biên của phổ được cải biên, giá trị tuyệt đối của mẫu tín hiệu được cải biên đã nêu bằng với giá trị tuyệt đối của một trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh. Phổ được cải biên không được tăng giảm cường độ đến phổ nhiễu âm trắng, nếu khung hiện thời trong số một hoặc nhiều khung được nhận và nếu khung hiện thời được nhận không bị sai lạc.

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

Các phương án nhận ra sự tăng giảm cường độ phổ MDCT đến nhiễu âm trắng trước ứng dụng thay thế nhiễu âm miền tần số (Frequency Domain Noise Substitution - FDNS).

Theo tình trạng kỹ thuật, trong các bộ mã hóa-giải mã trên cơ sở ACELP, bảng mã đổi mới được thay thế bằng vectơ ngẫu nhiên (ví dụ, bằng nhiễu âm). Trong các phương án, phương thức ACELP, mà bao gồm việc thay thế bảng mã đổi mới với vectơ ngẫu nhiên (ví dụ, với nhiễu âm) được thừa nhận cho cấu trúc bộ giải mã TCX. Ở đây, sự tương đương của bảng mã đổi mới là phổ MDCT thường được nhận trong dòng bit và được nạp vào trong FDNS.

Phương thức che giấu MDCT cổ điển sẽ để lại một cách đơn giản phổ này như là hoặc để áp dụng quy trình ngẫu nhiên hóa nhất định, mà về cơ bản kéo dài hình dạng phổ của khung được nhận cuối cùng [LS01]. Điều này có hạn chế rằng hình dạng phổ ngắn hạn được kéo dài, thường dẫn đến âm thanh kim loại, lặp đi lặp lại mà không giống nhiễu âm nền, và do đó không thể được sử dụng như nhiễu âm dễ chịu.

Sử dụng phương pháp được đề xuất, tạo hình phổ ngắn hạn được thực hiện bởi FDNS và TCX LTP, việc tạo hình phổ về lâu dài được thực hiện chỉ bởi FDNS. Việc tạo hình bởi FDNS được tăng giảm cường độ từ hình dạng phổ ngắn hạn đến hình dạng phổ dài hạn được tạo vết, và TCX LTP được tăng giảm cường độ về 0.

Việc tăng giảm cường độ các hệ số FDNS đến các hệ số nhiễu âm nền được tạo

vết dẫn đến việc có sự chuyển tiếp trôi chảy giữa đường bao phổ tốt cuối cùng và đường bao nền phổ mà nên được nhắm đến về lâu dài, để đạt được nhiều âm nền vừa ý trong trường hợp mất khung khối tín hiệu truyền dài.

Ngược lại, theo tình trạng kỹ thuật, đối với các bộ mã hóa-giải mã dựa trên biến đổi, sự che giấu giống như nhiều âm được thực hiện bằng cách lặp lại khung hoặc sự thay thế nhiều âm trong miền tần số [LS01]. Trong tình trạng kỹ thuật, sự thay thế nhiều âm thường được thực hiện bằng cách xáo trộn ký hiệu của các ngăn phổ. Nếu trong tình trạng kỹ thuật sự xáo trộn ký hiệu TCX (miền tần số) được sử dụng trong quá trình che giấu, các hệ số MDCT được nhận cuối cùng được tái sử dụng và mỗi ký hiệu được ngẫu nhiên hóa trước phổ được biến đổi một cách nghịch đảo về miền thời gian. Hạn chế của quy trình này của tình trạng kỹ thuật là, đối với các khung bị mất liên tiếp, phổ tương tự được sử dụng lặp đi lặp lại với các sự ngẫu nhiên hóa ký hiệu khác nhau và sự suy giảm toàn cục. Khi tìm đường bao phổ theo thời gian trên lưới thời gian thô, có thể thấy rằng đường bao là xấp xỉ không thay đổi trong quá trình mất khung liên tiếp, bởi vì các năng lượng băng được giữ không thay đổi so với nhau trong khung và vừa được suy giảm một cách toàn cục. Trong hệ thống mã hóa được sử dụng, theo tình trạng kỹ thuật, các giá trị phổ được xử lý sử dụng FDNS, để khôi phục phổ ban đầu. Điều này có nghĩa là, rằng nếu muốn tăng giảm cường độ phổ MDCT đến đường bao phổ nhất định (sử dụng các hệ số FDNS, ví dụ, mô tả nhiều âm nền hiện thời), kết quả không chỉ phụ thuộc vào các hệ số FDNS, nhưng cũng phụ thuộc vào phổ được mã hóa trước đó mà được xáo trộn ký hiệu. Các phương án nêu trên khắc phục các bất lợi của tình trạng kỹ thuật.

Các phương án được dựa trên việc tìm ra rằng cần thiết để tăng giảm cường độ phổ được sử dụng cho việc làm xáo trộn ký hiệu đến nhiều âm trắng, trước khi đưa nó vào sự xử lý FDNS. Mặt khác, phổ được phát ra sẽ không bao giờ kết hợp với đường bao được tạo đích được sử dụng để xử lý FDNS.

Trong các phương án, tốc độ tăng giảm cường độ tương tự được sử dụng cho sự tăng giảm cường độ độ khuếch đại LTP như cho sự tăng giảm cường độ nhiều âm trắng.

Ngoài ra, thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu tín hiệu âm

thanh được khôi phục được đề xuất. Thiết bị bao gồm giao diện nhận để nhận nhiều khung, bộ đệm trễ để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được giải mã, bộ chọn lọc mẫu để chọn lọc nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ, và bộ xử lý mẫu để xử lý các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục của tín hiệu âm thanh được khôi phục. Bộ lựa chọn mẫu được tạo cấu hình để lựa chọn, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lệch, nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu được tạo cấu hình để lựa chọn, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lệch, nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung khác được nhận trước đó bởi giao diện nhận.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lệch, bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lệch, bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung khác đã nêu được nhận trước đó bởi giao diện nhận.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lệch, bằng cách nhân các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn và giá trị phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời

không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc, bằng cách nhân các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn và giá trị phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung khác đã nêu được nhận trước đó bởi giao diện nhận.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ trước khung tiếp theo được nhận bởi giao diện nhận.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ sau khung tiếp theo được nhận bởi giao diện nhận.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại và bằng cách tổ hợp các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ với các mẫu tín hiệu âm thanh đầu vào để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý, biểu thị sự tổ hợp của các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại và các mẫu tín hiệu âm thanh đầu vào, vào trong bộ đệm trễ, và không lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ vào bộ đệm trễ, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận không bị sai lạc. Hơn nữa, bộ xử lý mẫu được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ vào trong bộ đệm trễ và không lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh vào bộ đệm trễ, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận bị sai lạc.

Theo phương án khác, bộ xử lý mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý vào trong bộ đệm trễ, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao

diện nhận bị sai lạc.

Trong phương án, bộ lựa chọn mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào độ khuếch đại được cải biên, trong đó độ khuếch đại được cải biên được xác định theo công thức:

$$\text{gain} = \text{gain_past} * \text{damping};$$

trong đó `gain` là độ khuếch đại được cải biên, trong đó bộ lựa chọn mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thiết lập `gain_past` thành `gain` sau `gain` và đã được tính toán, và trong đó `damping` là giá trị thực.

Theo phương án, bộ lựa chọn mẫu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tính toán độ khuếch đại được cải biên.

Trong phương án, `damping` có thể, ví dụ, được xác định theo: $0 \leq \text{damping} \leq 1$.

Theo phương án, độ khuếch đại được cải biên `gain` có thể, ví dụ, được thiết lập về 0, nếu ít nhất số lượng khung được định trước chưa được nhận bởi giao diện nhận vì khung cuối cùng đã được nhận bởi giao diện nhận.

Hơn nữa, phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục được đề xuất. Phương pháp gồm có:

- Nhận nhiều khung.
- Lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được giải mã.
- Lựa chọn nhiều mẫu tín hiệu âm thanh từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ. Và:
- Xử lý các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Nếu khung hiện thời được nhận và nếu khung hiện thời được nhận không bị sai lạc, bước lựa chọn nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ được thực hiện phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, nếu khung hiện thời không

được nhận hoặc nếu khung hiện thời được nhận bị sai lạc, bước lựa chọn nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ được thực hiện phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung khác được nhận trước đó bởi giao diện nhận.

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

Các phương án sử dụng sự dự báo dài hạn kích thích được mã hóa biến đổi (Transform Coded Excitation Long-Term Prediction - TCX LTP). Trong quá trình hoạt động thông thường, bộ nhớ TCX LTP được cập nhật với tín hiệu được tổng hợp, chứa nhiều âm và các thành phần âm được khôi phục.

Thay vì vô hiệu hóa TCX LTP trong quá trình che giấu, hoạt động thông thường của nó có thể được tiếp tục trong quá trình che giấu với các tham số được nhận trong khung tốt cuối cùng. Điều này bảo toàn hình dạng phổ của tín hiệu, cụ thể các thành phần âm này mà được mô hình hóa bởi bộ lọc LTP.

Hơn nữa, các phương án khử ghép vòng lặp phản hồi TCX LTP. Sự tiếp tục đơn giản của hoạt động TCX LTP thông thường đưa ra nhiều âm bổ sung, vì với mỗi bước cập nhật còn được tạo ra một cách ngẫu nhiên nhiều âm từ sự kích thích LTP được dẫn. Các thành phần âm do đó dần bị méo nhiều hơn theo thời gian bởi nhiều âm được thêm vào.

Để khắc phục điều này, chỉ bộ đệm TCX LTP được cập nhật có thể được phản hồi (mà không thêm nhiều âm), để không làm ô nhiễm thông tin âm với nhiều âm ngẫu nhiên không mong muốn.

Hơn nữa, theo các phương án, độ khuếch đại TCX LTP được tăng giảm cường độ về 0.

Các phương án này dựa trên việc phát hiện ra rằng việc tiếp tục TCX LTP giúp bảo toàn các đặc điểm tín hiệu trong thời hạn ngắn, nhưng có bất lợi trong thời hạn dài: tín hiệu được phát hết trong quá trình che giấu sẽ bao gồm thông tin hữu thanh/âm mà hiện đang đứng trước sự mất. Đặc biệt đối với tiếng nói sạch hoặc tiếng nói trên nhiều âm nền, nó đặc biệt không có khả năng rằng âm hoặc sóng hài sẽ suy tàn rất

chậm suốt thời gian rất dài. Bằng cách tiếp tục hoạt động TCX LTP trong quá trình che giấu, cụ thể nếu sự cập nhật bộ nhớ LTP được khử ghép (chỉ các thành phần âm được phản hồi và không có phần được xáo trộn ký hiệu), thông tin hữu thanh/âm sẽ xuất hiện trong tín hiệu được che giấu trong quá trình mất, được suy giảm chỉ bằng cách giảm dần cường độ toàn bộ về mức nhiễu âm dễ chịu. Hơn nữa, nó là không khả thi để đạt được đường bao nhiễu âm dễ chịu trong quá trình mất gói khối tín hiệu truyền, nếu TCX LTP được áp dụng trong quá trình mất khối tín hiệu truyền mà không bị suy giảm theo thời gian, vì tín hiệu sau đó sẽ luôn kết hợp với thông tin của LTP.

Do đó, độ khuếch đại TCX LTP được tăng giảm cường độ về 0, sao cho các thành phần âm được biểu diễn bởi LTP sẽ được tăng giảm cường độ về 0, cùng lúc đó tín hiệu được tăng giảm cường độ về mức và hình dạng tín hiệu nền, và sao cho sự giảm dần cường độ đạt đến đường bao nền phổ (nhiều âm dễ chịu) mà không kết hợp với các thành phần âm không mong muốn.

Trong các phương án, tốc độ tăng giảm cường độ tương tự được sử dụng cho sự tăng giảm cường độ độ khuếch đại LTP như cho sự tăng giảm cường độ nhiễu âm trắng.

Ngược lại, trong tình trạng kỹ thuật, không có bộ mã hóa-giải mã biến đổi được biết mà sử dụng LTP trong quá trình che giấu. Đối với MPEG-4 LTP [ISO09] không có phương thức che giấu nào tồn tại trong tình trạng kỹ thuật. Bộ mã hóa-giải mã trên cơ sở MDCT khác của tình trạng kỹ thuật mà tận dụng LTP là CELT, nhưng bộ mã hóa-giải mã này sử dụng sự che giấu như ACELP cho năm khung thứ nhất, và cho tất cả các khung tiếp theo nhiễu âm nền được tạo ra, mà không sử dụng LTP. Bất lợi của tình trạng kỹ thuật không sử dụng TCX LTP là, rằng tất cả các thành phần âm được mô hình hóa với LTP biến mất một cách đột ngột. Hơn nữa, trong các bộ mã hóa-giải mã trên cơ sở ACELP của tình trạng kỹ thuật, hoạt động LTP được kéo dài trong quá trình che giấu, và độ khuếch đại của bảng mã thích ứng được tăng giảm cường độ về 0. Đối với hoạt động vòng lặp phản hồi, tình trạng kỹ thuật sử dụng hai phương thức, hoặc toàn bộ sự kích thích, ví dụ, tổng của sự kích thích đổi mới và thích ứng, được phản hồi (AMR-WB); hoặc chỉ có sự kích thích thích ứng được cập nhật, ví dụ, các phần tín hiệu âm, được phản hồi (G.718). Các phương án nêu trên khắc phục các bất

lợi của tình trạng kỹ thuật.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

Fig.1a minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án,

Fig.1b minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án khác,

Fig.1c minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án khác, trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận gộp thứ nhất và bộ phận gộp thứ hai,

Fig.1d minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án khác, trong đó thiết bị còn bao gồm bộ dự báo dài hạn bao gồm bộ đệm trễ,

Fig.2 minh họa cấu trúc bộ giải mã của G.718,

Fig.3 mô tả kịch bản, trong đó thừa số giảm dần cường độ của G.722, phụ thuộc vào thông tin phân loại,

Fig.4 thể hiện phương thức cho sự dự báo biên độ sử dụng sự hồi quy tuyến tính,

Fig.5 minh họa trạng thái mất khối tín hiệu truyền của sự biến đổi được lắp năng lượng miễn cưỡng (Constrained-Energy Lapped Transform - CELT),

Fig.6 thể hiện sự tạo vết mức nhiễu âm nền theo phương án trong bộ giải mã trong suốt chế độ hoạt động không lỗi,

Fig.7 minh họa sự suy ra độ khuếch đại của sự chỉnh giảm và sự tổng hợp LPC theo phương án,

Fig.8 mô tả ứng dụng mức nhiễu âm để chịu trong quá trình mất gói theo phương án,

Fig.9 minh họa sự bù độ khuếch đại thông cao trong quá trình che giấu ACELP theo phương án,

Fig.10 mô tả sự khử ghép của các vòng lặp phản hồi LTP trong quá trình che giấu theo phương án,

Fig.11 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án,

Fig.12 thể hiện thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án khác, và

Fig.13 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án khác, và

Fig.14 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án khác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1a minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án.

Thiết bị bao gồm giao diện nhận 110. Giao diện nhận được tạo cấu hình để nhận nhiều khung, trong đó giao diện nhận 110 được tạo cấu hình để nhận khung thứ nhất trong số nhiều khung, khung thứ nhất đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền thứ nhất. Hơn nữa, giao diện nhận 110 được tạo cấu hình để nhận khung thứ hai trong số nhiều khung, khung thứ hai đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận biến đổi 120 để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, trong đó miền thứ hai khác với miền thứ nhất, trong đó miền tạo vết khác với miền thứ hai, và trong đó miền tạo vết bằng hoặc khác với miền thứ nhất.

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ

thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Hơn nữa, thiết bị bao gồm bộ phận khôi phục để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm, nếu khung thứ ba trong số nhiễu khung không được nhận bởi giao diện nhận mà bị sai lạc.

Đối với phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và/hoặc thứ hai, ví dụ, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể, ví dụ, được nạp vào một hoặc nhiều bộ phận xử lý (không được thể hiện) để tạo ra một hoặc nhiều tín hiệu loa phóng thanh cho một hoặc nhiều loa phóng thanh, sao cho thông tin âm thanh được nhận bao gồm bởi phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể được phát lại.

Ngoài ra, tuy nhiên, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và thứ hai cũng được sử dụng cho sự che giấu, ví dụ, trong trường hợp các khung tiếp theo không đến bộ nhận hoặc trong trường hợp các khung tiếp theo bị sai.

Không kể những cái khác, sáng chế dựa trên việc phát hiện ra rằng việc tạo vết mức nhiễu âm nên được tiến hành trong miền chung, ở đây gọi là “miền tạo vết”. Miền tạo vết, có thể, ví dụ, là miền kích thích, ví dụ, miền mà trong đó tín hiệu được biểu diễn bởi các hệ số dự báo tuyến tính (Linear Predictive Coefficient - LPC) hoặc bởi các cặp phổ mạch điện vào ISP (Immittance Spectral Pair - ISP) như được mô tả trong AMR-WB và AMR-WB+ (xem [3GP12a], [3GP12b], [3GP09a], [3GP09b], [3GP09c]). Việc tạo vết mức nhiễu âm trong miền đơn có hiệu quả, không kể tới những cái khác, rằng hiệu ứng răng cưa được ngăn ngừa khi tín hiệu chuyển đổi giữa sự biểu diễn thứ nhất trong miền thứ nhất và sự biểu diễn thứ hai trong miền thứ hai (ví dụ, khi sự biểu diễn tín hiệu chuyển đổi từ ACELP đến TCX hoặc ngược lại).

Liên quan đến bộ phận biến đổi 120, cái được biến đổi hoặc là bản thân phần tín hiệu âm thanh thứ hai, hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai (ví dụ, phần tín hiệu âm thanh thứ hai được xử lý để thu được tín hiệu được suy ra), hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai (ví dụ, phần tín hiệu âm thanh thứ hai đã được xử lý để thu được giá trị được suy ra).

Liên quan đến phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong một số phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể được xử lý và/hoặc biến đổi thành miền tạo vết.

Tuy nhiên, trong các phương án khác, phân tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể đã được biểu diễn trong miền tạo vết.

Trong một số phương án, thông tin phân tín hiệu thứ nhất đồng nhất với phân tín hiệu âm thanh thứ nhất. Trong các phương án khác, thông tin phân tín hiệu thứ nhất là, ví dụ, giá trị được gộp phụ thuộc vào phân tín hiệu âm thanh thứ nhất.

Bây giờ, trước tiên, việc giảm dần cường độ đến mức nhiễu âm dễ chịu được xem xét chi tiết hơn.

Phương thức giảm dần cường độ được mô tả có thể, ví dụ, được thực hiện trong phiên bản độ trễ thấp của xHE-AAC [NMR+12] (xHE-AAC = hiệu suất cao được mở rộng AAC), mà có khả năng chuyển đổi liền mạch giữa ACELP (tiếng nói) và mã hóa MDCT (âm nhạc/nhiều âm) trên cơ sở mỗi khung.

Liên quan đến việc tạo vết mức thông thường trong miền tạo vết, ví dụ, miền kích thích, như để áp dụng sự giảm dần cường độ làm nhẵn lên mức nhiễu âm dễ chịu thích hợp trong sự mất gói, mức độ nhiễu âm dễ chịu như vậy cần được nhận ra trong suốt quá trình xử lý giải mã thông thường. Nó có thể, ví dụ, được giả sử, rằng mức nhiễu âm tương tự như nhiễu âm nền là dễ chịu nhất. Do đó, mức nhiễu âm nền có thể suy ra được và cập nhật liên tục trong quá trình giải mã thông thường.

Sáng chế dựa trên việc phát hiện ra rằng khi có bộ mã hóa-giải mã lõi được chuyển đổi (ví dụ, ACELP và TCX), xem xét mức nhiễu âm nền thông thường độc lập khỏi bộ mã hóa-giải mã được chọn là đặc biệt phù hợp.

Fig.6 mô tả sự tạo vết nhiễu âm nền theo phương án được ưu tiên trong bộ giải mã trong suốt chế độ hoạt động không lỗi, ví dụ, trong quá trình giải mã bình thường.

Bản thân việc tạo vết có thể, ví dụ, được thực hiện sử dụng phương thức thống kê tối thiểu (xem [Mar01]).

Mức nhiễu âm nền được tạo vết này có thể, ví dụ, được xem xét như là thông tin mức nhiễu âm được nói tới ở trên.

Ví dụ, việc ước lượng nhiễu âm thống kê tối thiểu được trình bày trong tài liệu: “Rainer Martin, *Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics*, IEEE Transactions on Speech and Audio Processing 9 (2001),

no. 5, 504 –512” [Mar01] có thể được dùng cho việc tạo vết mức nhiều âm nền.

Tương ứng, trong một số phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu, ví dụ, bằng cách sử dụng sự ước lượng nhiều âm thống kê tối thiểu của [Mar01].

Tiếp theo, một số cân nhắc và chi tiết của phương thức tạo vết này được mô tả.

Liên quan đến sự tạo vết mức, nền được coi là giống nhiều âm. Do đó, ưu tiên hơn để thực hiện việc tạo vết mức trong miền kích thích để tránh tạo vết các thành phần âm nền phía trước mà được đưa ra ngoài bởi LPC. Ví dụ, sự lấp đầy nhiều âm ACELP có thể cũng dùng mức nhiều âm nền trong miền kích thích. Với sự tạo vết trong miền kích thích, chỉ một sự tạo vết đơn của mức nhiều âm nền có thể phục vụ hai mục đích, mà có thể tiết kiệm độ phức tạp tính toán. Trong phương án được ưu tiên, sự tạo vết được thực hiện trong miền kích thích ACELP.

Fig.7 minh họa sự suy ra độ khuếch đại của sự chỉnh giảm và sự tổng hợp LPC theo sáng chế.

Liên quan đến sự suy ra mức, sự suy ra mức có thể, ví dụ, được tiến hành trong miền thời gian hoặc trong miền kích thích, hoặc trong bất kỳ miền thích hợp nào khác. Nếu các miền cho sự suy ra mức và sự tạo vết mức khác nhau, ví dụ, có thể cần sự bù độ khuếch đại.

Trong phương án được ưu tiên, sự suy ra mức cho ACELP được thực hiện trong miền kích thích. Do đó, không đòi hỏi sự bù độ khuếch đại.

Đối với TCX, sự bù độ khuếch đại có thể, ví dụ, là cần thiết để điều chỉnh mức được suy ra đến miền kích thích ACELP.

Trong phương án được ưu tiên, sự suy ra mức cho TCX diễn ra trong miền thời gian. Sự bù độ khuếch đại có thể kiểm soát được tìm thấy trong phương án này: độ khuếch đại được đưa ra bởi sự chỉnh giảm và sự tổng hợp LPC được suy ra như được thể hiện trên Fig.7 và mức được suy ra được chia cho độ khuếch đại này.

Ngoài ra, sự suy ra mức cho TCX có thể được thực hiện trong miền kích thích TCX. Tuy nhiên, sự bù độ khuếch đại giữa miền kích thích TCX và miền kích thích

ACELP được cho là quá phức tạp.

Do đó, quay trở lại Fig.1a, trong một số phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền thứ nhất. Bộ phận biến đổi 120 được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền kích thích là miền thứ hai đến miền thời gian là miền tạo vết. Trong các phương án này, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết. Ngoài ra, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết.

Trong các phương án khác, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất. Bộ phận biến đổi 120 được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thứ hai đến miền kích thích là miền tạo vết. Trong các phương án này, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết. Hơn nữa, bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền kích thích như miền tạo vết.

Trong phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền FFT, là miền tạo vết, và trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền kích thích, trong đó bộ phận biến đổi 120 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thứ hai đến miền FFT là miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu âm thanh thứ hai được biểu diễn trong miền FFT.

Fig.1b minh họa thiết bị theo phương án khác. Trên Fig.1b, bộ phận biến đổi 120 của Fig.1a là bộ phận biến đổi thứ nhất 120 và bộ phận khôi phục 140 của Fig.1a

là bộ phận khôi phục thứ nhất 140. Thiết bị còn bao gồm bộ phận biến đổi thứ hai 121 và bộ phận khôi phục thứ hai 141.

Bộ phận biến đổi thứ hai 121 được tạo cấu hình để biến đổi thông tin mức nhiều âm từ miền tạo vết đến miền thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Hơn nữa, bộ phận khôi phục thứ hai 141 được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm được biểu diễn trong miền thứ hai nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận nhưng bị sai lạc.

Fig.1c minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án khác. Thiết bị còn bao gồm bộ phận gộp thứ nhất 150 để xác định giá trị được gộp thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Ngoài ra, thiết bị của Fig.1c còn bao gồm bộ phận gộp thứ hai 160 để xác định giá trị được gộp thứ hai như giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai. Trong phương án của Fig.1c, bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ nhất như thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ hai như thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết. Bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Theo phương án, bộ phận gộp thứ nhất 150 được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ nhất sao cho giá trị được gộp thứ nhất biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Hơn nữa, bộ phận gộp thứ hai 160 được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ hai sao cho giá trị được gộp thứ hai biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Fig.6 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh theo phương án khác.

Trên Fig.6, bộ phận tạo vết mức nền 630 thực hiện bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 theo Fig.1a.

Ngoài ra, trên Fig.6, bộ phận căn quân phương 650 (root mean square - RMS) là bộ phận gộp thứ nhất và bộ phận RMS 660 là bộ phận gộp thứ hai.

Theo một số phương án, bộ phận biến đổi (thứ nhất) 120 của Fig.1a, Fig.1b và Fig.1c được tạo cấu hình để biến đổi giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại (x) trên giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai, ví dụ, bằng cách chia giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai cho giá trị độ khuếch đại (x). Trong các phương án khác, giá trị độ khuếch đại có thể, ví dụ, được nhân lên.

Trong một số phương án khác, giá trị độ khuếch đại (x) có thể, ví dụ, biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính, hoặc giá trị độ khuếch đại (x) có thể, ví dụ, biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp và sự chỉnh giảm mã hóa dự báo tuyến tính.

Trên Fig.6, bộ phận 622 đề xuất giá trị (x) biểu thị độ khuếch đại được dẫn bởi sự tổng hợp và sự chỉnh giảm mã hóa dự báo tuyến tính. Bộ phận 622 sau đó chia giá trị, được cung cấp bởi bộ phận gộp thứ hai 660, mà là giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai, cho giá trị độ khuếch đại được cung cấp (x) (ví dụ, hoặc bằng cách chia cho x , hoặc nhân giá trị $1/x$). Do đó, bộ phận 620 của Fig.6 mà bao gồm các bộ phận 621 và 622 thực hiện bộ phận biến đổi thứ nhất của Fig.1a, Fig.1b hoặc Fig.1c.

Thiết bị của Fig.6 nhận khung thứ nhất với phần tín hiệu âm thanh thứ nhất là sự kích thích hữu thanh và/hoặc sự kích thích vô thanh và được biểu diễn trong miền tạo vết, trên Fig.6 miền (ACELP) LPC. Phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được nạp vào bộ phận tổng hợp và chỉnh giảm LPC 671 để xử lý để thu được đầu ra phần tín hiệu âm thanh thứ nhất miền thời gian. Ngoài ra, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được nạp vào môđun RMS 650 để thu được giá trị thứ nhất biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Giá trị thứ nhất này (giá trị RMS thứ nhất) được biểu diễn

trong miền tạo vết. Giá trị RMS thứ nhất, được biểu diễn trong miền tạo vết, sau đó được nạp vào bộ phận tạo vết mức nhiều âm 630.

Ngoài ra, thiết bị của Fig.6 nhận khung thứ hai với phần tín hiệu âm thanh thứ hai bao gồm phổ MDCT và được biểu diễn trong miền MDCT. Sự lấp đầy nhiều âm được tiến hành bởi môđun lấp đầy nhiều âm 681, sự tạo hình nhiều âm miền tần số được tiến hành bởi môđun tạo hình nhiều âm miền tần số 682, sự biến đổi đến miền thời gian được tiến hành bởi môđun iMDCT/OLA 683 (OLA = overlap-add: chồng lấp-cộng) và dự báo dài hạn được thực hiện bởi bộ phận dự báo dài hạn 684. Bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, bao gồm bộ đệm trễ (không được thể hiện trên Fig.6).

Tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai sau đó được nạp vào môđun RMS 660 để thu giá trị thứ hai biểu thị căn quân phương của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai được thu. Giá trị thứ hai này (giá trị RMS thứ hai) vẫn được biểu diễn trong miền thời gian. Bộ phận 620 sau đó biến đổi giá trị RMS thứ hai từ miền thời gian đến miền tạo vết, ở đây, miền LPC (ACELP). Giá trị RMS thứ hai, được biểu diễn trong miền tạo vết, sau đó được nạp vào bộ phận tạo vết mức nhiều âm 630.

Theo các phương án, sự tạo vết mức được thực hiện trong miền kích thích, nhưng sự giảm dần cường độ TCX được thực hiện trong miền thời gian.

Trong khi đó trong quá trình giải mã thông thường, mức nhiều âm nên được tạo vết, nó có thể, ví dụ, được sử dụng trong sự mất gói như bộ chỉ thị của mức nhiều âm dễ chịu thích hợp mà tín hiệu được nhận cuối cùng được tăng giảm cường độ theo mức một cách trôi chảy.

Sự suy ra mức để tạo vết và áp dụng sự giảm dần cường độ mức nói chung độc lập với nhau và có thể được thực hiện trong các miền khác nhau. Trong phương án được ưu tiên, việc áp dụng mức được thực hiện trong những miền giống nhau như suy ra mức, dẫn đến các lợi ích giống nhau cho ACELP, sự bù độ khuếch đại là không cần thiết, và cho TCX, sự bù độ khuếch đại nghịch đảo như cho sự suy ra mức (xem Fig.6) là cần thiết và do đó sự suy ra độ khuếch đại tương tự có thể được sử dụng, như được minh họa bởi Fig.7

Tiếp theo, sự bù của tác động của bộ lọc thông cao trên độ khuếch đại tổng hợp LPC theo phương án được mô tả.

Fig.8 tóm tắt phương thức này. Cụ thể, Fig.8 minh họa sự áp dụng mức nhiễu âm để chịu trong suốt sự mất gói.

Trên Fig.8, bộ phận lọc độ khuếch đại thông cao 643, bộ phận nhân 644, bộ phận tăng giảm cường độ 645, bộ phận lọc thông cao 646, bộ phận tăng giảm cường độ 647 và bộ phận tổ hợp 648 cùng với nhau tạo ra bộ phận khôi phục thứ nhất.

Ngoài ra, trên Fig.8, bộ phận cung cấp mức nền 631 cung cấp thông tin mức nhiễu âm. Ví dụ, bộ phận cung cấp mức nền 631 có thể được thực hiện như bộ phận tạo vết mức nền 630 của Fig.6.

Ngoài ra, trên Fig.8, bộ phận khuếch đại chỉnh giảm và tổng hợp LPC 649 và bộ phận nhân 641 cùng nhau cho bộ phận biến đổi thứ hai 640.

Ngoài ra, trên Fig.8, bộ phận tăng giảm cường độ 642 biểu diễn bộ phận khôi phục thứ hai.

Theo phương án của Fig.8, sự kích thích hữu thanh và vô thanh được tăng giảm cường độ riêng biệt: sự kích thích hữu thanh được tăng giảm cường độ về 0, nhưng sự kích thích vô thanh được tăng giảm cường độ về mức nhiễu âm để chịu. Fig.8 còn mô tả bộ lọc thông cao, mà được đưa vào chuỗi tín hiệu của sự kích thích vô thanh để triệt tiêu các thành phần tần số thấp cho tất cả các trường hợp ngoại trừ tín hiệu được phân loại là vô thanh.

Để mô hình hóa ảnh hưởng của bộ lọc thông cao, mức sau sự chỉnh giảm và tổng hợp LPC được tính toán một lần khi có và một lần khi không có bộ lọc thông cao. Sau đó tỉ lệ của hai mức này được suy ra và được sử dụng để thay đổi mức nền được áp dụng.

Điều này được minh họa bởi Fig.9. Cụ thể là, Fig.9 mô tả sự bù độ khuếch đại thông cao trong quá trình che giấu ACELP theo phương án.

Thay thế cho tín hiệu kích thích hiện thời chỉ xung đơn được sử dụng như đầu vào cho sự tính toán này. Điều này cho phép độ phức tạp được giảm, vì đáp ứng xung giảm nhanh chóng và do đó việc suy ra RMS có thể được thực hiện trên khung thời

gian ngắn hơn. Thực tế, chỉ một khung con được sử dụng thay vì toàn bộ khung.

Theo phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm. Bộ phận khôi phục 140 được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm. Bộ phận khôi phục 140 được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận tạo vết mức nhiều âm 130 được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm được suy ra từ phổ mức nhiều âm, trong đó phổ mức nhiều âm thu được nhờ áp dụng phương thức thống kê tối thiểu. Bộ phận khôi phục 140 được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào nhiều hệ số dự báo tuyến tính, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Trong phương án, bộ phận khôi phục (thứ nhất và/hoặc thứ hai) 140, 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung thứ ba (thứ tư) đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc nếu khung thứ ba (thứ tư) đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Theo phương án, bộ phận khôi phục (thứ nhất và/hoặc thứ hai) 140, 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba (hoặc thứ tư) bằng cách giảm nhẹ hoặc tăng cường phần tín hiệu âm thanh thứ nhất.

Fig.14 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh. Thiết bị bao gồm giao diện nhận 110, trong đó giao diện nhận 110 được tạo cấu hình để nhận khung thứ nhất bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và trong đó giao diện nhận 110 được tạo cấu hình để nhận khung thứ hai bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh.

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm 130 được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào ít nhất một trong số phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và phần tín hiệu âm thanh thứ hai (điều này nghĩa là: phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất và/hoặc phần tín hiệu âm thanh thứ hai), trong đó thông tin mức nhiễu âm được biểu diễn trong miền tạo vết.

Ngoài ra, thiết bị còn bao gồm bộ phận khôi phục thứ nhất 140 để khôi phục, trong miền khôi phục thứ nhất, phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lệch, trong đó miền khôi phục thứ nhất khác hoặc bằng miền tạo vết.

Ngoài ra, thiết bị còn bao gồm bộ phận biến đổi 121 để biến đổi thông tin mức nhiễu âm từ miền tạo vết thành miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lệch, trong đó miền khôi phục thứ hai khác với miền tạo vết, và trong đó miền khôi phục thứ hai khác với miền khôi phục thứ nhất, và

Ngoài ra, thiết bị bao gồm bộ phận khôi phục thứ hai 141 để khôi phục, trong miền khôi phục thứ hai, phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm được biểu diễn trong miền khôi phục thứ hai, nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lệch.

Theo một số phương án, miền tạo vết có thể, ví dụ, trong đó miền tạo vết là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích. Miền khôi

phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích. Miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền phổ, miền FFT, miền MDCT, hoặc miền kích thích.

Trong phương án, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền FFT, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Trong phương án khác, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Theo phương án, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền đầu vào thứ nhất, và phần tín hiệu âm thanh thứ hai có thể, ví dụ, được biểu diễn trong miền đầu vào thứ hai. Bộ phận biến đổi có thể, ví dụ, là bộ phận biến đổi thứ hai. Thiết bị có thể, ví dụ, còn bao gồm bộ phận biến đổi thứ nhất để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền đầu vào thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai. Bộ phận tạo vết mức nhiễu âm có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

Theo phương án, miền đầu vào thứ nhất có thể, ví dụ, là miền kích thích, và miền đầu vào thứ hai có thể, ví dụ, là miền MDCT.

Trong phương án khác, miền đầu vào thứ nhất có thể, ví dụ, là miền MDCT, và trong đó miền đầu vào thứ hai có thể, ví dụ, là miền MDCT.

Nếu, ví dụ, tín hiệu được biểu diễn trong miền thời gian, nó có thể, ví dụ, được biểu diễn bởi các mẫu miền thời gian của tín hiệu. Hoặc, ví dụ, nếu tín hiệu được biểu

diễn trong miền phổ, nó có thể, ví dụ, được biểu diễn bởi các mẫu phổ của phổ của tín hiệu.

Trong phương án, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền FFT, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Trong phương án khác, miền tạo vết có thể, ví dụ, là miền thời gian, miền khôi phục thứ nhất có thể, ví dụ, là miền thời gian, và miền khôi phục thứ hai có thể, ví dụ, là miền kích thích.

Trong một số phương án, các bộ phận được minh họa trên Fig.14 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình như được mô tả cho Fig.1a, Fig.1b, Fig.1c và Fig.1d.

Liên quan đến các phương án cụ thể, trong, ví dụ, chế độ tốc độ thấp, thiết bị theo phương án có thể, ví dụ, nhận các khung ACELP như là đầu vào, mà được biểu diễn trong miền kích thích, và mà sau đó được biến đổi đến miền thời gian thông qua tổng hợp LPC. Ngoài ra, ở chế độ tốc độ thấp, thiết bị theo phương án có thể, ví dụ, nhận các khung TCX như là đầu vào, mà được biểu diễn trong miền MDCT, và sau đó được biến đổi thành miền thời gian thông qua MDCT nghịch đảo.

Sự tạo vết sau đó được tiến hành trong miền FFT, trong đó tín hiệu FFT được suy ra từ tín hiệu miền thời gian bằng cách tiến hành phép biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform - FFT). Sự tạo vết có thể, ví dụ, được tiến hành bằng cách tiến hành phương thức thống kê tối thiểu, phân tách cho tất cả các vạch phổ được để thu phổ nhiễu âm dễ chịu.

Sự che giấu sau đó được tiến hành bằng cách tiến hành suy ra mức dựa trên phổ nhiễu âm dễ chịu. Sự suy ra mức được tiến hành dựa trên phổ nhiễu âm dễ chịu. Sự chuyển đổi mức thành miền thời gian được tiến hành cho FD, TCX, PLC. Sự tăng giảm cường độ trong miền thời gian được tiến hành. Sự suy ra mức thành miền kích thích được tiến hành cho ACELP, PLC và cho TD TCX PLC (giống như ACELP). Sự tăng giảm cường độ trong miền kích thích sau đó được tiến hành.

Danh sách dưới đây tóm tắt điều này:

tốc độ thấp:

- đầu vào:
 - acelp (miền kích thích -> miền thời gian, thông qua tổng hợp lpc)
 - tcx (miền mdct -> miền thời gian, thông qua MDCT nghịch đảo)
- tạo vết:
 - miền fft, được suy ra từ miền thời gian thông qua FFT
 - thống kê tối thiểu, phân tách tất cả các vạch phổ -> phổ nhiễu âm dễ chịu
- che giấu:
 - đạo hàm mức được dựa trên phổ nhiễu âm dễ chịu
 - sự chuyển đổi mức thành miền thời gian cho
 - FD TCX PLC
 - > sự tăng giảm cường độ trong miền thời gian
 - sự chuyển đổi mức thành miền kích thích cho
 - ACELP PLC
 - TD TCX PLC (tương tự ACELP)
 - > sự tăng giảm cường độ trong miền kích thích.

Ví dụ, trong chế độ tốc độ cao, có thể, ví dụ, nhận các khung TCX như là đầu vào, mà được biểu diễn trong miền MDCT, và sau đó biến đổi thành miền thời gian thông qua MDCT nghịch đảo.

Sự tạo vết sau đó có thể được tiến hành trong miền thời gian. Sự tạo vết có thể, ví dụ, được tiến hành bằng cách tiến hành phương thức thống kê tối thiểu dựa trên mức năng lượng để thu mức nhiễu âm dễ chịu.

Đối với sự che giấu, đối với FD TCX PLC, mức có thể được sử dụng nguyên trạng và chỉ có sự tăng giảm cường độ trong miền thời gian có thể được tiến hành. Đối với TD TCX PLC (giống như ACELP), sự chuyển đổi mức thành miền kích thích và sự tăng giảm cường độ trong miền kích thích được tiến hành.

Danh sách dưới đây tóm tắt điều này:

tốc độ cao:

- đầu vào:
 - tcx (miền mdct -> miền thời gian, thông qua MDCT nghịch đảo)
- tạo vết:
 - miền thời gian
 - thông kê tối thiểu trên mức năng lượng -> mức nhiễu âm dễ chịu
- sự che giấu:
 - sử dụng mức “nguyên trạng”
 - FD TCX PLC
 - > sự tăng giảm cường độ trong miền thời gian
 - sự chuyển đổi mức thành miền kích thích cho
 - TD TCX PLC (giống như ACELP)
 - > sự tăng giảm cường độ trong miền kích thích

Miền FFT và miền MDCT đều là các miền phổ, trong đó miền kích thích là một số loại miền thời gian.

Theo phương án, bộ phận khôi phục thứ nhất 140 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách tiến hành sự tăng giảm cường độ thứ nhất thành phổ như nhiễu âm. Bộ phận khôi phục thứ hai 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư bằng cách tiến hành sự tăng giảm cường độ thứ hai thành phổ như nhiễu âm và/hoặc sự tăng giảm cường độ thứ hai của độ khuếch đại LTP. Ngoài ra, bộ phận khôi phục thứ nhất 140 và bộ phận khôi phục thứ hai 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tiến hành sự tăng giảm cường độ thứ nhất và sự tăng giảm cường độ thứ hai thành phổ như nhiễu âm và/hoặc sự tăng giảm cường độ thứ hai của độ khuếch đại LTP với cùng tốc độ tăng giảm cường độ.

Bây giờ sự tạo hình phổ thích ứng của nhiễu âm dễ chịu được xem xét.

Để đạt được sự tạo hình thích ứng thành nhiễu âm dễ chịu trong quá trình mất

gói khối tín hiệu truyền, như bước thứ nhất, tìm kiếm các hệ số LPC thích hợp mà biểu diễn nhiều âm nền có thể được tiến hành. Các hệ số LPC có thể được suy ra trong quá trình tiếng nói hoạt động sử dụng phương thức thống kê tối thiểu để tìm phổ nhiều âm nền và sau đó tính toán các hệ số LPC từ nó bằng cách sử dụng thuật toán tùy ý cho sự suy ra LPC đã biết từ tài liệu. Một số phương án, ví dụ, có thể chuyển đổi một cách trực tiếp phổ nhiều âm nền thành sự biểu diễn mà có thể được sử dụng trực tiếp cho FDNS trong miền MDCT.

Sự tăng giảm cường độ thành nhiều âm dễ chịu có thể được thực hiện trong miền ISF (cũng có thể áp dụng được trong miền LSF; tần số phổ vạch LSF):

$$f_{current}[i] = \alpha \cdot f_{last}[i] + (1 - \alpha) \cdot pt_{mean}[i] \quad i = 0...16 \quad (26)$$

bằng cách thiết lập pt_{mean} thành các hệ số LP thích hợp mô tả nhiều âm dễ chịu.

Liên quan tới việc tạo hình phổ thích ứng được mô tả ở trên của nhiều âm dễ chịu, phương án chung hơn được minh họa bởi Fig.11.

Fig.11 mô tả thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án.

Thiết bị bao gồm giao diện nhận 1110 để nhận một hoặc nhiều khung, bộ tạo hệ số 1120, và bộ khôi phục tín hiệu 1130.

Bộ tạo hệ số 1120 được tạo cấu hình để xác định, nếu khung hiện thời trong số một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận 1110 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 mà không bị sai lạc/lỗi, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, được bao gồm bởi khung hiện thời, trong đó một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu biểu thị đặc điểm của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và một hoặc nhiều hệ số biểu thị nhiều âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Ngoài ra, bộ tạo hệ số 1120 được tạo cấu hình để tạo ra một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất và phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số nhiều âm, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1110 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 bị sai lạc/lỗi.

Bộ khôi phục tín hiệu âm thanh 1130 được tạo cấu hình để khôi phục phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 không bị sai lạc. Ngoài ra, bộ khôi phục tín hiệu âm thanh 1130 được tạo cấu hình để khôi phục phần thứ hai của tín hiệu âm thanh được khôi phục phụ thuộc vào một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1110 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 bị sai lạc.

Việc xác định nhiễu âm nền được biết đến trong kỹ thuật (xem, ví dụ [Mar01]: Rainer Martin, *Noise power spectral density estimation based on optimal smoothing and minimum statistics*, IEEE Transactions on Speech and Audio Processing 9 (2001), no. 5, 504–512), và trong phương án, thiết bị xử lý tương tự.

Trong một số phương án, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Trong một số phương án, một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Được biết đến rộng rãi trong lĩnh vực kỹ thuật cách làm thế nào để khôi phục tín hiệu âm thanh, ví dụ, tín hiệu tiếng nói, từ các hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính hoặc từ các cặp phổ mạch điện vào (xem, ví dụ, [3GP09c]: *Speech codec speech processing functions; adaptive multi-rate - wideband (AMRWB) speech codec; transcoding functions*, 3GPP TS 26.190, 3rd Generation Partnership Project, 2009), và trong phương án, bộ khôi phục tín hiệu tiến hành tương tự.

Theo phương án, một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm có thể, ví dụ, là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa. Trong phương án, một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính có thể, ví dụ, biểu diễn hình dạng phổ của nhiễu âm nền.

Theo phương án, bộ tạo hệ số 1120 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định một hoặc nhiều phần tín hiệu âm thanh thứ hai sao cho một hoặc nhiều phần tín hiệu âm thanh thứ hai là một hoặc nhiều hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm

thanh được khôi phục, hoặc sao cho một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất là một hoặc nhiều cặp phổ mạch điện vào của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Theo phương án, bộ tạo hệ số 1120 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai bằng cách áp dụng công thức:

$$f_{current}[i] = \alpha \cdot f_{last}[i] + (1 - \alpha) \cdot pt_{mean}[i]$$

trong đó $f_{current}[i]$ biểu thị một trong số một hoặc nhiều các hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai, trong đó $f_{last}[i]$ biểu thị một trong số một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó $pt_{mean}[i]$ là một trong số một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm, trong đó α là số thực với $0 \leq \alpha \leq 1$, và trong đó i là chỉ số.

Theo phương án, $f_{last}[i]$ biểu thị hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và trong đó $f_{current}[i]$ biểu thị hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Trong phương án, $pt_{mean}[i]$ có thể, ví dụ, là hệ số bộ lọc dự báo tuyến tính biểu thị nhiễu âm nền của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Theo phương án, bộ tạo hệ số 1120 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ít nhất 10 hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai như một hoặc nhiều hệ số tín hiệu âm thanh thứ hai.

Theo phương án, bộ tạo hệ số 1120 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để xác định, nếu khung hiện thời trong số một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận 1110 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1110 không bị sai lạc, một hoặc nhiều hệ số nhiễu âm bằng cách xác định phổ nhiễu âm của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Sau đây, sự tăng giảm cường độ phổ MDCT thành nhiễu âm trắng trước ứng dụng FDNS được xem xét.

Thay cho việc thay đổi một cách ngẫu nhiên dấu hiệu của ngăn MDCT (xáo trộn dấu hiệu), phổ hoàn thiện được lấp đầy bằng nhiễu âm trắng, được tạo hình sử dụng FDNS. Để tránh việc thay đổi tức thì về các đặc điểm phổ, sự tăng giảm cường độ chéo giữa sự xáo trộn dấu hiệu và sự lấp đầy nhiễu âm được áp dụng. Sự tăng giảm

cường độ chéo có thể thực hiện như sau:

```
for(i=0; i<L_frame; i++) {
    if (old_x[i] != 0) {
        x[i] = (1 - cum_damping)*noise[i] + cum_damping *
random_sign() * x_old[i];
    }
}
```

trong đó:

`cum_damping` là hệ số suy giảm (tuyệt đối) - nó giảm từ khung này sang khung khác, bắt đầu từ 1 và giảm xuống 0.

`x_old` là phổ của khung được nhận cuối cùng.

`random_sign` trở về 1 hoặc -1

`noise` chứa vectơ ngẫu nhiên (nhiều âm trắng) mà được chia tỉ lệ sao cho trung bình bình phương của nó (RMS) tương tự với phổ tốt cuối cùng.

Thuật ngữ `random_sign()*old_x[i]` đặc trưng cho quá trình xáo trộn tín hiệu để ngẫu nhiên hóa các pha và tránh sự lặp lại sóng hài.

Sau đây, sự chuẩn hóa khác của mức năng lượng có thể được thực hiện sau sự tăng giảm cường độ chéo để đảm bảo rằng tổng năng lượng không bị lệch do sự tương quan của hai vectơ.

Theo các phương án, bộ khôi phục thứ nhất 140 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất. Theo phương án cụ thể, bộ phận khôi phục thứ nhất 140 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách suy giảm hoặc tăng cường phần tín hiệu âm thanh thứ nhất.

Trong một số phương án, bộ phận khôi phục thứ hai 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai. Theo phương án cụ thể, bộ phận khôi phục thứ hai 141 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu

âm thanh thứ tư bằng cách suy giảm hoặc tăng cường phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

Liên quan tới sự tăng giảm cường độ được mô tả ở trên của phổ MDCT được mô tả ở trên thành nhiều âm trắng trước ứng dụng FDNS, phương án chung hơn được minh họa bởi Fig.12.

Fig.12 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục theo phương án.

Thiết bị bao gồm giao diện nhận 1210 để nhận một hoặc nhiều khung bao gồm thông tin về nhiều mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được mã hóa, và bộ xử lý 1220 để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách tăng giảm cường độ phổ được cải biên thành phổ đích, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1210 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1210 nhưng bị sai lạc, trong đó, phổ được cải biên bao gồm nhiều mẫu tín hiệu được cải biên, trong đó, với mỗi mẫu tín hiệu được cải biên của phổ được cải biên, giá trị tuyệt đối của mẫu tín hiệu được cải biên đã nêu bằng giá trị tuyệt đối của một trong các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh.

Hơn nữa, bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để không làm tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích, nếu khung hiện thời của một hoặc nhiều khung được nhận bởi giao diện nhận 1210 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1210 không bị sai lạc.

Theo phương án, phổ đích là phổ giống như nhiều âm.

Trong phương án, phổ giống như nhiều âm biểu diễn nhiều âm trắng.

Theo phương án, phổ đích được tạo hình.

Trong phương án, hình dạng của phổ giống như nhiều âm phụ thuộc vào phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu được nhận trước đó.

Theo phương án, phổ giống như nhiều âm được tạo hình phụ thuộc vào hình dạng của phổ tín hiệu âm thanh.

Theo phương án, bộ xử lý 1220 sử dụng hệ số nghiêng để tạo hình phổ giống

như nhiễu âm.

Theo phương án, bộ xử lý 1220 sử dụng công thức:

$$\text{shaped_noise}[i] = \text{noise} * \text{power}(\text{tilt_factor}, i/N)$$

trong đó N biểu thị số lượng mẫu,

trong đó i là chỉ số,

trong đó $0 \leq i < N$, với $\text{tilt_factor} > 0$,

trong đó power là hàm mũ.

Nếu tilt_factor là nhỏ hơn 1 điều này có nghĩa là sự suy giảm với i tăng.

Nếu tilt_factor là lớn hơn 1 có nghĩa là sự khuếch đại với i tăng.

Theo phương án khác, bộ xử lý 1220 có thể sử dụng công thức:

$$\text{shaped_noise}[i] = \text{noise} * (1 + i / (N-1) * (\text{tilt_factor}-1))$$

trong đó N biểu thị số lượng mẫu,

trong đó i là chỉ số, trong đó $0 \leq i < N$,

với $\text{tilt_factor} > 0$.

Theo phương án, bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để tạo ra phổ được cải biên, bằng cách thay đổi dấu hiệu của một hoặc nhiều mẫu trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1210 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1210 bị sai lệch.

Theo phương án, mỗi mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh được biểu diễn bởi số thực mà không phải bởi số ảo.

Theo phương án, các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh được biểu diễn trong miền biến đổi cosin rời rạc cải biên.

Theo phương án khác, các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh được biểu diễn trong miền biến đổi sin rời rạc cải biên.

Theo phương án, bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để tạo ra phổ được cải biên bằng cách sử dụng hàm dấu hiệu ngẫu nhiên mà ngẫu nhiên hoặc giả ngẫu nhiên đưa

ra hoặc giá trị thứ nhất hoặc giá trị thứ hai.

Trong phương án, bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích bằng cách sau đó giảm hệ số suy giảm.

Theo phương án, bộ xử lý 1220 được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ phổ được cải biên đến phổ đích bằng cách sau đó tăng hệ số suy giảm.

Trong phương án, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1210 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1210 bị sai lạc, bộ xử lý 1220, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách sử dụng công thức:

```
x[i] = (1-cum_damping) * noise[i] + cum_damping * random_sign()
* x_old[i]
```

trong đó i là chỉ số, trong đó $x[i]$ biểu thị mẫu của tín hiệu âm thanh được khôi phục, trong đó cum_damping là hệ số suy giảm, trong đó $x_old[i]$ biểu thị một trong số các mẫu tín hiệu âm thanh của phổ tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được mã hóa, trong đó $\text{random_sign}()$ quay về 1 hoặc -1, và trong đó noise là vectơ ngẫu nhiên biểu thị phổ đích.

Một số phương án tiếp tục hoạt động TCX LTP. Trong các phương án này, hoạt động TCX, LTP được tiếp tục trong quá trình che giấu với các tham số LTP (độ trễ LTP và độ khuếch đại LTP) được suy ra từ khung tốt cuối cùng.

Các hoạt động LTP có thể được tóm tắt như:

- Nạp bộ đệm trễ độ trễ LTP dựa trên đầu ra được suy ra trước đó.
- Dựa trên độ trễ LTP: chọn phần tín hiệu thích hợp khỏi bộ đệm trễ LTP mà được sử dụng như phần góp LTP để tạo hình tín hiệu hiện thời.
- Định lại tỉ lệ phần góp LTP sử dụng độ khuếch đại LTP.
- Bổ sung phần góp LTP được định lại tỉ lệ vào tín hiệu đầu vào LTP để tạo tín hiệu đầu ra LTP.

Các phương thức khác nhau có thể được cân nhắc với sự liên quan đến thời gian, khi sự cập nhật bộ đệm trễ được thực hiện:

Như hoạt động LTP thứ nhất trong khung n sử dụng đầu ra từ khung cuối $n-1$. Điều này cập nhật bộ đệm trễ LTP trong khung n được sử dụng trong quá trình xử lý LTP trong khung n .

Như hoạt động LTP cuối cùng trong khung n sử dụng đầu ra từ khung hiện thời n . Điều này cập nhật bộ đệm trễ LTP trong khung n được sử dụng trong quá trình xử lý LTP trong khung $n + 1$.

Dưới đây, việc tách các vòng lặp phản hồi TCX LTP được xem xét.

Việc khử ghép vòng lặp phản hồi TCX LTP tránh sự đưa vào của các nhiễu âm bổ sung (do sự thay thế nhiễu âm được áp dụng cho tín hiệu đầu ra LPT) trong suốt mỗi vòng lặp phản hồi của bộ giải mã LTP khi trong chế độ che giấu.

Fig.10 minh họa việc khử ghép này. Cụ thể, Fig.10 mô tả sự khử ghép của các vòng lặp phản hồi LTP trong quá trình che giấu ($bfi=1$).

Fig.10 minh họa bộ đệm trễ 1020, bộ lựa chọn mẫu 1030, và bộ xử lý mẫu 1040 (bộ xử lý mẫu 1040 được biểu thị bằng các đường nét đứt).

Về phía thời gian, khi sự cập nhật bộ đệm trễ LTP 1020 được thực hiện, một số phương án được tiến hành như sau:

- Đối với hoạt động thông thường: để cập nhật bộ đệm trễ LTP 1020 như hoạt động LTP thứ nhất có thể được ưu tiên, do tín hiệu đầu ra được cộng thường được lưu trữ liên tục. Với phương thức này, bộ đệm chuyên dụng có thể được bỏ qua.

- Đối với hoạt động được tách: để cập nhật bộ đệm trễ 1020 như hoạt động LTP cuối cùng có thể được ưu tiên, do phần góp LTP với tín hiệu thường chỉ được lưu trữ tạm thời. Với phương thức này, tín hiệu góp LTP nhất thời được bảo toàn. Theo sự thực hiện, bộ đệm phần góp LTP này có thể chỉ được thực hiện liên tục.

Giả sử rằng phương thức sau được sử dụng trong bất kỳ trường hợp nào (hoạt động và che giấu bình thường), các phương án, có thể, ví dụ, thực hiện như sau:

- Trong quá trình hoạt động thông thường: Đầu ra tín hiệu miền thời gian của bộ giải mã LTP sau sự bổ sung của nó vào tín hiệu đầu vào LTP được sử dụng để nạp bộ đệm trễ LTP.

- Trong quá trình che giấu: Đầu ra tín hiệu miền thời gian của bộ giải mã LTP trước sự bổ sung của nó vào tín hiệu đầu vào LTP được sử dụng để nạp bộ đệm trễ LTP.

Một số phương án tăng giảm cường độ độ khuếch đại TCX LTP về 0. Trong phương án này, độ khuếch đại TCX LTP có thể, ví dụ, được tăng giảm cường độ về 0 với hệ số giảm dần cường độ thích ứng tín hiệu nhất định. Điều này có thể, ví dụ, được làm lặp lại, ví dụ, theo mã giả sau:

```
gain = gain_past * damping;
```

```
[...]
```

```
gain_past = gain;
```

trong đó:

gain là độ khuếch đại bộ giải mã TCX LTP được áp dụng trong khung hiện thời;

gain_past là độ khuếch đại bộ giải mã TCX LTP được áp dụng trong khung trước đó;

damping là hệ số giảm dần cường độ (tương ứng).

Fig.1d minh họa thiết bị theo phương án khác, trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận dự báo dài hạn 170 bao gồm bộ đệm trễ 180. Bộ phận dự báo dài hạn 170 được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được xử lý phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai, phụ thuộc vào đầu vào bộ đệm trễ được lưu trữ trong bộ đệm trễ 180 và phụ thuộc vào độ khuếch đại dự báo dài hạn. Hơn nữa, bộ phận dự báo dài hạn được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Trong các phương án khác (không được thể hiện), bộ phận dự báo dài hạn có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được xử lý phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, phụ thuộc vào đầu vào bộ đệm trễ được lưu trữ trong bộ đệm trễ và phụ thuộc vào độ khuếch đại dự báo dài hạn.

Trên Fig.1d, bộ phận khôi phục thứ nhất 140 có thể, ví dụ, tạo ra phần tín hiệu âm thanh thứ ba hơn nữa phụ thuộc vào tín hiệu được xử lý.

Trong phương án, bộ phận dự báo dài hạn 170 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, trong đó tốc độ mà với tốc độ này độ khuếch đại dự báo dài hạn được tăng giảm cường độ về 0 phụ thuộc vào thừa số giảm dần cường độ.

Ngoài ra hoặc thay vào đó, bộ phận dự báo dài hạn 170 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để cập nhật đầu vào bộ đệm trễ 180 bằng cách lưu trữ tín hiệu được xử lý được tạo ra trong bộ đệm trễ 180 nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận 110 hoặc khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận 110 nhưng bị sai lạc.

Liên quan tới việc sử dụng TCX LTP được mô tả ở trên, phương án chung hơn được minh họa bởi Fig.13

Fig.13 minh họa thiết bị để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa để thu được tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Thiết bị bao gồm giao diện nhận để nhận 1310 nhiều khung, bộ đệm trễ 1320 để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh của tín hiệu âm thanh được giải mã, bộ chọn lọc mẫu 1330 để chọn lọc nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ 1320, và bộ xử lý mẫu 1340 để xử lý các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục của tín hiệu âm thanh được khôi phục.

Bộ lựa chọn mẫu 1330 được tạo cấu hình để lựa chọn, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 không bị sai lạc, nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong bộ đệm trễ 1320 phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu 1320 được tạo cấu hình để lựa chọn, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1310 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 bị sai lạc, nhiều mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn, từ các mẫu tín hiệu âm thanh được lưu trữ trong

bộ đệm trễ 1320 phụ thuộc vào thông tin độ trễ tần số cơ bản được bao gồm bởi khung khác được nhận trước đó bởi giao diện nhận 1310.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 không bị sai lạc, bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu 1330 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1310 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 bị sai lạc, bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung khác đã nêu được nhận trước đó bởi giao diện nhận 1310.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 không bị sai lạc, bằng cách nhân các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn và giá trị phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung hiện thời. Hơn nữa, bộ lựa chọn mẫu 1330 được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1310 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 bị sai lạc, bằng cách nhân các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn và giá trị phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại được bao gồm bởi khung khác đã nêu được nhận trước đó bởi giao diện nhận 1310.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ 1320.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ trước khung tiếp theo được nhận bởi giao diện nhận 1310.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục vào trong bộ đệm trễ 1320 sau khung tiếp theo được nhận bởi giao diện nhận 1310.

Trong phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào thông tin độ khuếch đại để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại và bằng cách tổ hợp các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ với các mẫu tín hiệu âm thanh đầu vào để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý.

Theo phương án, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý, biểu thị sự tổ hợp của các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại và các mẫu tín hiệu âm thanh đầu vào, vào trong bộ đệm trễ 1320, và không lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại vào bộ đệm trễ 1320, nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 và nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 không bị sai lạc. Hơn nữa, bộ xử lý mẫu 1340 được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được định tỉ lệ lại vào trong bộ đệm trễ 1320 và không lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh vào bộ đệm trễ 1320, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1310 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 bị sai lạc.

Theo phương án khác, bộ xử lý mẫu 1340 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để lưu trữ các mẫu tín hiệu âm thanh được xử lý vào trong bộ đệm trễ 1320, nếu khung hiện thời không được nhận bởi giao diện nhận 1310 hoặc nếu khung hiện thời được nhận bởi giao diện nhận 1310 bị sai lạc.

Trong phương án, bộ lựa chọn mẫu 1330 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thu được các mẫu tín hiệu âm thanh được khôi phục bằng cách định tỉ lệ lại các mẫu tín hiệu âm thanh được lựa chọn phụ thuộc vào độ khuếch đại được cải biên, trong đó độ khuếch đại được cải biên được xác định theo công thức:

$$\text{gain} = \text{gain_past} * \text{damping};$$

trong đó gain là độ khuếch đại được cải biên, trong đó bộ lựa chọn mẫu 1330 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để thiết lập gain_past thành gain sau gain và đã được tính toán, và trong đó damping là giá trị thực.

Theo phương án, bộ lựa chọn mẫu 1330 có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để tính toán độ khuếch đại được cải biên.

Trong phương án, damping có thể, ví dụ, được xác định theo: $0 < \text{damping} < 1$.

Theo phương án, độ khuếch đại được cải biên gain có thể, ví dụ, được thiết lập về 0, nếu ít nhất số lượng các khung được định trước chưa được nhận bởi giao diện nhận 1310 vì khung cuối cùng đã được nhận bởi giao diện nhận 1310.

Dưới đây, tốc độ giảm dần cường độ được xem xét. Một vài mô đun che giấu mà áp dụng loại giảm dần cường độ nhất định. Trong khi tốc độ của sự giảm dần cường độ có thể được lựa chọn khác nhau qua các mô đun này, nó có lợi để sử dụng tốc độ giảm dần cường độ giống nhau cho tất cả các mô đun che giấu cho một lõi (ACELP hoặc TCX). Ví dụ,

Đối với ACELP, tốc độ giảm dần cường độ giống nhau nên được sử dụng, cụ thể là, đối với bảng mã thích ứng (bằng cách thay đổi độ khuếch đại), và/hoặc đối với tín hiệu bảng mã đổi mới (bằng cách thay đổi độ khuếch đại).

Ngoài ra, đối với TCX, tốc độ giảm dần cường độ giống nhau nên được sử dụng, cụ thể là, đối với tín hiệu miền thời gian, và/hoặc đối với độ khuếch đại LTP (tăng giảm cường độ về 0), và/hoặc đối với trọng số LPC (tăng giảm cường độ về 1), và/hoặc đối với các hệ số LP (tăng giảm cường độ về hình dạng phổ nền), và/hoặc đối với sự tăng giảm cường độ chéo đến nhiều âm trắng.

Có thể còn ưu tiên sử dụng cùng một tốc độ giảm dần cường độ đối với ACELP và TCX, nhưng do bản chất khác nhau của các lõi nó có thể cũng được chọn để sử dụng các tốc độ giảm dần cường độ khác nhau.

Tốc độ giảm dần cường độ này có thể tĩnh, nhưng được ưu tiên thích ứng với các đặc điểm của tín hiệu. Ví dụ, tốc độ giảm dần cường độ có thể, ví dụ, phụ thuộc vào thừa số ổn định LPC (TCX) và/hoặc vào sự phân loại, và/hoặc trên số lượng các khung bị mất liên tiếp.

Tốc độ giảm dần cường độ có thể, ví dụ, được xác định phụ thuộc vào thừa số suy giảm, mà có thể đưa ra một cách tuyệt đối hoặc tương đối, và cũng có thể thay đổi theo thời gian trong sự giảm dần cường độ nhất định.

Trong các phương án, tốc độ tăng giảm cường độ giống nhau được sử dụng cho

sự tăng giảm cường độ độ khuếch đại LTP như cho sự tăng giảm cường độ nhiễu âm trắng.

Thiết bị, phương pháp và chương trình máy tính để tạo ra tín hiệu nhiễu âm dễ chịu như được mô tả ở trên được đề xuất.

Mặc dù một số khía cạnh đã được mô tả trong bối cảnh của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc đặc tính 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 theo sáng chế có thể được lưu trữ trên vật ghi 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 Internet.

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. Việc thực hiện có thể được thực hiện sử dụng vật ghi 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 có thể lập trình được sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện.

Một số phương án theo sáng chế gồm có vật mang dữ liệu không tạm thời có các tín hiệu điều khiển đọc được bằng điện tử, chúng có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình được, sao cho 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 vật mang đọc được bằng máy.

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, 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, vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi đọc được bằng máy tính) gồm có, 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 phương pháp theo sáng chế là, dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây. Dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu có thể ví dụ được tạo cấu hình để được truyền thông qua kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua Internet.

Phương án khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ, máy tính, hoặc thiết bị logic có thể 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 khác bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên đó để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây.

Trong một số phương án, thiết bị logic có thể 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 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 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 cách sắp xếp và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích 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 thể hiện bằng cách mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị giải mã tín hiệu âm thanh, thiết bị này bao gồm:

giao diện nhận (110) để nhận nhiều khung, trong đó giao diện nhận (110) được tạo cấu hình để nhận khung thứ nhất trong số nhiều khung, khung thứ nhất đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất của tín hiệu âm thanh, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền thứ nhất, và trong đó giao diện nhận (110) được tạo cấu hình để nhận khung thứ hai trong số nhiều khung, khung thứ hai đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh,

bộ phận biến đổi (120) để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, trong đó miền thứ hai khác với miền thứ nhất, trong đó miền tạo vết khác với miền thứ hai, và trong đó miền tạo vết bằng hoặc khác với miền thứ nhất,

bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130), trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin mức nhiều âm được biểu diễn trong miền tạo vết, và

bộ phận khôi phục (140) để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lệch.

2. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền thứ nhất,

trong đó bộ phận biến đổi (120) được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền kích thích là miền thứ hai đến miền thời gian là miền tạo vết,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130) được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết, và

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130) được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền thời gian như miền tạo vết.

3. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất,

trong đó bộ phận biến đổi (120) được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thứ hai đến miền kích thích là miền tạo vết,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130) được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền kích thích như miền tạo vết, và

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130) được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền kích thích như miền tạo vết.

4. Thiết bị theo điểm 1,

trong đó phần tín hiệu âm thanh thứ nhất được biểu diễn trong miền kích thích như miền thứ nhất,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiễu âm (130) được tạo cấu hình để nhận thông tin phần tín hiệu thứ nhất, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền FFT (Fast Fourier Transform – biến đổi Fourier nhanh), là miền tạo vết và trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất đã nêu phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền kích thích,

trong đó bộ phận biến đổi (120) được tạo cấu hình để biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thời gian là miền thứ hai đến miền FFT là miền tạo vết, và

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để nhận phần tín hiệu âm thanh thứ hai được biểu diễn trong miền FFT.

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4,

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận gộp thứ nhất (150) để xác định giá trị được gộp thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất,

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận gộp thứ hai (160) để xác định, phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai, giá trị được gộp thứ hai như giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ nhất như thông tin phần tín hiệu thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để nhận giá trị được gộp thứ hai như thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, và trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ nhất được biểu diễn trong miền tạo vết và phụ thuộc vào giá trị được gộp thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết.

6. Thiết bị theo điểm 5,

trong đó bộ phận gộp thứ nhất (150) được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ nhất sao cho giá trị được gộp thứ nhất biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, và

trong đó bộ phận gộp thứ hai (160) được tạo cấu hình để xác định giá trị được gộp thứ hai sao cho giá trị được gộp thứ hai biểu thị căn quân phương của phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc của tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bộ phận biến đổi (120) được tạo cấu hình để biến đổi giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết bằng cách áp dụng giá trị độ khuếch đại trên giá trị được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

8. Thiết bị theo điểm 7,

trong đó giá trị độ khuếch đại biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính, hoặc

trong đó giá trị độ khuếch đại biểu thị độ khuếch đại được đưa ra bởi sự chỉnh giảm và sự tổng hợp mã hóa dự báo tuyến tính.

9. Thiết bị theo một trong các điểm đã nêu, trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định thông tin mức nhiều âm bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu.

10. Thiết bị theo một trong số các điểm đã nêu,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm nền dễ chịu như thông tin mức nhiều âm, và

trong đó bộ phận khôi phục (140) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện (110) nhận nhưng bị sai lạc.

11. Thiết bị theo điểm 9,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm được suy ra từ phổ mức nhiều âm, trong đó phổ mức nhiều âm đã nêu thu được bằng cách áp dụng phương thức thống kê tối thiểu, và

trong đó bộ phận khôi phục (140) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào nhiều hệ số dự báo tuyến tính, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

12. Thiết bị theo một trong số các điểm từ 1 đến 9,

trong đó bộ phận tạo vết mức nhiều âm (130) được tạo cấu hình để xác định nhiều hệ số FFT biểu thị mức nhiều âm dễ chịu như thông tin mức nhiều âm, và

trong đó bộ phận khôi phục thứ nhất (140) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào mức nhiều âm dễ chịu được suy ra từ các hệ số

FFT đã nêu, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

13. Thiết bị theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phận khôi phục (140) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc thứ hai, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

14. Thiết bị theo điểm 13, trong đó bộ phận khôi phục (140) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

15. Thiết bị theo một trong số các điểm đã nêu,

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận dự báo dài hạn (170) bao gồm bộ đệm trễ (180),

trong đó bộ phận dự báo dài hạn (170) được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được xử lý phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất hoặc thứ hai, phụ thuộc vào đầu vào bộ đệm trễ (180) được lưu trữ trong bộ đệm trễ (180) và phụ thuộc vào độ khuếch đại dự báo dài hạn, và

trong đó bộ phận dự báo dài hạn (170) được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó bộ phận dự báo dài hạn (170) được tạo cấu hình để tăng giảm cường độ độ khuếch đại dự báo dài hạn về 0, trong đó tốc độ mà với tốc độ này độ khuếch đại dự báo dài hạn được tăng giảm cường độ về 0 phụ thuộc vào hệ số giảm dần cường độ.

17. Thiết bị theo điểm 15 hoặc 16, trong đó bộ phận dự báo dài hạn (170) được tạo cấu hình để cập nhật đầu vào bộ đệm trễ (180) bằng cách lưu trữ tín hiệu được xử lý được

tạo ra trong bộ đệm trễ (180), nếu khung thứ ba đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

18. Thiết bị theo một trong số các điểm đã nêu,

trong đó bộ phận biến đổi (120) là bộ phận biến đổi thứ nhất (120),

trong đó bộ phận khôi phục (140) là bộ phận khôi phục thứ nhất (140),

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ phận biến đổi thứ hai (121) và bộ phận khôi phục thứ hai (141),

trong đó bộ phận biến đổi thứ hai (121) được tạo cấu hình để biến đổi thông tin mức nhiều âm từ miền tạo vết đến miền thứ hai, nếu khung thứ tư trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc, và

trong đó bộ phận khôi phục thứ hai (141) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm được biểu diễn trong miền thứ hai nếu khung thứ tư đã nêu trong số nhiều khung không được nhận bởi giao diện nhận (110) hoặc nếu khung thứ tư đã nêu được nhận bởi giao diện nhận (110) nhưng bị sai lạc.

19. Thiết bị theo điểm 18, trong đó bộ phận khôi phục thứ hai (141) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư phụ thuộc vào thông tin mức nhiều âm và phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

20. Thiết bị theo điểm 19, trong đó bộ phận khôi phục thứ hai (141) được tạo cấu hình để khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ tư bằng cách suy giảm hoặc khuếch đại phần tín hiệu âm thanh thứ hai.

21. Phương pháp để giải mã tín hiệu âm thanh, phương pháp bao gồm:

nhận khung thứ nhất trong số nhiều khung, khung thứ nhất đã nêu bao gồm phần tín hiệu âm thanh thứ nhất, phần tín hiệu âm thanh thứ nhất đã nêu được biểu diễn trong miền thứ nhất,

nhận khung thứ hai trong số nhiều khung, khung thứ hai đã nêu bao gồm phần

tín hiệu âm thanh thứ hai của tín hiệu âm thanh,

biến đổi phần tín hiệu âm thanh thứ hai hoặc giá trị hoặc tín hiệu được suy ra từ phần tín hiệu âm thanh thứ hai từ miền thứ hai đến miền tạo vết để thu được thông tin phần tín hiệu thứ hai, trong đó miền thứ hai khác với miền thứ nhất, trong đó miền tạo vết khác với miền thứ hai, và trong đó miền tạo vết bằng hoặc khác với miền thứ nhất,

xác định thông tin mức nhiễu âm phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ nhất, được biểu diễn trong miền tạo vết, và phụ thuộc vào thông tin phần tín hiệu thứ hai được biểu diễn trong miền tạo vết, trong đó thông tin phần tín hiệu thứ nhất phụ thuộc vào phần tín hiệu âm thanh thứ nhất,

khôi phục phần tín hiệu âm thanh thứ ba của tín hiệu âm thanh phụ thuộc vào thông tin mức nhiễu âm, nếu khung thứ ba trong số nhiễu khung không được nhận hoặc nếu khung thứ ba đã nêu được nhận nhưng bị sai lạc.

22. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp theo điểm 21 khi được chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý tín hiệu.

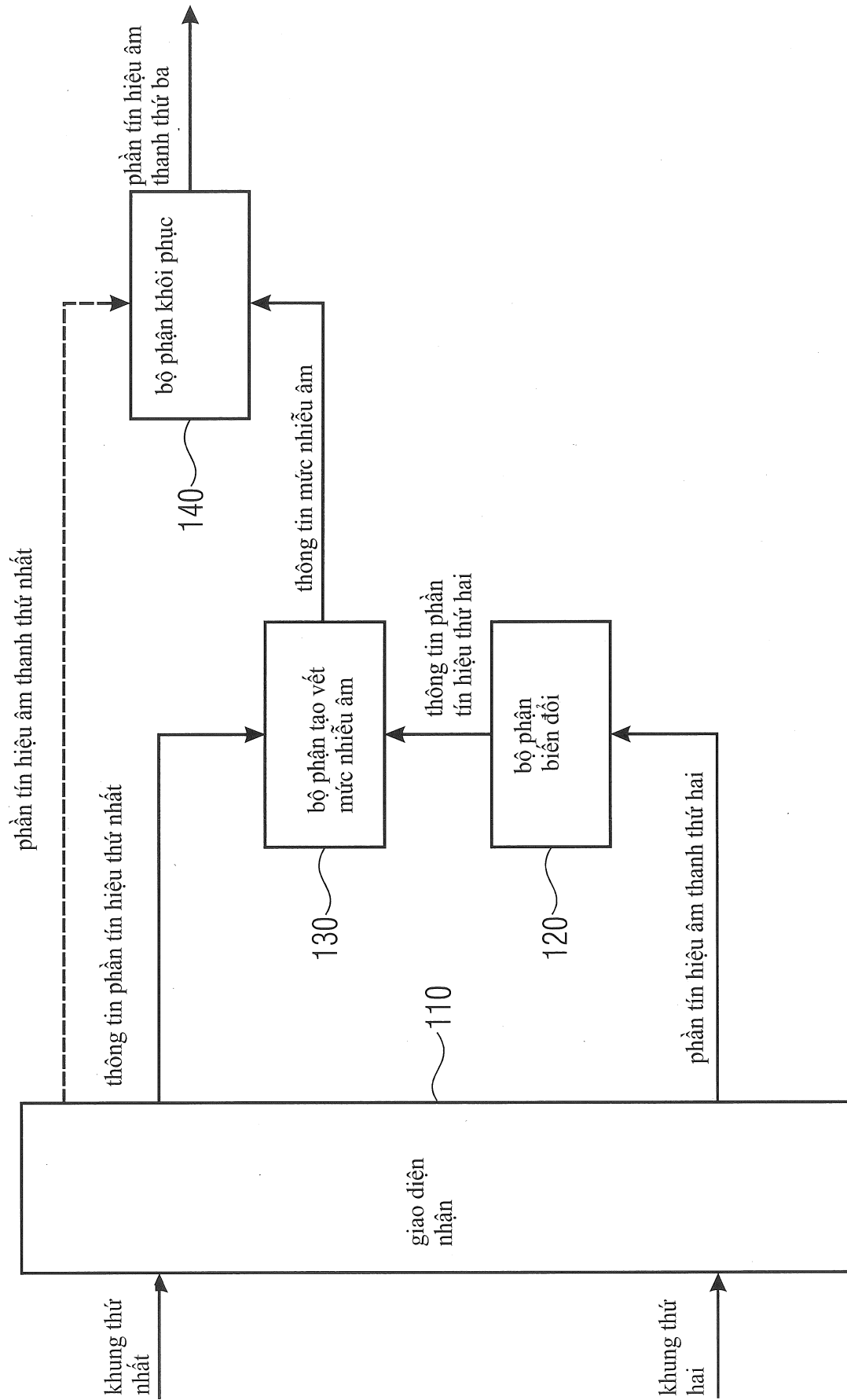


FIG 1A

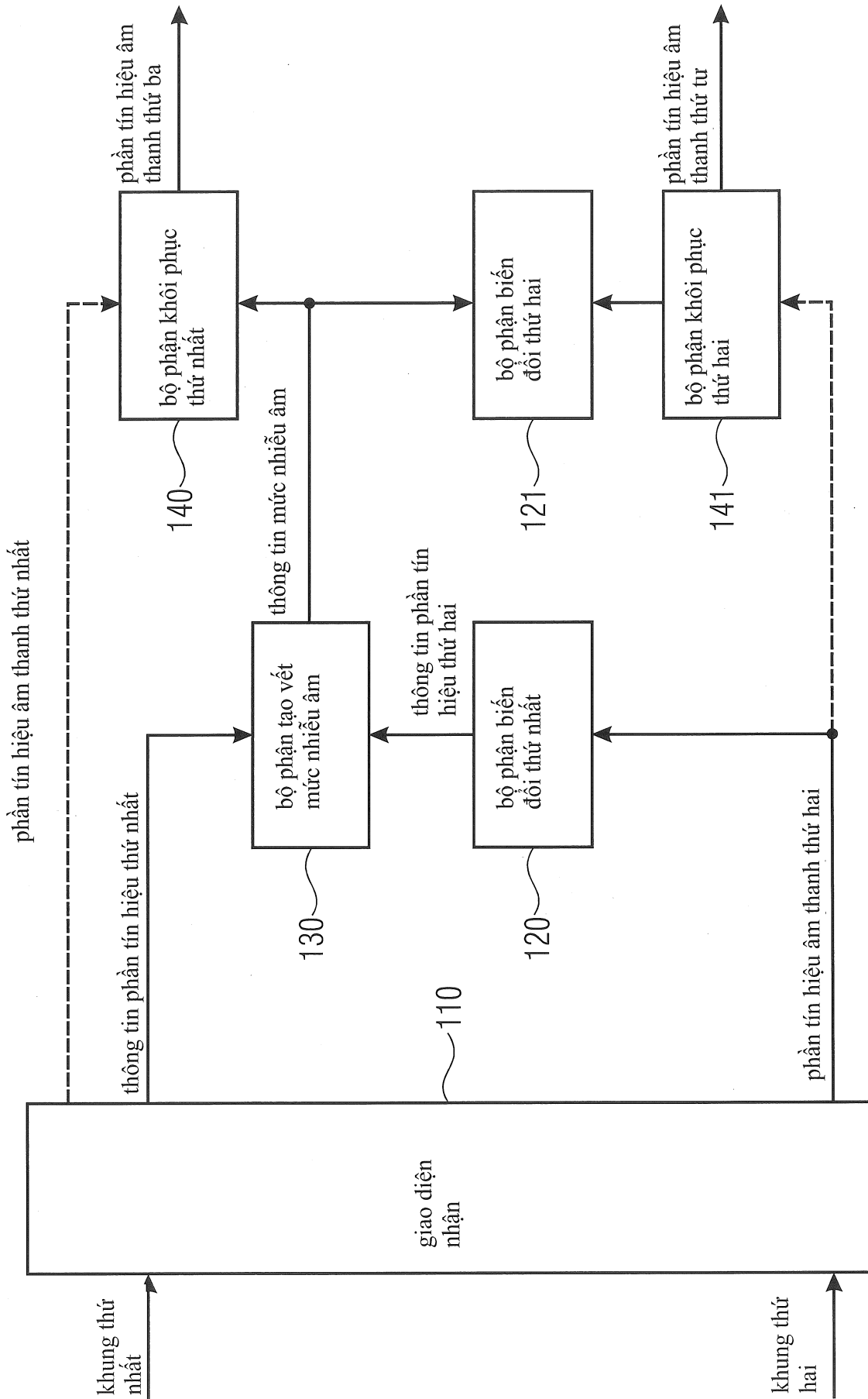


FIG 1B

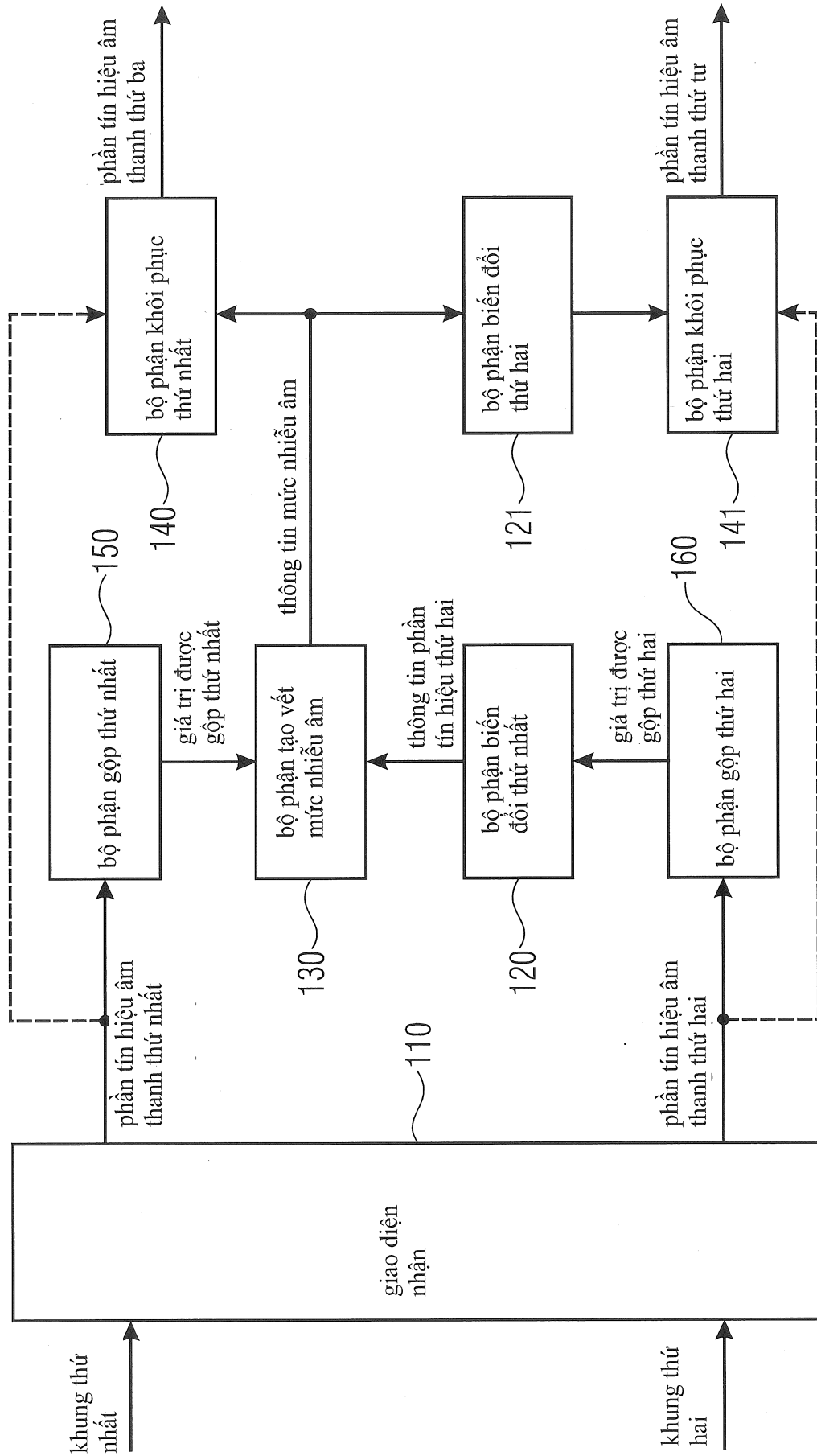


FIG 1C

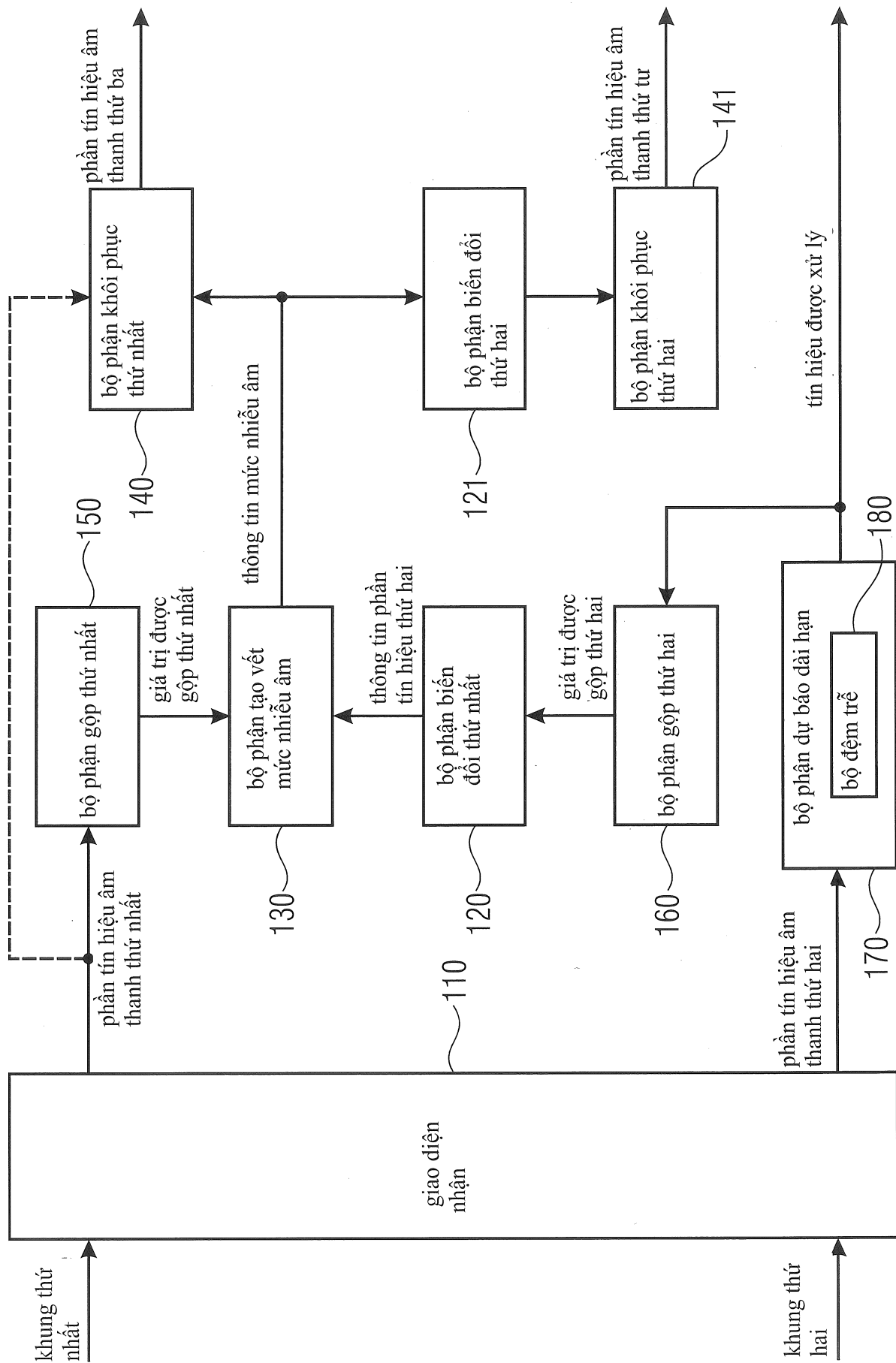


FIG 1D

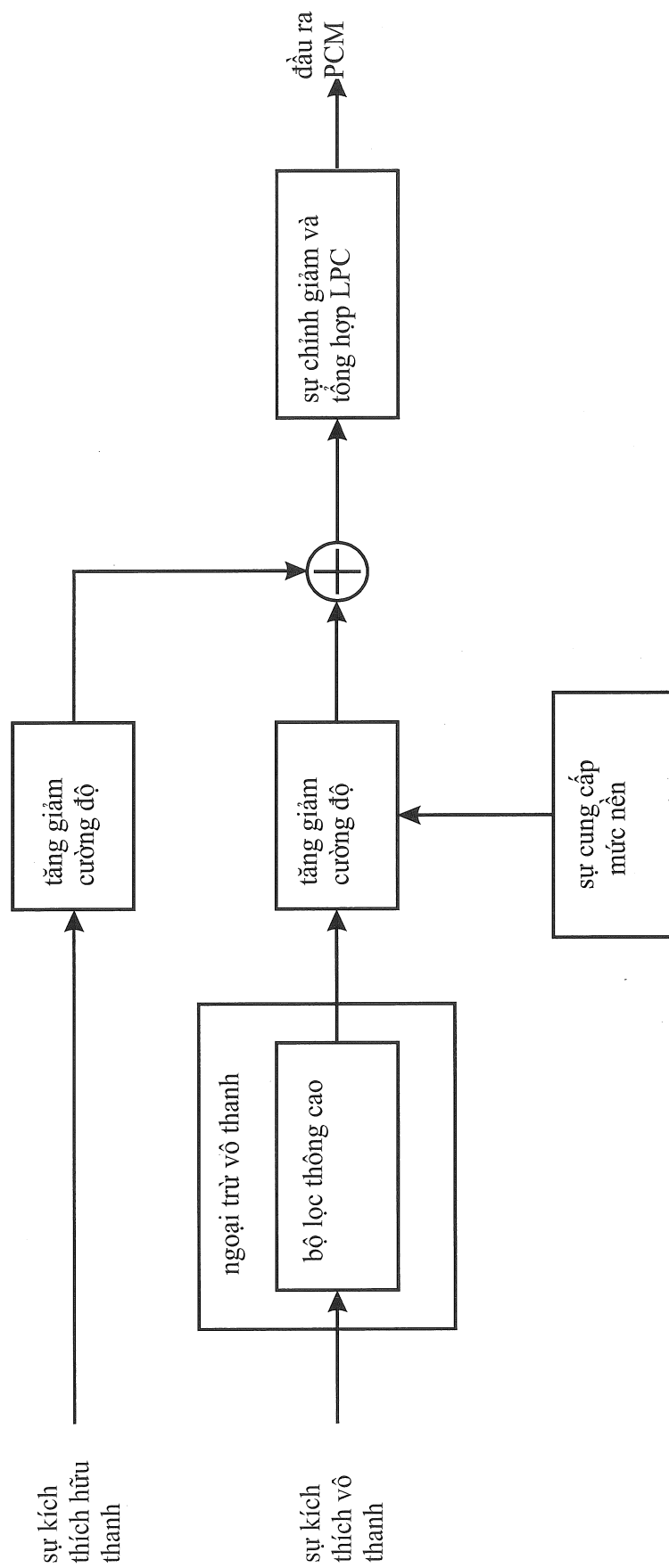
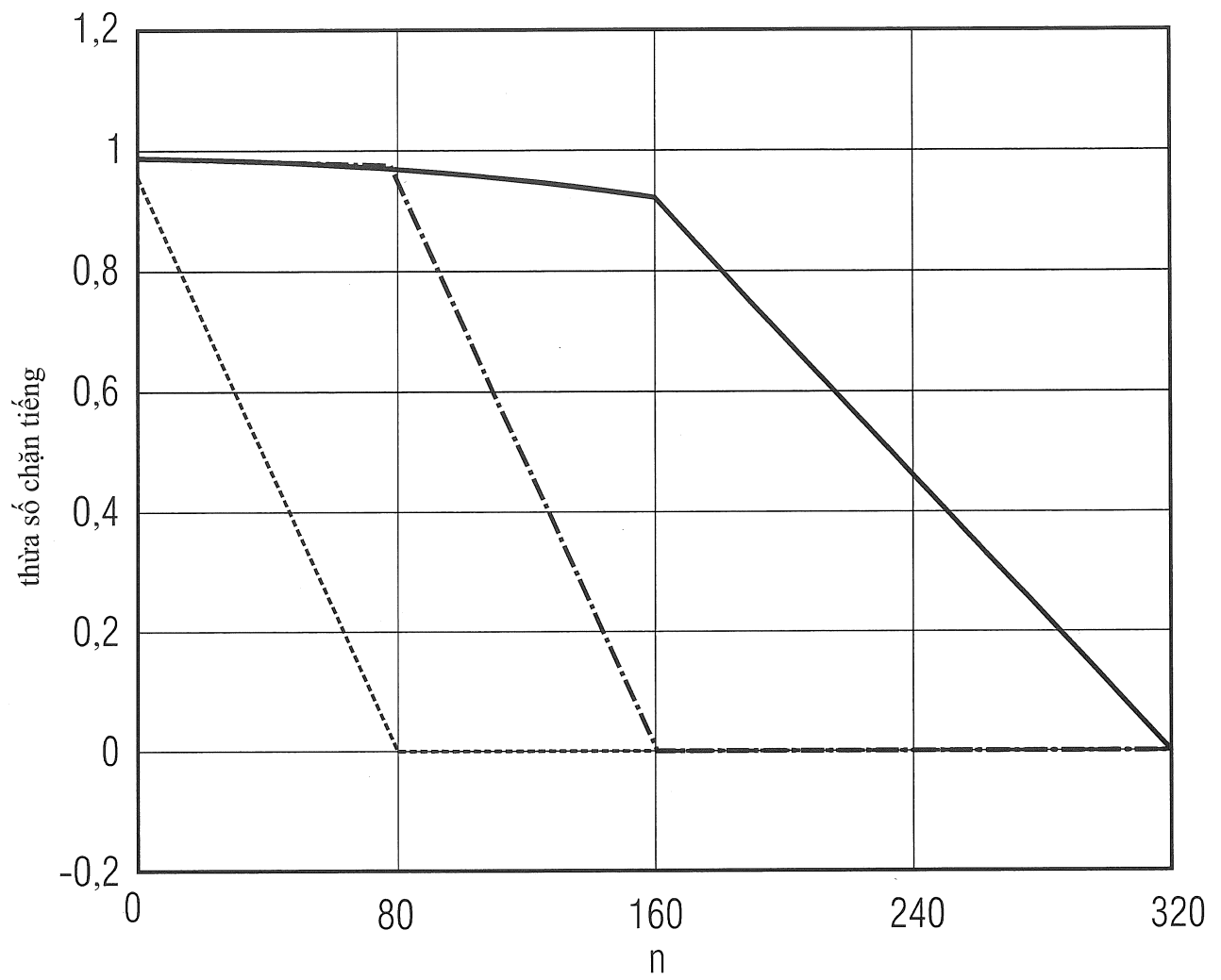


FIG 2



G.722APP.V_F07

..... TRANSIENT
 -.-.-.- VUV_TRANSITION
 ————— các phân loại khác

FIG 3

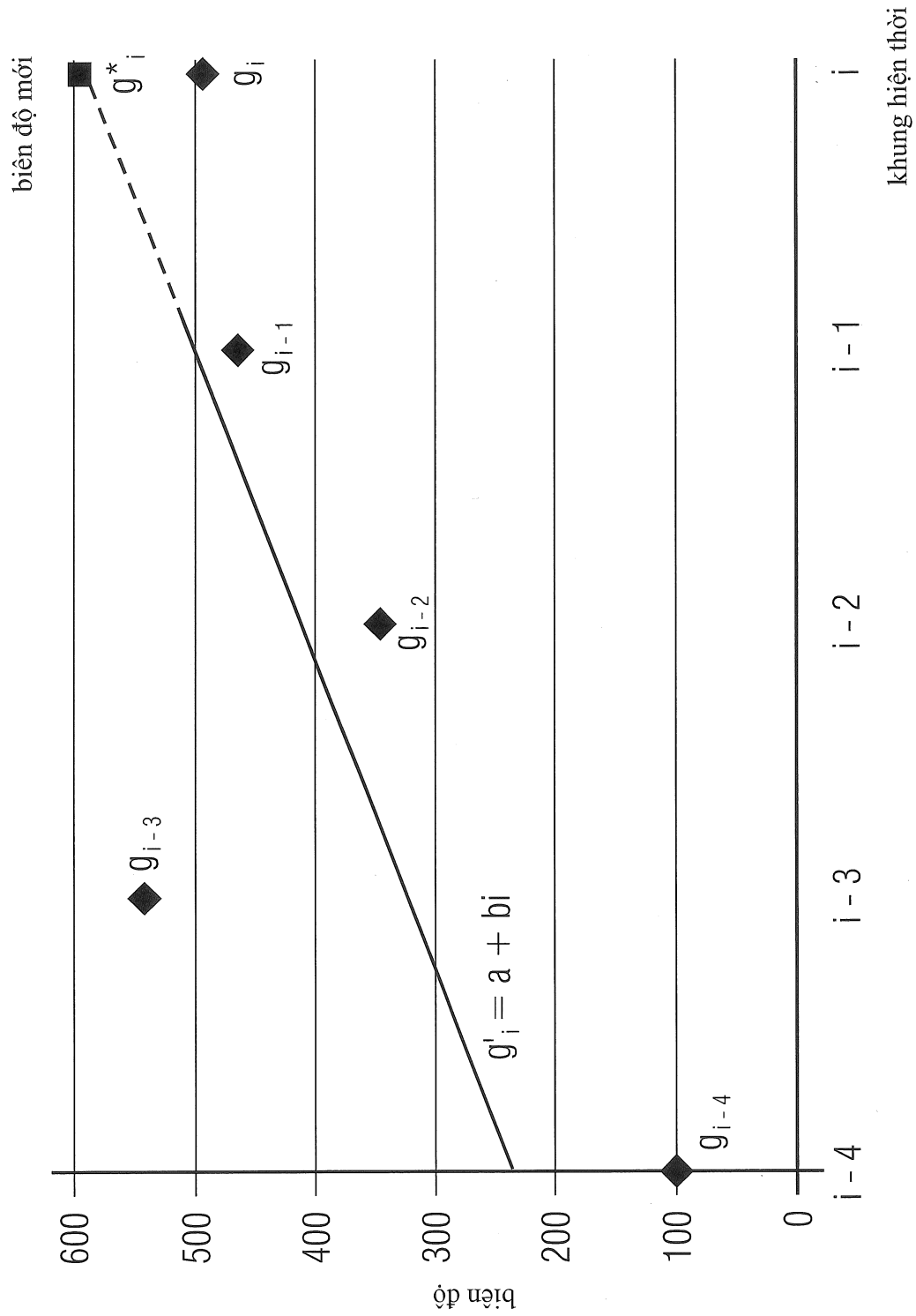


FIG 4

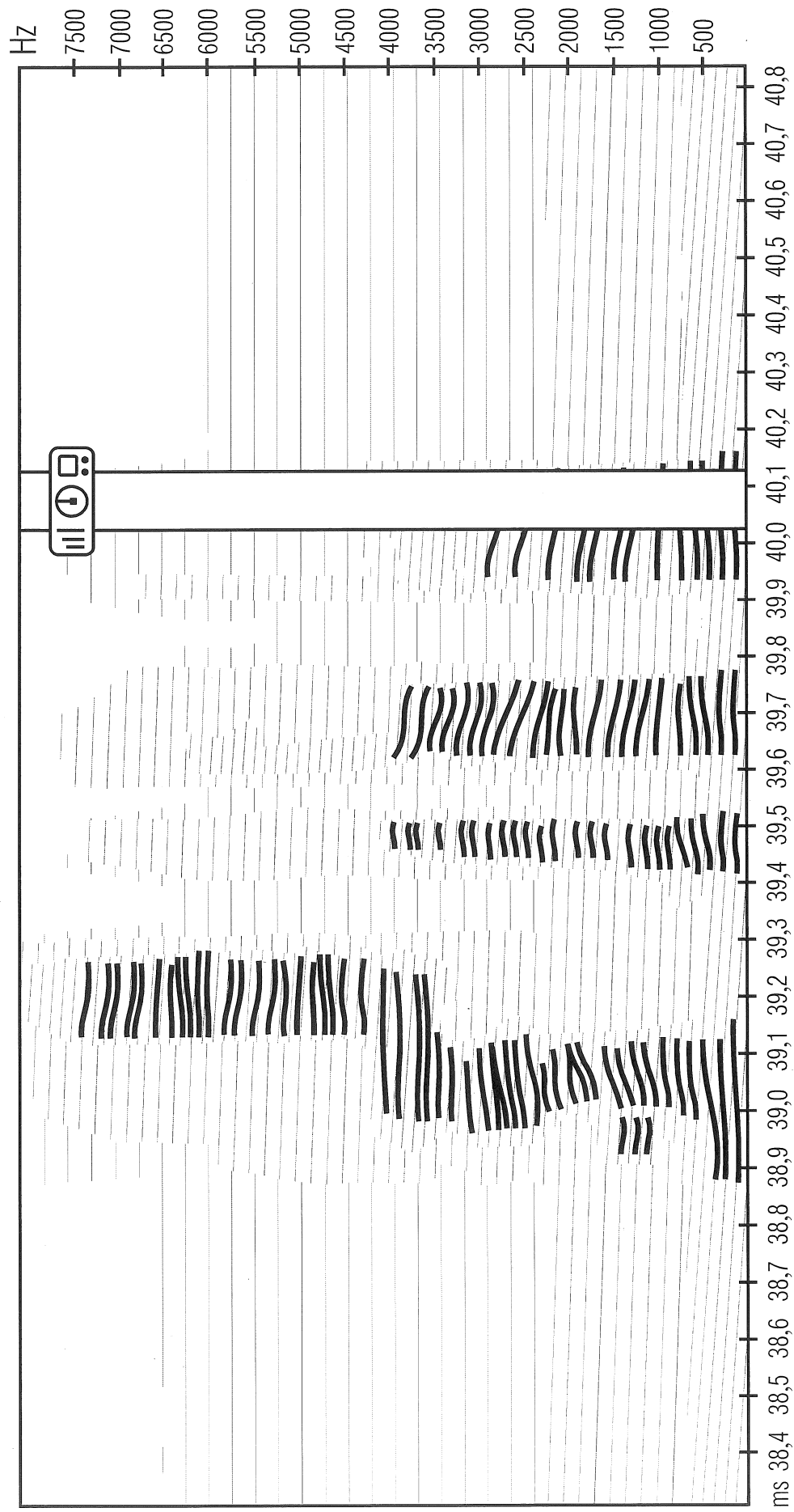


FIG 5

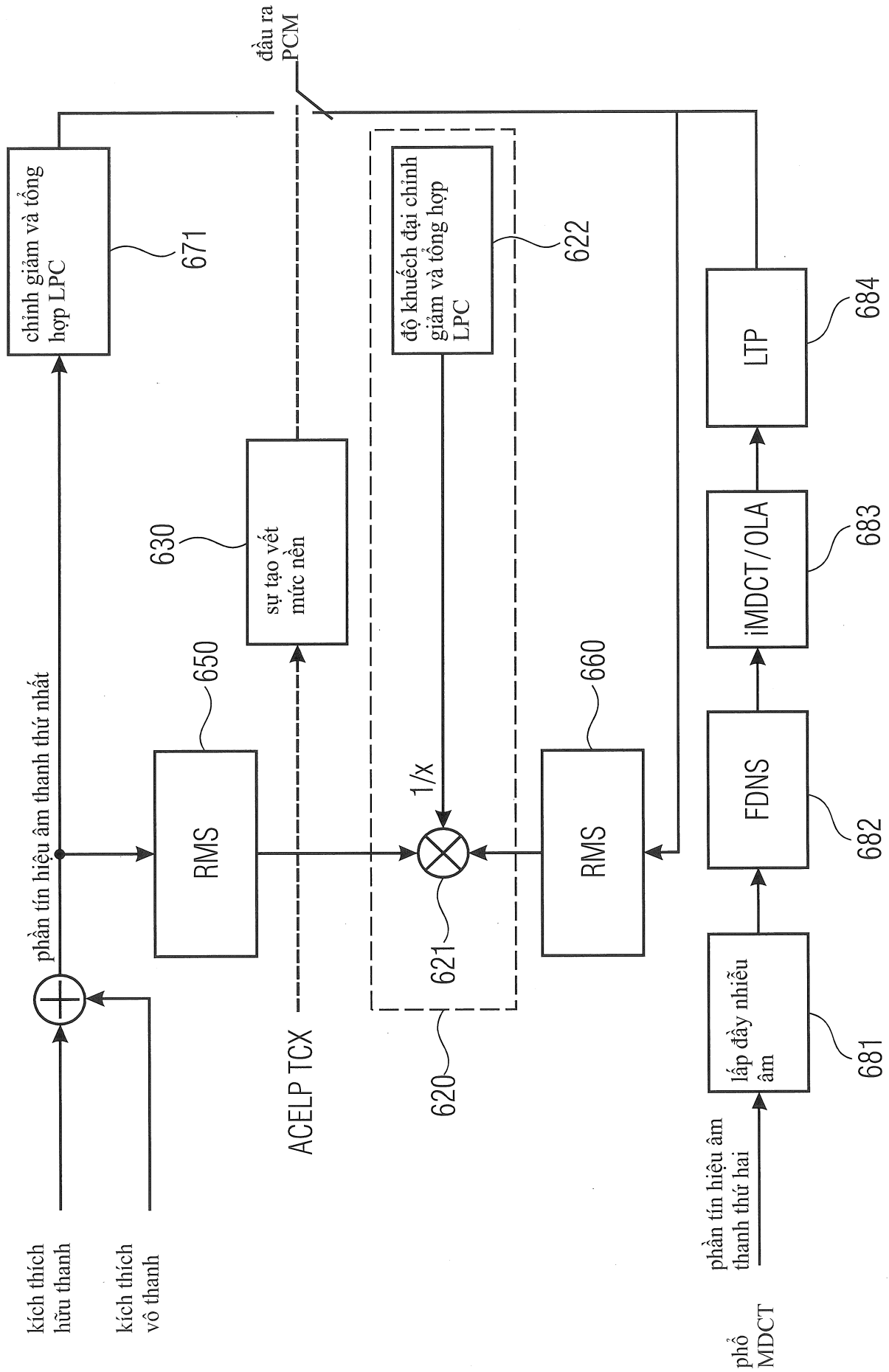


FIG 6

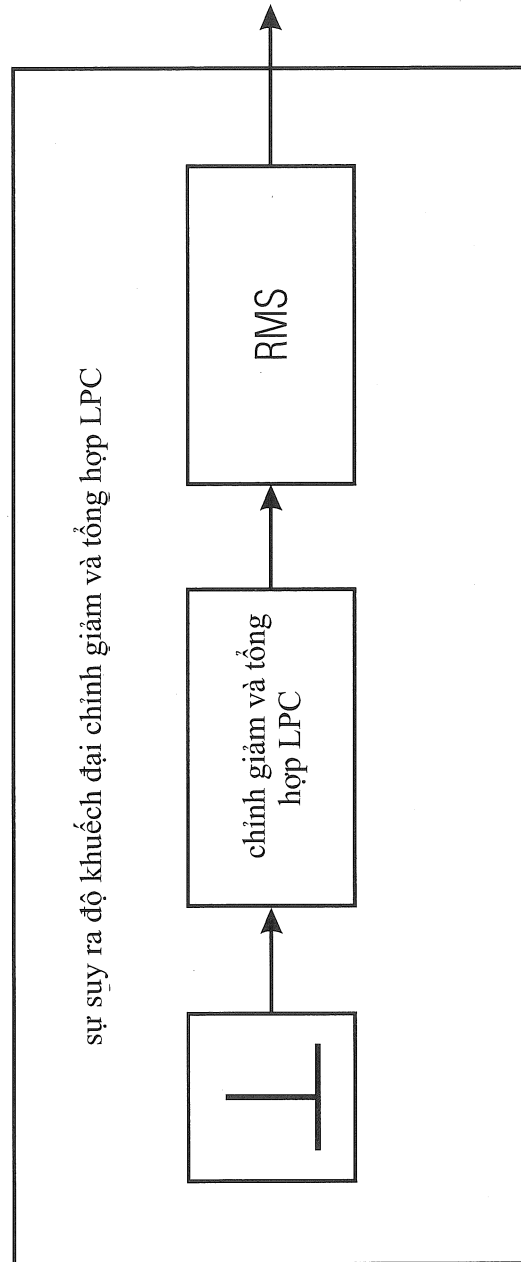


FIG 7

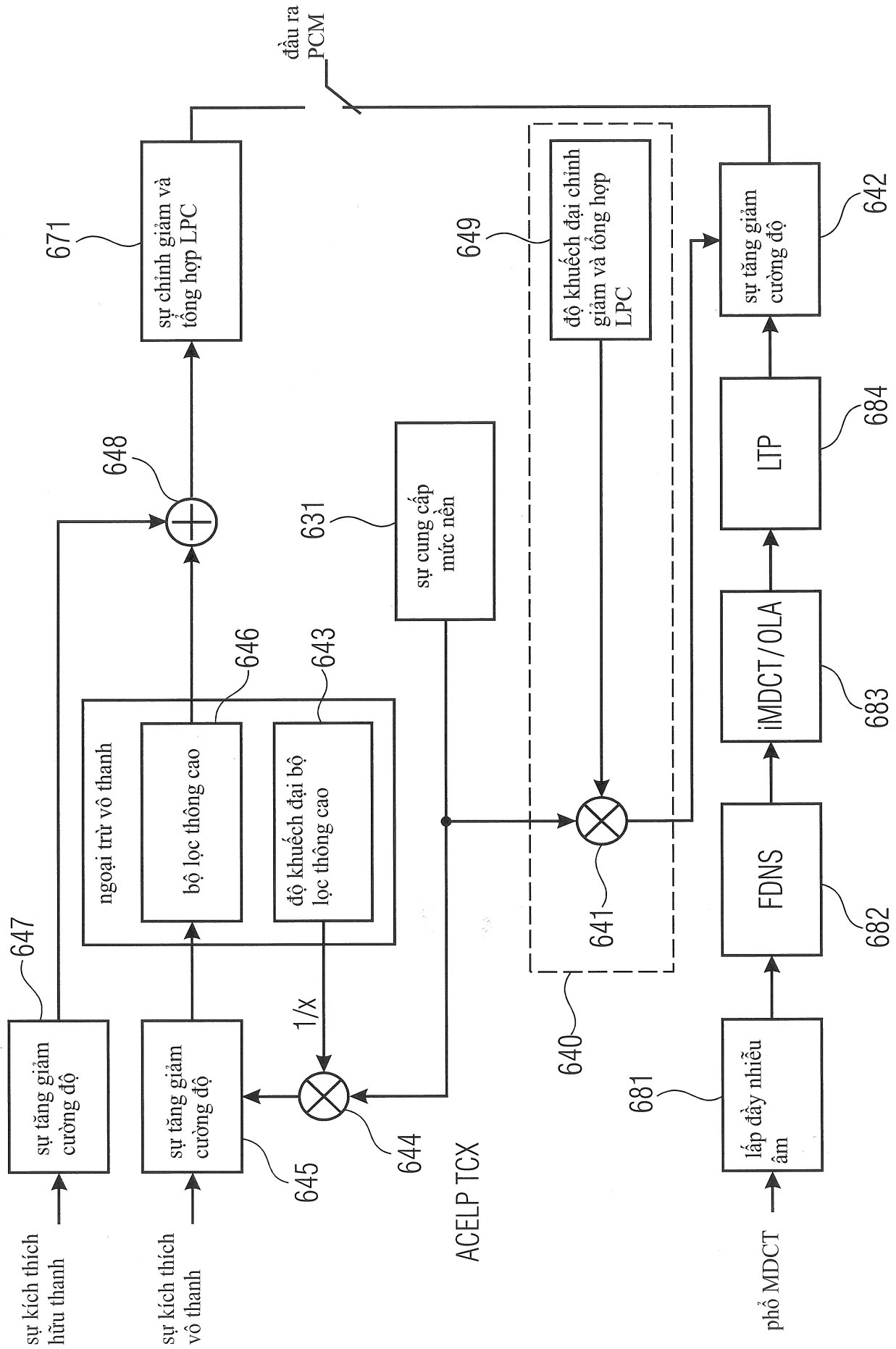


FIG 8

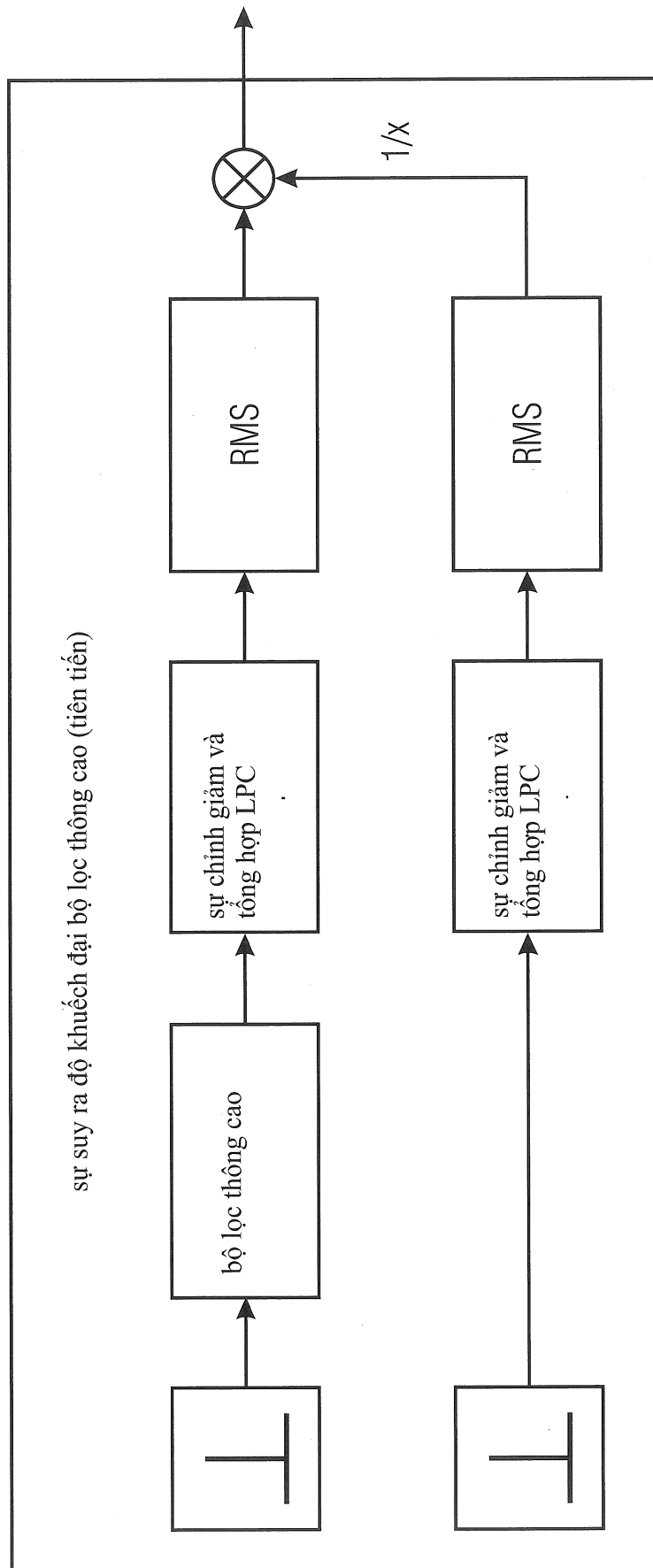


FIG 9

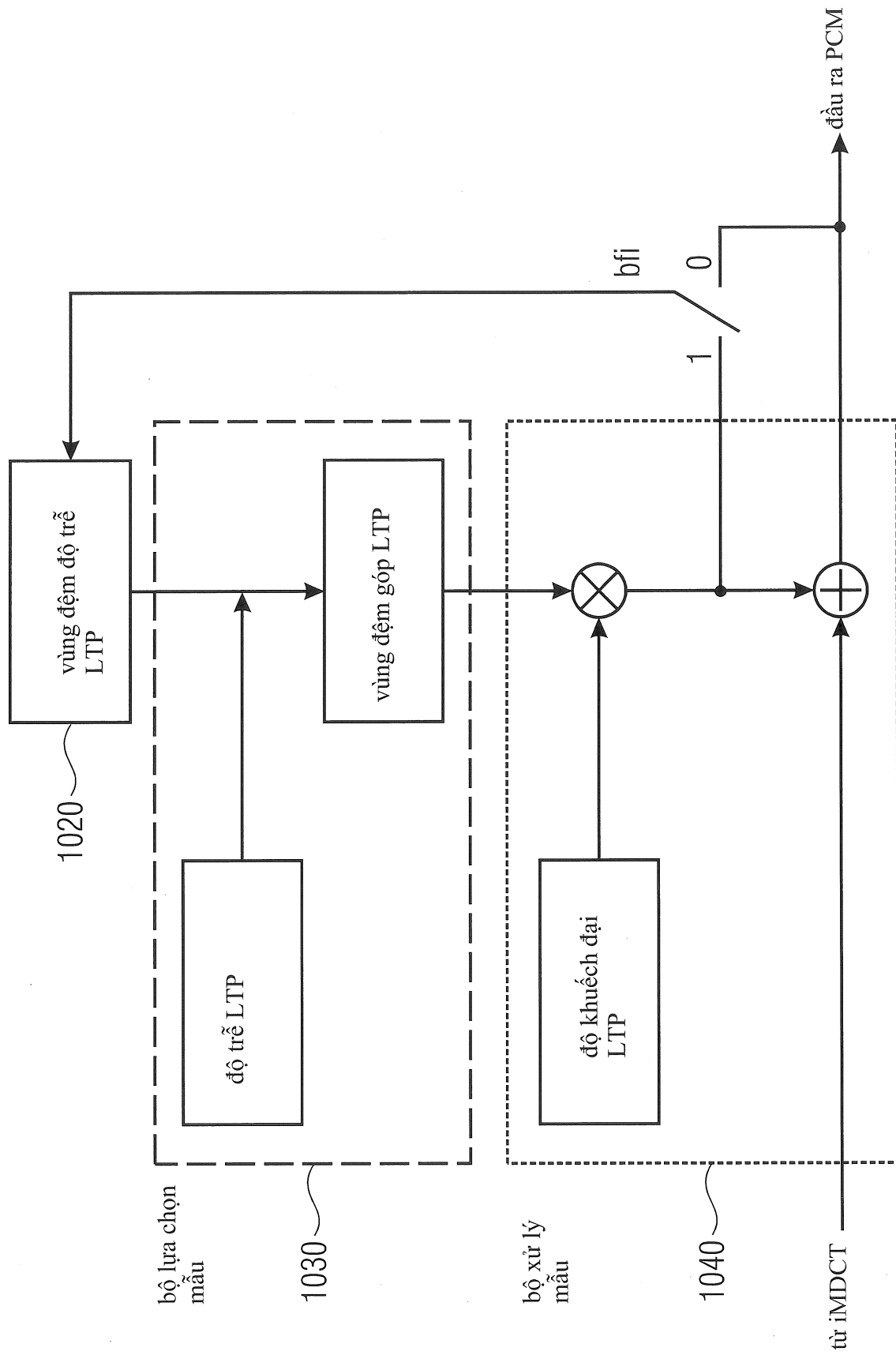


FIG 10

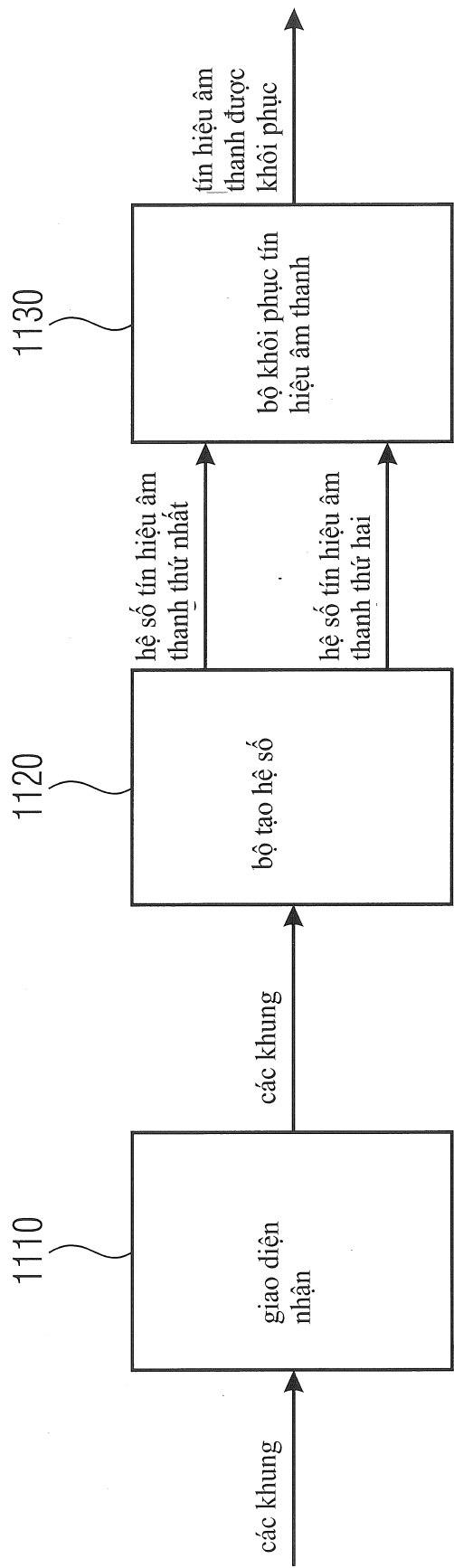


FIG 11

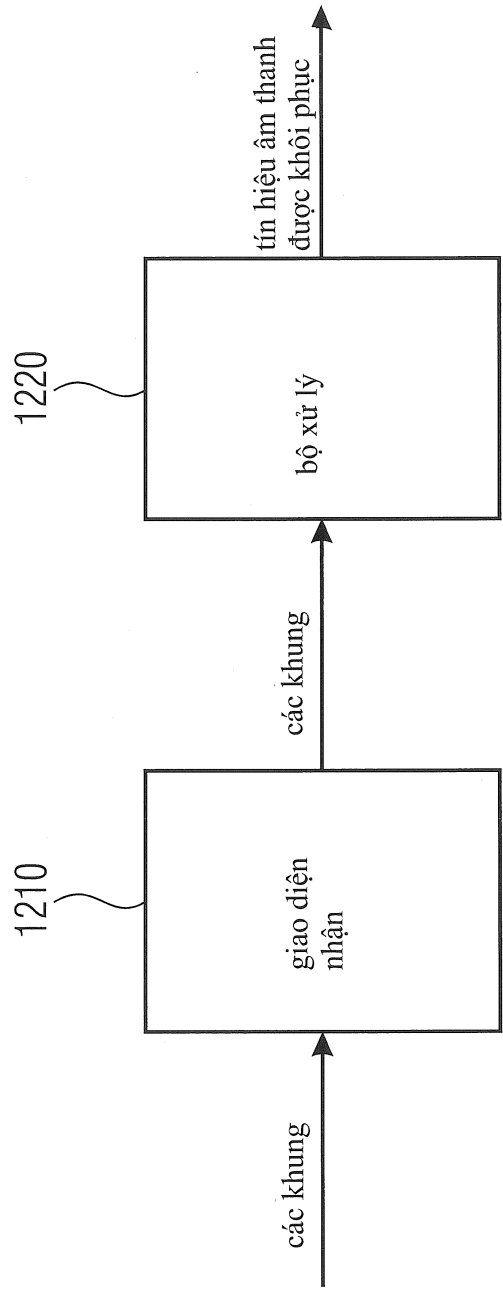


FIG 12

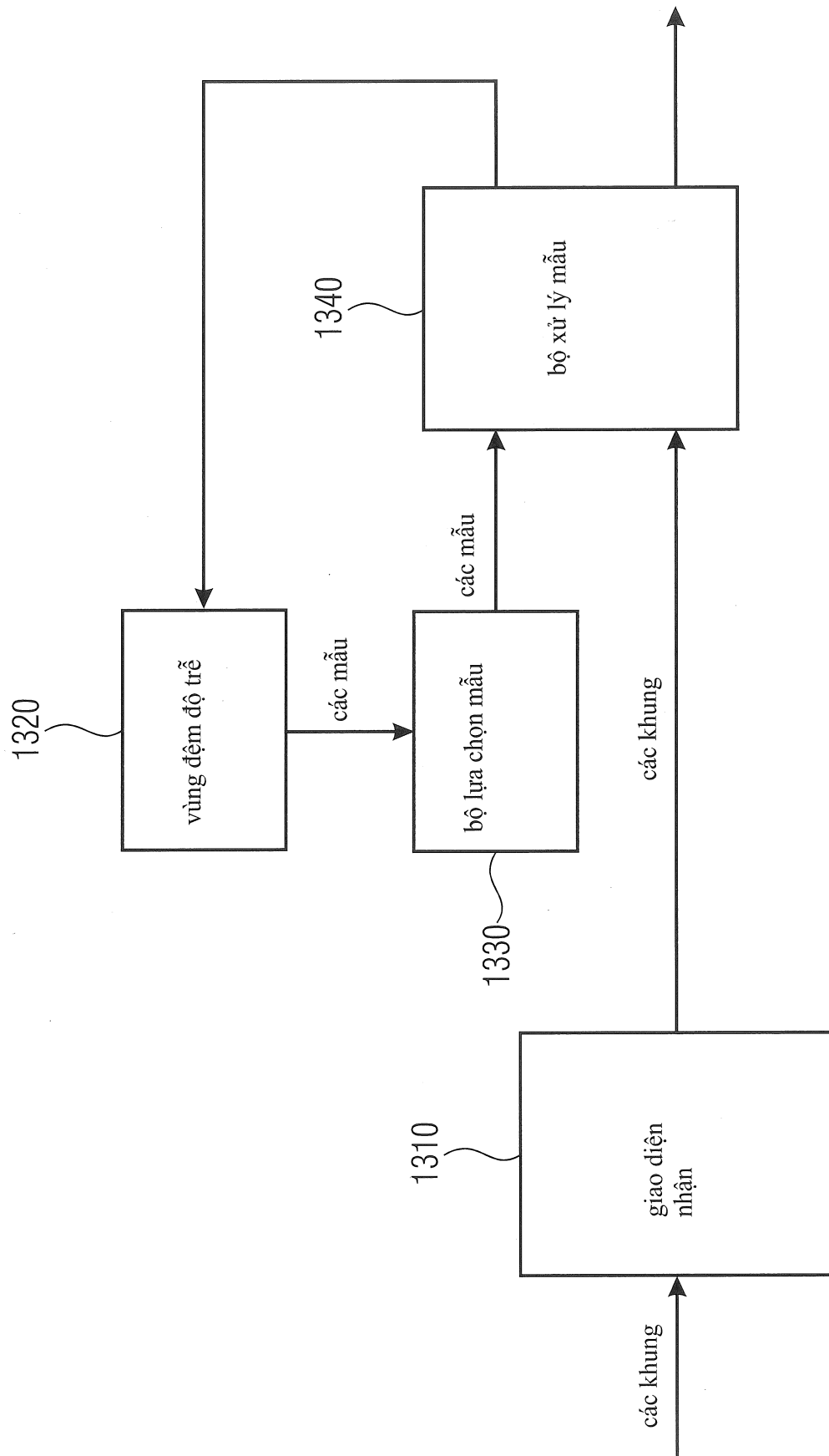


FIG 13

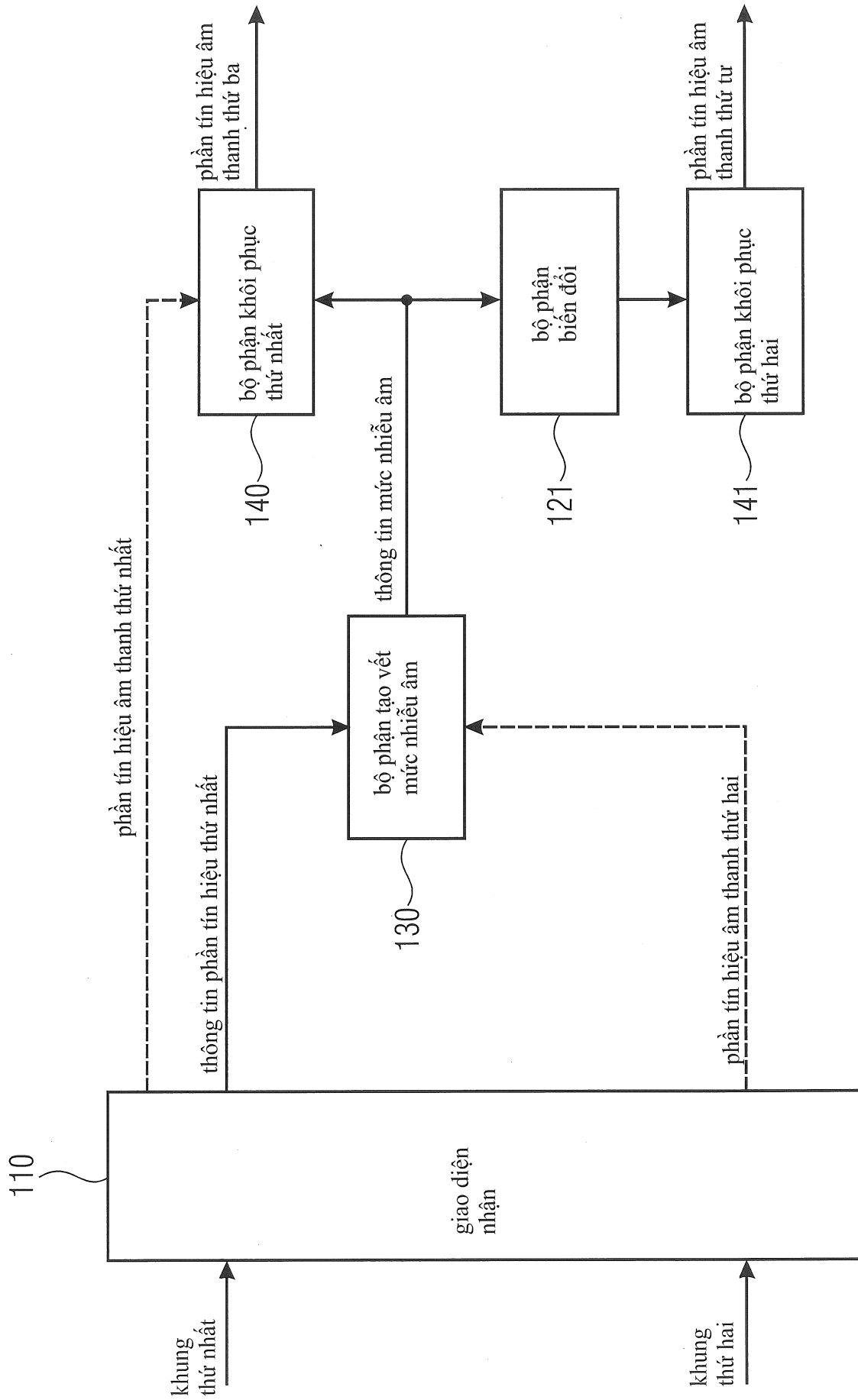


FIG 14