(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
H04B 3/20

(11) 공개번호 특2002-0086632
(43) 공개일자 2002년11월18일

(21) 출원번호 10-2002-7011899
(22) 출원일자 2002년09월11일
번역문 제출일자 2002년09월11일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2002/00038
(86) 국제출원출원일자 2002년01월10일
(87) 국제공개번호 WO 2002/56496
(87) 국제공개일자 2002년07월18일

(81) 지정국 국내특허 : 아랍에미리트, 안티구아바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아-헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리즈, 캐나다, 스위스, 중국, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카연방, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀랜드, 영국, 그레나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 라이베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크메니스탄, 터어키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 유고슬라비아, 남아프리카, 짐바브웨,
AP ARIPO특허: 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨,
EA 유라시아특허: 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크메니스탄,
EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀랜드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 터어키,
OA OAPI특허: 부르키나파소, 베넹, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기네, 적도기네, 기네비쏘, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 0100674.1 2001년01월11일 영국(GB)

(71) 출원인 자링크 세미컨덕터, 인크
캐나다 3에이치4 케이2케이 온타리오 오타와 마치 로드 400

(72) 발명자 미카엘세이베르트
캐나다,온타리오케2비이8엘2,오타와,리치몬드로드1300,아파트#115

(74) 대리인 권혁록

심사청구 : 있음

(54) 상관관계 계수의 행렬을 이용한 더블토크 및 경로변경 검출

요약

에코제거기에서 일반적으로 발견되는 신호로부터 0-지연 자기 및 교차 상관관계를 이용하여 행렬계수를 생성하는 과정이 기술되어 있다. 더블토크 및 경로변경은 행렬식, 고유분해 또는 단일값 분해(SVDs)와 같은 행렬조작을 이용하여 검출된다. 실시예에서는 상관관계 기반 행렬의 행렬식이 소정의 문턱값와 비교된다.

대표도
도 1

색인어
에코제거 시스템, 더블토크, 경로변경, 상관관계 기반 행렬

명세서

기술분야

본 발명은 에코제거 시스템에서 더블토크 및 경로변경을 검출하는 방법에 관한 것이다. 에코제거는 음성, 데이터 전송 및 비디오와 같은 매우 다양한 신호를 개선하는 통신응용에서 광범위하게 사용된다.

배경기술

효과적인 에코제거 과정의 조사는 복잡성의 정도, 가격 및 성능을 변화시키는 몇 가지 다른 접근법을 낳았다. 에코제거의 전통적인 접근은 길이 L의 적응필터를 이용한다. L은 에코 기간을 벗어나는 데에 필요한 샘플의 개수와 같다. 전형적으로 적응필터는 512 또는 1024 탭을 포함한다. 초당 8000 샘플의 표준 전화 비트 레이트에서, 이것은 각각 64ms와 128ms만큼 긴 에코경로로 적응하는 능력을 제공한다.

적응필터의 계산상의 요구사항은 널리 쓰이는 알고리듬의 LMS(Least Mean Square) 클래스에 대하여 L에 비례하고, RLS(Recursive Least Square)와 같은 알고리듬에 대하여 L^2 또는 그 이상에 비례한다. (RLS와 같은) 더 강인한 알고리듬은 LMS 방법보다 더 많이 개선된 수렴특징을 가진다. 그러나 L^2 계산 부하는 현재의 기술로는 불가능하게 만든다. 이러한 이유로 LMS 알고리듬 (및 그것의 변형들)은 에코제거를 위한 선택의 알고리듬을 남기는 경향이 있다.

실제적인 에코제거 장치는 더블토크로부터의 발산을 피하는 몇 가지 수단을 제공해야 한다. 에코이외에도 끝부분의 음성이 나타나므로 에코 제거기의 양쪽 측면으로부터 신호의 동시전송이 있으면 더블토크 조건은 일어난다. 그러한 환경에서는, 귀환 에코경로 신호 S_{IN} (도 1 참조)은 에코 소스 신호로부터의 귀환 에코와 더블토크 신호를 모두 포함한다. 더블토크 신호가 나타나는 것은 LMS-기반 에코제거기가 올바른 에코경로에서 수렴하는 것을 막는다. 이것은 미리 수렴된 에코제거기가 예측불가능한 상태로 발산하게 할 것이다. 발산 후에는 에코제거기는 더 이상 에코를 제거하지 않을 것이며, 올바른 솔루션으로 다시 수렴해야 한다. 그러한 행동은 결코 받아들여질 수 없으며, 실제 장치에서 피해져야 될 것이다. 그러므로 더블토크를 검출하는 몇몇 수단들은 구현되어야 한다. 발산을 방지하기 위하여 LMS 필터 계수는 전형적으로 더블토크의 존재기간 동안 움직이지 않는다.

더블토크를 빠르고 안정되게 검출하는 것은 잘 알려진 어려운 문제이다. 완전히 수렴하는 LMS 필터에서의 약간의 발산으로도 잔여 에코 수준이 크게 증가하는 결과가 초래된다. 빠르고 안정된 더블토크 검출기의 이용은 적절한 주관적인 성능을 유지하는 데에 매우 중요하다.

더블토크를 검출하는 가장 단순하고 어쩌면 가장 일반적인 방법은 신호 레벨을 이용하는 것이다. 에코경로는 전형적으로 귀환신호에서 최소의 손실 또는 감소를 포함한다. 이러한 양을 종종 에코귀환손실 또는 ERL(Echo Return Loss)이라고 칭한다. 모든 시스템에서 이것은 적어도 6dB로 가정된다. 즉 귀환신호 S_{IN} 은 더블토크가 없다면, R_{OUT} 보다 낮은 최소한 6dB의 레벨일 것이다. 더블토크가 존재할 때에, S_{IN} 에서의 레벨은 종종 상승하여 더 이상 R_{OUT} 보다 낮은 6dB가 아닐 것이다. 이 조건은 더블토크를 위한 간단하고 편리한 시험을 제공한다.

이러한 방법이 가지는 문제는 더블토크 검출기가 SIN에서의 레벨이 너무 높은지를 결정하기 위하여 에코경로 ERL을 정확히 평가해야 한다는 것이다. 그러나 ERL을 정확히 아는 것은 일반적으로 불가능하다. ERL 평가가 너무 높으면, 더블토크 검출기는 불필요하게 트리거할 수도 있다. 반대로, ERL 평가가 너무 낮으면, 그것은 전혀 트리거하지 않을 수도 있다.

이 기술의 또 다른 문제는 그것이 높은 레벨의 더블토크를 안정적으로 검출만 할 뿐이라는 것이다. 더블토크 신호가 에코 소스 신호보다 훨씬 낮은 레벨이면, 낮은 레벨의 더블토크가 발생한다. 이러한 조건에서는, S_{IN} 의 레벨의 증가는 일반적으로 매우 작다. 더블토크 검출기가 트리거하지 못할 수도 있지만, LMS 필터의 주목할 만한 발산이 여전히 발생할 수 있다.

낮은 레벨의 더블토크를 검출하기 위하여, 잔여 에코 신호(S_{OUT})의 레벨을 종종 모니터한다. 더블토크나 환경 노이즈가 없고, LMS 필터가 완전히 수렴하면, S_{OUT} 는 R_{OUT} 보다 낮은 40dB가 될 수 있다. 에코경로가 일정하다고 가정하면, S_{OUT} 의 어떠한 증가도 더블토크에 기인하는 것 같을 것이다. 물론 에코경로가 변하면, 더블토크로 잘못 인지하게 될 것이다. 그래서 이 방법이 이용되면, 별도의 경로변화 검출 알고리듬이 채용되어야 한다. 통일된 접근법이 더 간단하며 선호될 것이다.

상관관계는 신호처리에 일반적으로 사용되는 통계적 함수이다. 그것은 두 신호 사이(교차상관관계) 또는 단일신호와 그것의 시간이동된 신호 사이(자기상관관계)의 유사도의 측정을 제공할 수 있다. 더블토크 검출을 위한 상관관계의 이용은 그 자체로서도 잘 알려져 있다. 상관관계 기반의 더블토크 검출에 관한 몇 가지 특허가 있는데, 그것들은 USPN 5,646,990, USPN 5,526,347 및 USPN 5,193,112를 포함한다. 종래기술의 상관관계 기반 접근법은 보통 R_{IN} 과 S_{IN} 사이에 있는 단일 교차상관관계 계수의 계산을 일반적으로 포함한다. 이 기술의 문제는 상관관계의 정도가 다른 신호와 에코경로에 따라 크게 달라질 수 있다는 것이다. 이것은 에코제거기가 어떤 상태에 있는지를 결정하기 위하여 상관관계 계수에 대한 문턱값을 설정하는 것을 매우 어렵게 만든다.

에코 제거기에서 일반적으로 발견되는 신호들로부터의 0-지연 자기 및 교차 상관관계를 이용하여 행렬계수를 생성하는 처리는 개발되었다. 더블토크와 경로변경은 행렬식, 고유분해 또는 단일값 분해(SVD)와 같은 행렬조작을 이용하여 검출된다.

에코 제거기에서의 다양한 신호 사이에서의 상관관계는 에코 제거기가 어떤 상태 즉, 수렴하느냐 수렴하지 않느냐, 또는 더블토크에 있느냐에 따라 변할 것이다. 적절한 행렬형식으로 다양한 상관관계를 배열함으로써, 에코 제거기의 상태에 대한 중요 정보는 다양한 행렬조작을 수행함으로써 추출될 수 있다. 바람직한 조작은 행렬식을 구하는 것이지만 고유분해와 단일값 분해(SVD)도 또한 이용될 수 있다. 본 발명의 새로운 관점은 다양한 상관관계 계수를 이용하여 행렬을 형성하고 이 행렬을 분석하여 에코 제거기의 상태를 결정하는 것이다.

따라서, 본 발명은, 에코제거 시스템에서의 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 단계와, 상기 상관관계 기반 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발생하는 더블토크와 경로변경을 확인하는 단계를 포함하는, 에코제거 시스템에서 더블토크와 경로변경을 검출하는 방법을 제공한다.

바람직한 실시예에서 상관관계 기반 행렬은 귀환 에코 신호(S_{IN})와 LMS 적응필터의 출력을 이용하여 생성된다.

본 발명은 에코 제거기에서 일반적으로 발견되는 신호의 0-지연 자기와 교차 상관관계를 이용하여 상기 상관관계 기반 행렬이 생성되는 것을 제공한다.

더블토크와 경로변경은 상관관계 기반 행렬을 분석함으로써 검출된다. 가능한 분석기술은 조건수와 행렬식과 고유분해와 단일값 분해를 포함한다.

바람직한 실시예에서는 행렬의 행렬식을 이용하여 더블토크와 경로변경을 검출한다.

본 발명은 종래의 디지털 신호처리 기술을 이용하는 디지털 신호처리기에서 시간영역 또는 주파수 영역을 이용하여 구현될 수 있다.

본 발명은 상기 에코제거 시스템에서의 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 처리소자와, 상기 상관관계 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발생하는 더블토크와 경로변경을 확인하는 처리소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기를 제공한다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 다음과 같은 첨부된 도면을 참조하여 예를 들어서 더 자세히 설명될 것이다.

도 1은 LMS 적응 필터링을 이용하는 에코 제거기의 구조도이고,

도 2a는 정상적인 수렴 하에서 det[R]값을 나타내는 도면이고,

도 2b는 경로변경 하에서 det[R]값을 나타내는 도면이고,

도 2c는 더블토크 하에서 det[R]값을 나타내는 도면이다.

발명의 상세한 설명

전형적인 LMS-기반 에코 제거기의 레이아웃이 도 1에 도시되어 있다. 에코제거기는 "전송" 경로와 "수신" 경로를 따라 진행하는 두 신호를 포함한다. 에코소스 신호는 R_{IN} 으로서 에코 제거기에 입력되고 R_{OUT} 로서 에코제거기로부터 출력된다. 전송경로 입력 S_{IN} 은 더블토크 신호(만일 있으면)와 에코경로를 따라 진행한 후의 에코소스 신호로 구성된다. 에코경로를 계산함으로써 합성에코신호가 생성되어 전송경로에서 에코를 제거할 수 있다. 에코제거신호는 S_{OUT} 로 출력된다.

LMS 필터는 자체적인 조절에 의하여 출력신호를 S_{OUT} 로 억제함으로써 에코를 삭제할 것을 시도한다. 명백하게, S_{IN} 이 에코소스로부터의 에코 음성 이외의 다른 요소들을 포함하면, LMS 필터가 올바른 솔루션으로 수렴하지 않으므로 더블토크를 검출할 필요가 있다.

본 특허에 대한 알고리듬의 바람직한 실시예는 정규화된 LMS(N-LMS) 알고리듬을 이용한다. 수학적으로는, N-LMS 알고리듬에 대한 적응필터 탭-가중 갱신처리는 다음의 세 방정식으로 구성된다.

$$\hat{d}[n] = \hat{w}^H[n]u[n]$$
$$e[n] = d[n] - \hat{d}[n]$$
$$\hat{w}[n+1] = \hat{w}[n] + \frac{\mu}{a+||u[n]||^2}u[n]e[n]$$

여기서,

u[n] = R_{IN} = 에코소스 신호

$\vec{w}$ [n] = LMS 필터 계수

d[n] = S_{IN} = 원하는 LMS 출력 (에코 + 더블토크)

$\hat{d}[n]=LMS$ 출력 (측정된 에코)

e[n] = S_{OUT} = LMS 오차신호

μ = LMS 스텝 크기 파라미터

a = 작은 상수 (숫자상의 안정을 제공)

에코 제거기에서의 이들 신호의 위치는 도 1에 도시되어 있다. 당업자와 보다 자세한 처리에 잘 알려진 N-LMS 알고리듬은 대부분의 적응 필터 텍스트에서 유용하다. 예를 들어, S. 하이킨 저서의 " 적응필터 이론" , (1996)(미국 뉴저지 주에서 어퍼 새들 리버 소재의 프렌티스 홀 출판사)을 참조.

N-LMS 알고리듬에서 중요 파라미터들 중의 하나는 LMS 스텝 크기 파라미터 μ 이다. 이 파라미터는 수렴의 속도와 정확성을 제어한다. μ 가 더 크면 클수록, 알고리듬도 에코경로에서 더 빨리 수렴하지만 정상상태의 솔루션은 더 부정확해진다. N-LMS 알고리듬의 수렴을 보장하기 위해서는, μ 가 2보다 작아야 한다.

일반적인 기술은 에코 제거기의 상태에 기초하여 μ 의 값을 조절하는 것이다. (시작 상태나 경로가 바뀐 이후의 상태와 같은) 수렴하지 않는 상태에서 큰 μ 값을 이용하여 빠른 초기 수렴을 허용하는 것이 바람직하다. 일단 LMS 필터가 적당한 정도의 수렴을 성취하면, μ 의 값은 줄어들 수 있다. 이것은 약간 더 정확한 솔루션를 위한 것일 뿐만 아니라 (그러므로 더 많이 제거한다) 더블토크로부터의 잠재적 발산을 느리게 하기 위한 것이기도 하다. 적응을 함께 중지시키기 위해서, μ 를 단순히 0으로 설정할 수도 있다. 그러므로, 더블토크와 경로변경 검출기는 μ 의 값을 변화시킴으로써 LMS 필터의 동작을 제어할 수 있다.

실시예

도 1에 설명된 에코 제거기와 관련하여 동작하도록 설계된 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 더블토크 검출 알고리듬을 이하 설명한다. 이것은 디지털 신호처리기로 구현된다.

두 개의 실수값의 소스 신호 S_0 [n]과 S_1 [n]의 선형조합에 의해 생성된 두 개의 신호, X_0 [n]과 X_1 [N]을 생각해 보자. 수학적으로는 이러한 조합 처리는 다음과 같이 기술된다.

$X_i = H_{i,0} \cdot S_0 + H_{i,1} \cdot S_1$

여기서, $H_{i,j}$ 는 조합계수이다. 행렬 형식에서 이것은 다음과 같이 쓰여질 수 있다.

X = H · S

여기서,

$$X=\begin{bmatrix}X_0\\X1\end{bmatrix},\ H=\begin{bmatrix}H_{0,0}\ H_{0,1}\\H_{1,0}\ H_{1,1}\end{bmatrix}\ \text{및}\ S=\begin{bmatrix}S_0\\S_1\end{bmatrix}$$

행렬 R은 다음과 같이 정의된다.

$R = E[XX^T]$

여기서, E[…]는 통계적 기대값 연산자이다. R은 다음의 두 가지 방식으로 확장될 수도 있다.

$$\begin{aligned}R &= E\begin{bmatrix}X_0X_0^T\ X_0X_1^T\\X_1X_0^T\ X_1X_1^T\end{bmatrix}\\ &= E[HSS^TH^T]\end{aligned}$$

첫 번째 확장으로부터는, R에서의 대각 인자는 X_0[n]과 X_1[n]의 0-지연 자기상관관계이고, 대각인자 이외의 두 부분은 X_0[n]과 X_1[n] 사이의 0-지연 교차상관관계에 해당된다. 따라서, R은 대칭적인 상관관계 기반 행렬이다.

두 번째 확장으로부터는, H가 풀-랭크(full-rank)이면, S_0[n]과 S_1[n]이 모두 0이 아니고 상관관계되지 않으면, R도 풀-랭크임을 알 수 있다. 대부분의 경우에 있어서, 이것에 대한 충분한 조건은 S_0[n]과 S_1[n]이 다른 소스와는 다른 신호라는 것이다.

행렬이 더블토그와 경로변경 검출을 수행하는 데에 사용될 수 있는 방법이 이제 설명될 것이다. 우선 다음과 같은 컨벌루션을 이용하는 데에 있어서 우리가 신호조합을 생성한다고 가정하자.

$X = H \ⓧ S$

이제 조합행렬에서의 이러한 항들은 벡터라고 할 수 있다. 나아가 우리는 H가 다음과 같은 모양을 가지는 조건을 부과한다.

$$H=\begin{bmatrix}H_{0,0}\ 1\\H_{1,0}\ 0\end{bmatrix}$$

이와 같이 정의된 H로, 앞의 방정식에서의 항들을 도 1에 도시된 에코 제거기 레이아웃에 유용한 파라미터와 연결하는 것이 이제 가능하다.

S_0 = 에코소스 신호 = R_{IN} = u[n]

S_1 = 더블토크 신호

$H_{0,0}$ = 에코경로

$H_{1,0}$ = LMS 필터 계수 = $\hat{w}$[n]

이러한 정의로 다음과 같이 나타난다.

$X_0 = H_{0,0} \otimes S_0 + S_1 = S_{IN} = d[n]$

$X_1 = H_{1,0} \otimes S_0 = \hat{a}[n]$

에코 제거기 동작의 다양한 상태하에서 R에 무엇이 일어났는가 하는 문제는 이제 실험될 것이다.

LMS 필터가 비수렴 상태에 있으면, $H_{0,0} \neq H_{1,0}$ 이다. 이 상황은 에코 제거기가 제일 먼저 시작되거나 주 에코경로가 바뀐 후에 발생한다. LMS 필터는 정확한 에코경로 평가를 가지지 않으므로, $X_0 \neq X_1$ 이고, 매우 낮은 조건수로 ($H_{1,0} = 0$이 아니면, 그러나 이 조건은 일반적으로 일시적이다) R은 풀-랭크일 것이다. 예를 들어, G. H. 골럽 및 C. F. 반 로안 공저, " 행렬계산" 참조, 제3 판(1996) (미국 매린랜드 주의 발티모어 소재의 존 홉킨스 대학 출판부) ($\kappa \sim 10^{1}$)를 보라. 수렴이 진행됨에 따라, X_0와 X_1 사이의 상관관계의 정도는 증가한다. 이것은 R의 조건수를 빠르게 증가시키는 효과를 가진다. 결과적으로, R의 행렬식이 떨어지고 그것의 고유값들과 단일값들이 크게 다르게 될 것이다.

이 상태에서는 $H_{0,0} \approx H_{1,0}$ 이면, $X_0 \approx X_1$ 이다. 이것은 R을 거의 랭크부족으로 만들고 그것의 조건수를 매우 크게 만들 것이다($\kappa \sim 10^{6}$). R이 거의 단일하게 되므로, 그것의 행렬식은 매우 작게 될 것이다. 비슷하게, 우리는 오직 하나의 중요한 고유값 또는 단일 값을 발견하게 될 것을 기대한다.

더블토크가 발생할 때에, X_0는 S_0과 S_1 양자로부터의 요소들을 포함하는 반면, X_1은 S_0로부터 단독으로 유도된다. 이 경우에, X_1과 X_0은 서로 상관관계가 없다. R은 작은 조건 수를 가질 것이고, 이것은 더블토크의 기간 동안 지속될 것이다. 더블토크 레벨이 높을수록 조건수는 낮아진다. 이것은 R의 행렬식을 올릴 것이고, 우리는 중요한 2개의 고유값들과 단일값들을 발견할 것이다.

일단 행렬 R이 생성되면, 에코 제거기의 상태를 결정하는 데에 있어서 다양한 동작이 가능하다. 조건수, 행렬식, 고유값 및 단일값 모두는 더블토크 또는 경로변경을 시험하는 데에 사용될 수 있다. 행렬식은, 수행되는 가장 단순한 행렬동작이기 때문에, 바람직한 실시예에서 사용된다.

더블토크와 경로변화를 검출하는 데에 있어서 이 알고리듬의 유효성을 설명하기 위하여, 시뮬레이션이 수행되고 그 결과를 도 2에 나타난다. 그림은 정상수렴, 경로변화 및 더블토크에서의 det[R]의 값을 나타낸다. 그림에서 y축의 스케일링은 세 개의 다른 상태하에서 det[R]에서 관찰되는 변화를 명백하게 설명한다. 시뮬레이션은 G. 168 디지털 에코 제거기 표준 ITU-T 권고 G.168, 디지털 에코 제거기으로부터 ITU CSS 합성음성 신호를 이용하여 수행된다. 신호는 48000 샘플들의 길이이고, (경로변경 시뮬레이션 동안 15ms로 변화되는) 60ms의 에코경로가 사용된다.

정상적인 수렴하(도 2a)에서는, det[R]은 거의 0 값으로 빠르게 감소한다. 경로변경이 발생하면(도 2b), det[R]은 큰

값에 추가된(spike) (이 경향을 강조하기 위하여, 수렴은 경로변경 후에 10의 인자에 의해 천천히 진행됨) 다음 감소한다. 심지어 더 크지만 유지되는 더블토크(아래 그림)로 스파이크는 det[R]에 나타난다. 이 세 개의 그림의 차이점은 단순히 det[R]의 레벨을 검사함으로써 에코 제거기가 어떤 상태에 있는지를 쉽게 말해 줄 수 있게 한다. 가장 높은 레벨은 더블토크를 가리키고, (감소를 따른) 중간 레벨은 경로변경과 함께 나타난다. 매우 낮은 레벨은 완전 수렴의 특성을 가진다. 이 결과에 기초하여 문턱값은 다음과 같이 설정될 수 있다.

- 정상 (수렴) 동작

- 경로변경 검출

- 더블토크 검출

일단 에코 제거기의 상태가 결정되면, LMS 필터 동작은 그에 따라 조절될 수 있다.

신호처리에서 잘 알려진 관계는 시간 영역의 두 신호의 컨벌루션이 그것들의 주파수 스펙트럼의 곱과 등가라는 것이다. 이 특성은 신호의 주파수 영역 버전을 이용하는 위의 알고리듬상의 변화를 제안하는 것을 가능하게 한다. X는 다음과 같은 컨벌루션을 이용하여 시간영역에서 정의된다.

$X[n] = H[n] \circledast S[n]$

관련된 모든 항들의 푸리에 변환을 취함으로써, 주파수 영역에서 위의 방정식을, F_S가 신호의 샘플링 주파수인 $0 \leq f_k \leq F_S/2$의 범위 내의 모든 주파수에 대하여 다음과 같이 새로 쓸 수 있다.

$X(f_k) = H(f_k) \cdot S(f_k)$

상관관계 기반 행렬 R의 생성과 분석은 이전과 같이 수행된다. 단지 R은 X의 주파수 영역 버전을 이용하여 생성된다.

이 접근법에 대한 장점은, 알고리듬이 비 더블토크 상태 동안 높은 조건수를 가지는 R에 대한 정확한 에코경로 평가를 더 이상 가질 필요가 없다는 것이다. 더블토크 검출기는 경로변경에 대하여 완전히 무감각해진다. 응용에 따라서는 이것은 원하는 특성일 수도 있고 아닐 수도 있다. 낮은 레벨의 더블토크 검출 능력은 개선되지만, 별도의 경로변경 검출 스킴은 지금 사용되어야 한다.

이 처리의 주파수 영역의 구현은 고속 푸리에 변환(FFT)의 사용과 하위 밴딩 기술을 통하여 성취될 수 있다.

당업자가 이해하는 바와 같이 본 발명의 처리는 디지털 신호처리 또는 다른 적당한 디지털 신호처리 장치에서 구현될 수 있다.

용어정리

적응필터: 동작동안 계수가 조절될 수 있는 필터. 적응필터는 모르는 파라미터, 예를 들어 모르는 에코경로를 평가하는 데에 사용된다.

자기상관관계: 한 신호와 그것의 시간 이동된 버전의 유사도를 대략적으로 측정하는 통계량.

조건수: 행렬이 얼마나 단일한지의 측정. 임의의 행렬 A에 대한 조건수는 $\kappa(A) = ||A||||A^{-1}||$ 에 의해 주어진다.

수렴: LMS 필터가 에코경로를 정확히 모델링하고 더 이상 중요한 변화가 생기지 않을 때에 그 조건을 성취된다. 수렴할 때에 LMS 필터는 에코의 최대량을 제거하고 있다.

교차상관관계: 두 개의 별도의 신호의 유사도를 대략적으로 측정하는 통계량.

발산: LMS 필터 계수가 실제 에코경로로부터 오류가 있고 예측 불가능한 솔루션로 멀어지는 과정. 발산 동안 제거되는 에코의 양은 점점 적어진다.

더블토크: 에코 제거기의 양쪽으로부터 신호의 동시전송 동안 발생하는 조건.

에코경로: 에코를 신호에 되돌리는 과정의 수학적 기술

ERL: Echo Return Loss. 신호의 손실은 그것이 에코경로를 따라 R_{OUT} 에서 S_{IN} 으로 이동하면서 발생한다.

ERLE: Echo Return Loss Enhancement. 에코 제거기의 성능을 측정하는 일반적인 방법. 이 측정은 에코신호가 S_{IN} 으로부터 S_{OUT} 로 줄어드는 양을 나타낸다.

LMS 알고리듬: Least Mean Squares 알고리듬. 일반적인 적응 필터링 기술.

N-LMS 알고리듬: Normalized Least Mean Squares 알고리듬. 탭-가중 갱신항이 입력신호 전력의 역에 의해 스케일되는 표준 LMS의 변형.

랭크: 행렬이 가지는 0이 아닌 고유값 또는 단일값의 수. 풀-랭크 행렬은 0이 아닌 행렬식을 가지며, 따라서 단일하지 않고 역변환(invertible)될 수 있다.

RLS 알고리듬: Recursive Least Squares 알고리듬. 일반적인 적응 필터링 기술.

산업상 이용 가능성

본 발명에 의해, 상기 에코제거 시스템에서의 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 처리소자와, 상기 상관관계 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발생하는 더블토크와 경로변경을 확인하는 처리소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기가 제공되며, 또한 에코제거 시스템에서의 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 단계와, 상기 상관관계 기반 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발생하는 더블토크와 경로변경을 확인하는 단계를 수행함으로써, 에코제거 시스템에서 더블토크와 경로변경을 검출할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

에코제거 시스템에서 더블토크와 경로변경을 검출하는 방법에 있어서,

상기 에코제거 시스템에서 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 단계와,

상기 상관관계 기반 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발행하는 더블토크와 경로변경을 확인하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 신호의 0-지연 자기와 교차 상관관계를 이용하여 상기 상관관계 기반 행렬이 생성되는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 행렬의 행렬식을 이용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 행렬식의 값이 소정의 문턱치를 지날 때, 상기 더블토크와 경로변경이 추론되는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 행렬의 고유분해를 사용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 6.

제2항에 있어서, 상기 행렬의 단일값 분해를 사용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 7.

제2항에 있어서, 상기 행렬의 조건수들을 사용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 8.

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 에코제거 시스템은 적응필터를 포함하고, 상기 신호는 에코신호와 상기 적응필터의 출력을 포함하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 필터는 LMS 필터인 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 LMS 필터는 정규화된 LMS 알고리듬을 구현하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 11.

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 상관관계 기반 행렬은 시간 영역에서 생성되는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 12.

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 상관관계 기반 행렬의 요소들은 주파수 영역에서 생성되는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 13.

제3항에 있어서,

상기 행렬식 R은 $R = E\begin{bmatrix} X_0X_0^T & X_0X_1^T \\ X_1X_0^T & X_1X_1^T \end{bmatrix}$ 의 형태이고, 여기서 $X_0[n]$과 $X_1[n]$은 두 개의 실값 소스 신호 $S_0[n]$과 $S_1[n]$의 선형조합에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 14.

제1항에 있어서, $S_0[n]$은 에코신호를 포함하며, $S_1[n]$은 제거신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 검출방법.

청구항 15.

상기 에코제거 시스템에서 신호들의 상관관계 기반 행렬을 생성하는 처리소자와,

상기 상관관계 행렬을 분석하여 상기 시스템에서 발생하는 더블토크와 경로변경을 확인하기 위한 처리소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 신호의 0-지연 자기와 교차 상관관계를 이용하여 상기 상관관계 기반 행렬이 생성되는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 17.

제16항에 있어서, 상기 행렬의 행렬식을 이용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 18.

제16항에 있어서, 상기 행렬식의 값이 소정의 문턱치를 지날 때, 상기 더블토크와 경로변경이 추론되는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 19.

제16항에 있어서, 상기 행렬의 고유분해를 사용하여 상기 더블토크와 경로변경을 검출하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 20.

제16항에 있어서, 적응필터를 더 포함하고, 상기 신호는 에코신호와 상기 적응필터의 출력을 포함하는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 필터는 LMS 필터인 것을 특징으로 하는 검출방법.

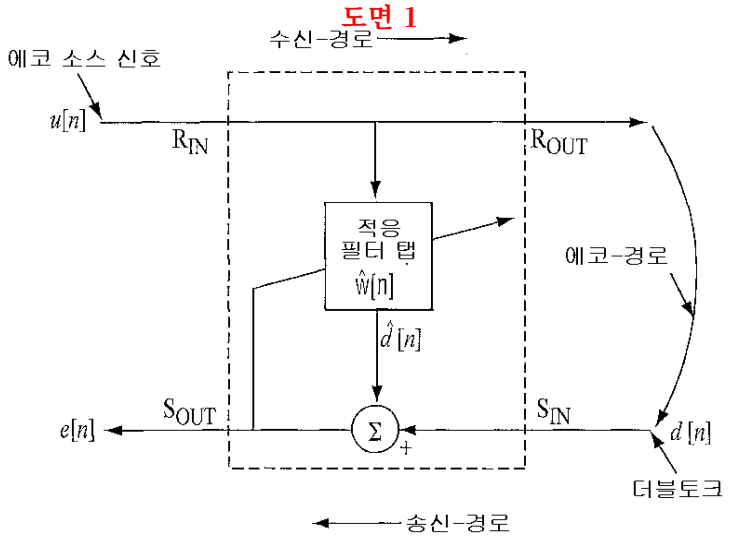
청구항 22.

제17항에 있어서,

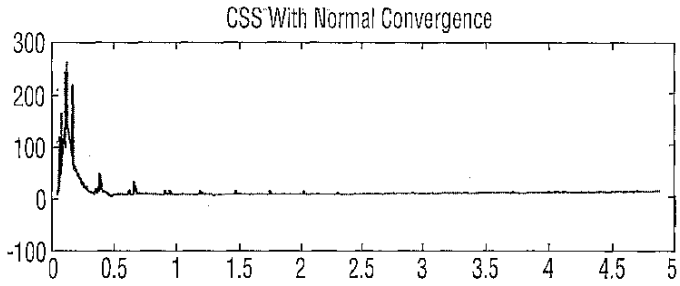
상기 행렬식 (R)은 $\mathbf{R} = E\begin{bmatrix} X_0X_0^T & X_0X_1^T \\ X_1X_0^T & X_1X_1^T \end{bmatrix}$ 의 형태이고, 여기서 $X_0[n]$과 $X_1[n]$은 두 개의 실값 소스 신호 $S_0[n]$과 $S_1[n]$의 선형조합에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 더블토크 및 경로변경 검출기.

도면

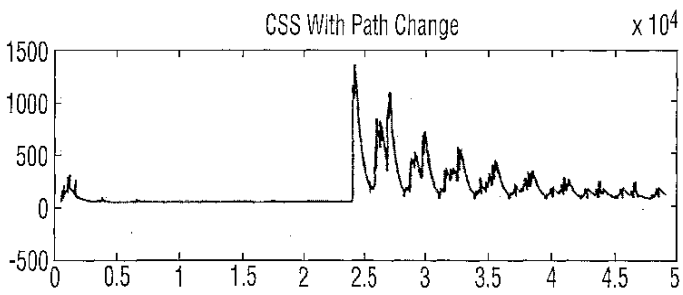
도면 1



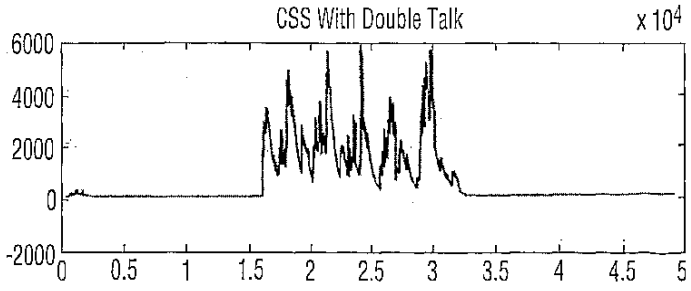
도면 2a



도면 2b



도면 2c


CSS With Double Talk
x 10^4
6000
4000
2000
0
-2000
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5