

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0005805 (43) 공개일자 2013년01월16일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04R 3/02 (2006.01) H04B 3/23 (2006.01) G10L 21/02 (2006.01)		(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1
(21) 출원번호	10-2011-0067427	(72) 발명자 고한석
(22) 출원일자	2011년07월07일	서울특별시 용산구 이촌로88길 30, 삼성리버스위 트 아파트 103동 1602호 (이촌동)
심사청구일자	없음	박진수 서울특별시 강남구 도곡로 404, 롯데캐슬리베아파 트 101동 803호 (대치동) (뒷면에 계속)
		(74) 대리인 김정훈, 이진주

전체 청구항 수 : 총 6 항

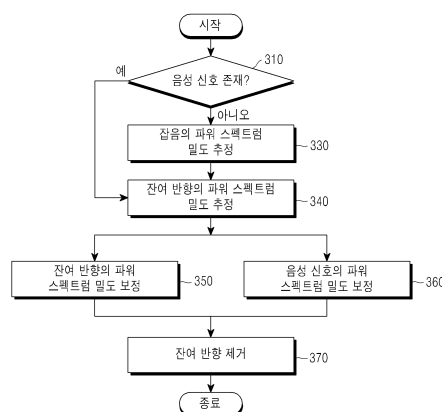
(54) 발명의 명칭 음성 잔여 반향 억제 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 음성 잔여 반향 억제 장치에 관한 것으로, 구체적으로 하모닉스 성분을 이용하여 음성 잔여 반향을 억제하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 음성 잔여 반향을 억제하는 음성 잔여 반향 억제 장치에 있어서, 입력 신호에서 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하는 추정부; 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 잔여 반향 보정부; 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 음성 신호 보정부; 및 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거하는 제거부를 포함하는 음성 잔여 반향 억제 장치가 제공된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

문성규

경기도 안양시 동안구 부림로 52, 초원력키아파트
502동 301호 (평촌동)

이민우

서울특별시 동대문구 제기로4다길 17, 202호 (제기
동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 000436210110

부처명 중소기업청

연구사업명 산학연공동기술개발사업

연구과제명 텔레매틱스 음성 인터페이스를 위한 멀티 채널 마이크를 이용한 반향 제거 기술 개발

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010.06.01 ~ 2011.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

음성 잔여 반향을 억제하는 음성 잔여 반향 억제 장치에 있어서,

입력 신호에서 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하는 추정부;

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 잔여 반향 보정부;

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 음성 신호 보정부; 및

상기 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 상기 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거하는 제거부를 포함하는 음성 잔여 반향 억제 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 잔여 반향 보정부는,

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 잔여 반향의 기본 주파수를 추출하며, 상기 추출한 잔여 반향의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 잔여 반향의 하모닉스 성분을 추정하고, 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 잔여 반향의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션(convolution)과 정규화를 통해 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 것을 특징으로 하는 음성 잔여 반향 억제 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 음성 신호 보정부는,

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 음성 신호의 기본 주파수를 추출하며, 상기 추출한 음성 신호의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 음성 신호의 하모닉스 성분을 추정하고, 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 음성 신호의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션과 정규화를 통해 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 것을 특징으로 하는 음성 잔여 반향 억제 장치.

청구항 4

음성 잔여 반향 억제 장치가 음성 잔여 반향을 억제하는 방법에 있어서,

입력 신호에서 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하는 단계;

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계;

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계; 및

상기 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 상기 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거하는 단계를 포함하는 음성 잔여 반향 억제 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계는,

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 잔여 반향의 기본 주파수를 추출하는 단계;

상기 추출한 잔여 반향의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 잔여 반향의 하모닉스 성분을 추정하는 단계; 및

상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 잔여 반향의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션(convolution)과 정규화를 통해 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 음성 잔여 반향 억제 방법.

청구항 6

제4 항에 있어서,

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계는,

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 음성 신호의 기본 주파수를 추출하는 단계;

상기 추출한 음성 신호의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 음성 신호의 하모닉스 성분을 추정하는 단계; 및

상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 음성 신호의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션과 정규화를 통해 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 음성 잔여 반향 억제 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 음성 잔여 반향 억제 장치에 관한 것으로, 구체적으로 하모닉스 성분을 이용하여 음성 잔여 반향을 억제하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 반향(echo)이란 스피커와 마이크가 탑재된 시스템에서 스피커를 통해 출력된 음향이 다시 마이크로 입력되어서 출력 음향이 시스템에 회귀되는 것을 나타낸다. 이로 인해, 핸드프리 통화 시스템의 경우 근단 화자 측에서 발생한 반향 때문에 원단 화자가 자신의 음성을 듣게 되어 통화에 불편함을 느끼고, 음성 인식 시스템의 경우 시스템에서 재생된 음향의 반향으로 인해 사용자 음성의 인식률이 저하된다.

[0003] 이러한 기기 등을 다루는데 있어 반향은 시스템의 성능을 저하시키는 가장 주된 원인이다. 반향을 해결하기 위해서 음향적 반향의 영향을 제거할 수 있는 음향 반향 제거기가 도입되었다.

[0004] 음향 반향 제거 장치 (Acoustic Echo Canceller: AEC)는 시스템의 스피커에서 발생한 음향이 시스템의 마이크로 유입되는 경우에 유입된 반향을 제거하기 위해 사용된다. 대부분의 경우에는 음향 반향 제거 장치를 적용하여 음향적 반향을 제거하더라도 음향 반향 제거 장치에 의해 완벽하게 제거되지 못하고 남은 잔여 반향과, 마이크로 유입된 외부 잡음을 제거하기 위해서 음향 반향 제거기에 의한 반향 제거 후에 추가적으로 잔여 반향 억제 장치 (Residual Echo Suppression: RES)가 사용된다.

[0005] 한국 등록 특허 제10-1033336호에는 마이크로폰 입력 신호 대 원단의 반향 신호가 제거된 신호의 전력비를 구하

고, 구해진 전력비를 문턱 값에 의한 decision rule에 적용하여 EPU를 추정하며, 추정된 EPU를 RES 필터에 적용하여 잔여 반향 신호를 제거하는 기술이 기재되어 있다. 그러나, 등록 특허 제10-1033336호에는 근단 화자와 원단 화자가 동시에 존재하는 동시통화 상황에서는 잔여 반향 억제제를 수행할 수 없다.

[0006] 또한, 한국 등록 특허 제10-0844176호에는 근단 화자 신호와 잔여 반향 신호의 유무에 따라 결정된 현재의 상태에 대한 가설에 기초하여 관련 신호들의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하여 잔여 반향 억제 장치 필터를 구성하는 방법이 소개되어 있다. 그러나, 등록 특허 제10-0844176호에는 현재 상태에서 가설에 기초하여 판단 후에 잔여 반향 억제 장치를 구성하는데 있어서, 근단 화자 신호, 배경 잡음, 잔여 반향이 정상 확률 과정이고, 모든 신호 성분은 각각 통계적으로 독립이라고 가정하였기 때문에 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도의 추정 및 음성 신호의 추정이 정확하지 않으므로 잔여 반향 억제기의 성능이 하락될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 잔여 반향 및 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 파워 스펙트럼 밀도를 보다 정확히 추정할 수 있는 음성 잔여 반향 억제 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 음성 잔여 반향을 억제하는 음성 잔여 반향 억제 장치가 제공된다.

[0009] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 음성 잔여 반향을 억제하는 음성 잔여 반향 억제 장치에 있어서, 입력 신호에서 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하는 추정부; 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 잔여 반향 보정부; 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 음성 신호 보정부; 및 상기 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 상기 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거하는 제거부를 포함하는 음성 잔여 반향 억제 장치가 제공된다.

[0010] 상기 잔여 반향 보정부는, 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 잔여 반향의 기본 주파수를 추출하며, 상기 추출한 잔여 반향의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 잔여 반향의 하모닉스 성분을 추정하고, 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 잔여 반향의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션(convolution)과 정규화를 통해 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정할 수 있다.

[0011] 상기 음성 신호 보정부는, 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 음성 신호의 기본 주파수를 추출하며, 상기 추출한 음성 신호의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 음성 신호의 하모닉스 성분을 추정하고, 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 음성 신호의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션과 정규화를 통해 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정할 수 있다.

[0012] 그리고, 본 발명의 일 측면에 따르면, 음성 잔여 반향 억제 장치가 음성 잔여 반향을 억제하는 방법이 제공된다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 음성 잔여 반향 억제 장치가 음성 잔여 반향을 억제하는 방법에 있어서, 입력 신호에서 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하는 단계; 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계; 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계; 및 상기 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 상기 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거하는 단계를 포함하는 음성 잔여 반향 억제 방법이 제공된다.

[0014] 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계는, 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 잔여 반향

의 기본 주파수를 추출하는 단계; 상기 추출한 잔여 반향의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 잔여 반향의 하모닉스 성분을 추정하는 단계; 및 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 잔여 반향의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션(convolution)과 정규화를 통해 상기 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0015] 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계는, 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 음성 신호의 기본 주파수를 추출하는 단계; 상기 추출한 음성 신호의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 음성 신호의 하모닉스 성분을 추정하는 단계; 및 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도 및 상기 음성 신호의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션과 정규화를 통해 상기 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치 및 방법은 잔여 반향 및 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 파워 스펙트럼 밀도를 보다 정확히 추정하므로 잔여 반향 억제 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치 및 방법은 하모닉스 성분을 이용한 보정을 통해 이동 통신에서 상대 화자에 대한 음성의 명료도를 높일 수 있으며, 음성 인식기의 인식 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치를 포함하는 반향 제거 시스템을 나타낸 구성도.
 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치를 나타낸 블록도.
 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 방법을 나타낸 순서도.
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 방법을 설명하기 위한 그래프.
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 방법을 적용한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하 첨부된 도면과 설명을 참조하여 본 발명에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치 및 방법의 실시 예에 대한 동작 원리를 상세히 설명한다. 다만, 하기에 도시되는 도면과 후술되는 설명은 본 발명의 특징을 효과적으로 설명하기 위한 여러 가지 방법 중에서 바람직한 실시 방법에 대한 것이며, 본 발명이 하기의 도면과 설명만으로 한정되는 것은 아니다. 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 발명에서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0020] 또한, 이하 실시 예는 본 발명의 핵심적인 기술적 특징을 효율적으로 설명하기 위해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 명백하게 이해할 수 있도록 용어를 적절하게 변형, 또는 통합, 또는 분리하여 사용할 것이다, 이에 의해 본 발명이 한정되는 것은 결코 아니다.
- [0021] 후술될 본 발명의 일 실시 예에서는 하모닉스 성분을 이용하여 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도와 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정해서 잔여 반향을 제거하는 방안에 대해 구체적으로 설명할 것이다.
- [0022] 이하, 본 발명의 일 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치를 포함하는 반향 제거 시스템을 나타낸 구성도이다.

- [0024] 도 1을 참조하면, 반향 제거 시스템은 음향 반향 제거 장치(100) 및 음성 잔여 반향 억제 장치(200)를 포함한다.
- [0025] 음향 반향 제거 장치(100)는 마이크(150)를 통해 입력되는 입력 신호($y(n)$)를 그대로 사용할 경우에 인식하고자 하는 음성 신호($s(n)$) 외에 반향($d(n)$) 및 잡음($n(n)$)이 섞여 있어 원활한 음성 인식을 이루어질 수 없으므로 반향을 제거한다.
- [0026] 음향 반향 제거 장치(100)는 음향 반향 경로 전달 함수를 추정하는 적응 필터이다. 음향 반향 제거 장치(100)는 추정된 반향((n))을 구할 수 있으며, 합산 장치(170)를 통해 마이크(150)를 통해 입력된 입력 신호($y(n)$)에서 반향($d(n)$) 성분을 제거한다. 그러나, 음향 반향 제거 장치(100)는 완벽하게 반향($d(n)$) 성분을 제거하지 못하고, 반향 성분에서 추정된 반향((n))을 제거한 잔여 반향($b(n)$)을 출력한다. 즉, 음향 반향 제거 장치(100)는 잔여 반향($b(n)$), 잡음($n(n)$), 음성 신호($s(n)$)를 포함하는 신호($e(n)$)를 음성 잔여 반향 억제 장치(200)로 출력한다.
- [0027] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 음향 반향 제거 장치(100)로부터 입력된 입력 신호($e(n)$)에서 잡음, 잔여 반향 및 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다. 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 기반으로 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다. 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 기반으로 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다. 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도, 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거해서 신호((n))를 출력한다. 이러한 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 도 2를 참조하여 더욱 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 입력부(210), 추정부(220), 잔여 반향 보정부(230), 음성 신호 보정부(240), 제거부(250) 및 출력부(260)를 포함한다.
- [0030] 입력부(210)는 음향 반향 제거 장치(100)로부터 신호를 입력 받는다. 즉, 입력부(210)는 음향 반향 제거 장치(100)로부터 잔여 반향($b(n)$), 잡음($n(n)$), 음성 신호($s(n)$)를 포함하는 입력 신호($e(n)$)를 입력 받는다.
- [0031] 추정부(220)는 잔여 반향($b(n)$), 잡음($n(n)$), 음성 신호($s(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다. 즉, 추정부(220)는 입력 신호($e(n)$)에서 잔여 반향($b(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하며, 입력 신호($e(n)$)에서 잡음($n(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 추정하고, 입력 신호($e(n)$)에서 음성 신호($s(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다.
- [0032] 잔여 반향 보정부(230)는 잔여 반향($b(n)$)의 하모닉스 성분을 이용하여 잔여 반향($b(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다. 다시 말하면, 잔여 반향 보정부(230)는 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 잔여 반향($b(n)$)의 기본 주파수를 추출한다. 잔여 반향 보정부(230)는 추출한 잔여 반향($b(n)$)의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 잔여 반향($b(n)$)의 하모닉스 성분을 추정한다. 잔여 반향 보정부(230)는 잔여 반향($b(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도 및 잔여 반향($b(n)$)의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션(convolution)과 정규화를 통해 잔여 반향의($b(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다.
- [0033] 음성 신호 보정부(240)는 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다. 다시 말하면, 음성 신호 보정부(240)는 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 음성 신호($s(n)$)의 기본 주파수를 추출한다. 음성 신호 보정부(240)는 추출한 음성 신호($s(n)$)의 기본 주파수를 이용하여 기본 주파수의 하모닉 주파수에 대응되는 음성 신호($s(n)$)의 하모닉스 성분을 추정한다. 음성 신호 보정부(240)는 음성 신호($s(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도 및 음성 신호($s(n)$)의 하모닉스 성분을 기반으로 컨벌루션과 정규화를 통해 음성 신호의($s(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다.
- [0034] 제거부(250)는 입력 신호에서 잔여 반향을 제거한다. 즉, 제거부(250)는 입력 신호($e(n)$)에서 추정부(220)를 통해 추정한 잡음($n(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도, 잔여 반향 보정부(230)를 통해 보정된 잔여 반향($b(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도, 음성 신호 보정부(240)를 통해 보정된 음성 신호($s(n)$)의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잡음($n(n)$), 잔여 반향($b(n)$)을 제거하여 음성 신호((n))를 추출한다.
- [0035] 출력부(260)는 제거부(250)에서 잔여 반향을 제거한 신호를 출력한다. 즉, 출력부(260)는 입력 신호에서 잡음

(n(n)), 잔여 반향(b(n))을 제거한 음성 신호((n))를 출력한다.

[0036] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 음성 잔여 반향 억제 방법을 나타낸 순서도이다. 앞서, 도 3을 참조하여 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치(200)의 각 구성은 통합되거나 또는 세분화될 수 있는바, 해당 명칭에 구애받지 아니하고, 상술한 기능을 수행하는 구성부는 본 발명의 일 실시예에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치(200)의 구성이 될 수 있음을 명확히 한다. 따라서, 이하 본 발명의 일 실시예에 따른 음성 잔여 반향 억제 방법에서 음성 잔여 반향 억제 장치(200)의 방법을 설명함에 있어서, 각 단계의 주체는 해당 구성부가 아닌 음성 잔여 반향 억제 장치(200)를 주체로 하여 설명하기로 한다.

[0037] 도 3을 참조하면, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 입력 신호(e(n))에 음성 신호(s(n))가 존재하는지를 판단한다(310). 즉, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 음성 신호와 묵음 사이를 구분할 수 있는 음성 존재 판단(Voice Activity Detection: VAD) 과정을 거쳐서 음성 신호가 존재하는지를 판단할 수 있다. 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 입력 신호(e(n))에 음성 신호(s(n))가 존재할 경우에 단계 340으로 가서 잔여 반향(b(n)), 음성 신호(s(n))의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다(320). 이에 대한 상세한 설명은 단계 340에서 하기로 한다.

[0038] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 입력 신호(e(n))에 음성 신호(s(n))가 존재하지 않을 경우에 잡음(n(n))의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다(330). 이때, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 입력 신호(e(n))에 잡음만이 존재하므로 입력 신호를 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform: FFT)을 통해 잡음의 파워 스펙트럼 밀도를 추정할 수 있다.

[0039] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향(b(n))의 파워 스펙트럼 밀도를 추정한다(340). 즉, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{bb}(\Omega)$)와 추정된 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{aa}(\Omega)$)의 위상이 같다고 간주하고, 반향(d(n))과 잔여 반향(b(n))이 서로 확률적으로 독립이라고 가정한다면 [수학식 1]과 같이 정의할 수 있다. 예를 들어, 추정된 반향(d(n))는 도 4에 도시된 그래프와 같은 신호일 수 있다.

[0040] [수학식 1]

$$R_{bb}(\Omega) = \left(\frac{F(\Omega)}{1 - F(\Omega)} \right)^2 R_{aa}(\Omega), [F(\Omega) = \frac{R_{yy}(\Omega) - R_{ee}(\Omega) - R_{aa}(\Omega)}{R_{yy}(\Omega) - R_{ee}(\Omega) + R_{aa}(\Omega)}]$$

[0041]

[0042] 여기서, $F(\Omega)$ 는 가상 시스템, $R_{ee}(\Omega)$ 는 입력 신호의 파워 스펙트럼 밀도, $R_{aa}(\Omega)$ 는 추정된 반향의 파워 스펙트럼 밀도, $R_{yy}(\Omega)$ 는 마이크(150)의 입력 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸다. 따라서, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 [수학식 1]의 $R_{ee}(\Omega)$ 에 입력 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 대입하고, $R_{aa}(\Omega)$ 에 추정된 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 대입하며, $R_{yy}(\Omega)$ 에 마이크(150)의 입력 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 대입하여 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{bb}(\Omega)$)를 추정한다.

[0043] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다(350). 구체적으로, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 기본 주파수 F_0 의 우도 함수(likelihood function, $\eta(F)$)는 [수학식 2]와 같다. 이때, 기본 주파수 F_0 의 우도 함수(likelihood function, $\eta(F)$)는 도 4에 도시된 그래프(430)와 같은 함수일 수 있다.

[0044] [수학식 2]

$$\eta(F) = \alpha^{-\beta/F} \sum_{i=i_0}^{i_1} R_{bb}(\Omega_i) \Lambda(\Omega_i, F),$$

$$\Lambda(\Omega_i, F) = \begin{cases} 0, & 2\pi i / F < \pi \\ \frac{1}{2} (\cos(2\pi i / F) + 1), & 2\pi i / F \geq \pi, \end{cases}$$

[0045]

[0046] 여기서, F 및 F₀ 각각은 주파수 및 기본 주파수에 해당하는 빈(bin) 인덱스이고, $\alpha^{-\beta/F}$ 는 가중 파라미터이며,

[i₀, i₁]는 기본 주파수에 대한 추정 범위를 나타낸다. 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{bb}(\Omega)$)가 하모닉스 구조를 갖으면, $\eta(F)$ 는 최고값을 가질 때의 주파수(F)가 기본 주파수(F₀)이다. 예를 들어, 주파수(F)가 기본 주파수(F₀)는 도 4에 도시된 그래프(420)와 같은 주파수일 수 있다. 하모닉스 성분의 주파수는 기본 주파수의 양의 정부 배에 해당하는 주파수이다. 예를 들어, 하모닉스 성분은 도 4에 도시된 그래프(440)에서 도면 번호 445와 같이 나타낼 수 있다. 그리고, 하모닉스 성분과 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 연산하면 도 4에 도시된 그래프(450)와 같이 나타낼 수 있다.

[0047] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 하모닉 주파수 빈에 대응되는 추정된 잔여 반향 샘플 값($v(\Omega_i)$)을 [수학식 3]과 같이 정의할 수 있다.

[0048] [수학식 3]

$$v(\Omega_i) = \begin{cases} 0, & i \neq F_0 n \\ R_{bb}(\Omega_i), & i = F_0 n, \end{cases} \quad n=1, 2, 3, \dots$$

[0049]

[0050] 그리고, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 컨벌루션 연산으로 인한 신호 에너지의 정규화를 위해 노멀라이징 팩터(normalizing factor, r)을 도입하고, 하모닉 구조를 이루고 있지 않은 신호에서 강제적으로 잔여 반향 샘플 값($v(\Omega_i)$)을 구했을 경우에 발생할 수 있는 잔여 반향 왜곡을 방지하기 위해 적정 문턱치값(T)를 설정한다. 잔여 반향의 하모닉스 성분($R_{bb}(\Omega)$)은 [수학식 4]와 같이 정의할 수 있다.

[0051] [수학식 4]

$$R_{hh}(\Omega_i) = \begin{cases} \gamma R_{vv}(\Omega_i), & \eta(F_0) > T \\ R_{bb}(\Omega_i), & \eta(F_0) \leq T, \end{cases}$$

$$\text{where } R_{vv}(\Omega_i) = R_{bb}(\Omega_i) * v(\Omega_i), \gamma = \frac{\sum_{i=1}^L R_{bb}^{(m)}(\Omega_i)}{\sum_{i=1}^L R_{vv}^{(m)}(\Omega_i)},$$

[0052]

[0053] 즉, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 [수학식 4]를 통해 잔여 반향의 하모닉스 성분($R_{hh}(\Omega)$)을 생성할 수 있다. 따라서, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향의 하모닉스 성분을 이용하여 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 보정할 수 있다. 즉, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 [수학식 5]와 같이 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{bb'}(\Omega)$)를 정의할 수 있다.

[0054] [수학식 5]

$$R_{bb'}(\Omega) = \rho R_{bb}(\Omega) + (1 - \rho) R_{hh}(\Omega)$$

[0055]

[0056] 여기서, ρ 는 혼합 파라미터로 추정된 잔여 반향과 잔여 반향의 하모닉스 성분의 비율을 정한다. 일반적으로, 혼합 파라미터(ρ)는 0 초과 1 이하의 값을 나타낸다.

[0057] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 음성 신호의 하모닉스 성분을 이용하여 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 보정한다 (360). 다시 말하면, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 음

성 신호의 파워 스펙트럼 밀도($R_{ss}(\Omega)$)도 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도($R_{hh}(\Omega)$)와 동일하게 음성으로 구성되어 있기 때문에 기본 주파수와 하모닉스로 구성된 스펙트럼의 형태를 갖는다. 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잔여 반향을 하모닉스 성분을 보상하여 보정하는 상기의 방법을 이용하여 음성 신호에서 음성 성분을 명확하게 보정한다.

[0058] 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 잡음의 파워 스펙트럼 밀도, 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도 및 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 이용하여 잔여 반향을 제거한다(370). 즉, 음성 잔여 반향 억제 장치(200)는 [수학식 6]을 이용하여 입력 신호에서 잔여 반향을 제거할 수 있다.

[0059] [수학식 6]

$$H'(\Omega) = \frac{R_{ss'}(\Omega)}{R_{ss'}(\Omega) + R_{mm}(\Omega) + R_{bb'}(\Omega)}$$

[0060]

[0061] 여기서, $R_{ss'}(\Omega)$ 는 보정된 음성 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 나타내고, $R_{bb'}(\Omega)$ 는 보정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 나타내며, $R_{mm}(\Omega)$ 는 잡음의 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸다.

[0062] 즉, 도 5의 도면 번호 510은 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸다. 본 발명의 음성 잔여 반향 억제 방법을 이용하여 추정된 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도는 도 5의 도면 번호 550가 같이 나타낸다. 따라서, 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도(즉, 파란색 선)와 본 발명에 따른 잔여 반향의 파워 스펙트럼 밀도(빨간색 선)의 차이가 미비하므로 본 발명에 따른 음성 잔여 반향 억제 장치(200)의 잔여 반향 추정 능력이 우수하다는 것을 알 수 있다.

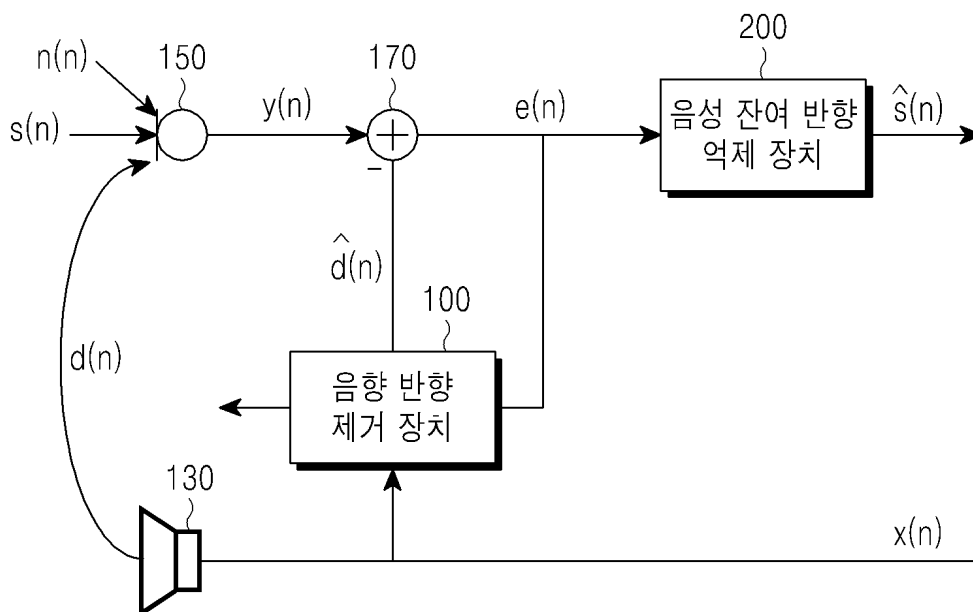
[0063] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

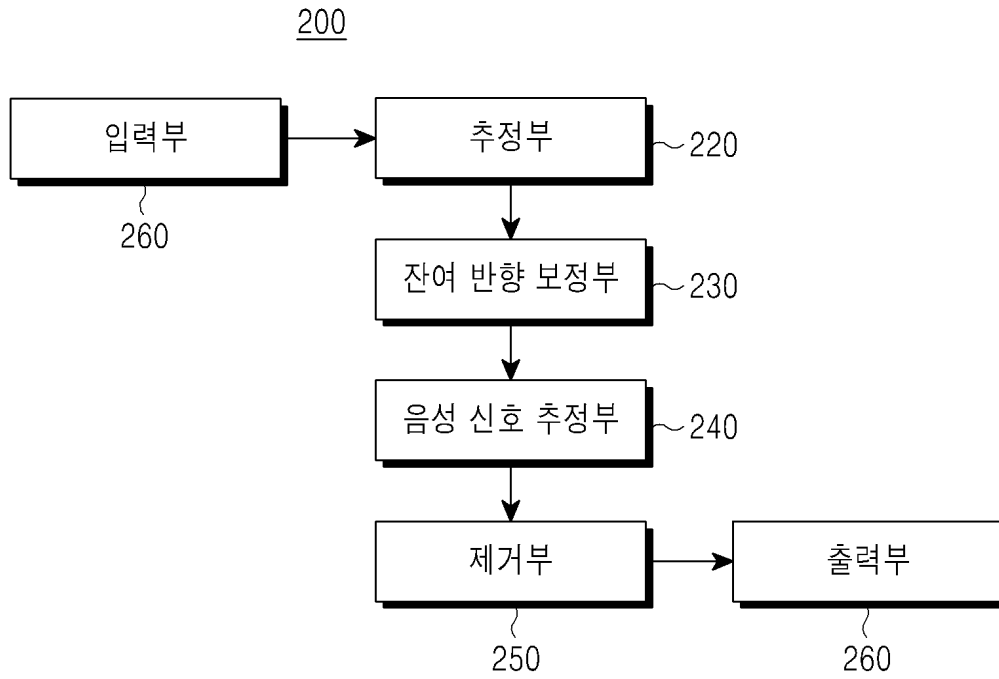
[0064] 100: 음향 반향 제거 장치
130: 스피커
150: 마이크
200: 음성 잔여 반향 억제 장치
220: 추정부
230: 잔여 반향 보정부
240: 음성 신호 보정부
250: 제거부

도면

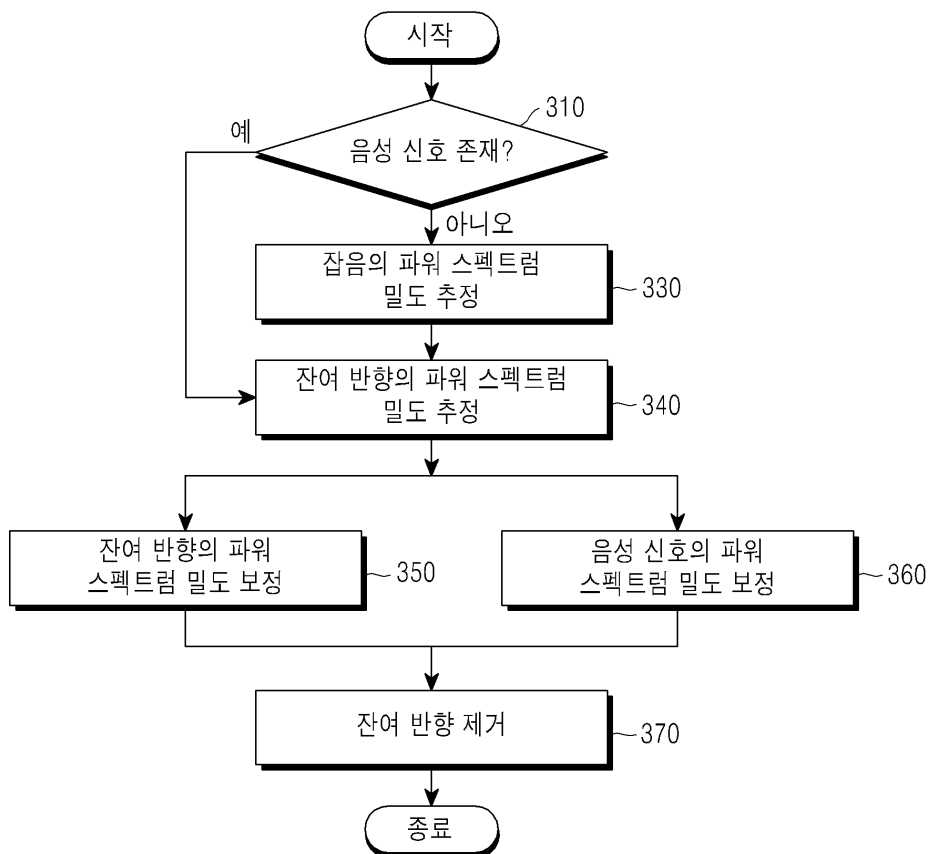
도면1



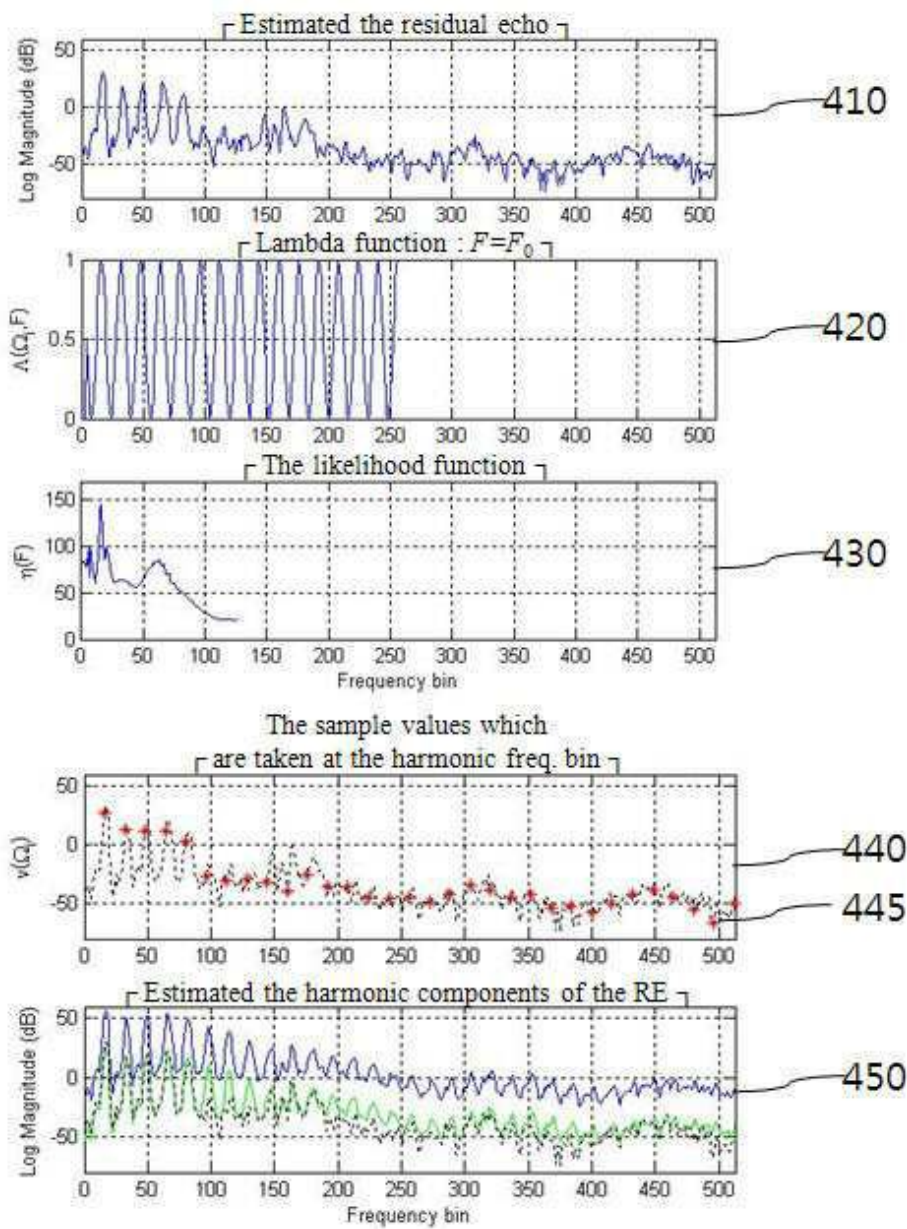
도면2



도면3



도면4



도면5

