(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0054424
(43) 공개일자 2015년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G10L 21/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0136846
(22) 출원일자 2013년11월12일
심사청구일자 2013년11월12일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
조현진
서울 성북구 안암로 145, 공과대학 창의관 711호 지능신호처리연구실 ISPL (안암동5가, 고려대학교 이과대학)
고한석
서울 용산구 이촌로88길 30, 103동 1602호 (이촌동, 삼성리버스위트아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송인호, 민영준, 최관락

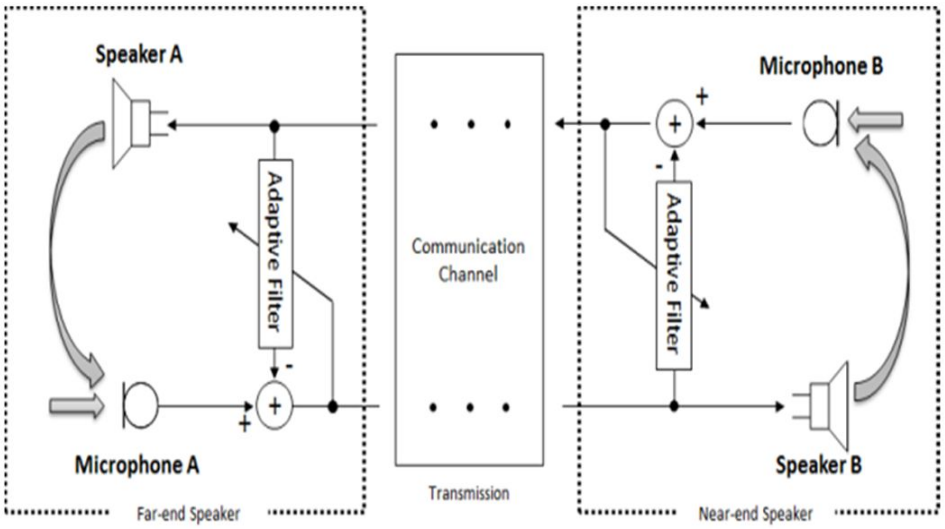
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **잔여 에코 제거 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

잔여 에코 제거 방법 및 그 장치가 개시된다. 잔여 에코 제거 방법은 (a) 입력 신호의 상태를 검출하는 단계; (b) 상기 검출된 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 상기 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하는 단계; (c) 스피커를 통해 출력되는 후단 신호(far-end signal)를 분류하는 단계; 및 (d) 상기 분류 결과에 따라 상기 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용한 잔여 에코 성분 추정 여부를 결정하여 잔여 에코를 제거하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

최우현

서울 성북구 안암로 145, 공과대학 창의관 711호 지능신호처리연구실 ISPL (안암동5가, 고려대학교 이과대학)

문성규

경기 안양시 동안구 부림로 52, 502동 301호 (평촌동, 초원럭키아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	WR080951
부처명	(재)서울산업통상진흥원
연구관리전문기관	연구지원부
연구사업명	세계유수연구소유치지원사업
연구과제명	5차년도 [1-A] Multimedia Services Applications
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2012.12.01 ~ 2013.11.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

입력 신호의 상태를 검출하는 검출부;

상기 검출된 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 상기 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하는 적응 필터부; 및

상기 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용한 잔여 에코 성분 추정 여부를 결정하여 잔여 에코를 제거하는 후처리 필터를 포함하는 에코 제거 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 상태가 에코 신호와 근단 신호(near-end signal)이 포함된 더블톡 구간이면, 상기 적응 필터부는 상기 필터 가중치를 갱신하지 않고, 최종 사용된 필터 가중치를 이용하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 상태가 에코 신호만 포함된 싱글톡 구간이면,

상기 적응 필터부는 상기 필터 가중치를 지속적으로 갱신하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

후단 신호(far-end signal)을 분류하는 분류부를 더 포함하되,

상기 분류 결과 상기 후단 신호가 비음성 신호이면, 상기 후처리 필터는 상기 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하지 않고 잔여 에코를 제거하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 분류 결과 상기 후단 신호가 음성 신호인 경우, 상기 후처리 필터는 상기 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하여 제거하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 장치.

청구항 6

(a) 입력 신호의 상태를 검출하는 단계;

(b) 상기 검출된 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 상기 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하는 단계;

(c) 스피커를 통해 출력되는 후단 신호(far-end signal)를 분류하는 단계; 및

(d) 상기 분류 결과에 따라 상기 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용한 잔여 에코 성분 추정 여부를 결정하여 잔여 에코를 제거하는 단계를 포함하는 에코 제거 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

상기 분류 결과가 음성 신호이면, 상기 잔여 에코 성분을 추정하여 잔여 에코를 제거하는 단계; 및

상기 분류 결과가 비음성 신호이면, 상기 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하지 않고 잔여 에코를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 음성 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코를 제거할 수 있는 잔여 에코 제거 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 도 1은 종래의 에코 제거 시스템의 블록도이다.

[0003] 도 1에 도시된 바와 같이, 상호 물리적으로 떨어진 두명이 대화하는 통신장치에서 상대방의 스피커-마이크 경로를 통해 재입력되는 본인의 음성은 통화품질에 많은 영향을 미친다.

[0004] 또한, 이동통신 기술의 발달로 인한 핸즈프리 통신 장비가 범용적으로 확대됨으로 인해 에코를 효과적으로 제거하기 위한 필요성 또한 더욱 증가하였다.

[0005] 일반적으로 핸즈프리 통신장비는 자동차 내부에서 많이 이용된다. 운전자가 운전중에 두 손 모두를 운전에 사용할 수 있도록 핸즈프리 모드 통화를 이용하여 통화를 하면, 자동차 내부의 스피커를 통해 마이크로 다시 들어가는 상대방 목소리 제거를 위해 에코 제거 기술이 활용된다. 또 다른 예는 운전자와 후방좌석에 앉은 사람과의 대화 상황 중, 운전자의 인지부하(cognitive load)를 경감시키기 위한 시스템(In-Car-Communication, ICC)에서 찾을 수 있다. 시선을 마주하는 일반적인 대화 상황과는 달리 운전자와 승객 모두 전방을 향하는 자동차 내부에서의 대화는 전달력이 떨어진다. 이에 따라 운전자는 고개를 측면으로 돌려서 대화를 하게 되고, 이러한 시도는 안전에 유해한 요소로 작용한다. 이를 방지하기 위하여 운전자의 음성을 후방좌석에 전달할 수 있는 마이크-스피커가 설치되는데, 이에 따라 에코 제거 기술이 활용된다.

[0006] 이러한 에코 제거를 위해 적응 필터(adaptive filter)가 사용된다. 하지만 적응 필터의 차수는 에코를 발생시키는 Room Impulse Response의 차수보다 짧기 때문에 완벽한 에코 제거가 불가능하며, 잔여 에코 성분(residual echo signal)이 남는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 적응 필터를 적용한 후 존재하는 잔여 에코 성분을 정확하게 측정하여 제거할 수 있는 잔여 에코 제거 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명은 원단 신호(far-end signal)의 특성을 이용하여 후처리 필터를 활용하여 효과적으로 잔여 에코를 제거할 수 있는 잔여 에코 제거 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 적응 필터를 적용한 후 존재하는 잔여 에코 성분을 정확하게 측정하여 제거할 수 있는 장치가 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 입력 신호의 상태를 검출하는 검출부; 상기 검출된 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 상기 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하는 적응 필터부; 및 상기 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분 확인 및 이에 따른 잔여 에코 성분 추정 및 제거하는 후처리 필터를 포함하는 에코 제거 장치가 제공될 수 있다.

[0011] 상기 상태가 에코 신호와 근단 신호(near-end signal)이 포함된 더블톡이면, 상기 적응 필터부는 상기 필터 가중치를 갱신하지 않고, 최종 사용된 필터 가중치를 이용할 수 있다.

[0012] 상기 상태가 에코 신호만 포함된 싱글톡이면, 상기 적응 필터부는 상기 필터 가중치를 지속적으로 갱신할 수 있다.

[0013] 후단 신호(far-end signal)을 분류하는 분류부를 더 포함하되, 상기 분류 결과 상기 후단 신호가 비음성 신호이면, 상기 후처리 필터는 상기 하모닉 성분을 이용한 잔여 에코 성분을 추정하지 않고 잔여 에코를 제거할 수 있다.

[0014] 상기 분류 결과 상기 후단 신호가 음성 신호인 경우, 상기 후처리 필터는 상기 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하여 제거할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 적응 필터를 적용한 후 존재하는 잔여 에코 성분을 정확하게 측정하여 제거할 수 있는 방법이 제공된다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, (a) 입력 신호의 상태를 검출하는 단계; (b) 상기 검출된 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 상기 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하는 단계; (c) 스피커를 통해 출력되는 후단 신호(far-end signal)를 분류하는 단계; 및 (d) 상기 분류 결과에 따라 상기 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분 확인 및 이에 따른 잔여 에코 성분 추정 및 제거하는 단계를 포함하는 에코 제거 방법이 제공될 수 있다.

[0017] 상기 (d) 단계는, 상기 분류 결과가 음성 신호이면, 상기 잔여 에코 성분을 추정하여 잔여 에코를 제거하는 단계; 및 상기 분류 결과가 비음성 신호이면, 상기 잔여 에코 성분 추정없이 잔여 에코를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 잔여 에코 제거 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 적응 필터를 적용한 후 존재하는 잔여 에코 성분을 정확하게 측정하여 제거할 수 있다.

[0019] 이를 통해, 본 발명은 자동차 내부등에서 핸즈프리 통화시 원활한 통화 품질을 보장할 수 있으며, 차량내 대화 시스템을 이용한 운전자의 인지부하를 경감시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 종래의 에코 제거 시스템의 블록도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 장치의 구성을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 잔여 에코를 제거하는 방법을 나타낸 순서도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 성능 결과를 비교한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0022] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조

합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 본 발명은 적응 필터를 통해 에코를 제거한 후 남은 잔여 에코 성분을 측정하여 음성 하모닉 특징을 이용하여 음성 신호와 비음성 신호를 구분한 후 잔여 에코 성분을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0025] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0027] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 장치(200)는 입력부(210), 검출부(215), 적응 필터부(220), 분류부(225), 후처리 필터부(230) 및 출력부(235)를 포함하여 구성된다.

[0028] 입력부(210)는 외부로부터 음향 신호를 입력받기 위한 수단이다. 예를 들어, 입력부(210)는 마이크일 수 있다.

[0029] 검출부(215)는 입력부(210)를 통해 입력된 입력 신호의 상태를 검출하기 위한 수단이다.

[0030] 예를 들어, 마이크와 같은 입력부(210)를 통해 입력된 신호는 에코 신호와 상대방에게 전달하고자 하는 근단(near-end) 음성 신호 및 노이즈를 포함할 수 있다.

[0031] 검출부(215)는 입력 신호를 분석하여 에코 신호만 포함된 싱글톡(single-talk) 구간인지, 에코 신호와 근단 음성 신호가 함께 포함된 더블톡(double-talk) 구간인지를 검출할 수 있다.

[0032] 이때, 검출부(215)는 Geigel 알고리즘을 이용하여 입력 신호의 상태를 검출할 수 있다. 여기서, Geigel 알고리즘은 당업자에게는 자명한 사항이므로 이에 대한 별도의 설명은 생략하기로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출부(215)가 Geigel 알고리즘을 이용하는 것을 가정하여 설명하고 있으나, 이외에도 더블톡을 판별하는 공지된 알고리즘 중 어느 하나를 이용하여 수행될 수 있음은 당연하다.

[0033] 적응 필터부(220)는 검출부(215)를 통해 검출된 입력 신호의 상태에 따라 필터 가중치 갱신 여부를 결정하여 입력 신호에 대한 1차 에코를 제거하기 위한 수단이다.

[0034] 즉, 적응 필터부(220)는 에코 성분을 추정한 후 입력 신호에서 추정된 에코 성분을 제거하여 후처리 필터부(230)로 출력할 수 있다. 적응 필터부(220)는 추정된 에코 성분을 입력 신호에서 제거하는 것으로, 입력 신호에서 완벽하게 에코 성분을 제거하지는 못한다. 이에, 적응 필터부(220)를 통해 출력된 신호는 잔여 에코 성분을 포함하게 된다.

[0035] 또한, 적응 필터부(220)는 에코 성분을 추정하여 제거함에 있어, 입력 신호의 상태를 고려할 수 있다. 즉, 적응 필터부(220)는 검출부(215)를 통해 검출된 입력 신호의 상태가 싱글톡 구간이면, 필터 가중치를 지속적으로 갱신하여 에코 성분을 추정한 후 에코를 제거할 수 있다.

[0036] 그러나 만일 입력 신호의 상태가 더블톡 구간이면, 적응 필터부(220)는 필터 가중치를 갱신하지 않고, 최종 사용된(즉, 가장 마지막 사용된) 필터 가중치값을 이용하여 에코 성분을 추정하여 입력 신호에서 에코를 제거할 수 있다.

[0037] 분류부(225)는 출력부(235)를 통해 출력되는 원단 신호(far-end signal)을 구분하기 위한 수단이다.

[0038] 예를 들어, 분류부(225)는 원단 신호의 주파수 특성을 이용하여 음성 신호 및 비음성 신호로 구분할 수 있다.

[0039] 일반적으로, 음성 신호의 경우 일정 범위 내에서 피치 성분을 갖고, 기본파(fundamental frequency)의 정수배에 해당하는 주파수에 비교적 많은 에너지가 존재하는 하모닉 특징을 갖는다. 반면, 비음성 신호(예를 들어, 자동차 엔진소리, 경적소리, 스키드음 등)은 상술한 특징을 갖지 않는다. 하기 표 1은 사람의 음성 신호에 대한 주파수 특성을 비교한 표이다.

표 1

[0040]

	어린이	여자	남자
평균 대화 기본파	265	225	128
주파수 범위	208 ~ 440	155 ~ 334	85 ~ 196

[0041] 후처리 필터부(230)는 분류부(225)의 원단 신호 분류 결과에 따라 적응 필터부(220)를 통해 1차 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분 추정 여부를 결정하여 잔여 에코를 제거하기 위한 수단이다.

[0042] 예를 들어, 분류부(225)의 원단 신호 분류 결과 음성 신호이면, 후처리 필터부(230)는 적응 필터부(220)를 통해 1차 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분 추정하여 잔여 에코를 제거한다.

[0043] 후처리 필터부(230)에서 파워 스펙트럼 밀도를 추정하고, 추정된 파워 스펙트럼 밀도에서 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 정확하게 추정하는 방법은 이미 공지된 기술이므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0044] 그러나 만일 분류부(225)의 원단 신호 분류 결과 비음성 신호이면, 후처리 필터부(230)는 적응 필터부(220)를 통해 1차 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분 추정없이 잔여 에코를 제거할 수 있다.

[0045] 출력부(235)는 음향 신호를 출력하기 위한 수단이다. 예를 들어, 스피커일 수 있다.

[0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 잔여 에코를 제거하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0047] 단계 310에서 에코 제거 장치(200)는 입력부(210)를 통해 입력되는 입력 신호의 입력 상태를 검출한다.

[0048] 예를 들어, 입력 신호의 입력 상태는 싱글톡 및 더블톡일 수 있다.

[0049] 단계 315에서 에코 제거 장치(200)는 입력 신호의 입력 상태가 더블톡 구간인지 여부를 판단한다.

[0050] 만일 입력 신호의 입력 상태가 더블톡 구간이면, 단계 320에서 에코 제거 장치(200)는 적응 필터의 필터 가중치를 갱신하지 않고, 최종 사용된 필터 가중치(즉, 가장 마지막 사용된 필터 가중치값)를 이용하여 에코 성분을 추정하여 에코를 제거한다.

[0051] 그러나 만일 입력 신호의 입력 상태가 싱글톡 구간이면, 단계 325에서 에코 제거 장치(200)는 적응 필터의 필터 가중치를 지속적으로 갱신하여, 에코 성분을 추정하여 에코를 제거한다. 예를 들어, 적응 필터는 NLMS 적응 필터 알고리즘이 이용될 수 있다. 물론, 이외에도, 공지된 적응 필터 알고리즘 중 어느 하나를 이용하여 수행될 수도 있음은 당연하다.

[0052] 적응 필터의 필터 가중치를 갱신하는 방법, 적응 필터를 이용하여 에코 성분을 추정하여 입력 신호에서 에코 성분을 제거하는 방법 자체는 당업자에게는 자명한 사항이므로 이에 대한 별도의 설명은 생략하기로 한다.

[0053] 단계 330에서 에코 제거 장치(200)는 출력부(235)를 통해 출력되는 원단 신호(far-end signal)의 주파수 특성을 분석하여 분류한다.

[0054] 예를 들어, 원단 신호의 주파수 특성을 분석하여 원단 신호가 음성 신호인지 비음성 신호인지를 분류할 수 있다.

[0055] 도 3에는 원단 신호의 주파수 특성을 분석하여 분류하는 단계가 325 이후에 수행되는 것으로 설명되어 있으나, 단계 330는 단계 310 이전에 수행될 수도 있으며, 단계 320 이전에 병렬적으로 수행될 수도 있음은 당연하다.

[0056] 단계 335에서 에코 제거 장치(200)는 분류 결과 원단 신호가 음성 신호인지 여부를 판단한다.

[0057] 만일 분류 결과, 원단 신호가 음성 신호이면, 단계 340에서 에코 제거 장치(200)는 적응 필터를 통해 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도를 추정하고, 추정된 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하여 잔여 에코를 제거한다.

[0058] 이에 대해 간단히 설명하면, 입력부(210)를 통해 입력된 신호는 근단 음성 신호, 노이즈 및 에코를 각각 포함한다. 이를 수식으로 표현하면, 수 1과 같다.

수학식 1

[0059] $$Y^{(m)}(\Omega_i) = S^{(m)}(\Omega_i) + N^{(m)}(\Omega_i) + D^{(m)}(\Omega_i)$$

[0060] 여기서, $S^{(m)}(\Omega_i)$는 근단 음성 신호 성분을 나타내고, $N^{(m)}(\Omega_i)$는 노이즈 성분을 나타내며, $D^{(m)}(\Omega_i)$는 에코 성분을 나타낸다.

[0061] 에코 제거 장치(200)는 적응 필터를 통해 에코 성분을 추정한 후 입력 신호에서 이를 차감하여 에코를 제거한다. 그러나, 이미 전술한 바와 같이, 이는 추정된 에코를 입력 신호에서 제거하는 것으로, 입력 신호에서 정확하게 에코 성분을 제거하지 못하여 잔여 에코 성분이 포함된다.

[0062] 이에, 후처리 필터로 입력되는 신호는 수 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0063] $$\begin{aligned} E^{(m)}(\Omega_i) &= Y^{(m)}(\Omega_i) - \hat{D}^{(m)}(\Omega_i) \\ &= S^{(m)}(\Omega_i) + N^{(m)}(\Omega_i) + B^{(m)}(\Omega_i) \end{aligned}$$

[0064] 여기서, $B^{(m)}(\Omega_i) = D^{(m)}(\Omega_i) - \hat{D}^{(m)}(\Omega_i)$은 잔여 에코 성분을 나타낸다.

[0065] 이와 같은 잔여 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도(PSD: power spectral density)은 등가 교환 함수에 의해 예측될 수 있다. 근단 음성 신호, 노이즈, 에코가 각각 독립적이라고 가정하면, 등가 교환 함수는 수 3에 의해 획득될 수 있다.

수학식 3

[0066] $$R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i) = \left(\frac{F^{(m)}(\Omega_i)}{1 - F^{(m)}(\Omega_i)} \right)^2 R_{\hat{d}\hat{d}}^{(m)}(\Omega_i),\ F^{(m)}(\Omega_i) \neq 1$$

[0067] 여기서, $F^{(m)}(\Omega_i) = \dfrac{R_{yy}^{(m)}(\Omega_i) - R_{ee}^{(m)}(\Omega_i) - R_{\hat{d}\hat{d}}^{(m)}(\Omega_i)}{R_{yy}^{(m)}(\Omega_i) - R_{ee}^{(m)}(\Omega_i) + R_{\hat{d}\hat{d}}^{(m)}(\Omega_i)}$ 이고, $R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i)$는 잔여 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도를 나타내고, $R_{yy}^{(m)}(\Omega_i)$는 마이크를 통해 입력된 입력 신호의 파워 스펙트럼 밀도를 나타내며, $R_{ee}^{(m)}(\Omega_i)$는 제거된 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도를 나타내고, $R_{\hat{d}\hat{d}}^{(m)}(\Omega_i)$는 추정된 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도를 나타낸다.

[0068] 잔여 에코 성분의 기본파(*F0*)는 하기 수3의 우도 함수는 수 4와 같다.

수학식 4

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

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

[0069]

[0070] 여기서, $\alpha^{-\beta/F}$ 는 가중 파라미터를 나타낸다.

[0071] 하모닉 성분은 기본파의 정수배 특성을 갖는다.

[0072] 이에 따라, 예측된 잔여 에코 성분의 샘플값은 수 5와 같이 정의될 수 있다.

수학식 5

$$\upsilon^{(m)}(\Omega_i)=\begin{cases}0, & i\neq F_0 n\\ R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i), & i=F_0 n,\end{cases}\quad n=1,2,3,\ldots$$

[0073]

[0074] 이에 따라, 잔여 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도의 하모닉 성분은 수 6과 같이 정의할 수 있다.

수학식 6

$$R_{\hat{b}_h\hat{b}_h}^{(m)}(\Omega_i)=\begin{cases}\gamma R_{\hat{b}_\upsilon\hat{b}_\upsilon}^{(m)}(\Omega_i), & \eta(F_0)>T\\ R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i), & \eta(F_0)\leq T\end{cases}$$

[0075]

$$R_{\hat{b}_\upsilon\hat{b}_\upsilon}^{(m)}(\Omega_i)=R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i)*\upsilon^{(m)}(\Omega_i),\gamma=\frac{\sum_{i=1}^{L}R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i)}{\sum_{i=1}^{L}R_{\hat{b}_\upsilon\hat{b}_\upsilon}^{(m)}(\Omega_i)}$$

[0076] 여기서, 이고, $*$ 는 콘볼루션 연산자를 나타낸다.

[0077] 예를 들어, 우도 함수값이 임계치보다 크다면, 잔여 에코 성분은 하모닉 성분을 가지는 신호로 분류되고, 임계치 이하이면, 하모닉 성분을 가지지 않은 비음성 신호로 분류될 수 있다.

[0078] 이에, 에코 제거 장치(200)는 잔여 에코 신호의 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 하모닉 성분을 이용한 잔여 에코 성분을 추정하여 제거하기 위한 후처리 필터는 수 7과 같이 정의될 수 있다.

수학식 7

$$H^{(m)}(\Omega_i)=\frac{SIR^{(m)}(\Omega_i)}{1+SIR^{(m)}(\Omega_i)}$$

[0079]

[0080] 여기서, $SIR_{inst}^{s,(m)}(\Omega_i) = \frac{R_{\tilde{s}\tilde{s}}^{(m)}(\Omega_i)}{R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i) + R_{\hat{n}\hat{n}}^{(m)}(\Omega_i)}$ 일 수 있다. 여기서, 하모닉 성분의 보상을 위해 잔여 에코 성분의 파워 스펙트럼 밀도는 $\rho R_{\hat{b}\hat{b}}^{(m)}(\Omega_i) + (1-\rho) R_{\hat{b}_h\hat{b}_h}^{(m)}(\Omega_i)$ 로 대체될 수 있다. 여기서, ρ 는 혼합 파라미터이다.

[0081] 분류 결과, 원단 신호가 비음성 신호이면, 단계 345에서 에코 제거 장치(200)는 적응 필터를 통해 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 잔여 에코 성분 추정 없이 잔여 에코를 제거한다.

[0082] 이를 통해, 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 장치(200)는 비음성 신호의 하모닉 추정에 따른 연산 부하 증가를 방지할 수 있으며, 잘못된 하모닉 성분이 반영된 잔여 에코 추정으로 인한 성능 저하를 방지할 수 있는 이점이 있다.

[0083] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 성능 결과를 비교한 그래프이다.

[0084] 410은 음성 에코 신호가 입력되었을 경우, 적응 필터만을 적용한 에코 제거 결과를 나타내고, 415는 적응 필터와 후처리 필터(하모닉 잔여 에코 미추정)에 따른 에코 제거 결과를 나타내며, 420은 적응 필터와 후처리 필터(하모닉 잔여 에코 추정)에 따른 에코 제거 결과를 각각 나타낸 것이다.

[0085] 도 4는 ERLE(Echo Return Loss Enhancement)를 평가 지표로 활용한 것으로, 이는 입력된 에코 신호가 얼마나 제거되었는지를 나타내는 지표로써, 수치가 높을수록 에코 신호가 많이 제거된 것을 의미한다.

[0086] 즉, 도 4와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 에코 제거 방법은 SNR의 감소에도 불구하고 원활한 통화 품질을 보장할 수 있음을 알 수 있다.

[0087] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 잔여 에코 성분 제거 방법은 다양한 전자적으로 정보를 처리하는 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 저장 매체에 기록될 수 있다. 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0088] 저장 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 소프트웨어 분야 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 저장 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 전자적으로 정보를 처리하는 장치, 예를 들어, 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0089] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0090] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 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

[0091] 210: 입력부

215: 검출부

220: 적응 필터부

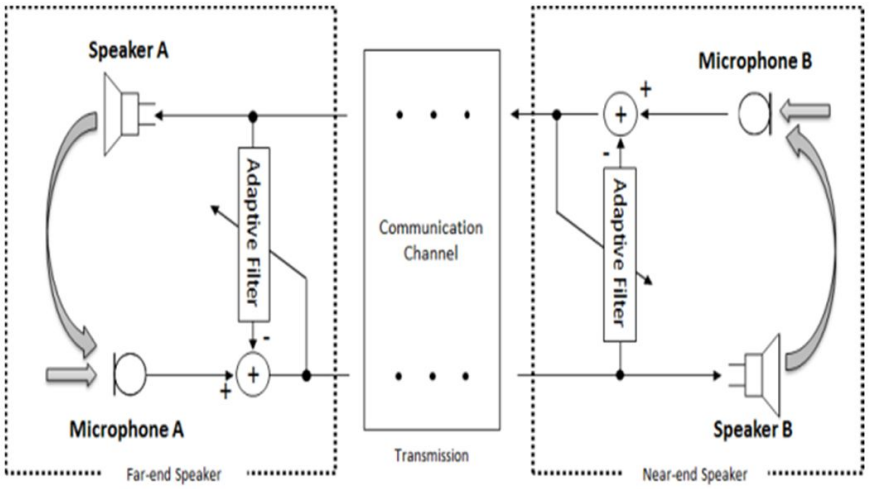
225: 분류부

230: 후처리 필터부

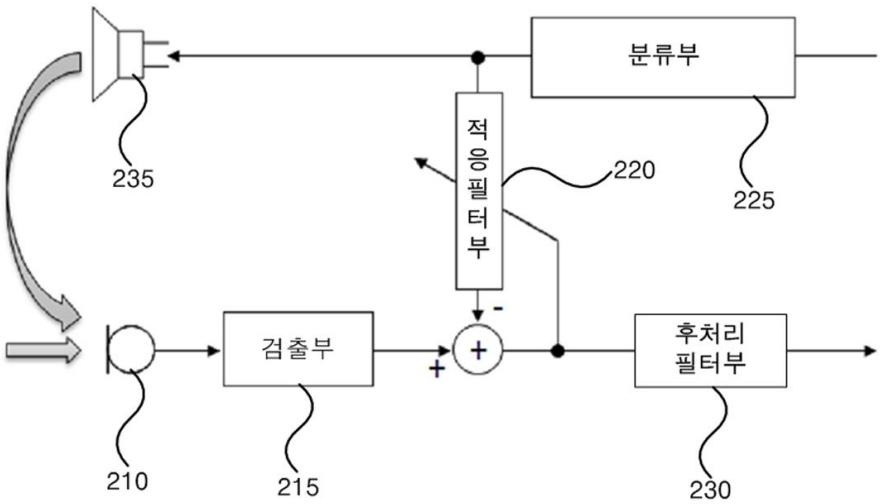
235: 출력부

도면

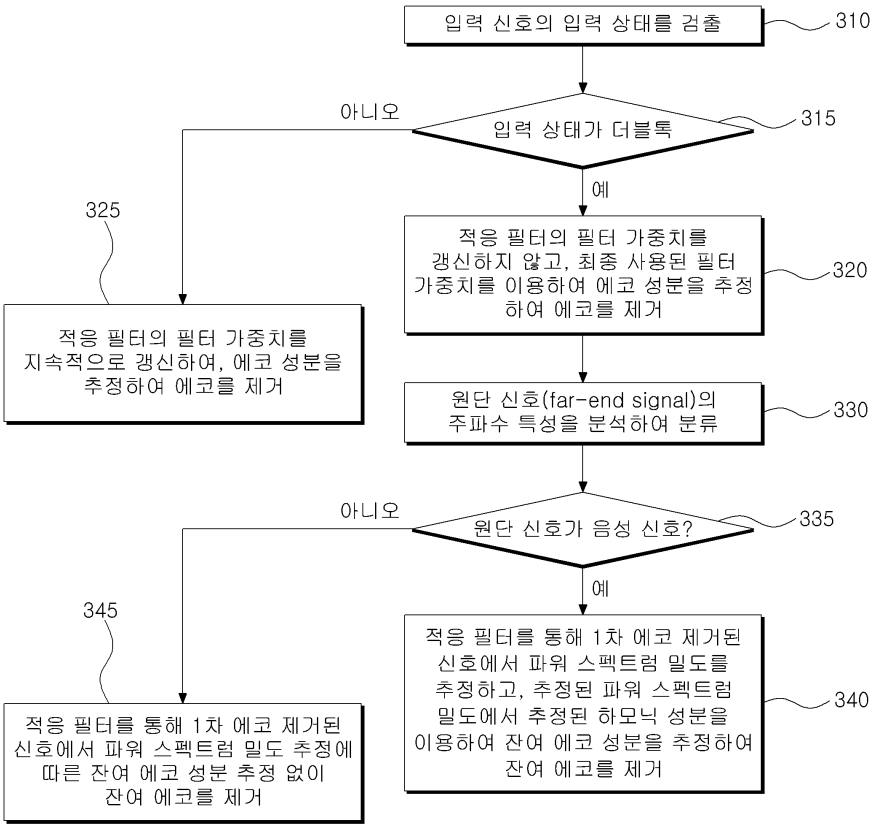
도면1



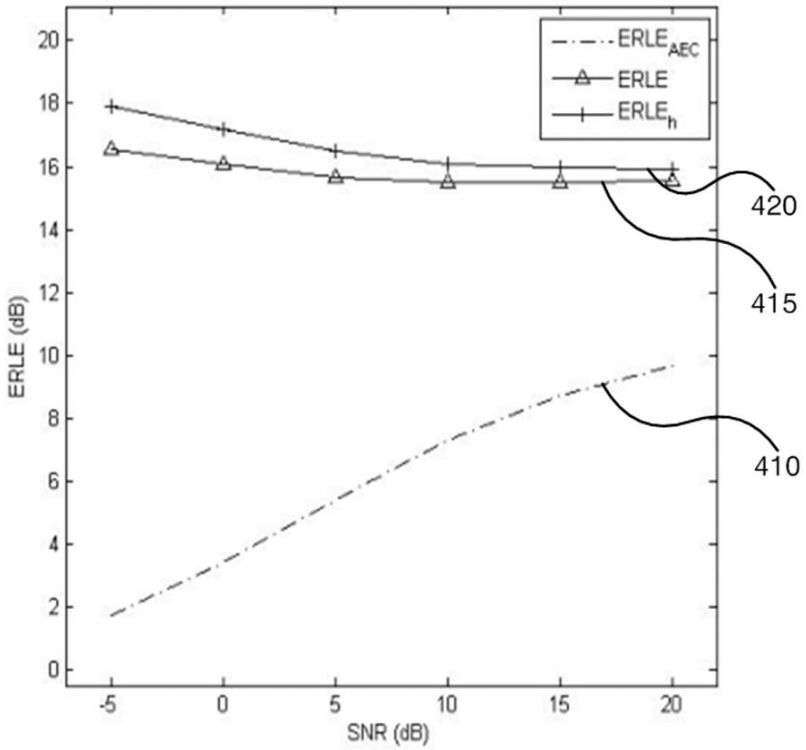
도면2



도면3


입력 신호의 입력 상태를 검출
310
입력 상태가 더블톡
315
아니오
예
적응 필터의 필터 가중치를 갱신하지 않고, 최종 사용된 필터 가중치를 이용하여 에코 성분을 추정하여 에코를 제거
320
325
적응 필터의 필터 가중치를 지속적으로 갱신하여, 에코 성분을 추정하여 에코를 제거
원단 신호(far-end signal)의 주파수 특성을 분석하여 분류
330
원단 신호가 음성 신호?
335
아니오
예
적응 필터를 통해 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도를 추정하고, 추정된 파워 스펙트럼 밀도에서 추정된 하모닉 성분을 이용하여 잔여 에코 성분을 추정하여 잔여 에코를 제거
340
345
적응 필터를 통해 1차 에코 제거된 신호에서 파워 스펙트럼 밀도 추정에 따른 잔여 에코 성분 추정 없이 잔여 에코를 제거

도면4


ERLE_AEC
ERLE
ERLE_h
420
415
410
ERLE (dB)
SNR (dB)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
-5
0
5
10
15
20