(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[7]
H04B 7/015

(11) 공개번호 특2000-0057739
(43) 공개일자 2000년09월25일

(21) 출원번호 10-2000-0001115
(22) 출원일자 2000년01월11일
(30) 우선권주장 9/229,255 1999년01월12일 미국(US)
(71) 출원인 모토로라 인코포레이티드 비센트 비.인그라시아
미국, 일리노이 60196, 샤움버그, 이스트 앨공퀸 로드 1303
(72) 발명자 리통훙
미국60047일리노이주레이크취리히에릭레인1250
맥래프린마이클
미국60067일리노이주팰러타인더블유.길버트821
(74) 대리인 주성민, 장수길

심사청구 : 있음

(54) 서브대역 에코 소거기 및 그 방법

요약

서브대역 음향 에코 소거기(120)는 적응 속도 제어기(240)를 포함한다. 상기 적응 속도 제어기는 각각의 서브대역에 대한 상기 에코 잔여 에너지(320-327)를 측정한다. 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들은 정상의 적응 속도를 유지하기 위해 보다 많은 계산 자원이 할당되는 한편, 낮은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들은 보다 느린 적응 속도를 갖도록 계산 자원이 덜 할당된다.

대표도

도1

색인어

서브대역 에코 소거기, 에코 잔여 에너지, 적응 속도, 서브대역, 적응 필터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 서브대역 에코 소거기를 사용하는 전-이중 통신 장치를 도시한 회로 개략도.

도 2는 전-이중 통신용 서브대역 에코 소거기를 도시한 회로 개략도.

도 3은 서브대역 에코 소거기용 적응성 속도 제어 장치를 도시한 개략도.

도 4는 적응성 속도 제어 장치내의 잔여 에너지 계산기를 도시한 회로 개략도.

도 5는 하나의 서브대역에 대한 적응 필터를 도시한 회로 개략도.

도 6은 적응 필터 제어 장치를 도시한 개략도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명.

101: A/D 변환기

102: 스피커

103: 출력단

104: 마이크로폰

105: 출력단

106, 112: A/D 변환기

108, 110: D/A 변환기

114: 트랜시버

116: 안테나

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 쌍방향 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 그 서브대역 에코 소거기에 관한 것이다.

에코 소거에 대한 필요성은 많은 전이중 통신 시스템에서 부각하고 있다. 신뢰성있는 에코 소거에 대한 필요성이 존재하는 하나의 특정 상황은, 셀룰러 무선전화 장치 및 원거리 회의 장치의 전이중 핸즈-프리 동작(full-duplex hands-free)이다. 이러한 장치들의 핸즈-프리 동작 동안에, 스피커로부터의 신호들은 다양한 음향 경로를 통해 마이크로폰에 피드백되고, 원래의 스피커에 도달하기 전에 지연된다. 이들 피드백 신호들은 에코 신호로서 원단 사용자(far-end user)에 의해 인식된다. 흔히 음향 에코라 하는 에코 신호는 쌍방향 통신에 가입한 참여자에게 매우 불편을 끼치고 제거하기 곤란하다.

에코 신호를 제거하기 위한 가장 효과적인 해결방안중 하나는 적응 필터를 갖는 에코 소거기를 사용하는 것이다. 최소 평균 제곱법(LMS) 적응 필터는 사용되는 가장 일반적인 형태의 필터이다. LMS 필터는 적응 조정 계수를 통해 에코 경로를 모델링하는 유한 임펄스 응답(FIR) 필터이다. 필터의 계수는 핸즈-프리 통신 장치의 확성기를 구동시키는 원단 신호 및 핸즈-프리 통신 장치의 마이크로폰으로부터 출력되는 근단(near-end) 신호를 사용하여 적응성있게 트레이닝된다. 핸즈-프리 장치에서, 적응 필터는 원단 신호로부터 음향 에코의 복제를 적응성있게 합성하며, 이 복제는 근단에서 마이크로폰에 의해 출력된 근단 신호로부터 감산된다. 그 결과는 원단에 더 송신된 실질적인 에코-프리 신호이다.

서브대역 에코 소거 회로는 에코 경로가 긴 환경하에서 사용되어 왔다. 이 회로에서, 원단 신호는 신호 세트로 분할(segment)되고, 그 각각은 하나의 서브대역에서 원단 신호의 일부를 나타낸다. 근단 신호도 원단 신호와 동일한 방식으로 분할된다. 원단 신호를 서브대역으로 분할하는데는 다양한 방식이 있다. 기본 방법은 필터 뱅크(filter bank)를 사용하여 송신 신호의 전 대역을 인접한 세그먼트로 분리하는 것이다. 각 필터의 출력은 그 서브대역으로부터의 신호이다. 따라서, 각각의 서브대역에 대해서, 원단 및 근단 신호에 대응하는 한쌍의 신호가 얻어진다.

서브대역 에코 소거기는 각각의 서브대역에 대한 에코 소거기를 포함한다. 각각의 에코 소거기에 대해서는 각각의 적응 필터가 구비된다. 에코 소거는 시간-영역 또는 주파수-영역에서 수행된다. 각각의 서브대역 에코 소거기에 의해 생성된 에코-소거된 신호는 합성 필터를 사용하여 전-대역 근단 신호로 조합된다. 적응 서브대역 필터링은 성능 강화 및 복잡성 감소 모두를 실현하기 위해 효율적인 방식을 제공한다.

스티븐 엘. 게이(Steven L. Gay)에게 허여된 발명의 명칭이 'SUBBAND ECHO CANCELLER INCLUDING REAL-TIME ALLOCATION AMONG THE SUBBANDS'인 미국 특허 제5,001,701호는이러한 서브대역 에코 소거기의 성능을 개선하는 방법을 제안하였다. 이 특허에서는, 에코 소거에 이용가능한 총 계산 자원은 고정되어 있지 않는 것으로 가정한다. 보다 큰 적응 필터 비정렬을 갖는 서브대역과 연관된 에코 소거기는 전체 서브대역 에코 소거기의 가장 빠른 수렴을 실현하기 위해 보다 작은 적응 필터 비정렬을 갖는 서브대역에서의 에코 소거기들보다 초당 보다 많은 이터레이션(iteration)이 제공된다. 적응 필터의 비정렬은 현재 및 과거의 필터 계수 간의 차이의 가중된 노옴(norm)이다.

이러한 서브대역 에코 소거 기술이 음향 에코 소거기의 계산상 복잡성을 감소시키지만, 일부 응용예에서는 이러한 계산상의 복잡성이 여전히 매우 높게 나타난다. 서브대역 음향 에코 소거기의 계산상 복잡성의 추가 감소는 많은 응용예의 전제조건에 상응하는데 필요하게 된다. 또한, 사용자가 인식한 전체 성능을 유지하면서 계산상의 복잡성을 가급적 많이 감소시키는 것이 바람직하다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은, 복수의 서브대역 각각내의 에코 잔여 에너지를 결정하는 단계, 상기 각각의 서브대역내의 에코 잔여 에너지의 함수로서 각각의 서브대역과 연관된 적응 필터에 각각의 적응 속도를 지정하는 단계, 및 상기 서브대역에 선택된 상기 각각의 적응 속도로 적응 필터의 계수를 갱신하는 단계를 포함하는, 서브대역 에코 소거기의 적응 필터의 동작 방법을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 복수의 서브대역과 연관된 복수의 적응 필터, 및 상기 복수의 적응 필터에 결합된 적응 속도 제어기를 포함하되, 상기 적응 속도 제어기는 각각의 서브대역내의 에코 잔여 에너지를 측정하고, 보다 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들에 정상의 적응 속도를 지정하고 보다 낮은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들에 느린 적응 속도를 지정하는 것을 특징으로 하는 서브대역 에코 소거기를 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

개별 서브대역에서 적응 필터링을 이용함으로써, 서브대역 에코 소거 기술은 장치의 계산 자원을 보다 효율성있게 사용할 기회를 제공한다. 효율적인 적응 방법은 전체 사용자가 인식한 성능을 유지하면서 가급적 많은 계산상의 복잡성을 감소시킨다. 이 방법은 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들을 식별한다. 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역인 경우, 적응성은 정상 속도로 발생한다. 다른 서브대역들은 보다 낮은 속도로 적응한다. 이 적응성은 모든 서브대역에 걸쳐 에코 소거를 제공하지만, 종래의 에코 소거기보다는 보다 효율적으로 수행한다. 기술 분야의 당업자는 기술된 실시예에서, 시간-영역 적응 필터링이 그 구조상의 간단함과 개념상의 명확함으로 인하여 사용되고 있지만, 다른 형식의 적응 필터링이 사용될 수 있다는 것을 알 것이다.

사람은 높은 에너지를 갖는 서브대역 신호로부터 에코 왜란을 인식하기 때문에, 사용자가 인식하는 규정에 기초하여 계산상 복잡함이 감소된다. 일부 서브대역들은 우세한 에너지를 갖는 에코 잔여 신호를 생성할 것이라는 것이 밝혀져 있다. 보다 낮은 에코 잔여 에너지를 갖는 다른 서브대역에서의 적응 필터 계수는 보다 낮은 속도로 적응하는 한편, 보다 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 다른 서브대역에서의 적응 필터 계수는 정상 속도

로 적응한다. 일부 서브대역만이 높은 에코 잔여 에너지를 갖기 때문에, 대부분의 서브대역은 낮은 에코 잔여 에너지를 가져 보다 느린 속도 적응한다.

에코 소거기는, 적응 필터의 계수 적응은 전체 서브대역 에코 소거기의 계산상의 복잡함을 크게 감소시키는 일부 서브대역에서만 정상 속도임에 따라 매우 효율적이다. 본 발명은 서브대역에 걸쳐 에코를 균일하게 억제하기 위해 다른 서브대역에서 적응 필터에 대하여 다른 적응 속도를 사용함으로써 얻어진 효율성에 유리하다. 에코 소거를 수행하는 가장 효율적인 방법은 모든 서브대역에서 균일하게 에코를 억제하는 것이다.

서브대역 음향 에코 소거기(120)(도 1)는 핸즈-프리 동작을 개선하기 위하여 쌍방향 통신 장치(100)에서 이용된다. 전-이중 통신 장치(100)는 핸즈-프리 장치로서 도시되어 있고, 핸즈-프리 무선전화, 핸즈-프리 원거리 회의 장치, 핸즈-프리 위성 전화, 핸즈-프리 무선 전화, 개인용 컴퓨터(PC) 멀티미디어 통신 장치, 또는 임의의 다른 안정한 통신 장치일 수 있다. 통신 장치(100)는 원격지로부터 원격 신호(원단 신호)를 수신하고 로컬 신호(근단 신호)를 원격지로 송신하는 트랜시버(114)를 포함한다.

트랜시버는 케이블, 광학, 무선, 유선 또는 위성 통신용의 안정한 임의의 트랜시버일 수 있으며, 그 동작은 기술 분야의 당업자에게 널리 공지되어 있고 본 명세서에서는 간결성을 위해 보다 상세한 설명은 하지 않는다. 기술된 실시예에서, 트랜시버(114)는 셀룰러 시스템에서 무선 통신용 안테나(116)에 결합된다. 트랜시버(114)는 D/A 변환기(110)에 의해 출력된 에코-소거된 근단 신호를 안테나(116)를 거쳐 원단 통신 장치에 송신하고 안테나(116)에 의해 검파된 원격 장치로부터 수신된 신호를 A/D 변환기(112)에 입력한다.

수신 경로는 아날로그-디지털(A/D) 변환기(112) 및 확성기(102)에 접속된 디지털-아날로그(D/A) 변환기(108)를 포함한다. 트랜시버(114) 출력은 서브대역 에코 소거기(120)용 A/D 변환기(112)에서 디지털 신호로 변환된다. 디지털-아날로그(D/A) 변환기(108)는 디지털화된 원단 신호를 로컬 확성기(102)를 구동시키는 아날로그 포맷으로 변환시킨다.

송신 경로는 원격지로의 송신을 위하여 로컬 음향 신호를 전기 신호로 변환시키는 마이크로폰(104)을 포함하고, A/D 변환기(106)는 마이크로폰 전기 신호를 서브대역 음향 에코 소거기(120)에 공급된 디지털 신호로 변환시킨다. 서브대역 음향 에코 소거기(120)로부터 출력된 에코-소거된 신호는 트랜시버(104)를 거쳐 송신하기 위하여 D/A 변환기(110)에서 아날로그 포맷으로 변환된다.

기술 분야의 당업자는, A/D 변환기(112) 및 D/A 변환기(110)가 아날로그 시스템에서 사용된다는 것을 알 것이다. 대안적으로, 디지털 구현시 A/D 변환기(112)는 스피치 디코더에 의해 대체되고, D/A 변환기(110)는 스피치 인코더에 의해 대체된다. 예를 들면, 변환기(112 및 110)는 이동 통신용 글로벌 시스템(GSM) 또는 종합 서비스 디지털망(ISDN)용 통신 장치에서 디지털 인터페이스의 스피치 디코더 및 인코더일 수 있다. 안테나(116) 및 트랜시버(114)의 조합이 유선 또는 광 통신 시스템에 대한 응용과 같이, 일부 응용에서는 네크워크 인터페이스 장치에 의해 대체될 수 있다는 것을 또한 알아야 한다.

동작시, A/D 변환기(112)의 출력단(101)에서의 디지털 형식인 원단 보이스 신호, x(n)는 확성기(102)를 구동시키기 위해 아날로그 신호를 발생시키는 D/A 변환기(108)로 입력된다. 스피커(102)에 의해 출력된 원단 신호의 일부는 마이크로폰(104)에 의해 근단 가청 신호로 검파되어 D/A 변환기(106)에서 디지털 포맷으로 변환된다. 출력단(103)에서의 최종 근단 신호 y(n)는 서브대역 음향 에코 소거기(120)에의 입력이다. 디지털 형식의 에코-소거된 스피치 신호 r(n)은 서브대역 음향 에코 소거기(120)의 출력단(105)에 출력되고 D/A 변환기(110)에 입력된다.

서브대역 음향 에코 소거기(120)는 디지털 신호 프로세서(DSP), 마이크로프로세서, 프로그램가능한 논리 장치 등에서 구현될 수 있다. 서브대역 음향 에코 소거기(120)는 버스(101)상의 전-대역 원단 신호 x(n)을 출력단(221-223)의 M개의 인접한 서브대역 원단 신호 $x_1(n)$ 내지 $x_M(n)$으로 분해하는 분석 필터(220)(도 2), 버스(103)상의 전-대역 근단 신호 y(n)을 출력단(210-212)의 M개의 인접한 서브대역 근단 신호 $y_1(n)$ 내지 $y_M(n)$으로 분해하는 분석 필터(242), 및 출력단(260-262)의 M개의 서브대역 에코-소거된 신호 $r_1(n)$ 내지 $r_M(n)$을 버스(105)상의 전-대역 에코-소거된 신호 r(n)으로 조합하는 합성 필터(230)를 포함한다. M개의 적응 필터(201-203)는 출력단(210-212)의 M개의 인접한 서브대역 근단 신호 $y_1(n)$ 내지 $y_M(n)$에서 에코 신호를 소거하는데 이용되고, 적응 속도 제어기(240)는 출력단(241-243)의 M개의 적응 속도 제어 신호 $s_1(n)$ 내지 $s_M(n)$을 M개의 적응 필터(201 내지 203)에 출력한다. 서브대역 신호용 시간 인덱스 n은 전 대역 신호용 시간 인덱스 n과 동일하거나 동일하지 않을 수 있다는 것을 알아야 한다. 예를 들면, 서브대역 신호용 시간 인덱스(샘플링 간격)는 전 대역 신호용 시간 인덱스에 비해 보다 작은 간격일 수 있으므로, 적응이 서브대역 에코 소거기에서 보다 자주 발생한다는 것을 알아야 한다.

이상적으로는, 분석 필터(220, 242)는, 각각의 서브대역 신호가 주파수-영역에서 인접한 서브대역과 중첩하지 않는 M개의 서브대역 신호를 출력한다. 그러나, 인접한 서브대역들 간의 절대 격리가 매우 곤란하기 때문에, 일부 작은 중첩이 허용된다. 이는 중첩이 작은 한 음향 에코 소거기의 성능에는 그다지 영향을 미치지 않을 것이다.

게다가, 분석 필터(220, 242)의 동작에 완전하게 반대인 합성 필터(230)의 동작은 실제 구현하는데 있어 어렵거나 매우 비용이 비쌀 것이다. 결국, 이상적으로 합성 필터의 출력 신호가 합성 필터에 입력되는 신호의 지연 버전일 수 있지만, 실제로 보다 간단히 설계하고 계산상의 복잡함을 감소시키기 위해 소량의 크기 및 위상 왜곡은 허용된다.

분석 필터(220, 242) 및 합성 필터(230)를 구현하는 다양한 방식이 있다. 이러한 구현들은 기술 분야의 당업자에게 널리 공지되어 있으며, 간결함을 위해 본 명세서에서는 더 이상 설명하지 않는다.

적응 필터(201)(도 2)는 서브대역 1에서 출력단(210)의 근단 신호 $y_1(n)$의 에코 신호를 소거하는데 사용되고, 적응 필터(202)는 서브대역 2에서 출력단(211)의 근단 신호 $y_2(n)$의 에코 신호를 소거하는데 사용되고, 적응 필터(203)는 M개의 서브대역에서 출력단(212)의 근단 신호 $y_M(n)$의 에코 신호를 소거하는데 사용된다. 적응 필터(201 내지 203)는 예를 들면 LMS 또는 RLS 알고리즘일 수 있다. 분석 필터(220, 242),

및 합성 필터(230), 및 적응 필터(201 내지 203)는 시간-영역 또는 주파수-영역에서 구현될 수 있다.

이 동작은 각각의 적응 필터(201 내지 203)에 대하여 LMS 알고리즘을 사용하여 시간-영역 시스템에 관하여 기술되고, 서브대역의 개수 M은 32이다(3개의 적응 필터(201-203)가 도 2에 도시되어 있지만, 기술 분야의 당업자는 추가의 29개의 적응 필터가 32개의 서브대역을 갖는 실시예에서 다른 29개의 서브대역에 제공된다는 것을 알 것이다). LMS 적응 필터는 그 간결성과 강력한 성능으로 인해 널리 사용되고 있다. M개의 적응 필터는 구현에 따라 다르거나 동일할 수 있다. 모든 M개의 적응 필터에 대하여 동일한 구조를 사용함으로써, 시스템은 DSP 프로세서의 프로그램 재사용 또는 다른 하드웨어를 사용한 M개의 적응 필터 구현을 위한 하나의 회로 구현에 유리할 수 있다. 각각의 적응 필터(201-203)는 에코 추정치를 발생시키는 조정가능한 계수를 갖는 유한 임펄스 응답(FIR) 필터, 에코-소거된 신호를 발생시키는 감산기, 및 그 계수를 갱신하는 제어 장치를 포함한다.

기술된 실시예는, 임의의 다른 개수의 서브대역 및/또는 그룹일 수 있지만, M(서브대역의 개수)이 32이고 N(서브대역군의 개수)은 8이라고 가정한다. 적응 속도 제어 장치(240)는 포트(260, 261, 302-306, 262)상의 32개의 서브대역 에코 잔여 신호 $\{r_i(n);\ i=1, 2, \ldots, 32\}$에 대하여 출력단(320 내지 327)의 32개의 에코 잔여 에너지 $\{e_i(n):\ i= 1, 2, \ldots, 32\}$를 찾기 위해 32개의 에너지 계산기(310 내지 317)(도 3)(8개만이 도시되어 있음)를 포함한다. 8개의 가산기(330-331)(2개가 도시되어 있음)는 각각 일부 M/N 서브대역 에코 잔여 에너지를 합산하는데 사용된다. 최대 그룹 선택기(340)는 포트(332 내지 333)에서 8개의 그룹 에너지 $\{C_i(n):\ i=1, 2, \ldots, 8\}$ 중에서 최대값을 선택한다. 출력 속도 제어 발생기(350)는 32개의 적응 필터(201-203)에 대하여 출력단(241-243)의 32개의 적응 속도 제어 신호 $s_1(n)$, $s_2(n)$, $s_M(n)$을 발생시킨다(도 2).

기술된 실시예에서, 분석 필터(220)에서 발생된 32개의 서브대역 원단 신호 $\{x_i(n):\ i=1, 2, \ldots, 32\}$(도 2)는 출력단(221-223)에서 출력된다. 분석 필터(220)의 이 출력은 적응 필터(201-203)에 입력된다. 분석 필터(242)의 출력단(210 내지 212)에서의 32개의 서브대역의 근단 신호 $\{y_i(n):\ i= 1, 2, \ldots, 32\}$는 또한 32개의 적응 필터(201-203)에 입력된다. 32개의 서브대역 적응 필터(201-203)는 출력단(260-262)에서 32개의 서브대역 에코-소거된 신호 $\{r_i(n);\ i=1, 2, \ldots, 32\}$를 발생시킨다. 이 서브대역 에코 소거된 신호는 출력단(105)에서 전-대역 에코-소거된 신호 r(n)을 출력하는 합성 필터(230)에 입력된다.

서브대역 음향 에코 소거기(120)는 적응 속도 제어기(240)를 이용한다. 적응 필터(201-203)가 적응하는 비율은 이 적응 속도 제어기(240)에 의해 설정된다. 적응 속도 제어기(240)의 출력단(241-243)에서의 32개의 적응 속도 제어 신호 $\{s_i(n):\ i= 1, 2, \ldots, 32\}$는 32개의 적응 필터(201-203)에 입력된다. 신호 $x_i(n)$, $y_i(n)$, $r_i(n)$, 및 $s_i(n)$은 하나의 서브대역 i에 사용된다.

적응 속도 제어기(240)는 M개의 적응 필터(201 내지 203) 각각에 적응 속도를 지정한다. 적응 속도 제어기(240)는 에너지 계산기(310 내지 317)를 포함한다. 에너지 계산기(310-317)는 포트(262, 302-306, 261, 260)에서 에코 잔여 신호를 수신하도록 접속된다. 에너지 계산기 각각은 양의 값을 발생시키기 위해 제곱 또는 절대값 발생 회로(410)(도 4)를 포함한다. 회로(410)의 출력은 저역 통과 필터(412)에서 필터링되어 평균값을 발생시킨다. 32개의 에너지 계산기(310 내지 317)는 다음의 수학식 1에 따라 포트(320 내지 327)에서 에코 잔여 에너지 $\{e_i(n):\ i= 1, 2, \ldots, 32\}$를 계산한다.

$$e_i(n) = (1-g)e_i(n) + gr_i(n)r_i(n)\circ i=1, 2, \ldots, 32$$

여기서 g는 0과 1 사이의 스칼라값이고, 예를 들면 0.01로 선택될 수 있다. 출력단(320 내지 327)에서의 32개의 서브대역 에코 잔여 에너지 $\{e_i(n):\ i= 1, 2, \ldots, 32\}$는 다음과 같은 4개의 인접한 서브대역의 8개의 그룹으로 분할된다. 즉,

그룹 1: {e1(n), e2(n), e3(n), e4(n)}

그룹 2: {e5(n), e6(n), e7(n), e8(n)}

그룹 3: {e9(n), e10(n), e11(n), e12(n)}

그룹 4: {e13(n), e14(n), e15(n), e16(n)}

그룹 5: {e17(n), e18(n), e19(n), e20(n)}

그룹 6: {e21(n), e22(n), e23(n), e24(n)}

그룹 7: {e25(n), e26(n), e27(n), e28(n)}

그룹 8: {e29(n), e30(n), e31(n), e32(n)}

각각의 그룹인 경우, 4개의 인접한 서브대역 에코 잔여 에너지가 하나의 그룹 에너지를 발생시키기 위해 함께 가산된다. 따라서, 8개의 가산기(330 내지 331)는 출력단(332 내지 333)에서 8개의 에너지 $\{C_i(n):\ i=1, 2, \ldots, 8\}$를 발생시킨다. 즉,

$$C_i(n)= e_{4i-3}(n)+e_{4i-2}(n)+e_{4i-1}(n)+e_{4i}(n)\circ i=1, 2, \ldots, 8$$

출력단(341)에서의 최대 그룹 에너지 신호 Cmax(n)은 출력단(332 및 333)으로부터 입력 $\{C_i(n):\ i=1, 2, \ldots, 8\}$에 응답하여 최대 선택기(340)에 의해 발생되므로, $Cmax(n)=max\{C_1(n), C_2(n), \ldots, C_8(n)\}$이다.

출력 속도 제어 발생기(350)는 최대 선택기(340)의 출력(341)에 응답하여 출력단(241 내지 243)에서 32개의 적응 속도 제어 신호 {$s_i(n)$: i= 1, 2, ..., 32}를 발생시킨다. 이 적응 속도 제어 신호는 M개의 적응 필터(201 내지 203)(도 2)에 입력된다. 동작시, 그룹 i로부터의 $C_i(n)$이 최대 그룹 에너지를 가지면, 출력단(241 내지 243)에서의 적응 속도 제어 신호는 다음과 같이 발생된다.

$$s_{4i-3}(n)= s_{4i-2}(n)=s_{4i-1}(n)=s_{4i}(n)=1$$ (최대값을 갖는 그룹 *i*와 연관된 적응 필터인 경우)

sj(n)=K 및 j≠4i, 4i-1, 4i-2, 4i-3 및 K>1 (다른 그룹과 연관된 적응 필터인 경우)

여기서 K는 하나의 계수 적응이 발생하는 샘플의 개수이다. 예를 들면, K=2이면, 선택된 그룹 이외의 적응 필터의 적응 속도는 1/2 속도이거나(매 2개의 샘플 마다 한번 갱신함), 또는 K=4이면, 선택된 그룹 이외의 적응 필터의 적응 속도는 1/4 속도이다(매 4개의 샘플마다 한번 갱신함).

따라서, 출력 속도 제어 발생기(350)는 계수 적응이 특정 샘플링 순간시 수행되는지의 여부를 가리키는 각각의 적응 필터(201 내지 203)에 대하여 출력단(241 내지 243)에서 개별 제어 신호 {$s_i(n)$: i= 1, 2, ..., 32}를 발생시킨다. 적응이 매 유효한 샘플링 순간에 발생하는 정상의 적응 속도는 높은 잔여 에코 그룹 에너지를 갖는 서브대역의 그룹, 또는 그룹들에 제공되는 한편, 적응이 일부 샘플링 간격에 대해 스킵되는 낮은 적응 속도는 낮은 그룹 잔여 에코 에너지를 갖는 서브대역의 그룹에 지정된다. 할당된 적응 에너지를 최대 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역에 위임함으로써, 서브대역 에코 소거기(120)는 에코 소거기의 성능을 크게 저하시키기 않고 처리 자원을 덜 사용할 수 있다.

적응 속도 제어기(240)는 다양한 대체 방식으로 출력단(241 내지 243)에서 제어 신호 {$s_i(n)$: i= 1, 2, ..., 32}를 지정할 수 있다. 제어 신호를 지정하는 다른 방법은 개별 서브대역 에너지를 사용할 수 있고, 잔여 에코 에너지의 임계 레벨 이상을 갖는 대역을 선택할 수 있다. 대안적으로, 가장 큰 잔여 에너지를 갖는 대역은 인접한 대역에서의 에너지값과 무관하게 선택될 수 있다. 선택한 서브대역의 그룹의 장점은 처리를 간결하게 하고, 인접한 서브대역이 최대 잔여 에코 에너지를 갖는데 유리하다는 것이다.

도 5를 참조하면, 적응 필터(201)가 도시되어 있다. 적응 필터(201)는 FIR 필터(500) 및 적응 필터 제어 장치(502)를 포함한다. 적응 필터 제어 장치(502)는 출력단(504)에서 적응가능한 계수 $W_1(n)$을 발생시킨다. FIR 필터(500)는 출력단(504)에서 계수 $W_1(n)$을 사용하여 출력단(508)에서 서브대역 에코 추정치 $z_1(n)$을 발생시킨다. 현재의 샘플링 순간 n에서, 서브대역 원단 스피치 샘플 $x_1(n)$은 분석 필터(220)로부터 포트(221)에서 수신되고, 서브대역 근단 스피치 샘플 $y_1(n)$은 분석 필터(242)의 출력으로서 포트(210)로부터 수신된다. 출력단(221 및 210)에서의 서브대역 신호 $x_1(n)$ 및 $y_1(n)$은 A/D 변환기(106)(도 1) 및 D/A 변환기(108)가 동일한 클럭을 사용함에 따라 동기화된다.

출력단(508)에서의 에코 추정치 $z_1(n)$은 다음의 수학식 4에 기초하여 FIR 필터(500)에 의해 합성된다.

$$z_1(n)=W_1(n)^T X_1(n)=\sum_{i=0}^{L-1} W^l{}_i(n)X_i(n-i)$$

윗첨자 T는 벡터 또는 매트릭스의 이항을 의미하고, L은 FIR 필터(500)의 차수이며, $X_1(n)=[x_1(n)x_1(n-1)...x_1(n-L+1)]^T$는 서브대역에 대한 L 최대 현재 서브대역 원단 스피치 샘플이다.

적응 필터(201)(도 5)는 입력단(210)에서의 근단 신호 $y_1(n)$에서 출력단(508)에서의 에코 추정치 $z_1(n)$을 감산함으로써 출력단(260)에서의 양자 대화 상태에서의 에코-소거된 신호 $r_1(n)$(또는 독백 상태에서의 에코 잔여 신호)을 발생시키는 감산기(506)를 더 포함하며,

$$r_1(n)=y_1(n) - z_1(n)$$

이다. 여기서, 독백 상태는, 로컬 스피치가 존재하지 않고 근단 신호가 에코 신호만을 포함한 것으로 정의되는 한편, 양자대화 상태는 에코 신호 이외에도 근단 스피치가 존재하는 것으로서 정의된다. 계수 적응은 양자대화 상태에서는 중지해야 한다. 양자대화 검파기는 기술 분야에 널리 공지되어 있듯이 두개의 상황을 구별하는데 사용될 수 있다. 독백 상태는 본 명세서에서는 r1(n)이 서브대역 1에 대한 서브대역 에코 잔여 신호라고 가정한다.

적응 필터(201)는 FIR 필터(500)의 출력단(504)에서의 계수 $W_1(n)$을 출력하는 제어 장치(502)를 더 포함한다. 출력단(504)에서의 계수 $W_1(n)$은 포트(221)에서의 서브대역 원단 스피치 신호 $x_1(n)$, 포트(210)에서의 근단 스피치 신호 $y_1(n)$, 및 포트(241)에서의 적응 속도 제어 신호 s1(n)에 기초하여 발생된다.

도 6을 참조하면, 적응 필터(201)의 동작이 지금부터 기술될 것이다(적응 필터(201)의 설명은 다른 31개의 적응 필터 각각에 적용한다). 221에서 입력된 서브대역 원단 신호 $x_1(n)$로부터 L 최대 현재 서브대역 원단 신호 샘플인 벡터 $X_1(n)$은 블록 602, 즉 $X_1(n)=[x1(n), x1(n-1), ...x1(n-L+1)]^T$에 의해 표시된 바와 같이 적응 필터(201)내의 버퍼(도시되어 있지 않음)에 저장된다.

서브대역 원단 신호 에너지에 대한 에너지 추정치 E_1은 블록 604, 즉 $E_1=(1-a)E_1+aX_1(n)x_1(n)$에 표시된 바와

같이 (도 5에 도시된) 적응 필터 제어기(502)에서 발생된다. 여기서 a는 0과 1 사이의 스칼라, 예를 들면 a=0.01이다.

적응 필터(201)는 입력단(241)에서의 적응 제어 신호 $s_1(n)$에 응답하여 적응 속도를 설정한다. 적응 필터 제어기(502)는, 판정 블록 606에 표시된 바와 같이, 특정 샘플링 순간 동안에 적응하거나 또는 이전의 계수를 사용하도록 선택한다. 샘플링 순간, [n mod $s_1(n)$]=1시 갱신된 계수 $W_1(n)$은 입력단(260)에서의 입력 $r_1(n)$, 블록 602로부터의 $X_1(n)$, 및 블록 604로부터의 $E_1(n)$에 기초하여 블록(608)에 표시된 바와 같이 적응 필터 제어기(502)에서 발생된다. 즉,

$$W_1(n)=W_1(n-1)+br_1(n)X_1(n)E_1^{-1}$$

이다. 여기서, b는 스텝 크기이고 $W_i(n)=[W^1_0(n)W^1_1(n)...W^1_{L-1}(n)]^T$이다. 다른 경우에, 계수 $W_1(n)$은, 블록 610에 표시된 바와 같이 [n mod $s_1(n)$]=0일 때 변경되지 않는다. 양쪽 경우에, 계수 W1(n)은 FIR 필터(500)에 의해 사용하기 위하여 504에서 출력된다.

따라서, 정상 적응 속도를 갖는 적응 필터인 경우, $s_i(n)$=1은 매 샘플링 순간마다 적응할 것이다. 보다 느린 적응 속도, 예를 들면 1/4 속도를 갖는 적응 필터인 경우, $s_i(n)$은 4이고 매 4개의 샘플 순간마다 단 한번만 적응할 것이다.

발명의 효과

따라서, 적응 필터(201-203) 각각에 대한 출력단(241 내지 243)에서의 적응 제어 신호 {$s_i(n)$: i= 1, 2, ..., 32}는 매 샘플링 순간마다 발생되어 각각의 적응 필터(201 내지 203)에 대하여 적응을 인에이블시키거나 디스에이블시킨다. 높은 에코 잔여 신호 에너지를 갖는 서브대역들은 각각의 샘플링 순간을 적응할 것인 반면, 낮은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들은 유효한 샘플링 순간의 일부 동안에만 적응할 것이다. 보다 짧은 샘플링 순간 동안에 적응함으로써, 에코 소거를 수행하는데 필요한 초 당 기기 명령의 개수에 의해 반영되는 바와 같이, 에코 소거기의 복잡함은 서브대역 에코 소거기의 성능을 크게 저하시키지 않고 크게 감소될 수 있다. 계산상의 복잡함은 한정된 처리 용량을 갖는 실제 응용에 매우 바람직한 본래의 성능을 유지하면서 감소된다. 게다가, 서브대역이 최대 적응 자원을 수신함을 결정하기 위한 측정으로서 에코 잔여 에너지를 사용하는 것은 사용자가 인식한 성능을 유지하면서 에코 소거기의 복잡함을 감소시키는데 영향을 미친다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

서브대역 에코 소거기의 적응 필터를 동작시키는 방법에 있어서,

복수의 서브대역 각각내의 에코 잔여 에너지를 결정하는 단계,

상기 각각의 서브대역내의 에코 잔여 에너지의 함수로서 각각의 서브대역과 연관된 적응 필터에 각각의 적응 속도를 지정하는 단계, 및

상기 서브대역에 대해 선택된 상기 각각의 적응 속도로 적응 필터의 계수를 갱신하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, M개의 적응 필터에 대한 적응 속도를 지정하는 단계는 M개의 서브대역 에코 잔여 신호의 M개의 에너지에 기초하여 M개의 적응 필터에 적응 속도를 지정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 M개의 서브대역 에코 잔여 신호의 M개의 에너지를 계산하는 단계는 각각의 서브대역에 대하여 에코 잔여 신호의 제곱을 저역 통과 필터링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 M개의 적응 필터에 대한 적응 속도를 지정하는 단계는 M개의 서브대역 에코 잔여 신호를 몇몇 그룹으로 분할하는 단계를 포함하고, 상기 각각의 그룹내의 에코 잔여 에너지는 그룹 에너지 세트를 출력하도록 함께 가산되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, M개의 적응 필터에 대한 적응 속도를 지정하는 단계는 그룹 에너지 세트중에서 최대값을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 M개의 적응 필터에 대한 적응 속도를 지정하는 단계는 보다 높은 그룹 에너지를 갖는 서브대역에 대한 정상의 적응 속도 제어 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 M개의 적응 필터에 대한 적응 속도를 지정하는 단계는 보다 낮은 그룹 에너지를 갖는 서브대역에 대한 느린 적응 속도 제어 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 정상의 적응 속도 제어 신호를 출력하는 단계는 적응을 인에이블시키는 신호를 출력하는 단계를 포함하며, 상기 정상의 적응 속도 제어 신호의 출력은 매 샘플 간격마다 대응하는 적응 필터의 계수 적응을 인에이블시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 느린 적응 속도 제어 신호를 출력하는 단계는 일부 적응 간격 동안에 적응을 디스에이블시키는 신호를 출력하는 단계를 포함하며, 상기 느린 적응 속도 제어 신호의 출력은 상기 대응하는 적응 필터가 매 D개의 샘플 순간마다 한번 적응을 수행할 수 있도록 하며, D는 정수인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

서브대역 에코 소거기에 있어서,

복수의 서브대역과 연관된 복수의 적응 필터, 및

상기 복수의 적응 필터에 결합된 적응 속도 제어기

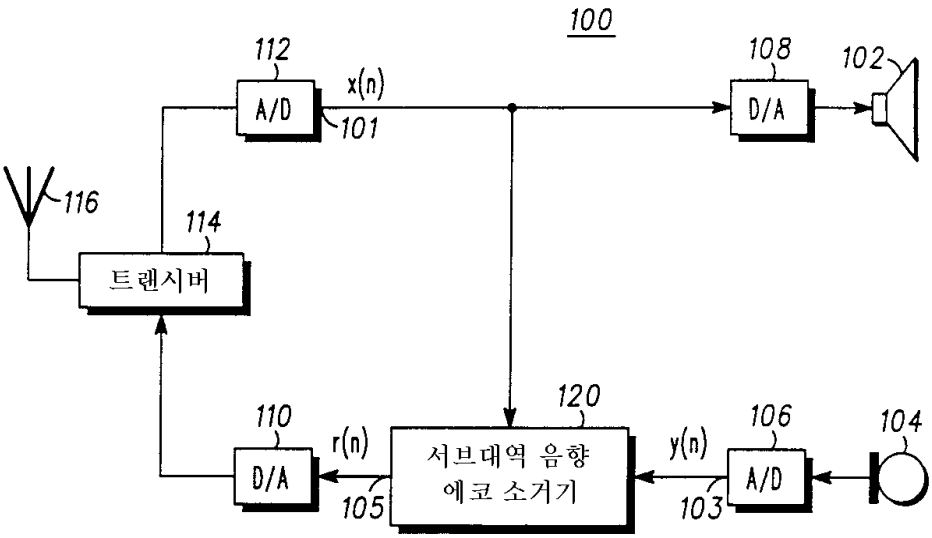
를 포함하되,

상기 적응 속도 제어기는 각각의 서브대역내의 에코 잔여 에너지를 측정하고, 보다 높은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들에 정상의 적응 속도를 지정하고 보다 낮은 에코 잔여 에너지를 갖는 서브대역들에 느린 적응 속도를 지정하는 것을 특징으로 하는 서브대역 에코 소거기.

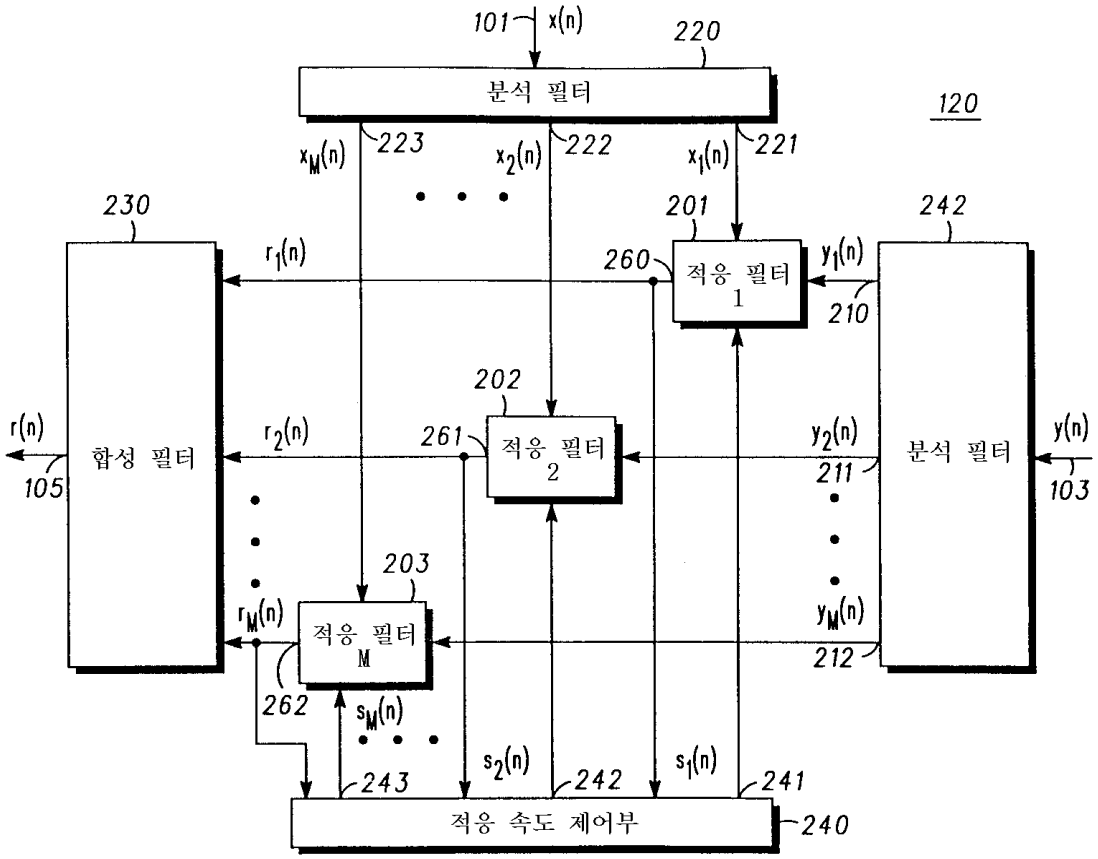
도면

도면1

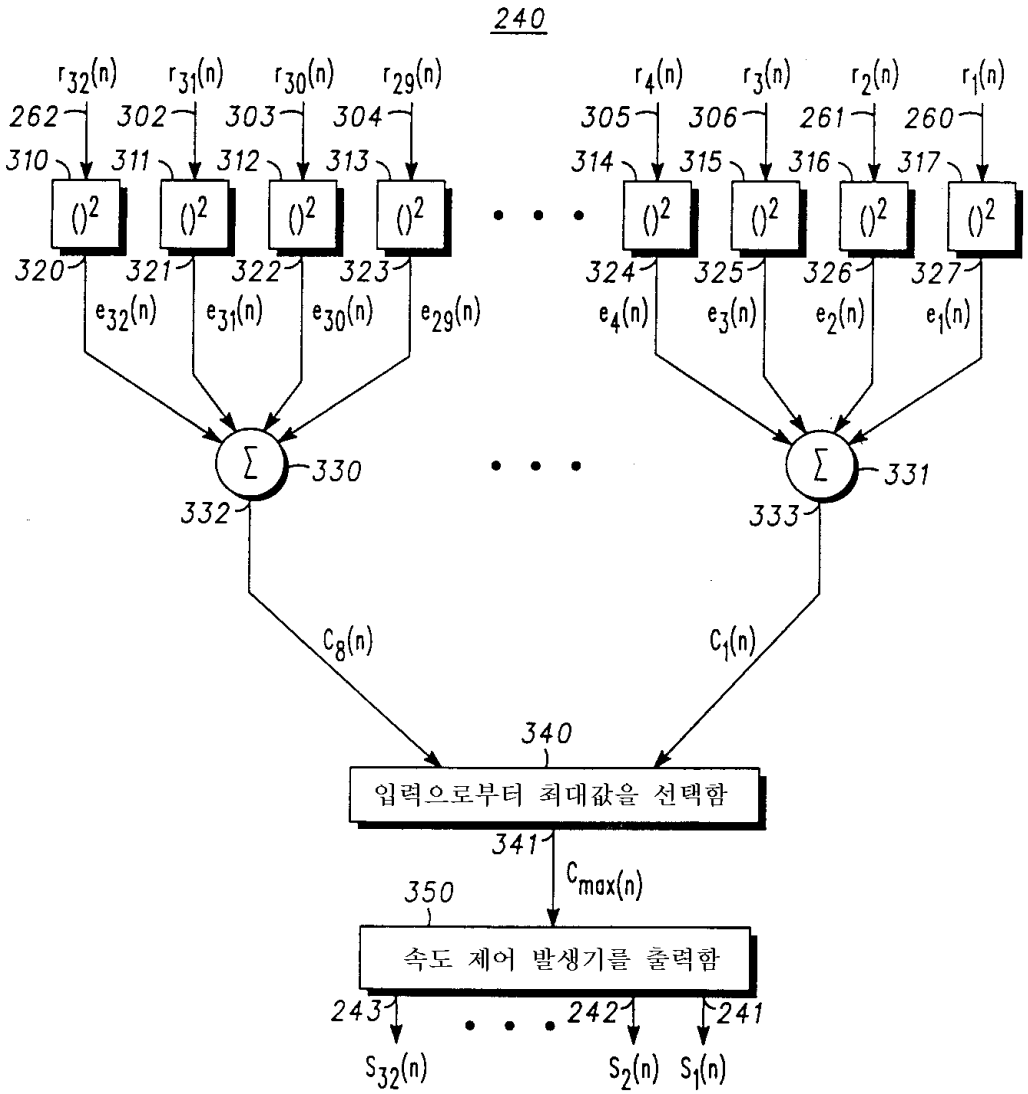
(종래 기술)



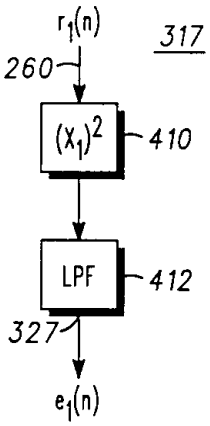
도면2


101
x(n)
220
분석 필터
120
$x_M(n)$
223
$x_2(n)$
222
$x_1(n)$
221
230
201
242
$r_1(n)$
260
적응 필터 1
$y_1(n)$
210
202
r(n)
$r_2(n)$
261
적응 필터 2
$y_2(n)$
y(n)
합성 필터
분석 필터
105
211
103
203
$r_M(n)$
적응 필터 M
$y_M(n)$
212
262
$s_M(n)$
$s_2(n)$
$s_1(n)$
243
242
241
적응 속도 제어부
240

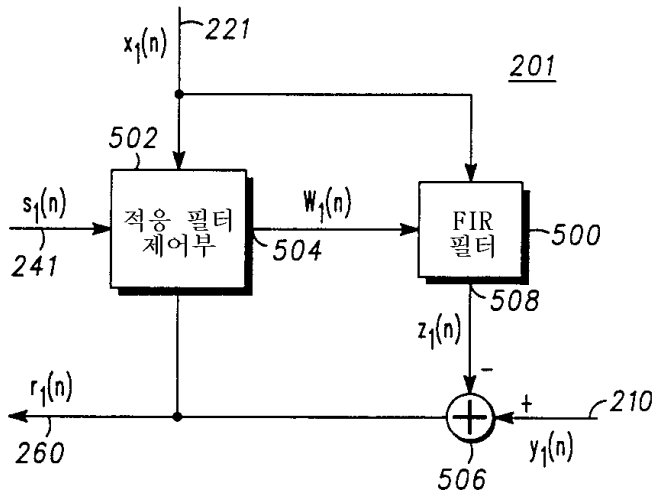
도면3


240
$r_{32}(n)$
$r_{31}(n)$
$r_{30}(n)$
$r_{29}(n)$
$r_4(n)$
$r_3(n)$
$r_2(n)$
$r_1(n)$
262
302
303
304
305
306
261
260
310
311
312
313
314
315
316
317
$()^2$
320
321
322
323
324
325
326
327
$e_{32}(n)$
$e_{31}(n)$
$e_{30}(n)$
$e_{29}(n)$
$e_4(n)$
$e_3(n)$
$e_2(n)$
$e_1(n)$
Σ
330
331
332
333
$C_8(n)$
$C_1(n)$
340
입력으로부터 최대값을 선택함
341
$C_{max}(n)$
350
속도 제어 발생기를 출력함
243
242
241
$S_{32}(n)$
$S_2(n)$
$S_1(n)$

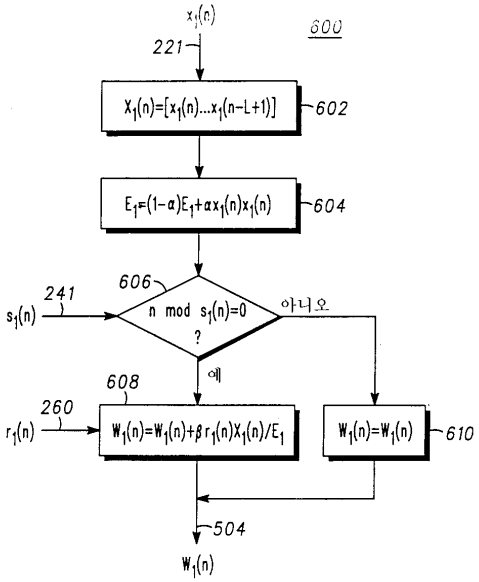
도면4


$r_1(n)$
317
260
$(X_1)^2$
410
LPF
412
327
$e_1(n)$

도면5


x1(n)
221
201
502
s1(n)
241
적응 필터
제어부
W1(n)
504
FIR
필터
500
508
z1(n)
r1(n)
260
210
y1(n)
506

도면6


x1(n)
221
600
X1(n)=[x1(n)...x1(n-L+1)]
602
E1=(1-α)E1+αx1(n)x1(n)
604
606
241
s1(n)
n mod s1(n)=0
?
아니오
예
608
260
r1(n)
W1(n)=W1(n)+βr1(n)X1(n)/E1
W1(n)=W1(n)
610
504
W1(n)