



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0021318
(43) 공개일자 2011년03월04일

(51) Int. Cl.

G10L 21/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0079036

(22) 출원일자 2009년08월26일

심사청구일자 2009년08월26일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

장준혁

서울특별시 서초구 서초동 1660-31 B동 301호

이규호

서울특별시 강남구 역삼1동 699-6 이화빌딩 501호

(74) 대리인

김건우

전체 청구항 수 : 총 4 항

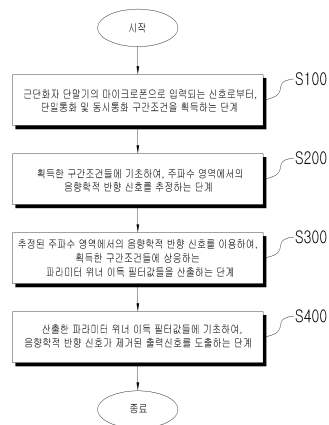
(54) 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법

(57) 요약

본 발명은 주파수 영역에서 구간조건을 이용하여 음향학적 반향을 제거하는 방법으로서, 보다 구체적으로는 (1) 근단 화자 단말기의 마이크로폰으로 입력되는 신호로부터, 단일통화 및 동시통화 구간조건을 획득하는 단계; (2) 상기 획득한 구간조건들에 기초하여, 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 단계; (3) 상기 추정된 주파수 영역에서의 음향학적 반향 신호를 이용하여, 상기 획득한 구간조건들에 상응하는 파라미터 워너 이득 필터 값들을 산출하는 단계; 및 (4) 상기 산출한 파라미터 워너 이득 필터 값들에 기초하여, 상기 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 도출하는 단계를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.

본 발명의 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법에 따르면, 구간조건에 따라 반향신호 제거 파라미터를 달리 적용함으로써, 동시통화 구간 내의 근단 화자 신호의 음질 저하 없이 원단 화자의 반향신호만을 제거할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-F-045-01

부처명 산업자원부

연구관리전문기관

연구사업명 IT핵심기술개발사업

연구과제명 장애인 및 고령자를 위한 Digital Guardian 기술개발

기여율

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2009.03-2010.02

특허청구의 범위

청구항 1

주파수 영역에서 구간조건을 이용하여 음향학적 반향을 제거하는 방법으로서,

- (1) 근단 화자 단말기의 마이크로폰으로 입력되는 신호로부터, 단일통화 및 동시통화 구간조건을 획득하는 단계;
- (2) 상기 획득한 구간조건들에 기초하여, 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 단계;
- (3) 상기 추정된 주파수 영역에서의 음향학적 반향 신호를 이용하여, 상기 획득한 구간조건들에 상응하는 파라미터 위너 이득 필터 값들을 산출하는 단계; 및
- (4) 상기 산출한 파라미터 위너 이득 필터 값들에 기초하여, 상기 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 도출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단계 (3)에서,

상기 단일통화 구간에 적용되는 파라미터 위너 이득 필터 값은 다음의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는, 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법.

$$G_{H_0}(i,k) = \left[\frac{\max(|Y(i,k)|^\alpha - (\beta_{H_0})|\hat{Y}(i,k)|^\alpha, 0)}{|Y(i,k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

여기서, $\hat{Y}(i,k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i번째 프레임의 k번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, $Y(i,k)$ 는 마이크 입력신호의 i번째 프레임의 k번째 주파수 성분, α 는 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터, β_{H_0} 은 단일통화 구간에서의 PWF의 반향신호 제거 파라미터를 나타냄.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 단계 (3)에서,

상기 동시통화 구간에 적용되는 파라미터 위너 이득 필터 값은 다음의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법.

$$G_{H_1}(i,k) = \left[\frac{\max(|Y(i,k)|^\alpha - (\beta_{H_1})|\hat{Y}(i,k)|^\alpha, 0)}{|Y(i,k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

여기서, $\hat{Y}(i,k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i번째 프레임의 k번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, $Y(i,k)$ 는 마이크 입력신호의 i번째 프레임의 k번째 주파수 성분, α 는 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터, β_{H_1} 은 동시통화 구간에서의 PWF의 반향신호 제거 파라미터를 나타냄.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 단계 (4)에서,

음향학적 반향신호가 제거된 출력신호는 다음의 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 주파수 영역에서 구간 조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법.

$$e(t) = F^{-1}[G(i,k)Y(i,k)]$$

여기서, $e(t)$ 는 반향신호가 제거된 출력신호, $F^{-1}[\cdot]$ 은 역(Inverse) 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform, DFT) 연산자, $G(i,k)$ 는 구간별 위너 이득 필터식, $Y(i,k)$ 는 단일통화 구간일 경우에는 H_0 , 동시통화 구간일 경우에는 H_1 인 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분을 나타냄.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 음향학적 반향 제거 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보화 사회의 발전과 더불어 빠르게 진행되고 있는 통신수단의 발전은 이동 환경에 좀 더 편리한 통화환경 조성을 위해 송수신기(Hand-Set)를 사용하지 않는 핸드프리(Hands-Free) 통신 방식을 지향하고 있다. 즉, 이동 환경의 편리성을 위한 단말기의 소형화가 급속히 이루어지고 있으며, 이에 따라 스피커로 출력된 음성이 벽이나 물건, 또는 사람의 피부 등에 반사되어 마이크의 입력으로 들어가게 되는 음향 반향신호에 대한 문제가 중요하게 대두하고 있다. 전통적인 음향 반향신호 제거 방법은 적응 반향 제거기(Acoustic Echo Canceller, 이하 AEC)를 이용하는 것이다. 반향 제거기는 반향신호를 추정하고, 입력신호에서 추정된 반향신호를 빼줌으로서 반향신호를 제거한다. 일반적으로 AEC를 이용한 반향 제거에는 상시적이거나 급작스런 반향 경로의 변화에 따른 잔여 반향신호를 제거하기 위한 반향 억제기(Acoustic Echo Suppression, 이하 AES)가 함께 사용된다.

[0003] 그러나 최근에 AEC를 적용하지 않고 AES를 이용하여 모든 반향 신호를 제거하는 방법이 제안되었다. 이와 같은 방법 중 파라미터 위너 필터(Parametric Wiener Filter, 이하 PWF)를 AES로 사용한 방법에서는, PWF는 추정된 반향신호의 오차를 보상할 수 있는 반향신호 제거 파라미터를 갖는다. 이때, 원단 화자만 존재하는 단일통화 구간과 원단 화자와 근단 화자가 동시에 존재하는 동시통화 구간에 대한 구분 없이 동일한 반향신호 제거 파라미터를 적용하여 반향신호 제거 효과를 높이려고 할 경우, 원단 화자만 있는 구간의 반향신호 제거에는 효과적이지만 동시통화 구간 내의 근단 화자 신호에 대한 음질 저하를 유발하게 되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0004] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 원단 화자만 존재하는 단일통화 구간과 동시통화 구간을 구분하고 각각의 경우에 반향신호 제거 파라미터를 달리 적용하여, 모든 구간에 동일한 반향신호 제거 파라미터를 적용함에 따른 문제점을 해결할 수 있는 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0005] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법은,

[0006] (1) 근단 화자 단말기의 마이크로폰으로 입력되는 신호로부터, 단일통화 및 동시통화 구간조건을 획득하는

단계;

(2) 상기 획득한 구간조건들에 기초하여, 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 단계;

(3) 상기 추정된 주파수 영역에서의 음향학적 반향 신호를 이용하여, 상기 획득한 구간조건들에 상응하는 파라미터 위너 이득 필터 값을 산출하는 단계; 및

(4) 상기 산출한 파라미터 위너 이득 필터 값들에 기초하여, 상기 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 도출하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

바람직하게는, 상기 단계 (3)에서,

상기 단일통화 구간에 적용되는 파라미터 위너 이득 필터 값은 다음의 수학식으로 표현될 수 있다.

$$G_{H_0}(i,k) = \left[\frac{\max(|Y(i,k)|^\alpha - (\beta_{H_0})|\hat{Y}(i,k)|^\alpha, 0)}{|Y(i,k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

여기서, $Y(i,k)$ 는 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분, $\hat{Y}(i,k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, α 는 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터, β_{H_0} 은 단일 통화 구간에서의 PWF의 반향신호 제거 파라미터를 나타냄.

바람직하게는, 상기 단계 (3)에서,

상기 동시통화 구간에 적용되는 파라미터 위너 이득 필터 값은 다음의 수학식으로 표현될 수 있다.

$$G_{H_1}(i,k) = \left[\frac{\max(|Y(i,k)|^\alpha - (\beta_{H_1})|\hat{Y}(i,k)|^\alpha, 0)}{|Y(i,k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

여기서, $Y(i,k)$ 는 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분, $\hat{Y}(i,k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, α 는 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터, β_{H_1} 은 동시통화 구간에서의 PWF의 반향신호 제거 파라미터를 나타냄.

바람직하게는, 상기 단계 (4)에서,

음향학적 반향신호가 제거된 출력신호는 다음의 수학식으로 표현될 수 있다.

$$e(t) = F^{-1}[G(i,k)H(i,k)]$$

여기서, $e(t)$ 는 반향신호가 제거된 출력신호, $F^{-1}[\cdot]$ 은 역(Inverse) 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier transform, DFT) 연산자, $G(i,k)$ 는 구간별 위너 이득 필터식, $H(i,k)$ 는 단일통화 구간일 경우에는 H_0 , 동시통화 구간일 경우에는 H_1 인 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분을 나타냄.

효 과

본 발명의 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법에 따르면, 구간조건에 따라 반향신호 제거 파라미터를 달리 적용함으로써, 동시통화 구간 내의 근단 화자 신호의 음질 저하 없이 원단 화자의 반향신호만을 제거할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0023] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명에 따른 실시예에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 흐름도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법은, 근단 화자 단말기의 마이크로폰으로 입력되는 신호로부터, 단일통화 및 동시통화 구간조건을 획득하는 단계(S100), 단계 S100에서 획득한 구간조건들에 기초하여, 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 단계(S200), 단계 S200에서 추정된 주파수 영역에서의 음향학적 반향 신호를 이용하여, 단계 S100에서 획득한 구간조건들에 상응하는 파라미터 워너 이득 필터 값들을 산출하는 단계(S300), 및 단계 S300에서 산출한 파라미터 워너 이득 필터 값들에 기초하여, 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 도출하는 단계(S400)를 포함한다.

[0025] 단계 S100 및 단계 S200은, 근단 화자 단말기의 마이크로폰으로 입력되는 신호로부터, 단일통화 및 동시통화 구간조건을 획득하고, 획득한 구간조건들에 기초하여, 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 단계이다. 본 단계들은, 구간조건에 따라 반향신호 제거 파라미터, 즉 파라미터 워너 이득 필터 값들을 달리 적용하기 위하여, 구간조건을 획득하고 획득한 구간조건들에 기초하여 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호를 추정하는 과정들이다.

[0026] 단계 S300 및 단계 S400은, 단계 S200에서 추정된 주파수 영역에서의 음향학적 반향 신호를 이용하여, 단계 S100에서 획득한 구간조건들에 상응하는 파라미터 워너 이득 필터 값들을 산출하고, 산출한 파라미터 워너 이득 필터 값들에 기초하여, 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 도출하는 단계이다. 본 단계들은, 앞선 단계들에서 얻어진 구간조건 및 주파수 영역에서의 음향학적 반향신호의 추정 값들을 이용하여, 구간조건에 따라 달리 적용할 반향신호 제거 파라미터를 산출하고, 이를 이용하여 음향학적 반향신호를 제거하는 과정들이다. 본 발명에서 제안하고 있는, 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법은, 이와 같이 구간조건에 따라 반향신호 제거 파라미터, 즉 파라미터 워너 이득 필터 값들을 달리 적용함으로써, 동시통화 구간 내의 근단 화자 신호의 음질 저하 없이 원단 화자의 반향신호만을 제거할 수 있게 된다.

[0027] 본 발명에서 제안하고 있는, 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법에 대하여, 이하에서 수학적식들을 이용하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0028] 마이크로폰으로 입력되는 음향학적 반향신호는 다양한 반사 경로를 거쳐 입력되기 때문에 원단신호로부터 반사 경로를 고려한 임펄스 응답에 대한 추정 과정이 필요하다. 음향학적 반향 제거기에서 반향신호 $d(t)$, 배경잡음 $w(t)$, 근단 화자신호 $s(t)$, 원단신호와 마이크 입력신호를 각각 $x(t)$, $y(t)$ 라 하고, $Y(i,k)$ 와 $S(i,k)$ 를 각각 $y(t)$ 와 $s(t)$ 의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분으로 나타낸다. 이때, 반향 경로의 임펄스 응답을 고려하여 d 샘플만큼 지연된 원단신호의 주파수 성분 $X_d(i,k)$ 부터 추정된 반향신호 $\hat{Y}(i,k)$ 는 다음 수학적식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 1

[0029]
$$|\hat{Y}(i,k)| = G_V(i,k)|X_d(i,k)|$$

[0030] 여기서, 원단 신호로부터 음향학적 반향신호를 추정하기 위한 최소 자승 오차 추정 기반의 이득 필터 $G_V(i,k)$ 는 다음 수학적식 2와 같이 구할 수 있다.

수학적식 2

[0031]
$$G_V(i,k) = \frac{\left| E\{X_d^*(i,k) Y(i,k)\} \right|}{\left| E\{X_d^*(i,k) X_d(i,k)\} \right|}$$

[0032] 여기서, *는 허수부의 부호를 바꾸는 복소켄레(complex conjugate)를 의미한다. 반향신호는 다양한 반향 경로를 거쳐 마이크로폰으로 입력되기 때문에 수시로 변화하는 반향 경로에 대한 영향을 줄이기 위해 다음 수학적 식 3 내지 수학적 식 5의 롱텀 스무딩(long-term smoothing)을 적용한다.

수학적 식 3

[0033]
$$G_V(i,k) = \frac{a_{12}(i,k)}{a_{22}(i,k)}$$

수학적 식 4

[0034]
$$a_{12}(i,k) = \epsilon a_{12}(i,k-1) + (1-\epsilon) |X_d^*(i,k) Y(i,k)|$$

수학적 식 5

[0035]
$$a_{22}(i,k) = \epsilon a_{22}(i,k-1) + (1-\epsilon) X_d^*(i,k) X_d(i,k)$$

[0036] 여기서, ϵ 는 $0 \leq \epsilon \leq 1$ 인 가중치 파라미터로서, 바람직하게는 0.998을 사용할 수 있다.

[0037] 수학적 식 1에서 추정된 반향신호는 AES인 PWF의 위너 이득 필터에 적용되며, 다음 수학적 식 6과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 6

[0038]
$$G(i,k) = \left[\frac{\max(|Y(i,k)|^\alpha - \beta |\hat{Y}(i,k)|^\alpha, 0)}{|Y(i,k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

[0039] 여기서, $Y(i,k)$ 는 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분, $\hat{Y}(i,k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, α 와 β 는 각각 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터를 나타낸다.

[0040] 마지막으로, 수학적 식 6에 의하여 마이크 입력신호 $y(t)$ 에서 추정된 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호를 $e(t)$ 라 하면, $e(t)$ 는 다음 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 7

[0041]
$$e(t) = F^{-1}[G(i,k)Y(i,k)]$$

[0042] 여기서, $F^{-1}[\cdot]$ 은 역(Inverse) 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform, DFT) 연산자, $G(i,k)$ 는 구간별 위너 이득 필터 식, $H(i,k)$ 는 단일통화 구간일 경우에는 H_0 , 동시통화 구간일 경우에는 H_1 인 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분을 나타낸다.

[0043] 수학적 식 6과 수학적 식 7에 의해 표현된 PWF에 의한 반향 제거 과정에서, 추정된 반향신호의 오차를 보상하는 반향 신호 제거 파라미터 β 의 값에 따라 위너 이득 필터가 결정되고, 이는 다시 출력신호 $e(t)$ 에 영향을 미치게 됨을 확인할 수 있다. 이때, 구간조건 없이 반향신호에 대한 보다 효과적인 제거를 위해 반향신호 제거 파라미터 값을 증가시킬 경우, 원단 화자만 존재하는 단일통화 구간에서는 추정된 반향신호에 대해 효과적인 제거를 기대할 수 있지만, 동시통화 구간에서의 반향신호에 대한 잘못된 추정의 결과를 증폭하여 근단 화자 신호의 음질이 떨어지게 될 수 있는 위험성이 있다.

[0044] 이러한 문제를 해결하기 위해 차등적 반향신호 제거 파라미터를 적용하기 위한 구간조건이 요구된다. 구간조건은 원단 화자 신호에 대해, 동시통화 구간을 발생시키는 근단 화자 신호가 존재하지 않을 경우와 존재할 경우에 대한 가정을 H_0 , H_1 로 하고, 다음 수학적 식 8과 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 8

[0045] H_0 : 근단 화자 부존재: $Y(i, k) = \hat{Y}(i, k)$

[0046] H_1 : 근단 화자 존재: $Y(i, k) = \hat{Y}(i, k) + S(i, k)$

[0047] 여기서, 추정된 반향신호 $\hat{Y}(i, k)$ 는 근단 화자 신호인 $S(i, k)$ 와 통계적으로 독립이라고 가정한다.

[0048] H_0 은 수학적 식 6의 상관계수를 이용한 동시통화검출 알고리즘을 이용하여 결정되어지며, H_0 은 음성구간검출기로부터의 원단 화자만 존재하는 구간에 대한 결과에서 H_1 로 결정된 구간을 제외시킴으로써 구분된다. H_0 , H_1 로 결정된 구간조건을 적용한 PWF의 위너 이득 필터식은 다음 수학적 식 9와 수학적 식 10으로 표현될 수 있다.

수학적 식 9

[0049]
$$G_{H_0}(i, k) = \left[\frac{\max(|Y(i, k)|^\alpha - (\beta_{H_0})|\hat{Y}(i, k)|^\alpha, 0)}{|Y(i, k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

수학적 식 10

[0050]
$$G_{H_1}(i, k) = \left[\frac{\max(|Y(i, k)|^\alpha - (\beta_{H_1})|\hat{Y}(i, k)|^\alpha, 0)}{|Y(i, k)|^\alpha} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

[0051] 여기서, $Y(i, k)$ 는 마이크 입력신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분, $\hat{Y}(i, k)$ 는 상기 입력 원단신호의 i 번째 프레임의 k 번째 주파수 성분에서 추정된 반향신호, α 는 반향 제거를 제어하기 위한 설계 파라미터, β_{H_0} 과 β_{H_1} 은 각각 H_0 과 H_1 로 결정되었을 때, PWF의 반향신호 제거 파라미터를 의미하며 2.0과 1.0의 값을 갖는다.

[0052] 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법은, 원단 화자만 존재하는 구간(H_0)에서 추정된 반향신호에 대해서는 두 배의 제거 효과가 반영된 위너 이득 필터 $G_{H_0}(i, k)$ 가 적용되고, 동시통화 구간(H_1)에서는 추정된 반향신호의 결과를 그대로 적용한 위너 이득 필터 $G_{H_1}(i, k)$ 가 적용되어 동시통화 구간 내의 근단 화자 신호에 대한 왜곡 없이 원단 화자만 있는 구간에서의 반향신호를 보다 효과적으로 제거할 수 있다. 이와 같이 차등적 반향신호 제거 파라미터를 적용한 알고리즘을 도 2에 나타내었다. 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법을 적용한 AES의 블록도를 나타낸 도면이다.

[0053] 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 성능을 평가하기 위하여, 다양한 잡음 환경에서 실험을 수행하였다. 실험은 10명의 화자로부터 8kHz로 샘플링된 문장을 수집하여 ERLE(Echo Return Loss Enhancement) 수치를 측정하여 비교하였다. 수집된 10명의 화자 중 5명의 화자는 원단 화자 신호로 사용하고 나머지 5명은 근단 화자 신호로 사용하였으며, 분류된 두 그룹의 신호를 무작위로 섞어서 동시통화 구간이 약 1초 발생하는 문장을 생성하였다. 원단 화자 신호로 분류된 5명의 화자에 대해서는 근단 화자 신호와 섞기 전에 실제 반사 환경을 모델링하기 위해, 근단 화자 신호보다 3.5dB 작게 하고 임펄스 응답

필터를 통과시켰다. 모델링 환경의 장소는 $5 \times 4 \times 3 \text{ m}^3$ 크기로 설정하였다. ERLE 수치는 원단 화자 신호만 있는 구간에서 반향 제거 후에도 여전히 남아 있는 잔여 반향의 제거 정도를 의미하는 것으로, 다음 수학적 식 11과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 11

$$ERLE(t) = 10 \log_{10} \left[\frac{E\{y^2(t)\}}{E\{e^2(t)\}} \right]$$

[0054]

[0055]

여기서, t 는 샘플 인덱스를 나타내고, $y(t)$ 는 마이크 입력신호, $e(t)$ 는 반향신호가 제거된 출력신호를 나타낸다.

[0056]

도 3 내지 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 여러 가지 잡음 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면이다. 각각 신호 대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio, SNR) 20dB인 잡음 신호를 부가하고, 부가된 입력신호에 대하여 반향신호 제거 파라미터에 따른 ERLE 변화를 측정하였다. 도 3 내지 도 6에서 각각 (a)는 잡음이 부가된 근단 입력신호를 나타내고, 각각 (b)는 동일한 반향신호 제거 파라미터를 사용한 경우의 ERLE 변화, 각각 (c)는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법을 사용한 경우의 ERLE 변화를 나타낸 것이다.

[0057]

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 백색 잡음(white noise) 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면이다. 여기서, 백색 잡음이란 어떤 주파수 대역 내의 모든 주파수의 출력이 포함되어 있는 잡음으로, 주파수와 그 성분이 포함되는 비율의 관계가 정규 분포(가우스 분포)에 따르기 때문에 가우스 잡음이라고도 한다. 가시광선의 백색광이 모든 주파수의 가시광선을 포함하고 있는 것과 비슷하기 때문에 백색 잡음이란 이름으로 불린다. 전기 회로의 저항에서 나오는 열 잡음이나 트랜지스터의 산탄 잡음 등이 이에 속한다.

[0058]

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 누화 간섭 잡음(babble noise) 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면이다. 여기서, 누화 잡음이란 서로 다른 전송 선로상의 신호가 정전 결합, 전자 결합 등 전기적 결합에 의해 다른 회선에 영향을 주어 생기는 잡음을 말한다. 통신의 품질을 저하시키는 직접적인 원인이 된다.

[0059]

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 사무실 잡음(office noise) 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 거리 잡음(street noise) 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면이다.

[0060]

도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 적용된 모든 잡음환경에서 반향신호 제거 파라미터가 구간에 관계없이 2.0으로 고정된 값을 사용하였을 경우, 1.0으로 고정된 값을 사용한 경우에 비해 원단 화자만 존재하는 구간에서 향상된 ERLE 수치를 볼 수 있지만, 동시 통화 구간에서도 ERLE 수치가 함께 높아지면서 동시통화 구간 내의 원단 화자에 대한 왜곡이 발생되고 있음을 볼 수 있다. 그러나 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법은, 구간조건에 따라 반향신호 제거 파라미터를 달리 적용하여 이러한 동시 통화 구간에서의 문제점 없이 원단 화자의 반향신호만을 효과적으로 제거시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

[0061]

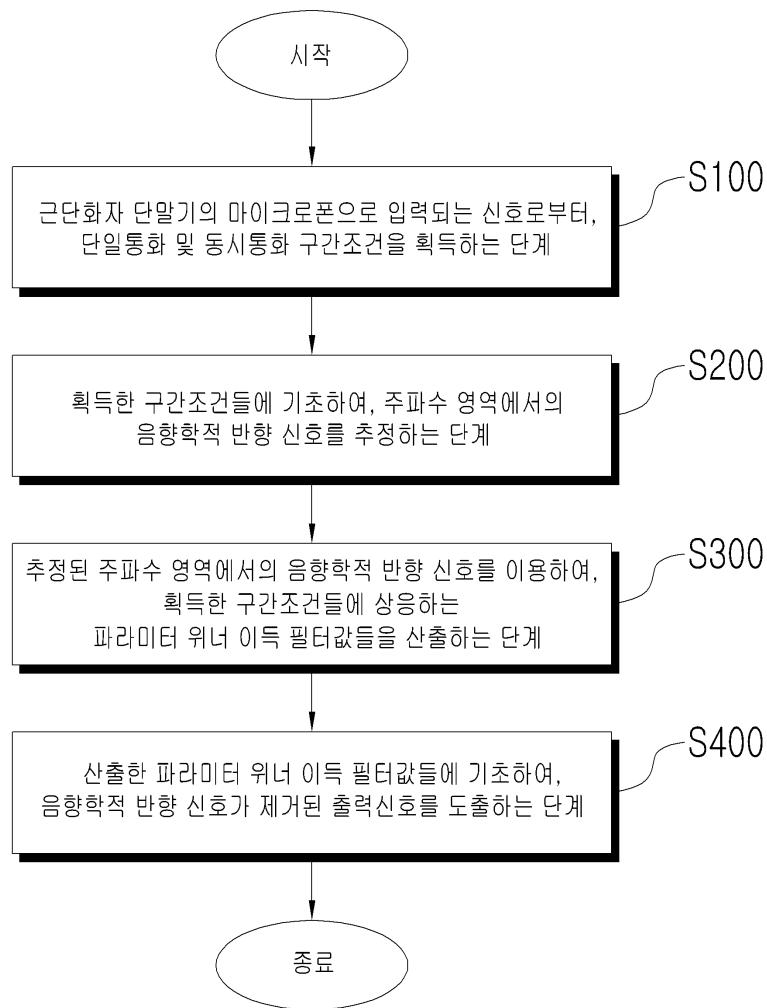
이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

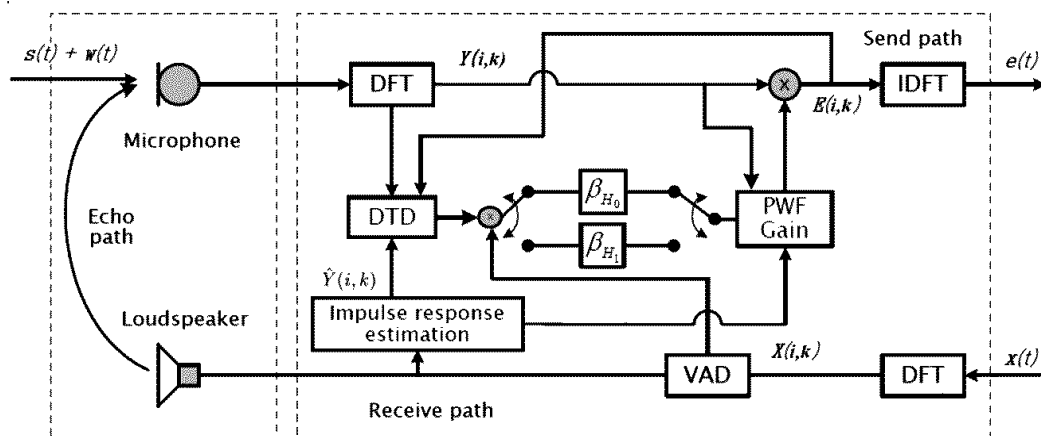
- [0062] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 흐름도.
- [0063] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법을 적용한 AES의 블록도.
- [0064] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 백색 잡음 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면.
- [0065] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 누화 간섭 잡음 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면.
- [0066] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 사무실 잡음 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면.
- [0067] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수 영역에서 구간조건을 이용한 음향학적 반향 제거 방법의 거리 잡음 환경에 대한 실험 결과를 나타낸 도면.
- [0068] <도면 중 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0069] S100: 구간조건 획득 단계
- [0070] S200: 음향학적 반향신호 추정 단계
- [0071] S300: 구간별 파라미터 위너 이득 필터 값 산출 단계
- [0072] S400: 음향학적 반향신호가 제거된 출력신호 도출 단계

도면

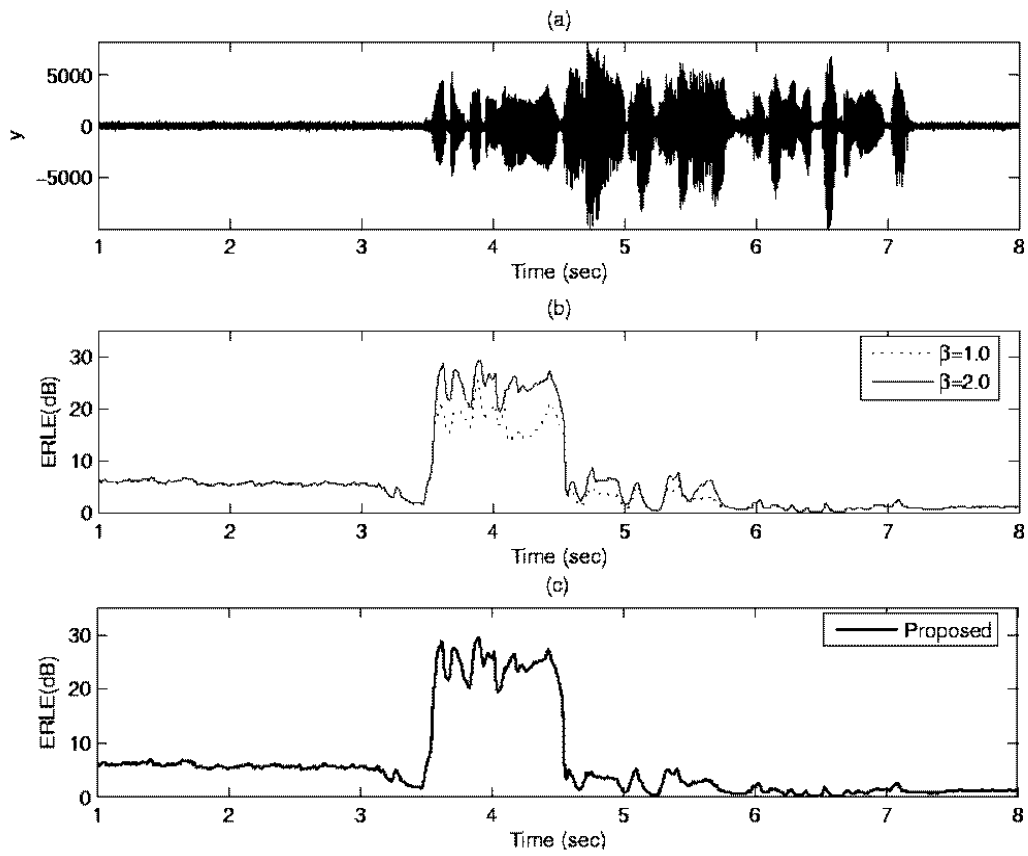
도면1



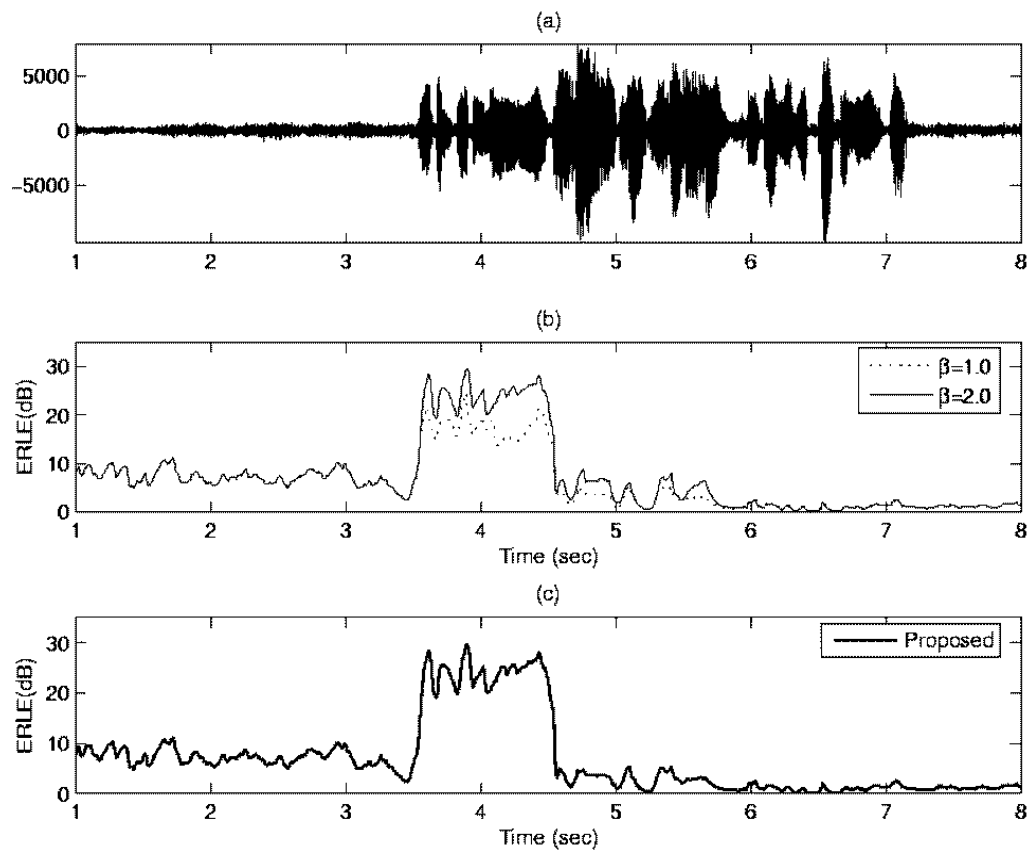
도면2



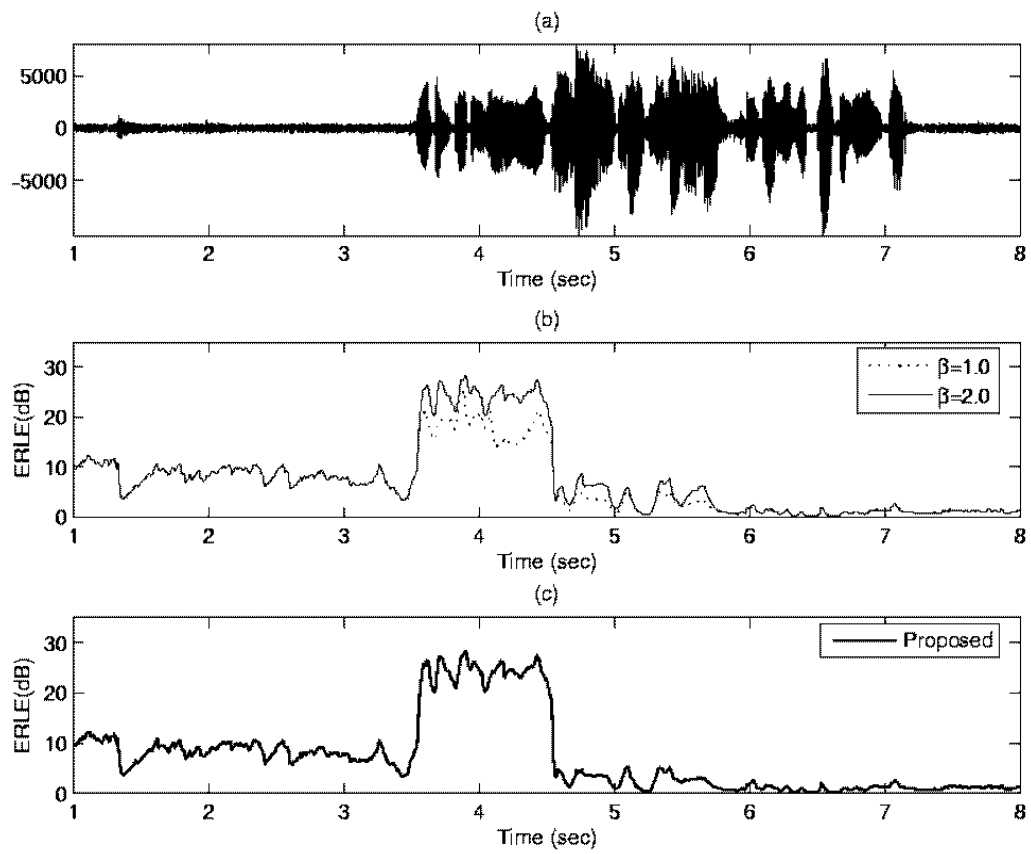
도면3



도면4



도면5



도면6

