

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶ H04B 1/69	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특1998-072727 1998년 11월 05일
(21) 출원번호	특1997-007674	
(22) 출원일자	1997년 03월 07일	
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 김광호	
(72) 발명자	경기도 수원시 팔달구 매탄동 416 박호중 경기도 성남시 분당구 야탑동 경남아파트 712-1902 김영기 서울특별시 강남구 대치동 선경아파트 12-1401	
(74) 대리인	이건주	
심사청구 : 있음		
(54) 반향제거장치 및 방법		

요약

하이브리드를 통해 입력되는 신호에 포함된 반향신호를 제거하는 장치가, 적응필터와 고정필터를 구비하며, 필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생하고 각 반향예측신호들을 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시킨 반향제거신호들을 발생하며, 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력한다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 일반적인 반향제거장치의 구성을 도시하는 도면
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치의 구성을 도시하는 도면
- 도 3은 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에서의 반향제거장치의 연결관계를 도시하는 도면
- 도 4는 정상상태에서 반향제거장치의 수렴 특성을 도시하는 도면
- 도 5는 더블 토크 과정에서 반향제거장치의 특성을 도시하는 도면
- 도 6은 반향 경로 변환시 적응 특성을 도시하는 도면
- 도 7은 더블토크 및 반향경로 변화가 동시에 발생될 시의 반향제거장치의 특성을 도시하는 도면
- 도 8a - 도 8c는 본 발명의 실시예에 따라 반향신호가 제거되는 과정을 도시하는 흐름도

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반향제거장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 적응 필터를 이용하여 반향신호를 제거할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로 통신시스템에서 반향 현상은 4-2 변환(4 wire to 2 wire conversion)을 위한 하이브리드(hybrid)의 임피던스 부정합(impedance mismatch)에 의하여 발생된다. 도 1에서 A의 음성이 B측 하이브리드를 통하여 B로 전달되는데, 하이브리드의 임피던스 부정합에 의하여 되돌아오는 반향신호를 제거하여야 하며, 이를 담당하는 것이 반향제거 장치이다.

상기 A의 음성과 반향신호는 하이브리드에 대하여 서로 입출력 관계가 있으며, 적응 필터를 이용하여 이 관계를 예측할 수 있다. 즉, A 음성을 적응 필터의 입력으로 하고, 이때의 출력이 반향신호와 같게 되도록 적응필터의 계수를 계속적으로 훈련(training)시키면, 결국 적응 필터가 하이브리드와 같은 입출력 관계를 가지게 된다. 그 다음 A의 음성을 이 필터를 통과시키면 반향신호가 예측되고, 이 예측된 반향신

호를 원래의 반향에서 빼면 반향신호가 제거된다.

상기 적응필터의 계수들은 계속 갱신(update)되어 항상 최적의 상태를 유지한다. 그러나 A와 B의 음성이 동시에 입력되는 더블 토크(double talk) 상태에서는 B 음성이 합쳐지게 되므로, 적응필터가 계속 업데이트될 경우 적응필터가 발산하게 된다. 이를 방지하기 위하여 B의 입력동안 적응필터의 업데이트를 일시 중단하여야 하며, 이를 위하여 B 입력의 존재 여부를 알아야 한다. 이런 경우, 먼저 A 음성신호와 반향신호의 크기를 비교하여 반향신호의 크기가 상대적으로 크면 B 입력이 있다고 판정한다. 두 번째로 B 입력이 있으면 적응필터가 발산하므로, 적응필터의 수렴 상태를 점검하다가 발산하게 되면 B 입력이 있다고 판정한다.

상기와 같이 동작하는 반향제거장치를 가지고 반향신호를 제거하는 경우에도 신호의 양자화 잡음(quantize noise), B의 잡음 등에 의하여 잔류 반향신호가 발생된다. 이 신호의 레벨을 다시 낮추기 위하여 반향신호를 제거한 후, 논 리니어 프로세서(non linear processor)를 사용한다. 이는 보통 센터 클리핑(center clipping) 장치를 이용하여 잡음 레벨의 신호는 무조건 제로로 만든다.

상기 더블 토크를 제대로 찾지 못하면 상기 반향제거장치가 발산하여 A는 큰 잡음을 듣게되어 통화 품질이 현저하게 저하된다. 그러나 상기 더블 토크를 찾기 위하여 A 음성과 반향신호의 레벨 차이를 이용할 경우, 더블 토크의 정확한 시점을 찾기 어렵다. 왜냐하면, B의 음성신호 크기가 작을 때는 더블 토크가 되어도 두 반향신호의 크기가 충분히 크지 않기 때문이다. 또한 더블 토크라고 판정할 기준이 되는 A음성과 반향신호의 차이 값을 어떻게 정하는가에 따라 성능이 달라지고, 이 값이 잘못되면 더블 토크를 찾지 못할 수도 있다. 더욱이 이 값은 하이브리드의 특성에 따라 달라지므로, 어떤 한 값으로 고정하기 어렵다.

더블 토크 판정을 위하여 적응필터의 수렴 정도를 사용할 경우, 더블 토크 판정을 하는 수렴 기준값을 정하기 어려우며, 이 값은 상황에 따라 변하므로 하나로 고정하여서는 양호한 성능을 기대할 수 없다.

센터 클리핑 방식으로 논 리니어 프로세서를 구현하면 레벨이 작은 모든 신호는 제로로 되어 A에 전달된다. 이는 A측 수신신호의 불연속성을 야기시킬 수 있으며, 또한 이런 방법은 신호의 레벨만을 보고 결정하므로, B 음성 중 레벨이 매우 작은 부분은 A로 전달되지 않을 위험성이 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 더블 토크 상태에서 효과적으로 반향신호를 제거할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 적응필터와 고정필터로 구성되는 2중필터 구조를 구비하여 상기 필터들이 동일한 신호를 입력하여 각각 반향신호를 제거하며, 상기 두 필터 중의 한 신호를 선택 출력하여 반향신호를 효과적으로 제거할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 디지털 셀룰라 시스템에서 보코더와 하이브리드 사이에 연결되어 보코더 특성을 향상시킬 수 있는 반향제거장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 하이브리드를 통해 입력되는 신호에 포함된 반향신호를 제거하는 장치가, 적응필터와 고정필터를 구비하며, 상기 필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생하고 상기 각 반향예측신호들을 상기 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시킨 반향제거신호들을 발생하며, 상기 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치의 구성을 도시하는 도면이다. 상기 도 2의 구성을 살펴보면, 하이브리드(hybrid)26은 A측으로부터 입력되는 제1음성신호U를 B측으로 전달하고, B측에서 입력되는 제2음성신호S를 A측으로 전달하는 기능을 수행한다. 이때 상기 하이브리드26에서 반향제거장치에 입력하는 신호는 반향신호와 B측 니어 앤드 반향신호가 함께 포함되어 있다. 고정필터(fixed filter)22는 상기 제1음성신호U를 입력하여 제2반향예측신호y2를 발생한다. 적응필터(adaptive filter)21은 상기 제1음성신호U를 입력하여 제1반향예측신호y1을 발생한다. 여기서 상기 적응필터21은 NLMS 적응알고리즘(Normalized Least Mean Square adaptive algorithm)을 사용한다. 상쇄기24는 상기 고정필터22에서 출력되는 제2반향예측신호y2와 상기 하이브리드26에서 출력되는 신호를 입력하며, 상기 하이브리드26의 출력신호에서 상기 제2반향예측신호y2를 상쇄시킨 제2반향제거신호e2를 발생한다. 상쇄기23은 상기 적응필터21에서 출력되는 제1반향예측신호y1과 상기 하이브리드26에서 출력되는 신호를 입력하며, 상기 하이브리드26의 출력신호에서 상기 제1반향예측신호y1을 상쇄시킨 제1반향제거신호e1을 발생한다. 동작제어기(mode controller)25는 상기 제1반향제거신호e1 및 제2반향제거신호e2를 수신하며, 상기 제1음성신호U 및 제2음성신호S를 입력하여 더블 토크 유무를 판단한 후 그 결과에 따라 상기 반향제거신호e1 또는 e2신호를 선택 출력하는 동시에 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC를 발생한다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치를 CDMA 디지털 셀룰라 시스템의 하이브리드26과 엔코더30 사이에 연결하여 반향신호를 제거하는 구성을 도시하고 있다. 여기서 상기 엔코더30은 상기 반향제거장치의 동작제어기25에서 출력되는 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC에 의해 레이트를 결정하며, 상기 동작제어기25에서 출력되는 반향제거신호를 입력한 후 결정된 레이트로 출력하는 레이트결정기31과, 상기 레이트결정기31에서 출력되는 레이트에 따라 음성 코딩하는 음성압축기32로 구성된다.

상기 도 3과 같은 구성을 갖는 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에서 반향제거장치20은 엔코더30과 하이브리드26 사이에 연결되며, 입력되는 신호에서 반향신호를 제거한 후 엔코더30에 인가한다. 이때 상기 반향제거장치20은 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC도 함께 출력한다. 그러면 상기 엔코더30은 상기 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC에 의해 음성압축기32의 레이트를 결정하여 수신되는 반향제거 신호를

는 리니어 프로세스 처리한다.

일반적으로 디지털 셀룰라 시스템(digital cellular system)은 음성 코딩(voice coding) 및 전송 처리에 따라 음성 전송 지연이 발생된다. 따라서 베이스 스테이션(base station)은 PSTN(Public Switched Telephone Network) 인터페이스에 의해 되돌아오는 반향신호들을 제어하기 위한 방법을 제공할 수 있어야 한다. 본 발명의 실시예에서는 CDMA(Code Division Multiple Access) 디지털 셀룰라 시스템에서 새로운 구조를 갖는 반향제거장치(echo canceller)를 제공한다. 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치는 종래의 NLMS(Normalized Least Mean Square) 적응 알고리즘(adaptive algorithm)을 기반으로 하지만, 적응형 필터(adaptive filter) 및 고정형 필터(fixed filter)들을 구비하는 독특한 구조를 갖는다. 또한 반향제거장치는 보다 성능을 향상시키기 위하여 CDMA 셀룰라 시스템에 사용되는 음성 코더(speech coder)의 특성을 최대한 이용한다. 반향제거장치의 복잡성은 단일 DSP이 실시간으로 풀 듀플렉스 보코더(full duplex vocoder)와 반향제거장치를 구동할 수 있을 만큼 충분히 낮다.

상기 도 1를 참조하면, 디지털 통신시스템은 음성 코딩(voice coding)과 전송 과정(transmission process)에 의해 발생하는 긴 지연 때문에, PSTN(Public Switched Telephone Network) 인터페이스의 하이브리드에 의해 되돌아오는 반향신호들을 제어할 수 있는 장치들을 필요로 한다. 예를들면, 상기 도 3과 같은 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에서 사용되는 엔코더30은 왕복 음성 지연이 55msec이다. 본 발명의 실시예에서는 상기 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에서 반향신호를 제거하는 장치를 예를들어 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치는 적응필터21 및 고정 필터22로 이루어지는 2개의 필터를 구비한다.

상기 두 필터21 및 22의 구조는 반향 제거장치20의 반향 제거 성능을 향상시키며, 특히 더블 토크(double-talk)일 경우는 그 능력이 현저히 향상된다. 더욱이 이는 상기 성능을 좀더 향상시키기 위하여 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에서 사용된 음성 코더의 특성들을 이용한다. 예를들면, 프레임에 근거한 음성처리는 추가적인 송신의 지연 없이 필터의 성능을 측정하기 위한 방법을 향상시키며, 따라서 반향제거장치는 신뢰성이 향상된 제어 동작을 수행한다. 상기 다양한 변화율을 가진 음성 코더는 되돌아오는 반향신호의 레벨을 가청 범위 이하로 약화시키는 논 리니어 프로세서(non-linear process)를 용이하게 제공한다.

본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치20의 구성을 도 2와 같은 구조를 가지며, 상기 도 2와 같은 구조로 반향제거장치20을 설계하는 목적은 다음과 같다.

상기 도 2와 같은 구조를 갖는 반향제거장치20은 다음과 같은 요구에 부합되도록 설계되었다. 먼저 더블 토크에 있어서의 우수한 성능을 갖아야 한다. 이는 상기 적응필터21이 더블 토크 동안에 빠르게 발생되기 때문에, 더블 토크의 검출은 반향제거장치20에 있어서 매우 중요한 부분이다. 일반적으로 상기 더블 토크는 반향 경로를 통한 손실이 적어도 6dB이라는 가정에 근거한 에너지 레벨을 사용하므로써 검출된다. 그러나 상기 반향경로 손실과 니어 앤드(near-end) 입력신호의 레벨이 호(Call) 마다 다양하기 때문에, 상기와 같은 방법은 정확한 더블 토크의 기간을 검출할 수 없다.

두 번째로 빠른 초기 수렴과 수렴 이후의 낮은 반향 레벨을 갖아야 한다. 이와 같은 목적으로 논-리니어 프로세서가 반향 제거장치에 사용되지만, 프로세서는 통화중의 어떠한 불연속을 일으켜서는 안된다.

세 번째로 반향 경로 변화에 대한 신속하게 적응하여야 한다. 상기 반향제거장치20은 갑작스러운 반향 경로 변화에 신속하게 적응하여야 한다. 이에 더하여 상기 반향제거장치는 반향 경로 손실이 무한대가 될 때, 즉 반향신호가 전혀 나타나지 않은 경우에도 동작하여야 한다.

네 번째로 절대 신호 레벨에 의존하지 않아야 한다. 상기 반향제거장치20은 절대적인 신호 레벨에 대하여 독립적으로 작동시켜야 한다.

다섯 번째로 낮은 복잡성을 갖아야 한다. 상기 반향제거장치20의 복잡성은 전 이중 음성압축기(full duplex vocoder)와 함께 단일의 DSP 칩(Digital Signal Processor chip)이 장착될 수 있도록 낮아야 한다.

또한 상기 엔코더30 내의 음성압축기32의 동작 특성을 살펴본다. 상기 CDMA 시스템들은 IS-96A QCELP 보코더를 사용한다. 이 보코더32는 반향 제거장치20의 성능을 향상시킬 수 있는 다음과 같은 기능들을 갖는다. 첫 번째로 엔코더30은 샘플 바이 샘플(sample by sample) 기준이 아닌 20msec 프레임 기준으로 처리한다. 이 블록 동작을 사용하므로써, 반향제거장치20은 커다란 윈도우 안의 신호의 변화를 볼 수 있으며, 더 나은 결정과 성능을 가져온다.

두 번째로 음성압축기 32는 본질적으로 신호 억제 기능을 갖는다. 입력신호 레벨이 낮을 경우, 상기 엔코더 30은 음성신호를 만들지 않는 대신에 입력신호와 같은 레벨의 백색잡음(white noise)을 만들어낸다. 이 기능은 반향제거장치20의 논 리니어 프로세서를 실행하는데 이용한다.

상기 도 2와 같은 구조를 갖는 반향제거장치20의 구성 및 동작을 살펴보면, 상기 반향제거장치20은 적응 필터21 및 고정필터22로 이루어지는 두 개의 필터를 포함한다. 이때 상기 적응필터21의 계수는 NLMS 적응 알고리즘에 따라서 업데이트된다. 그리고 상기 고정필터22의 계수는 필요할 경우 상기 적응필터21로부터 복사된다. 두 개의 필터21 및 22는 소정의 필터 계수들을 사용하는 반복 반향신호들을 생성하고, 제1반향제거신호e1 및 제1반향제거신호e2와 같은 각각의 에러신호들을 출력한다. 따라서 상기 두 필터21 및 22는 서로 다른 필터 계수들과 함께 독립적인 반향제거장치20의 역할을 한다. 동작제어기25는 상기와 같은 두 개의 에러신호e1 및 e2 사이에서 하나는 마지막 반향제거장치20의 출력을 위해 선택한다. 그러므로 마지막 출력을 위해 선택된 필터는 사용필터로서 호출되고, 다른 필터는 비상용 필터로서 호출된다. 상기 동작제어기25는 반향제거장치20의 동작을 제어하고, 어느 필터를 사용해야 하는지 결정한다. 각 필터21 및 22의 성능은 에러 신호 전력에 의해 측정된다. 왜냐하면 두 필터21 및 22는 모두 동일한 입력신호를 가지기 때문에, 에러신호전력은 사실 두 필터들에 대한 ERLE(Echo Return Loss Enhancement)의 상대적인 측정이다. 그리고 나서 더 낮은 전력의 필터는 동작제어기25에 의해 사용필터로서 선택된다.

상기 반향제거장치는 다음과 같은 과정을 수행하여 기능을 한다.

먼저 제1단계에서는 두 필터21 및 22는 제로 계수들로 초기화되며, 고정필터22가 사용 필터로 설정된다. 제2단계에서는 20msec 프레임의 종단에서 두 필터21 및 22의 성능이 비교되어 사용 필터가 선택된다. 제3단계에서는 상기 선택된 사용 필터의 필터 계수는 비사용 필터에 복사된다. 제4단계에서는 상기 두 필터21 및 22는 동일 계수로 설정되어 다음 프레임을 시작한다. 제5단계에서는 상기 제2단계로 되돌아가 위와 같은 과정들을 반복 수행한다.

상대적으로 큰 ERLE는 상기 반향신호가 사용 필터에 의해서 정확하게 제거되는 것을 의미한다. 이 경우, 반향신호는 남아있는 잔류 반향신호를 제거하기 위하여 억압될 수 있다. 그러나 니어 앤드 음성 입력을 억압할 위험성은 없다. 왜냐하면 음성 입력에 상기 니어 앤드에 존재한다면, ERLE는 그렇게 커질 수 없다. 반향 억압은 엔코더30의 특성들을 사용하므로써 쉽게 이루어진다. 상기 엔코더30이 가장 낮은 1/8레이트로 동작할 때, 입력신호는 무시되고, 같은 전력의 백색 잡음을 발생한다. 그래서 반향 억압이 필요한 경우, 필요로 하는 모든 것은 엔코더30 내에서 1/8레이트로 설정한다.

특별한 경우의 예로서, 상기 적응필터21 및 고정필터22의 ERLE가 몇 개의 연속적인 프레임에 대해 영(0) 이하가 될 때, 아무것도 정확하게 반향을 제거시킬 수 없다. 이런 경우는 상기 반향 제거장치20이 가산기로 작동할 경우이다. 그러므로 두 필터21 및 22가 모든 제로 계수들을 재설정하므로써 반향 제거장치20들을 다시 초기화하는 것이 바람직하다.

상기와 같은 구조를 갖는 반향제거장치20은 다음과 같은 요구들에 부합한다. 먼저 더블 토크시 우수한 성능을 갖는다, 상기 더블 토크는 이 구조에서 검출될 필요가 없다. 수렴 후 더블 토크가 발생했을 때, 고정필터22가 고정된 이후로 상기 수렴된 상태를 유지하는 동안 적응필터21은 신속하게 발산된다. 그러므로 더블 토크 동안에 고정필터22의 ERLE는 적응필터21의 ERLE 보다 더욱 크게되며, 반향은 고정필터22에 의해서 정확하게 제거된다. 더블 토크가 끝났을 경우, 상기 적응필터21은 신속하게 다시 수렴한다. 이런 방법으로 상기 반향제거장치20은 더블 토크 동안에도 높은 성능을 유지할 수 있다.

그러나 실제로 상기 고정필터21은 더블 토크 동안에는 적응이 중단되는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 파-앤드 및 니어-앤드 음성 사이에 상호 의존성이 존재하여 일시적인 적응필터21의 수렴이 일어나며, 이는 바람직하지 않은 상황이 된다. 따라서 에너지 레벨을 사용하는 더블 토크 검출이 이루어지며, 이런 경우 정확한 더블 토크 기간이 검출되지 않아도 된다. 그리고 강력한 더블 토크 기간이 결정되며, 이 결정룰(rule)은 매우 보수적이다.

두 번째로 빠른 초기 수렴 및 수렴 후의 낮은 반향 레벨을 갖는다. 반향 억압 기능으로 인해 반향 신호는 당장 억압되며, 반향 레벨은 수렴 후 매우 낮아진다. 또한 이 억압이 엔코더30의 루틴 내부에서 이루어지기 때문에 어떠한 중단도 발생할 수 없다.

세 번째로 반향 경로 변화에 대한 빠른 적응을 한다. 상기 적응필터21은 강력한 더블 토크 기간을 제외하고는 항상 적응을 하고있기 때문에 반향 경로의 변화에 빠르게 적응된다. 상기 반향 경로 손실이 무한대일 때, 적응필터21 및 고정필터22의 ERLE는 제로 이하가 된다. 그리고 나서 상기 반향제거장치20은 다시 초기화된 후, 고정필터22는 제로 계수를 가지고 동작된다. 상기 적응필터21은 아무런 반향신호도 나타나지 않기 때문에 전혀 수렴되지 않는다. 그러므로 상기 반향제거장치20은 원하는 대로 효과적으로 작동될 수 없다.

네 번째로 절대신호 레벨의 독립성을 갖는다. 상기 반향제거장치20은 상대적인 ERLE 측정을 사용하는 필터 선택 절차에 근거하여 동작한다. 그러므로 상기 반향제거장치20의 성능은 절대 신호 레벨에 의존하지 않는다.

다섯 번째로 낮은 복잡성을 갖는다. 상기 반향제거장치20은 두가지 종류의 필터들을 사용하기 때문에 이의 복잡성은 비교적 높다. 그러나 미합중국의 텍사스 인스트루먼트사에서 제조 및 판매하는 TMS320C31과 같은 높은 성능의 DSP 칩은 전 이중 엔코더30과 디코더40과 반향제거장치20 모두를 처리할 수 있다.

상기와 같은 구조를 갖는 반향제거장치20의 실험결과(simulation results)를 살펴보면, 제1입력신호는 제로평균-단위 변이의 백색 가우시안 잡음(zero-mean unit-variance white Gaussian noise)이며, 니어-앤드 잡음은 SNR=-40dB인 제로평균-단위 변이의 백색 가우시안 잡음이다. 또한 상기 적응필터21의 탭 사이즈(tap size)는 256이며, 0.5의 이득을 가진 NLMS 적응 알고리즘이 사용된다. 도 4 - 도 7은 두 필터의 ERLE를 도시하고 있다. 실제 반향제거장치의 ERLE는 필터 선택 과정으로 인해 상기 적응필터 21과 고정필터 22의 ERLE중에서 더 큰 ERLE이다. 각 프레임에 대하여 각 필터의 ERLE는 다음 수학적 식 1과 같이 계산된다.

$$ERLE(k) = 10 \times \log \frac{\sum_{i=R \times 560}^{R \times 560 + 128} (d_i - x_i^2)}{\sum_{i=R \times 560}^{R \times 560 + 128} e^{r_i^2}}$$

상기 수학적 식 1에서 k 는 프레임을 표시하는 것이고, er은 각각 적응필터21 및 고정필터22를 위한 제1반향 제거신호e1 및 제2반향제거신호e2이다.

먼저 도 4는 정상적인 상태에서의 반향제거장치의 수렴 형태 나타낸다. 상기 고정필터22가 적응필터21로부터 복사된 계수들을 유지하기 때문에, 이의 ERLE는 적응필터21의 ERLE를 트래킹(tracking)한다.

도 5는 상기 반향제거장치20이 어떻게 반향 경로 변화에 적응하는가를 도시한다. 상기 경로는 56번째 프레임의 중간에서 변화된다. 두 필터21 및 22가 처음 발산하고, 적응필터21은 새로운 반향 경로에 적응되어 빠르게 수렴되며, 고정필터22는 적응필터21을 따라서 수렴해간다.

도 6은 더블 토크 동안의 상기 반향제거장치20의 성능을 보여준다. 더블토크는 56번째부터 68번째 까지

의 프레임에서 발생된다. 더블토크 동안에는 적응필터21은 니어-앤드로 부터의 간섭으로 인하여 빠르게 분산한다. 그러나 상기 고정필터22는 앞의 프레임에서 획득한 계수를 가진 수렴 상태를 유지한다. 따라서 상기 더블 토크 기간에는 고정필터22가 사용되고, 반향제거장치20은 정상적으로 동작된다. 상기 더블 토크가 종료되면 적응필터21은 다시 수렴한다.

도 7은 더블토크와 반향경로의 변화가 동시에 일어났을 경우의 상황을 도시하고 있다. 반향경로 변화의 초기에는 두 필터21 및 22는 모두 발산하여 필터21 및 22는 모두 발산된 상태를 유지한다. 왜냐하면 상기 적응필터21은 더블토크 동안에는 수렴할 수 없기 때문이다. 더블토크가 종료되었을 때, 적응필터21은 수렴 상태가 되고, 고정필터22의 수렴이 뒤따른다.

본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치20은 상기한 바와 같이 적응필터21 및 고정필터22로 구성되는 이중 필터 구조를 갖는다. 상기 두 필터21 및 22는 동일한 음성신호를 입력하여 각각 반향신호를 예측하고, 예측된 반향신호 y_1 및 y_2 를 발생하고, 상기 반향신호 y_1 및 y_2 를 입력 신호에서 상쇄시켜 반향제거신호 e_1 및 e_2 를 발생한다. 그러면 상기 동작제어기25는 상기 반향제거신호 e_1 및 e_2 중에서 한 신호를 선택 출력하며, 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC를 발생한다. 그러면 엔코더30은 상기 논 리니어 프로세스 제어신호NLPC에 의해 레이트를 결정하고 입력되는 반향제거신호를 처리한다.

이때 상기 엔코더30 및 반향제거장치20은 모드 20msec 프레임 단위로 동작한다. 즉, 상기 20msec 주기 동안의 입력신호를 받아 상기 반향제거장치20이 반향신호를 제거하고, 엔코더30은 이를 수신하여 압축 후 음성 패킷(packet)을 만든다. 상기 반향제거장치20은 매 20msec 프레임 시작되면, 음성신호버퍼와 반향신호버퍼에 저장된 신호를 입력한다. 이때 상기 반향신호버퍼의 크기는 160이며, 최근 20msec 주기 동안 입력된 반향신호 160 샘플을 저장한다. 또한 상기 음성신호버퍼의 크기는 160+반향제거장치의 탭 사이즈(N)으로, 최근 20msec 주기 동안의 음성신호 160 샘플 이외에 바로 전 과거 N 샘플의 음성이 저장되어 있다.

먼저 초기화시, 상기 반향제거장치20은 811단계에서 적응필터21 및 고정필터22의 계수를 모두 0로 하고, ACT=2 및 카운터=0로 한다.

이후 20msec 프레임이 시작되면, 상기 음성신호버퍼 및 반향신호버퍼의 신호 값을 가지고 동작모드를 정한다. 이를 위하여 먼저 813단계에서 상기 음성신호버퍼의 에너지(energy)를 계산하며, 815단계에서 상기 계산 값과 경계값 T_u 와 비교한다. 이때 상기 815단계에서 비교 결과 상기 음성신호버퍼의 에너지가 상기 경계값 T_u 보다 작으면 817단계에서 공전(idle) 상태로 설정하지 않고(IDLE=N0)하고, 경계값 T_u 보다 크면 819단계에서 공전 상태로 설정한다(IDLE=YES).

이후 821단계에서 상기 음성신호버퍼와 반향신호버퍼의 최대 절대값 MAX_U 및 MAX_S를 구하고, 823단계에서 MAX_S/MAX_U a_{DT} 인가를 검사한다. MAX_S/MAX_U가 경계값 T_{DT} 보다 작으면 825단계에서 DT로 설정하지 않고(DT=N0), 경계값 T_{DT} 보다 크면 823단계에서 DT로 설정한다(DT=YES). 그리고 다시 829단계에서 IDLE 및 DT의 상태를 검사하여, IDLE=N0이고 DT=N0이면 833단계에서 ADAP=YES로 설정하고, 그렇지 않으면 831단계에서 ADAP=N0로 설정한다. 이후 835단계에서 SUPP=ADAP로 설정하고, COPY=YES로 설정한다.

상기와 같이 도 8a의 813단계-835단계를 수행하면, 상기 제1단계의 초기 계산이 종료되며, 이후 도 8b와 같은 과정으로 프레임 내의 160샘플 각각에 대하여 다음과 같은 동작을 수행한다.

먼저 837단계에서 음성신호버퍼의 제1음성신호U를 입력하여 적응필터21 및 고정필터22에서 출력되는 반향예측신호 y_1 및 y_2 를 계산하며, 상기 y_1 및 y_2 를 이용하여 e_1 신호 및 e_2 신호를 계산한다. 이때 상기 제2음성신호S는 반향신호가 포함된 상태이며, 상기 e_1 신호 및 e_2 신호는 각각 상쇄기23 및 24를 통해 $e_1=S-y_1$, $e_2=S-y_2$ 로 계산된다. 그리고 841단계에서 상기 y_1 신호, y_2 신호 및 S신호의 순간 전력(instantaneous power)를 계산하며, 845단계에서 상기 S신호와 e_1 신호 및 S신호와 e_2 신호의 전력차이를 dB로 계산하여 각각 ERLE1 및 ERLE2를 발생한다. 여기서 상기 계산된 값들은 적응필터21과 고정필터22가 얼마만큼의 반향신호를 제거하는지를 전력으로 나타내는 것이다. 이후 847단계에서 ERLE1 및 ERLE2가 경계값 T_R 보다 작으면, 849단계에서 카운터를 1 증가시킨다.

동작제어기25는 851단계에서 내부 플래그인 ACT의 값을 분석하여 최종 출력을 선택한다. 즉, 상기 849단계에서 상기 ACT=1인 경우, 853단계에서 상쇄기23에서 출력되는 e_1 신호를 선택 출력하고, 855단계에서 상기 ERLE1을 검사하여 경계값 T_e 보다 작으면 857단계에서 COPY=N0로 결정한다. 또한 상기 851단계에서 상기 ACT=20이면, 859단계에서 상쇄기24에서 출력되는 e_2 신호를 선택 출력하고, 861단계에서 상기 ERLE2를 검사하여 경계값 T_e 보다 작으면 863단계에서 COPY=N0로 결정한다.

다음은 적응필터21의 계수를 갱신하는 동작을 수행한다. 상기 ADAP 플래그는 적응필터21의 계수에 대한 갱신 유무를 나타내는 플래그로서, 865단계에서 상기 ADAP 플래그를 검사하여 상기 ADAP=YES인 경우에만 867단계에서 적응필터21의 계수를 갱신한다. 이때 상기 적응필터21의 계수 갱신은 상기 NLMS 적응 알고리즘을 사용한다. 상기 적응필터21의 계수를 갱신하면, 869단계-877단계를 수행하면서 ACT플래그 값에 따라 상기 ERLE1과 ERLE2 중 최종 출력으로 결정된 신호에 해당하는 값을 경계값 T_A 와 비교하여 작으면 SUPP=0으로 결정한다. 이후 879단계에서 프레임 종료(end of frame)인가 검사하며, 아닌 경우에는 상기 837단계로 되돌아가 위와 같은 과정을 반복 수행한다.

상기한 바와 같이 반향제거장치20은 상기 도 8b와 같은 동작을 160 샘플의 매 입력 샘플 마다 실행하고, 160 샘플에 대한 동작 수행을 완료하면, 즉 1 프레임 종료되면 도 8c와 같은 프레임 후 처리 동작을 수행한다.

상기 도 8c와 같은 후처리 과정이 수행되면, 881단계에서 카운터의 값이 특정 값 T_C 보다 크면 883단계로 진행하여 반향제거장치20을 초기화시키고 상기 도 8a의 811단계로 되돌아간다. 이런 경우 상기 반향제거장치의 모든 값들은 초기 상태로되며, 다음 프레임을 시작한다. 그러나 상기 881단계에서 상기 카운터의 값이 상기 특정값 T_C 보다 작으면, 885단계에서 COPY 플래그의 상태를 검사한다. 이때 상기 COPY=0이면,

상기 811단계로 진행하여 다음 프레임을 시작한다.

그러나 상기 885단계에서 COPY 플래그가 세트 상태이면, 887단계에서 ERLE1과 ERLE2의 크기를 비교한다. 이때 ERLE1 aERLE2이면 889단계 및 891단계를 수행하여 ACT=1로 설정한 후 적응필터21의 계수를 고정필터22에 복사하며, ERLE1 > ERLE2이면 893단계 및 895단계를 수행하여 ACT=2로 설정한 후 고정필터22의 계수를 적응필터21에 복사한다. 상기 891단계 또는 895단계를 수행하여 필터 계수를 복사한 후 상기 813단계로 진행하여 다음 프레임에 대한 반향 제거 기능을 수행한다.

상기 도 8a - 도 8c와 같은 과정을 수행하여 한 프레임에 대한 반향 제거 동작을 종료한다. 다음 SUPP의 값이 엔코더30에 전달된다. CDMA 디지털 셀룰라 시스템에 사용되는 IS-96A 엔코더30은 가변 레이트 보코더(variable rate vocoder)로서, 입력신호의 레벨에 따라 비트 레이트가 가변된다. 특히 1/8 레이트인 경우에는 입력신호를 그대로 압축하는 것이 아니라 입력 레벨과 같은 백색 잡음이 재생되도록 패킷을 만든다. 상기 엔코더30의 레이트 결정은 레이트결정기31이 상기 동작제어기25에서 출력하는 SUPP 값을 보고 SUPP가 세트된 상태이면 무조건 레이트를 1/8로 설정한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 반향제거장치는 적응필터와 고정필터를 구비한다. 상기 적응필터가 반향제거에 있어서 더 나은 수행을 할 때, 상기 고정필터가 상기 적응필터로부터 필터 계수들을 복사하는 동안, 적응필터는 적응을 계속한다. 두 필터의 출력 사이에서 마지막 반향제거장치 출력을 위해 하나가 선택되며, 선택 규칙은 필터들의 상대적인 ERLE에 근거한다.

CDMA시스템에서의 음성코드는 음성이 프레임 기준으로 처리되도록 하며, 추가적인 송신 지연없이 작동 가능하게 하며, 이는 반향제거장치의 성능을 향상시키는 결과를 가져온다. 따라서 상기 반향제거장치는 어떤 실제 상황에서도 잘 동작할 수 있으며, 특히 CDMA 디지털 셀룰라 시스템에도 성공적으로 적용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

하이브리드를 통해 입력되는 신호에 포함된 반향신호를 제거하는 장치에 있어서,

적응필터와 고정필터를 구비하며, 상기 필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생하고 상기 각 반향예측신호들을 상기 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시킨 반향제거신호들을 발생하며, 상기 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력하는 것을 특징으로 하는 반향 제거장치.

청구항 2

씨디엠아이 디지털 셀룰라 시스템의 반향 제거장치에 있어서,

상기 반향제거장치가 적응필터와 고정필터를 구비하고 엔코더가 논 리니어 프로세서를 처리하는 음성압축기를 구비하며, 상기 반향제거장치의 필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생한 후 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시켜 반향제거신호들을 발생하고, 상기 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력하며, 상기 엔코더가 상기 반향제거신호를 논 리니어 프로세스 처리하는 것을 특징으로 하는 반향 제거장치.

청구항 3

적응필터 및 고정필터를 구비하는 반향제거장치를 구비하여 하이브리드를 통해 입력되는 신호에 포함된 반향신호를 제거하는 방법에 있어서,

상기 필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생하고 상기 각 반향예측신호들을 상기 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시킨 반향제거신호들을 발생하며, 상기 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력하는 것을 특징으로 하는 반향 제거방법.

청구항 4

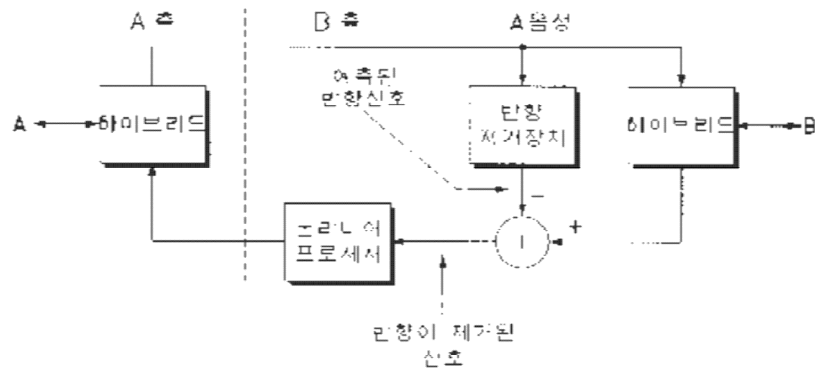
적응필터와 고정필터를 구비하는 반향제거장치와, 논 리니어 프로세서를 처리하는 음성압축기를 구비하는 엔코더를 구비하는 디지털 셀룰라 시스템의 반향제거방법에 있어서,

필터들이 각각 설정된 계수에 대응되는 반향예측신호들을 발생한 후 하이브리드를 통해 입력되는 신호에서 상쇄시켜 반향제거신호들을 발생하고, 논 리니어프로세스 제어신호 및 상기 반향제거신호들 중 반향이 많이 제거된 반향제거신호를 선택 출력하는 과정과,

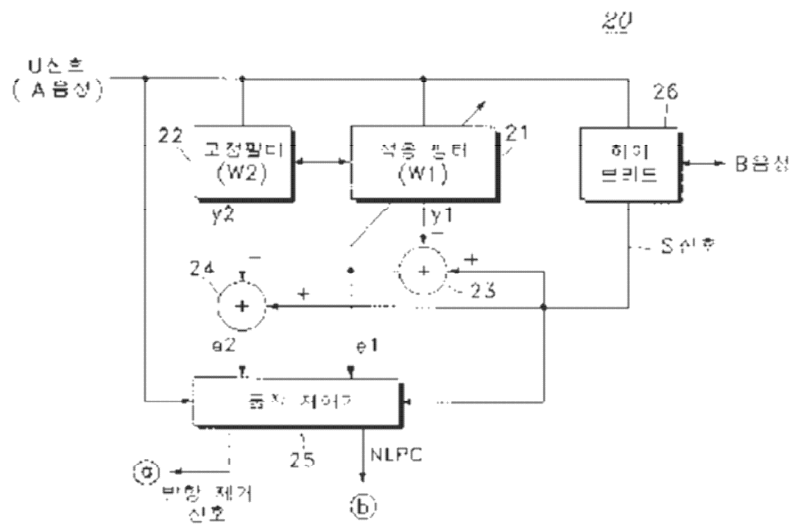
상기 엔코더가 상기 논 리니어 프로세스 제어신호에 의해 레이트를 결정하여 상기 선택 출력되는 반향제거신호를 논 리니어 프로세스 처리하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 반향 제거장치.

도면

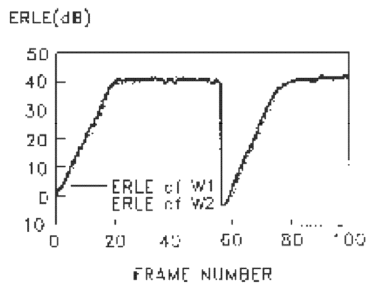
도면1



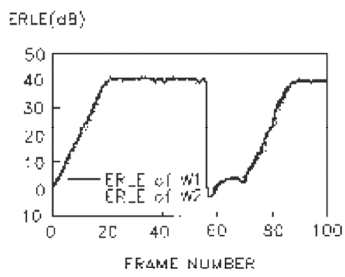
도면2



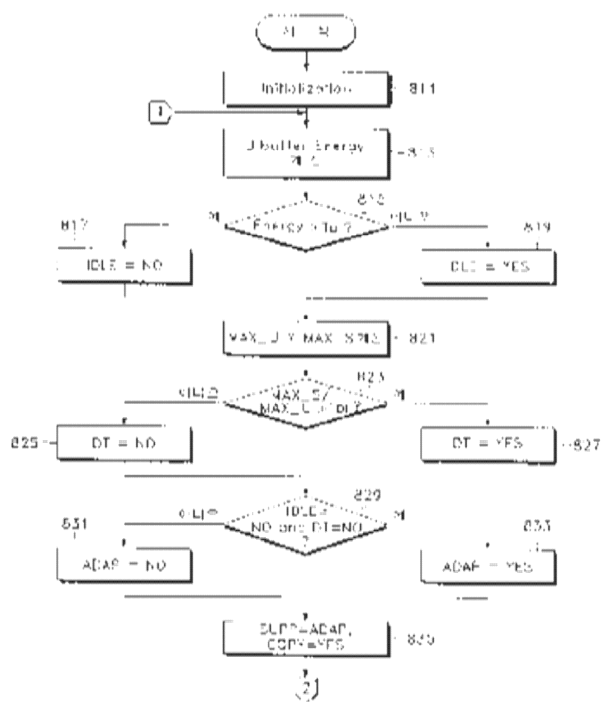
도면6



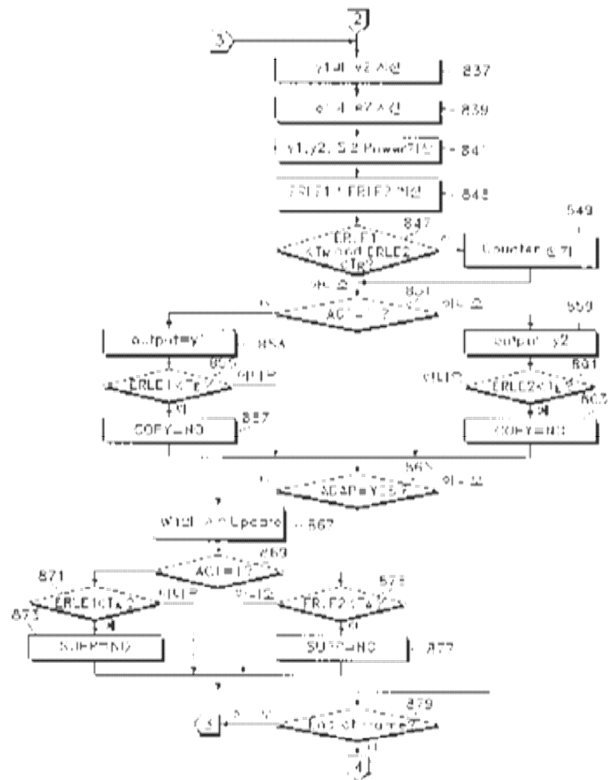
도면7



도면8a



도면8b



도면8c

