

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ H04M 9/08	(45) 공고일자 2001년03월02일
	(11) 등록번호 10-0284202
	(24) 등록일자 2000년12월18일
(21) 출원번호 10-1994-0701785	(65) 공개번호 특1994-0703596
(22) 출원일자 1994년05월25일	(43) 공개일자 1994년10월26일
번역문제출일자 1994년05월25일	
(86) 국제출원번호 PCT/US 93/09112	(87) 국제공개번호 WO 94/08418
(86) 국제출원일자 1993년09월24일	(87) 국제공개일자 1994년04월14일
(81) 지정국 AP ARIPO특허 : 말라위 수단 EA EURASIAN특허 : 카자흐스탄 러시아 EP 유럽특허 : 오스트리아 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 핀란드 영국 룩셈부르크 네덜란드 포르투갈 스웨덴 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카 메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 체코 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 라트비아 마다가스카르 몽골 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 루마니아 슬로바키아 우크라이나 베트남	
(30) 우선권주장 951,074 1992년09월25일 미국(US)	
(73) 특허권자 팔콤 인코포레이티드 러셀 비. 밀러	
(72) 발명자 미국 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 시 길버트 씨.	
(74) 대리인 미합중국 92126 캘리포니아 샌디에고 에이피티. 8 데브니 드라이브 10603 남상선	

심사관 : 양희용

(54) 네트워크 에코 제거기

요약

리턴 채널 신호에서 에코된 수신 채널 신호를 제거하기 위한 에코 제거기 및 방법으로서 여기서 에코된 수신 채널 신호는 입력 리턴 채널 신호를 갖는 에코채널에 의해 결합된다. 상기 에코 제거기는 제1필터를 갖는데 이 필터는 제1필터 계수를 발생하며 제1필터 제어신호에 응답하여 제1필터 계수를 업데이트한다. 제1합산기는 제1에코 잉여 신호를 발생하기 위해 결합된 리턴 채널과 에코 수신 채널 신호로부터 제1에코 측정치 신호를 감산한다. 제2필터는 제2필터 계수를 발생하며, 제2필터 계수를 갖는 제2에코 측정치 신호를 발생하며, 제2필터 제어 신호에 응답하여 제2필터 계수를 업데이트 한다. 제2합산기는 제2에코 잉여 신호를 발생하기 위해 결합된 신호로부터 제2에코 측정치 신호를 감산하며, 리턴 채널상에 제2에코 잉여 신호를 제공한다.

수신 채널 신호, 상기 결합된 신호와, 제1 및 제2에코 잉여 신호로부터 제1제어상태가 제1선정된 에너지 레벨상에서 수신 채널 신호를 표시하는 다수의 제어 상태중 하나를 결정하기 위해 제어수단을 구비하며 여기서 상기 제어수단이 제1제어상태에 있을때 제1제어신호를 발생하며 제1에코 잉여 신호와 상기 결합된 신호의 제2에너지 비중 적어도 하나가 제1선정된 에너지 비레벨을 초과할때 제2 제어신호를 발생한다.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

네트워크 에코 제거기

[발명의 상세한 설명]

[발명의 분야]

본 발명은 통신 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 전화 시스템의 에코를 제거하기 위한 신규한 그리고 개선된 방법 및 장치에 관한 것이다.

[관련된 기술의 설명]

현재의 모든 지상 전화(land-based telephone)는, 양방향 전송을 지원하는 두선(커스토머 또는 가입자 루프라 부름)에 의해 전화국으로 접속된다. 그러나, 약 35마일 이상의 통화에 대해서, 두방향 전송은 물리

적으로 구별된 선으로 분리되어야 하며, 따라서 4선이 된다. 2선 및 4선 세그먼트를 인터페이스하는 장치는 하이브리드라고 한다. 전형적인 장거리 전화회로는, 가입자 루프에서 로컬 하이브리드에 대해서는 2선이고, 장거리 네트워크에서 원거리 하이브리드에 대해서 2선으로 설명될 수 있다.

하이브리드를 사용하므로 장거리 통화 전송이 유용하지만, 하이브리드에서 임피던스 부정합이 에코를 야기시킬 수 있다. 통화자 A의 통화는 통화자 A로 전화 네트워크의 장거리 하이브리드를 반사시켜서, 통화자 A에서 자신의 목소리의 방해 에코를 듣게 된다. 네트워크 에코 제거기는 하이브리드에서 임피던스 부정합에 의해 발생한 에코를 제거하기 위해서 지상전화 네트워크에서 사용되며 보통 하이브리드와 함께 전화국에 배치된다. 통화자 A 또는 B에 가장 근접하여 배치된 에코 제거기는 상대방 하이브리드에 의해 발생한 에코를 제거하는데 사용된다.

지상 전화 시스템에서 사용되는 네트워크 에코 제거기는 신호의 디지털 전송을 가능하도록 하기 위해 보통 디지털 장치가 될 수 있다. 아날로그 통화 신호가 디지털 형태로 변형될 필요가 있으므로, 보통 전화국에 배치된 코덱(codec)이 사용된다. 전화 A(통화자 A)에서 전화국 A로 제공되는 아날로그 신호는 하이브리드 A를 통과하여 코덱 A에 의해 디지털 형태로 변형된다. 상기 디지털 신호는 전화국 B로 전송되는데, 여기서 상기 디지털 신호는 아날로그 형태로 변형되기 위해 코덱 B로 제공된다. 아날로그 신호는 하이브리드 B를 통해서 전화 B(통화자 B)로 결합된다. 하이브리드 B에서 통화자 A의 신호 에코가 발생된다. 이 에코는 코덱 B에 의해서 인코딩되어 전화국 A로 전송된다. 전화국 A에서 에코 제거기는 되돌아온 에코를 제거한다.

종래의 아날로그 셀룰러 전화 시스템에서 에코 제거기가 사용되어 보통 기지국에 배치된다. 이러한 에코 제거기는 바람직하지 않은 에코를 제거하기 위해 지상 전화 시스템에서와 비슷한 방식으로 작동된다.

이동국과 지상전화 사이의 통화를 위한 디지털 셀룰러 전화 시스템에서, 이동국 통화자 음성은 코덱을 사용하여 디지털화되어 보코더를 이용하여 압축되는데, 이것은 음성을 일련의 파라미터로 모델화한다. 상기 보코딩된 음성은 코드되어 공중파 위에서 디지털로 전송된다. 기지국 수신기는 신호를 디코딩하여 보코더 디코더로 전달하는데, 상기 디코더는 디지털 음성 신호를 전송된 음성 파라미터로부터 합성한다. 이 합성된 음성은 T1 인터페이스, 24음성 채널의 시간 다중화된 그룹상에서 전화 네트워크로 전달된다. 보통은 전화국에서, 상기 신호는 아날로그 형태로 변환되어 가입자 루프에서 하이브리드로 전달된다. 이 하이브리드에서 신호는 선 쌍 위에서 지상 가입자 전화쪽으로 전송하기 위해 2선으로 변환된다.

참고로, 이동국과 지상 전화 사이의 셀룰러 셀에서 이동국 통화자는 원단(far-end)통화자이며, 지상 전화의 통화자는 근단(near-end)통화자이다. 지상 시스템에서와 같이, 원단 통화자의 통화는 원단 통화자 쪽으로 전화 네트워크내에서 장거리 하이브리드에 의해 반사된다. 결국, 원단 통화자, 즉, 이동국은 자기음성의 방해되는 에코를 듣게 된다.

종래의 네트워크 에코 제거기는 보통 적응하는 디지털 필터링 기술을 사용한다. 그러나, 보통 사용되는 필터는 채널을 정확히 복제하지 못하며, 따라서 통일 일부 잔여 에코를 야기시킨다. 중심-클리핑 에코 서프레스가 사용되어 상기 잔여 에코를 제거하게 된다. 상기 에코 서프레스는 신호가 비선형 함수로 되게 한다. 합성된 잡음은 채널에 "무효" 음성이 발생하는 것을 방지하기 위해 중심-클리핑 에코 서프레스에 의해 제로로 설정된 신호부터 대체하는데 사용될 수 있다.

전송된 에코 제거 방법이 아날로그 신호에서 만족스럽다 할지라도, 이러한 형태의 잔여 에코 처리방법은 디지털 전화에서 문제를 야기시킨다. 전송된 바와 같이, 디지털 시스템에서 전송을 위한 음성을 압축하는데 보코더가 사용된다. 보코더가 비선형 효과에 특히 민감하므로, 중심-클리핑은 음성의 질을 저하시킨다. 더욱이, 사용된 잡음 대체 기술이 정규 잡음 특성에 인식할 수 있는 변동을 야기시킨다.

따라서, 본 발명의 목적은 음성의 질을 개선하기 위해서 높은 다이내믹 에코 제거를 제공할 수 있는 신규한 그리고 개선된 에코 제거기를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 디지털 통신 시스템에 아날로그 통신 시스템을 결합시켜 에코 제거에 특히 적합한 에코 제거기를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 특징은 양측이 동시에 통화하는 경우에 에코 제거기에 개선된 에코 제거 수행 능력을 제공하는 것이다.

[발명의 요약]

본 발명은 디지털 전화에 적용하기 위한 신규하고 개선된 네트워크 에코 제거기에 관한 것이다. 본 발명에 따라서 에코 제거기가 사용되는데, 여기서 알려지지 않은 에코 채널의 임펄스 응답이 확인되며, 이러한 에코의 모사가 적응되는 필터링 기술을 이용하여 발생되며, 상기 에코 모사는 원단 통화자 에코를 제거하기 위해 원단 통화자쪽으로 진행하는 신호로부터 감산된다.

본 발명에서 두개의 적응 필터가 사용되는데, 여기서 각 필터의 스텝크기는 다양한 목적으로 각 필터를 최적화시키도록 조절된다. 하나의 필터(에코 제거기 필터)는 에코 제거를 수행하며, 높은 에코 리턴 손실 인헨스먼트(ERLE)를 위해 최적화된다. 제2필터(상태 필터)는 상태 판단을 위해 사용되며 빠른 적응을 위해 최적화된다.

본 발명은 종래의 에코 제거기와 양통화자가 동시에 통화하는 동시통화의 처리에서 현저히 다르다. 종래의 에코 제거기는, 에코 채널을 트래킹하는 적응필터가 약간 열화될 때 까지 동시통화를 검출하지 못하여, 잔여 에코를 제거하기 위해 비선형 중심-클리퍼 사용이 필요하게 된다.

본 발명은 가변 적응 임계치를 사용한다. 이러한 신규한 기술은 동시통화의 정확한 온셋에서 즉시 필터 적응을 정지시켜서 측정된 에코 채널을 정확히 유지하며, 상기 잔여 에코를 제거하기 위해 중심-클리핑을 필요로 하지 않는다. 부가적인 특징으로서, 본 발명은 개선된 음성 검출방법을 이용하는데, 이러한 방법에서는 상당량의 배경 잡음을 포함하는 환경에서도 음성을 정확히 검출한다. 본 발명은 에코 채널에서 평평한-지연(flat-delays)을 자동으로 보상하여 빠른 초기 적응을 허용하는 신규 기술을 이용한다.

본 발명에 따라서 에코 제거기 및 리턴 채널 신호에서 에코된 수신 채널 신호를 제거하기 위한 방법이 제공되는데, 여기서 에코된 수신 채널 신호는 에코 채널에 의해 입력 리턴 채널 신호와 결합된다. 상기 에코 제거기는, 제1필터 계수를 발생하는 제1필터를 가지며, 제1필터 계수를 갖는 제1에코 측정 신호를 제1에코 측정 신호를 발생하며, 제1필터 제어신호에 응답하여 제1필터 계수를 업데이트한다. 제1합산기는 결합된 리턴 채널 및 에코 수신 채널 신호로부터 제1에코 측정 신호를 감산하여 제1에코 잔여 신호를 발생한다. 제2필터는 제2필터 계수를 발생하며, 제2필터 계수를 갖는 제2에코 측정 신호를 발생하며, 제2필터 제어 신호에 응답하여 제2필터 계수를 업데이트한다. 제2합산기는 결합된 신호로부터 제2에코 측정 신호를 감산하여 제2에코 잔여 신호를 발생하며, 리턴 채널상에 제2에코 잔여 신호를 제공한다. 제어 유닛은 수신 채널 신호, 결합된 신호, 제1 및 제2에코 잔여 신호로부터 다수의 제어 상태중 하나를 결정하며, 여기서 다수의 제어 상태 중 하나로서 제1제어 상태는 제1선정(predetermined)에너지 레벨상의 수신 채널 신호를 나타내며, 여기서 상기 제어 유닛이 제1제어 상태에 있을 때 제1제어 신호를 발생하며, 제1에코 잔여 신호 및 결합된 신호의 제1에너지 비율중 적어도 하나와 제2에코 잔여 신호 및 결합된 신호의 제2에너지비율이 선정된 레벨을 초과할 때 제2 제어 신호를 발생한다.

[도면의 간단한 설명]

본 발명의 특징, 목적 및 장점들은, 동일 참조부호들은 전체적으로 동일하게 표기되는 도면을 참조하여 설명되어 후술되는 상세한 설명으로부터 명백해진다.

제1도는 디지털 셀룰러 전화 시스템에 대한 예시된 구조 및 지상 전화 시스템과 인터페이스를 도시하는 블록도이며,

제2도는 종래의 에코 제거기의 블록도이며,

제3도는 에코 채널 임펄스 응답 영역을 도시하는 그래프이며,

제4도는 횡적응 필터에 대한 블록도이며,

제5도는 본 발명의 에코 제거기의 블록도이며,

제6도는 제5도의 중심 유닛의 또다른 세부점을 예시하는 블록도이며,

제7도는 에코 제거를 위한 샘플 데이터 처리에 대한 흐름도이며,

제8도는 제7도의 파라메타 조정 단계에 포함되는 단계의 흐름도이며,

제9도는 제7도의 주기 함수 계산 단계에 포함되는 단계의 흐름도이며,

제10도는 순환-단부 샘플 버퍼 및 초기 필터 탭 위치를 예시하는 도면이며,

제11도는 상기 탭 버퍼를 예시하며 초기 필터 탭을 상태 필터 및 에코 제거기 필터로 모사하는 것을 도시하는 도면.

제12도는 탭 버퍼를 예시하며 샘플에 대해 상태 필터 및 에코 제거기 필터의 필터탭 위치의 최대 쉬프트를 도시하는 도면이며,

제13도는 에코 제거기의 여러 상태를 예시하는 상태 머쉬인도이며,

제14(a)-(c)도는 제7도의 상태 머쉬인 단계에 포함된 단계의 흐름도이다.

[양호한 실시예의 상세한 설명]

지상 전화 시스템과 인터페이스되는 셀룰러 전화 시스템과 같은 셀룰러 통신 시스템에서, 기지국에 배치된 네트워크 에코 제거기는 이동국에 되돌아오는 에코를 제거한다. 제1도에서 예시된 시스템 구조는 디지털 셀룰러 전화 시스템 및 지상 전화 시스템에 대한 인터페이스에 제공된다. 이 시스템 구조는 이동국(10), 셀 또는 기지국(30), 이동전화 교환국(MTSO)(40), 전화국(50), 전화기(60)로된 엘리먼트로 구성된다. 여러 선택 엘리먼트의 위치 또는 장소를 간단히 변경한 셀룰러 시스템을 갖는 시스템에 다른 구조가 사용될 수 있음을 알 수 있다. 본 발명의 에코 제거기가 종래 시스템의 종래 에코 제거기 대신에 사용될 수 있음을 알 수 있다.

이동국(10)은 도시되지 않은 다른 엘리먼트들 중에서 마이크(13) 및 통화자(14), 코덱(16), 보코더(18), 송수신기(20) 및 안테나(22)를 포함한다. 상기 이동국 사용자의 음성은 마이크(13)에 의해 수신되는데, 여기서 상기 음성은 코덱(16)으로 결합되며 디지털 형태로 변환된다. 상기 디지털화된 음성신호는 보코더(18)에 의해서 압축된다. 상기 보코드된 음성을 송수신기(20) 및 안테나(22)에 의해 공중에서 디지털로 변조 및 전송된다.

송수신기(20)는 시분할 다중 액세스(TDMA)와 같은 디지털 변조기술을 사용하거나, 상기 송수신기는 주파수 호핑(FH) 또는 코드분할 다중 액세스(CDMA)와 같은 스프레드 스펙트럼형이 될 수 있다. CDMA 변조 및 전송기술의 한계가 1992년 4월 7일자 특허허여되어 본 발명의 양수인에게 양도되었으며, 그 문헌이 참고자료로 사용된 미합중국 특허 제 5,103,459 호 명칭 "CDMA 셀룰러 전화에서 신호 파형을 발생하기 위한 방법 및 시스템"에 게시되어 있다. 그러한 CDMA 시스템에서, 1991년 6월 11일자 출원되었으며, 본 발명의 양수인에게 양도되었으며, 그 문헌이 참고자료로 사용된, 미합중국 특허출원 제 07/713,661호, 명칭 "가변속도 보코더"에 게시된 형태와 같은 가변형이다.

기지국(30)은 도시되지 않은 다른 엘리먼트들 중에서, 안테나(32), 송수신기 시스템(34) 및 MTSO 인터페이스(36)를 포함한다. 기지국 송수신기 시스템(34)은 이동국(10) 및 다른 이동국(도시되지 않음)으로부터 수신된 신호를 변조 및 디코드하여 MTSO(40)로 전달하기 위하여 MTSO 인터페이스(36)로 전달한다. 상기 신호는 초고주파 광섬유 또는 유선 링크와 같은 여러 방법을 통해서 기지국(40)으로부터 MTSO로 전달될 수 있다.

MTSO(40)는 도시되지 않은 다른 엘리먼트 중에서, 기지국 인터페이스(42), 다수의 보코더 선택기 카드(44A-44N) 및 공공스위치 전화 네트워크(PSTN) 인터페이스(48)를 구비한다. 기지국(30)으로부터의 신호는 기지국 인터페이스(42)에서 수신되어, 보코더 선택기 카드(44A-44N)중 하나 예를들면, 보코더 선택기 카드(44A)에 제공된다.

보코더 선택기 카드(44A-44N) 각각은 각 보코더(45A-45N)와 각 네트워크 에코 제거기(46A-46N)를 구비한다. 보코더(45A-45N) 각각에 포함된 보코더 디코더(도시되지 않음)는 각 이동국 전송 통화 파라미터로부터의 디지털 통화신호를 합성한다. 이러한 샘플은 각 에코 제거기(46A-46N)에 전송되며, 상기 제거기는 상기 샘플을 PSTN 인터페이스(48)에 전달한다. 이 예에서 상기 신호는 보코더(45A) 및 에코 제거기(46A)를 통해 제공된다. 각 통화에 대한 합성된 통화 샘플은 PSTN 인터페이스(48)를 통해 전화 네트워크로, 보통은 선 T1 인터페이스, 즉, 24음성채널의 시간다중화된 그룹을 통해 전화국(50)으로 전달된다.

전화국(50)은 도시되지 않은 다른 엘리먼트 중에서, MTSO 인터페이스(52), 코덱(54), 하이브리드(56)를 구비한다. 전화국(50)내지 MTSO 인터페이스(52)에서 수신된 디지털 신호는 코덱(54)으로 결합되는데, 여기서 상기 신호는 아날로그 형태로 변환되어 하이브리드(56)로 전달된다. 하이브리드(56)에서 아날로그 4선 신호는 선상에서 전송을 위해 2선으로 변환되어 지상가입자 전화기(60)로 전달된다.

코덱(54)으로부터 출력된 아날로그 신호는 임피던스 부정합으로 인해 하이브리드(56)로 반사된다. 이 신호반사는 이동국(10)으로 향하는 에코 신호의 형태를 취한다. 하이브리드(56)에서의 반사 또는 에코 경로는 점선 화살선(58)으로 도시한다.

다른 방향으로, 전화기(60)로부터의 2선 아날로그 통화신호는 전화국(50)으로 제공된다. 전화국(50)에서 상기 통화신호는 하이브리드(56)에서 4선으로 변환되며 이동국(10)으로 이동되는 에코 신호로 가산된다. 상기 결합된 신호는 음성 및 에코 신호는 코덱(54)에서 디지털화되고 MTSO 인터페이스(52)에 의해 MTSO(40)로 전달된다.

MTSO(40)에서 신호는 PSTN 인터페이스(48)에 의해 수신되어 에코제거기(46A)로 전달되며, 상기 제거기는 신호가 보코더(45A)에 의해 엔코딩되기 전에 에코를 제거한다. 상기 보코딩된 음성신호는, 이동국(10)으로 전송을 위해 기지국 인터페이스(42)를 통해 기지국(30) 및 어떤 다른 적당한 부가적인 기지국으로 전달된다. 기지국 인터페이스(42)로부터 전송된 신호는 MTSO 인터페이스(36)에 의해 기지국(30)에서 수신된다. 상기 신호는 전송 엔코딩 및 변조를 위한 송수신기 시스템(34)으로 전달되고, 안테나(32)상에서 전송된다.

상기 전송된 신호는 이동국(10)에서 안테나(22)상에서 수신되어 변조 및 디코딩을 위해 송수신기(20)로 제공된다. 상기 신호는 보코더(18)로 제공되는데 여기서 합성된 음성 샘플이 발생된다. 이러한 샘플은 통화자(14)에 제공된 아날로그 음성신호로 디지털-아날로그 변환을 위해 코덱(16)으로 제공된다.

본 발명의 에코 제거기를 완전히 이해하기 위해서, 종래의 에코 셀룰러 및 디지털 셀룰러 환경에서 작동할 때 그 결합을 검사하는 것이 도움이 된다. 종래의 네트워크 에코 제거기(NEC)(100)의 블록도가 제2도에 도시된다.

제2도에서, 상기 이동국으로부터 오는 음성신호는 원단 음성 $x(n)$ 로 명명되고, 지상측으로부터 오는 음성은 근단 음성 $V(n)$ 로 명명된다. $x(n)$ 의 하이브리드 반사는 에코신호 $y(n)$ 를 발생하기 위해 알려지지 않은 에코 채널(102)을 통해 패싱 $x(n)$ 로 모델화되며, 상기 에코신호는 합산기(104)에서 근단 음성신호 $v(n)$ 와 합산된다. 합산기(104)가 에코 제거기내에 포함된 엘리먼트가 아니라 해도, 그러한 장치의 물리적 효과는 시스템의 파생 결과이다. 저주파 배경 잡음을 제거하기 위해서, 에코신호 $y(n)$ 와 근단 음성신호 $v(n)$ 의 합은 $r(n)$ 을 발생하기 위한 필터(106)를 통해 고역통과 여과된다. 신호 $r(n)$ 은 합산기(108) 및 근단 음성 검출회로(110)의 한 입력으로 제공된다.

합산기(108)의 다른 입력은 적응 횡필터(112)의 출력에 결합된다. 적응필터(112)는 원단 음성신호 $x(n)$ 및 합산기(108)로부터 출력된 에코 잔여신호 $e(n)$ 의 피드백을 수신한다. 상기 에코를 제거할 때, 적응필터(112)는 에코 경로의 임펄스 응답을 연속해서 추적하며, 합산기(108)의 필터(106)의 출력으로부터 에코 모사 $y(n)$ 를 감산한다. 적응필터(112)는 원단 음성이 검출될 때 필터 적응 프로세스를 중지시키기 위해 회로(110)로부터 제어 신호를 수신한다.

상기 에코 잔여신호 $e(n)$ 는 회로(110) 및 중심-클리핑 에코 서프्रेस(114)로 출력된다. 서프्रेस(114)의 출력은 에코 제거가 수행될 때 제거된 에코신호로서 제공된다.

상기 에코 경로 임펄스 응답은, 제3도의 그래프에 도시된 바와 같이, 두 개의 부분, 평평한 지연부와 에코 분산부로 분리될 수 있다. 응답이 제로에 가까운, 평평한 지연부는 하이브리드를 반사하고 에코 제거기로 되돌아가도록 원단 음성을 위한 라운드-트립 지연에 의해 야기된다. 응답이 현저한, 에코 분산부는 하이브리드 반사에 의해 야기된 에코 응답이다.

적응 필터에 의해 발생된 상기 에코 채널 측정이 실제 에코 채널과 정확히 정합되면 에코는 완전히 제거된다. 그러나, 상기 필터가 상기 채널을 정확히 모사하지 못하여 일부 잔여 에코를 발생한다. 에코 서프्रेस(114)는 임계치 A 이하로 떨어지는 어떤 신호부를 제로로 설정하는 비선형 함수를 통해 신호를 통과시키고, 임계치 A 이상에 놓이는 변화되지 않은 어떤 신호 세그먼트를 통과시키므로 잔여 에코를 제거한다. 합성된 잡음은 채널에 "무효" 음성이 발생되지 않게 하는 중심-클리핑에 의해 제로로 설정된 신호부를 변경시키는데 사용될 수 있다.

전송된 바와 같이, 이러한 방법이 아날로그 신호에 대해 만족스럽다 할지라도, 이러한 잔여 에코 처리는 디지털 전화에서 문제를 야기하며, 여기서 보코더는 전송을 위해 음성을 압축하는데 사용된다. 보코더가 비선형 효과에 특히 민감하므로 중심-클리핑이 음성의 질에 열화를 가져오며, 한편 잡음 이동은 잡음 특성에 인식 가능한 변화를 야기시킨다.

제4도는 제2도의 적응 필터(112)의 구조에 대한 또 다른 세부점을 도시한다.

N: 필터 순서

$x(n)$: 시간 n 에서 원단 음성의 샘플

$h_k(n)$: 시간 n 에서 k 번째 필터탭

$r(n)$: 시간 n 에서 에코 샘플

$\hat{y}(n)$: 시간 n 에서 측정된 에코

$e(n)$: 시간 n 에서 에코 잔여

적응필터(112)는 다수의 지연 엘리먼트(120_1-120_{N-1})다수의 증배기(122_0-122_{N-1}), 합산기(124) 및 계수 발생기(126)를 포함한다. 입력 원단 음성 샘플 $x(n)$ 는 지연엘리먼트(120_1) 및 증배기(122_0)의 양측의 입력이다. 다음 샘플이 필터(112)로 들어갈 때 더 오래된 샘플은 지연엘리먼트(120_2-120_{N-1})의 각각에 대한 출력이다.

계수 발생기(126)는 합산기(108)(제2도)로부터 출력된 에코 잔여신호 $e(n)$ 를 수신하고 일련의 계수($h_0(n)-h_{N-1}(n)$)를 발생한다. 이러한 필터 계수값($h_0(n)-h_{N-1}(n)$)은 각각 증배기(122_0-122_{N-1})에 대한 입력이다. 각 증배기(122_0-122_{N-1})에 대한 입력이다. 각 증배기(122_0-122_{N-1})로부터의 결과출력은 합산되어 계산된 에코신호

$\hat{y}(n)$ 은 합산기(108)(제2도)에 제공되어 에코신호 $r(n)$ 로부터 감산되어 에코 잔여신호 $e(n)$ 를 형성한다. 제2도의 종래 에코제거기에서 제어 입력은, 근단 음성이 회로(110)에 의해 검출되지 않을 때 계수 업데이트를 가능하게 하도록 발생기(126)에 제공된다. 이중 통화 또는 근단 통화만이 회로(110)에 의해 검출될 때, 상기 제어 입력은 필터 계수의 업데이트를 디스에이블한다.

상기 에코 경로 응답을 트랙하도록 필터탭 계수를 업데이트하기 위해 계수 발생기(126)에서 실행되는 알고리즘은 정규화된 최소 평균제곱(NLMS)적응 알고리즘이다. 이러한 알고리즘을 도입하여, 벡터는

$$\vec{x}(n) = [x(n) \ x(n-1) \ x(n-2) \ \dots \ x(n-N+1)] \quad (1)$$

$$\vec{h}(n) = [h_0(n) \ h_1(n) \ h_2(n) \ \dots \ h_{N-1}(n)] \quad (2)$$

이고, $h(n)$ 와 $x(n)$ 사이의 벡터 내적은,

$$\langle \vec{h}(n) \ \vec{x}(n) \rangle = \sum_{i=0}^{N-1} h_i(n)x(n-i) \quad (3)$$

이다.

상기 적응 알고리즘은

$$\vec{h}(n+1) = \vec{h}(n) + \mu \frac{1}{(E_{xx}(n))} e(n) \ x(n) \quad (4)$$

이며, 여기서

$\vec{h}(n)$ 는 탭 계수 벡터

$\vec{x}(n)$ 는 기준신호 입력 벡터

$e(n)$ 는 에코 잔여신호

μ 는 스텝 규격

$E_{xx}(n)$ 은 N 최근 샘플의 제곱합으로서 계산된 에너지 계산값으로

$$E_{xx}(n) = \sum_{i=0}^{N-1} [x(n-i)]^2 \quad (5)$$

이다.

이 알고리즘(4)은 주된 장점은 다른 적응 알고리즘보다 계산 조건이 덜하며 그 안정성이 잘 이해된다는 것이다. 스텝 규격을 적당히 선택하여 수렴이 보장되며, $\mu=1$ 일 때 가장 빠른 수렴을 제공한다. 더 작은 스텝 사이즈는 수렴 속도를 줄여서 안정된 상태에서 상당한 제거를 가져올 수 있다.

근단 통화자 통화신호 $v(n)$ 은 에코 잔여신호 $e(n)$ 에 포함된다. 왜냐하면, 적응필터(112)는 근단 통화자로부터의 음성이 검출될 때 근단 음성 검출회로(110)에 의해 디스에이블되기 때문이다.

필터(112)에 인에이블 신호를 제공하는 것에 더해서, 회로(110)는 제어 입력의 필터(112)에 $E_{xx}(n)$ 의 값을 발생 및 제공한다. 더욱이, μ 값은 보통 발생기(126)에서 결정되거나 상기 결정된 값이 제어입력내 회로(110)로부터 제공된다.

에코 제거에서 가장 어려운 설계상의 문제는 이중 통화, 즉, 양측이 동시에 말할 때를 검출 및 조정하는 것이다. 간단한 통신을 허용하는 음성-작용 스위치(VOX)에 반대로, 에코 제거기는 이중 통신을 유지하며, 원단 통화자 에코를 제거하기 위해 계속되어야 하며, 한편 근단 통화자는 통화중이다. 상기 근단 통화에 의해 필터 계수가 누화되는 것을 방지하기 위해서, 상기 필터탭은 정지되어 실제 에코 채널의 전달 특성으로부터 다이버전스를 방지한다.

제2도로 돌아가서, 근단 통화 검출회로(110)는 근단 통화가 발생할 때를 결정하기 위해서 $X(n)$, $r(n)$ 및 $e(n)$ 의 에너지 특성을 사용한다. 고전적 이중 통화 검출 방법은 하이브리드상의 에코 경로 손실이 약 6dB이라는 사실을 이용하여 $x(n)$ 및 $r(n)$ 의 짧은 시간 에너지 평균을 포함한다. 상기 하이브리드 손실이 6dB 이하로 떨어지면, 근단 통화가 선언된다. 그러나, 실험연구를 통해 이러한 방법이 감소가 결핍되어 있음을 알게 되었다. 근단 통화 $v(n)$ 의 큰 영역은 이러한 방법이 검출을 가끔 야기시키며, 이것은 필터계수가 누화되게 한다.

또다른 이중 통화 검출 방법에서는 짧은 시간 에코 리턴 손실 향상(ERLE)을 검사하는데, 상기 ERLE는

$$ERLE(dB) = 10\log(\sigma_y^2/\sigma_e^2) \quad (6)$$

과 같이 정의되며, 여기서

σ_y^2 은 $y(n)$ 은 변수이며, σ_e^2 은 $e(n)$ 의 변수이며, 이러한 변수는 짧은 시간 에너지 평균을 이용하여 근사화된다.

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=0}^{N-1} [y(n-i)]^2 ; \text{ 및} \quad (7)$$

$$\sigma_e^2 = \sum_{i=0}^{N-1} [e(n-i)]^2 \quad (8)$$

상기 ERLE는 에코가 에코 제거기를 통과한 후 에코로부터 제거되는 에너지의 양을 나타낸다. 이러한 이중 통화 검출 방법은 $r(n)$ 및 $e(n)$ 의 짧은 시간 에너지 측정을 비교하며, 짧은 시간 ERLE가 6dB과 같은 얼마의 선정된 임계치 이하로 떨어지면 이중 통화임을 선언한다. 이러한 방법이 더 양호한 감도를 제공하는지라도, 근단 통화의 온셋을 검출하기 전에 약간의 지연을 가져오며, 따라서 적응이 정지되기 전에 에코 채널 측정이 약간 누화되게 된다. 이러한 손상으로 잔여 에코를 제거하기 위해 부가적인 기술을 이용해야 한다. 그러므로 본 발명이 제공하는 바와 같은 이중 통화시 에코 채널 측정을 제공하는 개선된 방법을 찾는 것이 바람직하다.

이중 통화를 검출하기 위해 이러한 에너지비교를 사용하므로, 높은 배경 잡음의 레벨 특히 셀룰러 통화 환경에서의 그러한 높은 잡음 레벨이 정확한 이중 통화 검출시 곤란한 점을 야기시킬 수 있다. 그러므로, 본 발명이 제공하듯이 높은 잡음 배경 레벨 환경의 이중 통화를 검출하기 위한 개선된 방법을 이용하는 것이 바람직하다.

제5도에는 본 발명의 네트워크 에코 제거기(NEC)(140)의 예시된 실시예의 블록도가 도시되어 있다. 실험예에서, NEC(140)는 텍사스 달라스의 텍사스 인스트루먼트사 제조 TMS 320C3X 시리즈 디지털 신호 프로세서와 같은 디지털 신호 프로세서 형태로 구성되어 있다. 다른 디지털 프로세서는 본 발명의 사상과 일치하는 기능으로 프로그램될 수 있음을 알 수 있다. 그 대신, NEC(140)의 다른 실행이 불연속 프로세서로부터 또는 응용 특정 집적 회로(ASIC)형태로 구성될 수 있다. 실시예에서, NEC(140)는 본질적으로 각각의 다른 작동상태에 대한 기능을 정의한 상태 머쉬인이다. NEC(140)가 작동하는 상태는 침묵, 원단 통화, 근단 통화, 이중 통화, 및 행 오버이다. NEC(140)의 작동에 대한 더 세부점은 후술된다.

제5도에서, 제2도에서와 같이, 이동국으로부터의 통화 신호는 원단통화 $x(n)$ 로 명명되며, 지상측으로부터의 통화는 근단 통화 $v(n)$ 로 명명된다. 하이브리드에서 $x(n)$ 의 반사는 에코 신호 $y(n)$ 를 발생하기 위해 알려지지 않은 에코 채널(142)을 통해 패싱 $x(n)$ 로 명명된다. 합산기(144)가 에코 제거기 자체내에 소자를 포함하지 않지만, 그러한 장치의 물리적 효과는 상기 시스템의 파생되는 결과이다. 저주파 배경 잡음

을 제거하기 위해, 에코 신호 $y(n)$ 및 근단 통화신호 $v(n)$ 의 합은 신호 $r(n)$ 을 발생하도록 고주파 통과 여파된다. 신호 $r(n)$ 은 합산기(148, 150)의 한쪽 입력으로 그리고 제어 유니트(152)의 한 입력으로 제공된다.

상기 입력 원단 통화 $x(n)$ 는 한 세트의 횡적응 필터(초기 필터(156), 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)) 및 제어 니트(152)에 대한 입력으로서 버퍼(154)에 저장된다. 실시예에서, 초기 필터(156)는 448 필터 계수 또는 탭을 가지며, 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)는 각기 256 탭을 갖는다.

NEC(140)의 초기 작동 중에, 상기 통화 샘플 $x(n)$ 는 제어 유니트(152)의 제어 하에서 초기 에코 제거 및 에코 지연 조정을 위해 초기 필터(156)로 제공된다. 이러한 초기 작동 기간동안에, 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)는 제어 유니트(152)에 의해 인에이블된다. 초기 필터(156)로부터의 초기 에코 제거

출력 신호 $y_i(n)$ 는 필터 스위치(162)를 통해 합산기(148)로 제공된다. 합산기(148)에서 신호 $y_i(n)$ 는 에코 잔여 신호 $e(n)$ 의 초기 측정치를 발생하기 위해 신호 $r(n)$ 로부터 감산된다. 필터 스위치(162)는, 제어 유니트(152)의 제어 하에서, 합산기(148)에 대한 입력을 위해 에코 제거기 필터(160)와 초기 필터(156)의 출력 사이에서 선택된다.

전술된 바와 같이, 에코 지연 조정 프로세스는 NEC(140)의 초기 작동의 기간동안 수행된다. 이러한 프로세스에서 필터탭 계수 또는 초기 필터(156)의 탭은 가장 큰 값의 탭을 결정하기 위해 제어 유니트(152)로 제공된다. 이러한 프로세스는 평평한 지연 지역을 신호의 에코 분산 지역으로 구분하기 위해서 사용된다.

에코 지연 조정 프로세스를 완료하여, 초기 필터(156)로부터의 256탭은 후술되듯이 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)의 탭으로 복제된다. 상기 에코 지연 조정 프로세스의 결과로 적응 필터가 상기 신호 $r(n)$ 의 에코 분산 지역과 일치하는 샘플 $x(n)$ 상에서 발생된다. 이러한 초기 작동후에 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)가 인에이블되고 초기에 필터(156)에 의해 제공된 탭을 사용한다. 모든 장대의 적응은 발생된 탭에 기초해 있다.

NEC(140)의 정상작동의 기간동안에, 신호 $y_1(n)$ 은 상태 필터(158)로부터 합산기(150)의 한쪽 입력으로 출력되며 상기 합산기에서 상기 신호가 신호 $r(n)$ 로부터 감산된다. 합산기(150)로부터의 출력된 결과는

제어 유니트(152)의 입력인 신호 $e_1(n)$ 이다. 에코 제거기 필터(160)의 출력, 에코 모사신호 $y(n)$ 은 필터 스위치(162)를 통해서 합산기(148)의 한쪽 입력으로 제공되며 상기 합산기에서 상기 신호는 신호 $r(n)$ 로부터 감산된다. 합산기(148)로부터 출력된 결과적인 에코 잔여 신호 $e(n)$ 는 제어 유니트(152)에 대한 입력으로 피드백된다. 합산기(148)로부터 출력된 것으로서 에코 잔여 신호 $e(n)$ 는 NEC(140)의 출력으로서 부가적인 처리 소자를 통해서 직접 제공된다. 후에 더 상세히 설명되듯이, 제어 유니트(152)는 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)의 적응상에서 제어한다.

본 발명에서 잡음 분석/합성 특성은 NEC(140)의 출력에 제공될 수 있다. 이러한 특성은 출력 스위치(164), 잡음 분석 유니트(166) 및 잡음 합성 유니트(168)에 의해 지지된다. 출력 스위치(164) 및 잡음 분석 유니트(166)는 모두 합산기(148)로부터의 출력 신호 $e(n)$ 를 수신한다. 잡음 분석유닛(166)는, 제어 유니트(152)의 제어하에서, 신호 $e(n)$ 를 분석하고 분석출력을 잡음 합성 유니트(168)에 제공한다. 잡음 합성 유니트(168)의 출력은 출력 스위치(164)에 제공된다. 제어 유니트(152)의 제어하에 있는 출력 스위치(164)를 통해서, NEC(140)의 출력은 합산기(148)로부터의 신호 $e(n)$ 로서 또는 잡음 합성 유니트(168)로부터의 합성된 잡음 신호 $s(n)$ 로서 제공된다.

전형적인 전화 통화의 대부분은 어떤 시간에 한사람만이 말하게 될 때, 단일 대화 모드에서 소비된다. 원단 통화자가 통화할 때에만 NEC(140)가 에코 잔여 신호 $e(n)$ 를 합성된 잡음 신호 $s(n)$ 와 대치하므로 에코를 완전히 배제하기 위해 잡음 분석/합성 특성을 이용한다. 원단 통화자가 신호 측정에서 어떤 변화를 감지하지 못하도록, 잡음은 선형 예측 가능한 코딩(LPC)기술을 이용하여 가장 최근의 침묵 주기동안 실제적인 배경 잡음의 전력 및 스펙트럼 특성을 매치시키기 위해 합성된다. 후술되는, 이러한 합성 방법은 이중통화에 대한 NEC(140)의 최적화를 위해 설계를 고려하여 단일 통화를 효율적으로 제거한다. 잡음 분석/합성 특성에 대한 더 세부점이 후술된다.

본 발명의 부가적인 특징으로서, 이득 상태가 제5도의 실시예에서 예시되어 있다. 이러한 특징을 실시하는데, 가변 이득 소자(170)가 NEC(140)의 원단 통화 신호 $x(n)$ 의 입력에 제공된다. 입력 원단 통화 신호 $x(n)$ 는 가변 이득 상태(170)를 통해 버퍼(154) 및 알려지지 않은 에코 채널(142)에 제공된다. 제어 유니트(152)는 가변 이득 단(170)과 결합하여, 알려지지 않은 에코 채널(142)에 의해 비선형 방식으로 작용되는 신호를 제한하기 위해 자동 이득 제어 특성을 제공한다. 제어 유니트(152) 및 가변 이득 단(170)은 필터 적응 프로세스를 위한 컨버전스 시간을 감소시키기 위해 사용된다.

본 발명의 실시예에서 설명되었듯이, 두개의 독립적으로 적응된 필터, 필터(158, 160)가 알려지지 않은 에코 채널을 트랙한다. 필터(160)가 실제 에코 제거를 하는 동안, 필터(158)는 어떤 여러 상태 NEC(140)가 작동되어야 하는지를 결정하기 위해 제어 유니트(152)에 의해 사용된다. 이러한 이유로, 필터(158, 160)는 상태 필터 및 에코 제거기 필터로 명명된다. 두개의 필터 연구에 대한 장점은, 알려지지 않은 에코 채널(142)을 모델링하는 에코 제거기 필터(160)의 필터 계수가 근단 통화로부터 누화의 위험이 더 효율적으로 보존될 수 있다. 에코 채널 특성을 잘 보존하므로, 본 발명의 설계는 중심클리핑을 할 필요가 없어진다.

필터(158, 160)의 수행을 모니터하는 제어 유니트(152)내에서 실시된 중심 알고리즘은 이중 통화에서 측정된 에코 채널 특성을 보존하기 위해 최적화된다. 제어 유니트(152)는 적당한 시간에 필터(158, 160)의 적응을 스위치 온.오프하며, 양 필터의 스텝 크기를 조정하며 빠른 초기 적응을 위해 $x(n)$ 상의 이득 유니트(170)를 조정한다.

제6도(기능 블록도 형태인)는 제5도의 제어 유니트(152)의 더 세부점을 예시한다. 제6도에서, 제어 유니트(152)는 상태 머쉬인 및 프로세스 제어 유니트(180), 에너지 계산 유니트(182), 차 에너지 크기 장치

(184), 가변 적응 임계 유니트(188), 자동 이득 제어 유니트(158) 및 평평한 지연 계산 유니트(190)를 포함한다.

상태 머쉬인(180)은 제4도에서 예시된 바와 같은 전체 상태 머쉬인 기능과, 제7도에서 설명된 바와 같은 여러 전체 프로세스 제어를 수행한다. 상태 머쉬인(180)은 NEC(140)의 초기 작동 동안에 초기 필터(156) 및 평평한 지연 계산 유니트(190)상에서 제어한다. 상태 머쉬인(180)은 초기 셋팅, 적응 제어 및 스텝 크기 제어에 대해 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)를 제어한다. 상태 머쉬인(180)은 잡음 보석 유니트(166) 및 스위치(162, 164)를 제어한다. 상태 머쉬인(180)은 에코 제거기 필터(160)의 상태 머쉬인 적응 제어를 위해 가변 적응 임계 유니트(186)를 인에이블한다. 상태 머쉬인(180)은 에코 제거기 필터(160) 및 상태 필터(158)에 제공하기 위해서 합산기(148)로부터 신호 $e(n)$ 를 합산기(150)로부터 신호 $e_1(n)$ 를 수신한다. 그 대신에 신호 $e_1(n)$ 및 $e(n)$ 는 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)에 직접 제공될 수 있다.

에너지 계산 유니트(182)는 원형 버퍼(154)로부터 $x(n)$ 에 대한 샘플값과, HPF(146)로부터 $r(n)$ 에 대한 샘플 값과, 합산기(148)로부터 $e(n)$ 에 대한 샘플값과, 합산기(150)로부터 $e_1(n)$ 에 대한 샘플을 수신하며, 후술되듯이 차 에너지 크기 유니트(184) 및 상태 머쉬인(180)에 제공하기 위해서 여러값을 계산한다. 차 에너지 크기 유니트(184)는 근단 통화 및/또는 원단 통화가 존재하는지를 판단하기 위해서 임계 레벨과 비교하도록 에너지 계산 유니트(182)에서 계산된 에너지 값을 이용한다. 이러한 판단의 결과는 상태 머쉬인(180)에 제공된다.

에너지 계산 유니트(182)는 필터(158, 160)에 대한 각 스텝에서 에너지 측정치를 계산한다. 이러한 에너지 측정치는 가장 최근 샘플의 제공의 합으로 계산된다. 시간 n 에서 신호 $x(n)$ 상의 두개의 에너지 측정치 $E_x(n)$ 및 $E_{xx}(n)$ 은 128 및 256 샘플상에서 각각 계산되며 다음식으로 표현될 수 있다. 즉,

$$E_x(n) = \sum_{i=0}^{127} [x(n-i)]^2 ; \text{ 및} \quad (9)$$

$$E_{xx}(n) = \sum_{i=0}^{255} [x(n-i)]^2 \quad (10)$$

비슷하게, 에너지 계산 유니트(182)는 각각의 신호 $r(n)$, $e(n)$ 에 대해 시간 n 에서 에너지 측정치 $E_r(n)$, $E_e(n)$ 및 $E_{e1}(n)$ 과, 다음 식에 따라 $e_1(n)$ 을 계산한다. 즉,

$$E_r(n) = \sum_{i=0}^{127} [r(n-i)]^2 ; \quad (11)$$

$$E_e(n) = \sum_{i=0}^{127} [e(n-i)]^2 ; \text{ 및} \quad (12)$$

$$E_{e1}(n) = \sum_{i=0}^{127} [e_1(n-i)]^2 \quad (13)$$

에너지 계산 유니트(182)는 다음 식에 따라서 시간 n 에서 하이브리드 손실 $H_{loss}(n)$ 를 계산한다.

$$H_{loss}(n)(dB) = 10 \log_{10} [E_x(n)/E_r(n)] \quad (14)$$

에코 제거기 필터(160)의 에코 리턴 손실 향상(ERLE)은 다음 식에 따라 에너지 계산 유니트(182)에 의해 계산된다.

$$ERLE(n)(dB) = 10 \log_{10} [E_r(n)/E_e(n)] \quad (15)$$

상태 필터(158)의 에코 리턴 손실 향상(ERLE1)은 다음 식에 따라서 에너지 계산 유니트(182)에 의해

$$ERLE1(n)(dB) = 10 \log_{10} [E_r(n)/E_{e1}(n)] \quad (16)$$

에코 채널에 의해 야기되는 에코 신호에서 비선형성을 피하기 위해, 최대값 근처의 프리셋 임계치 보다, 작은 값으로 샘플 $x(n)$ 의 수신된 값을 제한하는 것이 바람직하다. 자동 이득 제어 유니트(188)는 가변 이득 단(170)과 함께 이러한 결과를 가져온다. 원형 버퍼로부터 샘플 $x(n)$ 를 수신하는 자동 이득 제어 유니트(188)는 샘플 값이 과도하게 클 때 샘플값을 제한하기 위해서 가변 이득 소자(170)로 이득 제어 신호를 제공한다.

NEC(140)의 초기 작동시 상태 머쉬인(180)의 제어하에서 평평한 지연 계산 유니트(190)는 초기 필터로부터 평평한 지연을 계산한다. 평평한 지연 계산 유니트(190)는 통화에 대한 평평한 지연 시간을 계산하기 위해서 상태 필터(158) 및 에코 제거기(160)에 원형 버퍼 옵션 정보를 제공한다.

본 발명의 네트워크 에코 제거기의 실시예에서, 세계의 프롱드(pronged) 방식이 사용되어 이중 통화 검출/조정 문제를 해결한다. 따라서, 본 발명은 (1) 여러 스텝 크기를 갖는 두개의 독립적으로 적응하는 필터와 (2) 필터 적응을 온.오프시키기 위한 가변 임계치와, (3) 통화 검출을 위한 차 에너지 알고리즘을 사용한다.

NEC(140)는 두개의 독립적으로 적응하는 NLMS 적응 필터를 이용한다. 다른 두개의 필터 방식과 달리, NEC(140)는 에코 제거를 위한 사용되는 필터(158, 160)사이에서 앞뒤로 스위치되지 않으며, 안정상태에서 두개의 필터 사이에서 탭 정보를 교환하지도 않는다. 이와 같이 이미 공지된 기술들은 에코 제거기의 출력에서 바람직하지 않은 “팝스(Pops)”를 야기하는 과도 전류를 일으킨다. 본 발명에서 에코 제거기 필터(160)는 항상 실제의 에코 제거를 수행하며, 한편 상태 필터(158)는 여러 제거기 상태를 구분하기 위해 상태 머쉬인(180)내에서 실시된 제어 알고리즘에 의해 사용된다. 이러한 신규의 듀얼-필터 방식으로 에코 제거기 필터(160)에 대한 보존 적응 전략을 이용할 수 있다. 제어 알고리즘이 상기 제거기가 작동하게 되는 “언슈어” 상태이면, 에코 제거기 필터(160)의 적응을 턴 오프하며 한편 상태 필터(158)는 계속 적응된다. 상태 머쉬인(180)은 상태 결정을 돕기 위해 상태 필터(158)로부터 모아진 통계를 이용한다. 적응 필터의 스텝 크기는 조정되며, 에코 필터(160)가 안정상태의 높은 ERLE를 얻을 수 있으며, 상태 필터(158)는 에코 채널 응답의 어떤 변화에 빨리 응답한다. 두개의 필터(158, 160)가 동시에 전송된 방식으로 적응되게 하여, 에코 제거기의 전체 수행이 향상된다.

초기 필터(156)와 함께 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)는 제4도를 참조하여 설명된 바와 같은 방식으로 각각 구성된다. 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)는 8kHz의 샘플링 속도로 32밀리초 에코 분산 지속시간을 계산하기 위해서 250 탭을 포함한다. 상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160)에 대해, 다소간의 탭수가 에코 분산 지속시간 및 샘플링 속도에 의존하여 사용될 수 있다: 샘플 버퍼(154)는 평평한 지연에 대해 64밀리초의 시간 주기를 계산하고 전체 미국에 대해 행해진 통화에 대해 에코분산을 계산하기 위해 512 원단 통화 샘플을 포함한다. 개별 전화 통화에서 만나게 되는 평평한 지연의 차 값을 조정하기 위해, 본 발명의 네트워크 에코 제거기는 자동으로 평평한 지연을 결정하며 에코 분산 지역에서 작동하는 탭의 수를 최소화하기 위해 필터 탭을 이동시킨다. 그러므로, 본 발명의 에코 제거기는 이동없이 0 내지 32밀리초에서 최대 지연 이동이 32 내지 64밀리초까지 에코 응답을 조정한다. 디지털 신호 처리 및 그와 관련된 처리 기술에서 종래 기술에서 잘 알려진 바와 같이, 초기 필터(156)는 필터(158, 160)를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 초기의 처리를 완성하는데 초기 필터(156)는 독립된 계수 발생기를 갖는 두개의 필터(158, 160)로 “깨어질” 수 있다. 초기 특징에 대한 더 세부점이 후술된다.

에코 제거기 필터(160)의 필터 계수를 이중 통화의 온셋으로 유지시키기 위해서, NEC(140)는 에코 제거기 필터(160)의 적응을 스위치 온 및 오프시키도록 가변 적응 임계치(VT로 지정)를 사용한다. 상기 가변 적응 임계치(VT)는 가변 적응 임계치 유니트(186)에 의해 계산되며 상태 머쉬인(180)에 제공된다. 상기 제어 알고리즘은 상태 필터(158) 또는 에코 제거기 필터가 VT 보다 큰 ERLE를 갖는다면 에코 제거기 필터(160)가 적응되게 한다.

제4도로 돌아가서, 발생기(126)에 제공된 제어 입력은 제어 유니트(152)로 부터의 신호를 인에이블하며, 상기 유니트는 계수 벡터 발생기(126)가 필터적응을 위해 필터 계수를 업데이트하게 한다. 양 필터의 ERLE가 TV 보다 작은 경우에, 상태 머쉬인(180)은 계수 벡터 발생기(126)가 업데이트된 계수를 제공하지 못하게 한다. 이 경우에 계수 벡터 발생기(126)는 적응이 다시 한번 인에이블될 때까지 현재의 계수를 출력한다. 상기 제어 입력은 계수 벡터 발생기(126)에 μ 값, $E_{xx}(n)$ 및 식(4)의 $e(n)$ 와 같은 다른 파라미터를 제공한다.

제6도에서, 상태 필터(158)의 ERLE는 $r(n)$ 및 $e1(n)$ 의 값을 이용하여 식(6)에 따라 에너지 계산 유니트(182)에서 계산된다. 이와 유사하게 상기 계산은 $r(n)$ 및 $e(n)$ 의 값을 갖는 에코 제거기 필터(160)에 대해 에너지 계산 유니트(182)에서 수행된다. 가변 적응 임계치 유니트(186)에서, 상기 VT는 상태 머쉬인(180)에 의해 초기 최소 임계치로 초기화되며, 실시예에서는 6dB이다. 가변 적응 임계치 유니트(186)에서 임계치 처리는 다음 C-코드에 의해 기술될 수 있다.

```

if (ERLE > VT + 6dB) {
    VT = MAX[VT, (ERLE - 6dB)];
} elseif (ERLE < MT - 3dB) {
    VT = MT;
}

```

ERLE가 (VT+6dB)를 지나 상승함에 따라, 적응 임계값 또한 상승하고 피크 ERLE 뒤로 6dB를 남긴다. 상기 6dB 여분은 ERLE의 가변성을 설명한다. 상태기계(180)는 에코 소거 필터(160)가 계속해서 적응하게 하고, 만일 필터(158 및 160) 중 어느 ERLE가 마지막 ERLE 피크의 6dBz 안에 있다면 그러하다. 만일 ERLE가 최소 임계치 아래 3dB로 떨어진다면, 적응 임계치는 최소 임계치로 재설정된다. 상기 접근의 이익은 에코 소거 필터(100)의 적응은 즉시 이중 통화의 온셋에서 바로 그만두게 된다. 예를 들어, 먼 말단 통화자가 유일한 대화이고 마지막 ERLE 피크가 36dB이라고 가정하자. 근단 통화자가 이야기하기 시작하면, ERLE는 떨어지고 필터 적응이 멈춰지고, 이때는 ERLE가 28dB이다. 클래식 근단 통화 검출자는 ERLE가 약 6dB이하로 떨어질 때까지 적응을 연장하지 않을 것이며, 상기 적응은 에코 채널 측정이 경미하게 붕괴되는 것을 허용한다. 따라서, 에코 채널 특성을 좀더 근접하게 보존함으로써, 본 발명은 이중 통화시에 좀더 큰 에코 거부를 아무도 반면에, 전통 에코 제거기에서 사용된 중심-클리퍼와 관련된 음성 품질 감소를 피한다.

본 발명의 예시적인 실시예에서, 필터(158 및 160) 둘다의 ERLE가 필터(160)의 적응이 그만두게 되기 전에 VT 이하로 떨어진다. 제어 알고리즘의 상기 특성은 ERLE 측정을 어느 것의 통상적인 가변성으로부터 이중통화의 온셋을 구별하는데 도움을 주며, 이는 필터 둘다의 ERLE가 즉시 이중 통화의 온셋에서 즉시 떨어진다.

본 발명의 다른 특징은 필터(138 및 160)가 발산을 얻음에 따라 VT에 대한 최소 임계값은 초기 설정으로부터 증가되고, 좀더 높은 ERLE는 에코 소거 필터(160)가 적응하게 되기 전에 필요하다. 큰 배경 노이즈 레벨이 상태 결정과 간섭하는 것을 막기 위하여, 본 발명의 에코 제거기는 신호(x(n) 및 e(n))에 대한 다른 에너지 알고리즘을 사용한다. 미분 에너지 크기 장치(184) 및 상태 기계(180)안에 삽입되고, 여기서 후에 추후 상세함으로 기술된 상기 알고리즘은 연속적으로 배경 노이즈 레벨을 모니터링하며, 만일 통화자가 이야기하고 있는지를 결정하는 것을 신호 에너지와 비교한다. 예시적인 실시예에서 미분 에너지 크기 장치(184)는 세개의 임계치(T₁(Bi), T₂(Bi) 및 T₃(Bi))를 계산하며, 상기 임계치는 배경 노이즈 레벨(Bi)의 함수이다. 만일 신호(x(n))의 신호 에너지가 세 임계치 모두를 초과한다면, 통화자는 이야기하고 있는 것으로 결정된다. 만일 신호 에너지가 T₁ 및 T₂를 초과하고 T₃을 초과하지 않는다면, 통화자는 "Speed" 라도 단어에서 "SP" 음성과 같은 목소리가 아닌 소리를 말하고 있다고 결정한다. 만일 신호 에너지가 세 임계치 모두 보다 작다면, 통화자는 이야기하고 있지 않다고 결정된다.

본 발명의 에코 제거기에서 샘플 데이터 처리의 예시적인 전체 플로우 다이어그램은 제7도 아래에 도시되어 있다. 상태 기계(180)의 제어하의 알고리즘은 초기에 시작해서(블럭 200), 먼저 x(n) 및 v(n)의 μ -법칙 샘플을 얻고(블럭 202), 다음에 선형값으로 변환된다(블럭 204). v(n)샘플은 하이패스 필터(HPE)통해 통과되어 샘플 r(n)을 얻는다(블럭 206). 잔류 DC 및 저주파수 노이즈를 제거하는 제5도의 필터 HPF는 공지된 디지털 필터 기술을 사용하여 구축된 디지털 필터이다. HPE로 통상 37dB 거부를 가진 120Hz 컷오프의 정지 대역 및 7dB 리플을 가진 250Hz컷오프의 통과 대역 특성을 가진 3차 생략 필터로써 구성된다. HPF는 통상 다음처럼 Table 1에서 표시된 계수를 가진 제1 및 2차 직접적인 형식 실현의 캐스캐이드로써 수행된다:

[표 1]

A(1)	A(2)	B(0)	B(1)	B(2)
-.645941	0	.822970	-.822970	0
-1.885649	.924631	1.034521	-2.061873	1.034461

다음, 에너지 평균 E_x(n) 및 E_{xx}(n)은 신호 샘플(X(n))에 대해 업데이트된다(블럭 208). 에너지 평균 E_r(n)은 이때 하이브리드에 대해 에너지 손실 H_{loss}(n)의 계산에 신호 샘플 r(n)에 대해 업데이트된다(블럭 210).

적용 필터(158)의 출력(제5도), 값 y₁(n)이 예산되고 에코 잔류(e₁(n))가 이때 결정된다(블럭 214). 필터(158)에 대해 ERLE 및 에너지 평균(E_{e1})이 이때 업데이트된다(블럭 216). 유사하게 적용 필터(160)(제5도)의 출력인 값 y(n)가 결정되는 에코 잔류 e(n)를 가지고 계산된다(블럭 218). 필터(160)에 대한 ERLE 및 에너지 평균(E_e)은 이때 업데이트된다(블럭 222). 블럭 208-블럭 222에서 기재된 어떤 단계가 추후 단계에 요구되는 값에 의해 표시된다. 추후 어떤 단계는 단계 212-216 및 218-222와 같은 병렬로 수행될 수 있다. 따라서, 제7도를 참고로 여기서 논의된 순서는 단순히 처리단계의 예시적 순서이다.

전 단계가 끝났을 때 파라미터 조절 단계가 수행되고(블럭 224) 제8도에 의하여 좀더 상세하게 상기 단계가 기술된다. 파라미터 조절 단계가 끝났을 때 주기적인 기능 단계가 수행되고(블럭 226), 상기 단계는 제9도에 의해 좀더 상세히 기술된다. 주기적인 단계가 끝났을 때, 상태 기계 동작단계가 수행되고(블럭

228), 상기 단계는 제14도에 의해 추후 상세하게 기술된다. 상기 상태 기계 동작 단계가 끝났을 때 처리는 플로우 다이어그램의 점(A)으로 되돌아가서 반복한다.

제8도의 플로우 다이어그램은 제7도의 블럭(224)의 파라미터 조절단계를 좀더 상세하게 설명한다. 파라미터 조절단계에서 필터 스텝-사이즈 및 변수 임계 파라미터는 에코 제거기 동작동안 업데이트된다.

상태 필터(158) 및 에코 제거기 필터(160) 둘다(제5도)는 제어 입력시 f 의 스텝 사이즈($n_1=n_2=1$)를 필터 개구 발생기에 제공함으로써 동작의 시작점에서 상태기계(180)에 의해 초기화된다. 상기 레벨에서 필터의 초기화는 빠른 초기 발산을 허용한다. 파라미터 조절단계에 이르자마자 초기 파라미터 조절 알고리즘이 이용된다. 상기 초기 알고리즘에서, 에코 소거 필터에 대한 μ_2 의 제어 소자 설정치가 0.5의 고정값보다 크지에 대해 결정이 이루어진다(블럭 250). 만일 크다면, ERLE가 14dB 보다 크기에 대한 결정이 이루어진다(블럭 252). 만일 ERLE가 14dB 보다 크지 않다면, 채널의 발산을 얻는 초기에서와 같이 카운터(Scout 카운터)값이 제로와 같게 설정된다(Scout=0)(블럭 254) 및 파라미터 조절단계는 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 수행된다.

만일 CRLE가 14dB 보다 좀더 크다고 결정되면, 카운터는 증가된다(블럭 256). 결정은 이때 Scout값이 400의 카운트 값까지 증가되었는지에 대해 이루어진다(블럭 258). 만일 Scout 값이 400의 카운트 값보다 작다면, 파라미터 조절 단계가 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 수행된다.

그렇지만, 만일 블럭(258)에서의 결정이 Scout 값이 400의 카운트값과 같다는 것이 확인되고, 상기는 50ms에 대해 14dB 보다 좀더 큰 ERLE에 대응하면(계속적으로), 상태 필터의 스텝 사이즈(μ_1)는 0.7 정도 편향되고 에코 제거기 필터의 스텝 사이즈(μ_2)는 0.4 전도 편향된다(블럭 260). 또한 블럭(260)에서 Scout 카운터는 제제로 재설정된다. 파라미터 조절 단계는 이때 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 이루어진다.

만일 블럭(250)에서 에코 제거기 필터에 대해 μ_2 의 제어 엘리먼트 설정값이 0.5의 고정값보다 크지 않다고 결정되면, 중간 알고리즘이 떠오르게 된다. 상기 중간 알고리즘에서 μ_2 에 대한 값이 0.2 보다 크지에 대해 결정이 이루어진다(블럭 262). 만일 크다면, ERLE가 20dB 보다 큰 값인지가 결정된다(블럭 264). 만일 ERLE가 20dB 보다 크지 않다면 Scout 값은 제제로 같게 설정되고(블럭 206), 파라미터 조절 단계는 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 수행된다.

만일 ERLE가 20dB 보다 크다고 결정되면 카운터는 증가된다(블럭 268). 이때 카운터 값이 400의 카운트값까지 증가되었는지에 대해 결정이 이루어진다(블럭 279). 만일 카운트 값이 400의 카운트값보다 작다면, 파라미터 조절 단계는 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 수행된다.

그렇지만, 만일 블럭(270)에서 Scout 카운터값이 400의 카운트값과 같다고 확인되는 결정이 이루어지고, 상기가 50ms에 대해 20dB 보다 좀더 큰 ERLE에 대응한다면, 값(μ_1)은 0.4정도 편향되고 값(μ_2)은 0.1 정도 편향된다(블럭 272). 추후 블럭(272)에서 6dB의 초기 최소 임계값에서 12dB까지 증가된다. 파라미터 조절 단계는 이때 점(C)에서 탈출된 서브루틴을 가지고 상기 샘플에 대해 수행된다.

좀더 작은 스텝 사이즈로 필터의 “기어전환장치”는 좀더 높은 ERLE 레벨이 사용되는 것을 허용한다는 점이 주시되어야 한다. 그렇지만 바람직한 실시예에서, $\mu_2 < \mu_1$ 의 관계가 유지되고, 따라서 에코 제거기 필터는 높은 일정-상태 ERLE를 유지하고 상태 필터는 에코 채널 응답에서의 변화에 빠르게 반응한다.

μ_2 의 에코 제거기 필터값은 0.1로 설정되며, 가변 적응 임계 알고리즘은 에코 채널 응답을 보다 세밀하게 이루어지게 한다. 가변 임계 알고리즘은 가변 적응 임계 유니트(186)내에서 수행되는데 블럭(262)에서 μ_2 값이 0.2 보다 작게 결정될 때 시작된다. ERLE가 가변 임계값(VT)보다 큰 6dB로 결정된다면 - 이는 처음에 6dB인 초기 최소 임계값으로 설정되며 있음(블럭 274) - VT 값은 블럭(276)에서 수정된다. 블럭(276)에서 VT는 이전 VT값보다 크거나 ERLE에서 6dB를 뺀 값에 설정된다. VT가 설정되자마자 파라미터 조절 단계는 이러한 경우에 대하여 포인트(C)에서 빠져나온 서브루틴에 의해 완결된다.

그러나, 블럭(274)에서 ERLE가 VT가 6dB를 더한 값보다 작게 결정된다면 ERLE가 최소 임계값에서 3dB를 뺀 값보다 작은지가 결정된다(블럭 278). 블럭(278)에서 최소 임계값 MT는 중간 알고리즘에서 설정된 것처럼 12dB이다. ERLE가 최소 임계값에서 3dB를 뺀값보다 크면, 파라미터 조절단계는 이러한 경우에 대하여 포인트 C에서 빠져나온 서브루틴에 의해 완결된다. 그러나 블럭(278)에서 ERLE가 최소 임계값에서 3dB를 뺀값보다 크지 않다면, VT는 12dB인 MT 값으로 설정된다(블럭 280). 따라서 파라미터 조절단계는 이 경우에 포인트 C에서 빠져나온 서브루틴에 의해 완성된다.

최소 임계값을 증가시킴으로써 프로세스는 에코 제거기 필터가 적응될 때에 따라서 보다 선택성이 커진다; 즉 필터층 하나로부터 높은 ERLE가 요구된다. 높은 최소 임계값의 사용은 높은 ERLE를 요구하게 되어 이중 통화 상태에서 걸친 상태로 들어가며, 이는 제14도의 상태장치 프로세싱에 대하여 다음에 기술 될 것이다.

큰 근단 배경 노이즈가 존재하더라도, 정상 상태로 빨리 전이시키기 위하여, 본 발명의 에코 제거기는 우선 먼저 원단 통화 중에 입력 이득을 $X(n)$ 에서 +3dB(1Gain=3dB)으로 조정한다. 제5도에 도시된 것처럼, 상태 장치(180)는 가변 이득단(170)을 제어한다. 이러한 초기 3dB 이득은 근단 노이즈에 대하여 4(n)에서 수신된 에코 크기를 증가시키며(3dB마다 S/N비 증가), 이는 빠른 초기 집중이 가능하게 한다. 최소 임계값이 12dB에 도달할 때(제7도의 블럭 272), 상태 기계(180)는 매 100ms마다 1.5dB 단계에서 공정 0dB 값으로 1Gain을 재저장한다. 실험 결과를 1.5dB 이득 변화는 청취자에게 감지되지 않는다는 것이 나타났다. 이러한 이득 조정은 일반적으로 원단 통화의 처음 500ms 내에 단계적으로 없어진다.

자동 이득 제어 유니트(188)의 제어하에서 가변 이득단(170)상의 제2이득 조정은 자동으로 클리핑을 피하도록 이루어진다. 상기 보코더로부터 에코 제거기가 수신하는 $x(n)$ 의 μ -로우(law)샘플은 보통 -8031과 +8031 사이에 있다. 하이브리드로 전달되는 샘플 $x(n)$ 가 최대값 +8031 또는 -8031 근방일 때, 하이브리드로부터 리턴하는 샘플은 기준 신호 $X(n)$ 에 비선형으로 관련된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 본 발명의 에코 제거기는 샘플 $x(n)$ 의 절대값이 최대값, 예를 들면 7900 값 근방의 프리셋 값보다 클 때마다 1.5dB(1Gain=1.5dB)만큼 입력 샘플을 감쇄하기 위해 자동으로 가변 이득 소자(170)를 제어하도록 자동 이

득 제어 유닛(188)를 이용한다. IGain은 상기 제거기가 침묵 상태로 들어가자마자 0dB로 복귀된다. 근단 청취자에게 감지되지 않는 이러한 이득 변화는 보통 전형적인 대화에서 효과가 없지만, 원단 통화자가 소리칠때 에코 제거기 작동을 상당히 개선한다.

제7도로 돌아가서, 파라메타 조정 스텝이 완료된후, 주기적 기능 완료스텝이 수행된다. 제9도는 세계의 계산을 도시하는 것으로 주기적 기능계산 스텝에서 주기적으로 수행된다. 즉 (1) 신호 $x(n)$ 와 $e(n)$ 의 차 에너지크기, (2) 잡음 분석을 위한 자동 상관관계 및 더빈(Durbin)리커션, (3) 변동하는 에코 지연을 계산하기 위한 탭-이동 알고리즘이다.

제9도에서, 주기 기능 계산 스텝은 기능 선택 스텝, 블록 300에서 시작되는데, 상기 스텝은 상태 머쉬인 및 계산 수행될 필요가 있는 카운터(Fcount)의 상태로부터 결정된다. 128 샘플의 상태에 관계없이 신호 $x(n)$ 및 $e(n)$ 의 차 에너지 크기는 차 에너지 크기 유닛(184)에서 계산된다(제6도).

DEM(x)로 명명된 신호 x 의 차 에너지 크기는 원단 통화자가 통화중인지를 판단하는데 사용된다. 상기 DEM(x)은 범위 [0.3]의 정수로서 제공된 양호한 실시예에 있다. 상기 DEM(x)값은 제6도의 에너지 계산 유닛(182)로부터 제공된, 신호 $x(n)$ 의 에너지 E_x 를 배경 잡음 X_{B_i} 의 에너지의 측정치의 함수인 세계의 계산된 임계값과 비교하므로 결정된다.

이 단계에서 배경 잡음 측정은 매 128 샘플마다 계산되는데, 여기서 다음 업데이트 $X_{B_{i+1}}$ 이 다음과 같이 계산된다.

$$X_{B_{i+1}} = \min(E_x, 160000, \max(1.00547X_{B_i}, X_{B_i} + 1)) \quad (17)$$

세계의 임계값이 다음과 같이 X_{B_i} 의 함수로 계산된다:

$$T_1(X_{B_i}) = -(3.160500 \times 10^{-5}) X_{B_i}^2 + 10.35 X_{B_i} + 704.44 ; \quad (18)$$

$$T_2(X_{B_i}) = -(7.938816 \times 10^{-4}) X_{B_i}^2 + 26.00 X_{B_i} + 1769.48 ; \quad \text{및} \quad (19)$$

$$T_3(X_{B_i}) = -(3.160500 \times 10^{-4}) X_{B_i}^2 + 103.5 X_{B_i} + 7044.44 \quad (20)$$

원단 신호의 에너지 E_x 는 이러한 세계의 임계치와 다시 비교된다.

E_x 가 세계의 임계치보다 크면, $DEM(x)=3$ 이며, 이것은 통화가 존재함을 의미한다. E_x 가 T_1 및 T_2 보다 크지만 T_3 보다 크지 않으면, $DEM(x)=2$ 이며, 이것은 소리없는 통화가 존재할 것 같음을 의미한다. E_x 가 T_1 보다 크지만, T_2 및 T_3 보다 크지 않으면 $DEM(x)=1$ 이다. 마지막으로 E_x 가 세계의 임계치 보다 작으면 $DEM(x)=0$ 으로서 통화가 없음을 의미한다. $DEM(x)$ 의 값은 차 에너지 크기 유닛(184)로부터 상태 머쉬인 (180)으로 제공된다.

이와 유사하게, 신호 e 의 차 에너지 크기 $DEM(e)$ 는 근단 통화가 통화중 인지를 판단하는데 계산 및 사용된다. 상기 $DEM(e)$ 은 범위 [0.3]내의 정수값으로서 제공되는 양호한 실시예에 있다. 상기 $DEM(e)$ 은 제6도의 에너지 계산 유닛(182)로부터 제공된 신호 $e(n)$ 의 에너지 E_e 를 블록(304)의 다음 세계의 계산된 임계치와 비교하므로 결정된다. 즉,

$$T_1(E_{B_i}) = -(6.930766 \times 10^{-6}) E_{B_i}^2 + 4.047152 E_{B_i} + 289.7034 ; \quad (21)$$

$$T_2(E_{B_i}) = -(1.912166 \times 10^{-5}) E_{B_i}^2 + 8.750045 E_{B_i} + 908.971 ; \quad \text{및} \quad (22)$$

$$T_3(E_{B_i}) = -(4.946311 \times 10^{-5}) E_{B_i}^2 + 18.89962 E_{B_i} + 2677.431 \quad (23)$$

여기서 신호 $e(n)$ 의 배경 잡음 측정치는 다음과 같이 매 128 샘플마다 업데이트된다. 즉

$$EB_{i+1} = \min (E_e, 160000, \max (1.00547EB_i, EB_i + 1)) \quad (24)$$

E_e 가 세계의 임계치보다 크면, $DEM(e)=3$ 으로서 근단 통화가 존재함을 의미한다. E_e 가 T_1 및 T_1 보다 크고 T_3 보다 크지 않으면, $DEM(e)=20$ 이며, 이것은 소리없는 근단 통화가 존재할 것 같음을 의미한다. E_e 가 T_1 보다 크지만 T_2 나 T_3 보다 크지 않으면 $DEM(e)=1$ 이다. 마지막으로 E_e 가 세계의 임계치보다 작으면 $DEM(e)=0$ 이며, 이것은 통화가 없음을 의미한다.

$DEM(e)$ 의 값은 차 에너지 크기 유닛(184)로부터 상태 머쉬인(180)으로 제공된다.

$DEM(x)$ 및 $DEM(e)$ 의 값이 완료되면, XB_i 및 EB_i 의 값은 블록(306)내의 식(17,24)에 대해서 업데이트된다. XB_i , 및 EB_i 가 160000 값으로 초기화됨을 알 수 있다.

배경 잡음 레벨을 트랙하는 차 에너지 측정치를 사용하므로, 누군가 통화하고 있음을 정확히 판단하는 것이 높은 레벨의 배경 잡음에서도 수행될 수 있다. 이것은 제6도의 상태 머쉬인(180)이 정확한 상태 판단을 하는 것을 돕는다.

전술된 바와 같이, 잡음 분석 계산은 주기 함수 계산 스텝에서 수행된다. 블록 300의 선택된 상기 함수가 상기 상태 머쉬인이 현재 샘플에 대해 상태 "0"임을 검출할 때, 현재의 샘플을 포함하여 마지막 256 샘플이 모든 상태 머쉬인 상태 "0"인지에 대해 결정된다(블록 308). 그렇다면 보코딩 통화에 사용되던 선형 예측 코딩(LPC)방법이 잡음의 스펙트럼 특성을 계산하는데 사용된다. 그러나, 이 모든 샘플이 상태 "0"이 아니라면, LPC 방법은 스킵된다.

상기 LPC 방법은 지난 샘플 플러스 여기의 선형 결합에 의해 발생하는 각 샘플을 모델링한다. 어떤 통화자도 통화하지 않을 때, 에러 신호 $e(n)$ 가 예측 에러 필터(제5도의 잡음 분석 소자(166))를 통과해서 짧은 시간 리던던시를 제거한다. 이 필터의 전달 함수는 다음 식으로 주어진다.

$$A(z) = 1 - \sum_{i=1}^P a_i z^{-i} \quad (25)$$

여기서 실시예의 산정기의 차수는 5이다($P=5$).

상기 LPC 계수 a_i 는 라비너 & 샤퍼(Rabiner & Schafer)의 "음성 신호의 디지털 처리"에서 논의된 바와 같이 더빈의 리커션으로(블록 312), 블록 310의 자동상관 방법을 이용하여 128 샘플의 블록으로부터 계산되며, 이것은 잘 공지된 효율적인 계산 방법이다. 제1자동상관 계수 $R(0)$ 내지 $R(5)$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$R(k) = \sum_{m=0}^{127-k} e(m) e(m+k) \quad (26)$$

상기 LPC 계수는 더빈의 리커션 알고리즘을 이용하여 자동상관 값으로부터 직접 계산된다. 상기 알고리즘은 다음과 같이 기술된다. 즉,

$$(1) \quad E^{(0)} = R(0), \quad i = 1 \quad (27)$$

$$(2) \quad k_i = \left\{ R(i) - \sum_{j=1}^{i-1} a_j^{(i-1)} R(i-j) \right\} / E^{(i-1)} \quad (28)$$

$$(3) \quad a_i^{(i)} = k_i \quad (29)$$

$$(4) \quad a_j^{(i)} = a_j^{(i-1)} - k_i a_{i-j}^{(i-1)} \quad 1 \leq j \leq i-1 \quad (30)$$

$$(5) \quad E^{(i)} = (1 - k_i^2) E^{(i-1)} \quad (31)$$

$$(6) \quad \text{If } i < P \text{ then goto (2) with } i=i+1 \quad (32)$$

(7) LPC 계수에 대한 최종 해결은 다음과 같이 주어진다

$$a_j = a_j^{(P)} \quad 1 \leq j \leq P \quad (33)$$

상기 LPC 계수가 얻어지면, 합성된 잡음 샘플은, 다음과 같이 얻어진 잡음 합성 필터(제5도의 잡음 합성 소자(168))를 통해서 화이트 잡음을 통과시키므로 동일 스펙트럼 특성을 갖도록 발생된다. 즉,

$$\frac{1}{A(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^P a_i z^{-i}} \quad (34)$$

이것은 잡음 분석을 위해 사용된 필터의 역이다.

실시예에서 LPC 코딩 기술이 잡음을 모델링하기 위한 탁월한 방법을 제공한다는 것을 알 수 있다. 그러나, 다른 기술 잡음 모델링에 사용될 수 있거나 잡음 모델링이 전혀 사용되지 않을 수도 있다.

주기 함수 계산 스텝의 또다른 함수로서, 탭 이동 알고리즘이 변동하는 에코 지연을 계산하는데 사용된다. 이러한 계산은 통화를 처리하는 초기샘플에서 그리고 선택적으로는 매 256 샘플 마다 수행되어, ERLE가 10dB 이상 크게 제공된다(블록 314). ERLE가 10dB 이상 크면 어떤 소거가 있다는 표시, 가장 큰 탭, 즉 초기 필터(제5도의 필터(156)내의 가장 큰 값의 필터 계수가 결정되는데(블록 316), 제6도의 평평한 지연 계산 유니트(190)에서 결정된다. 상기 탭의 이동은 에코 분산 지역으로부터 상당수의 샘플을 처리하고 평평한 지연 지역으로부터는 그 보다 적은 샘플을 처리하도록 수행된다(블록 318). 상기 탭의 이동은 보통으로 발생하는 것보다 버퍼로부터 상태 필터 그리고 에코 제거기 필터로 더 많은 수의 에코 분산 지역 샘플의 결정된 위치이다. 이러한 샘플상의 평균 에너지의 재계산이 수행된다(블록 320). 탭 이동 알고리즘이 완료되거나 주기 함수 계산 스텝의 다른 두 계산이 완료되면 Fcount가 증가되며(블록 322)서브루틴이 나왔다.

에코 지연 조정에 대해서, 기지국의 에코 제거기와 전화 네트워크내 하이브리드 사이의 거리가 통화간에 상당히 변동할 수 있으므로, 에코 신호의 평평한 지연은 넓은 지역을 갖는다. 우리는 미합중국 3000 마일에 걸쳐 있으며, 전기 신호가 광속의 2/3으로 전파된다는 가정하에서 이러한 지연 범위를 빨리 측정할 수 있다. 라운드-트립 거리가 6000 마일이므로 최대의 평평한 지연은 대강,

$$\frac{[(6000 \text{ 마일}) \times (1609.34 \text{ 미터/마일})]}{[2 \times 10^8 \text{ 미터/밀리초}]} = 48.3 \text{ 밀리초} \quad (35)$$

이다.

본 발명의 네트워크 에코 제거기는 다른 통화에서 발견된 평평한 지연의 서로 다른 값을 계산하여 더 많은 탭이 평평한 지연 영역상에서 “웨이스트드(wasted)”가 되는 대신 에코 분산 영역에서 작동한다. 예를 들어, 탭-이동 메카니즘이 없는 종래의 에코 제거기에서, 16밀리초의 평평한 지연은 에코 제거기의 제 1 128 탭이 제로에 가깝게 한다. 왜냐하면, 필터 지연 라인내의 128개의 가장 최근 샘플이 상기 제거기에 들어가는 에코 샘플과 연관되지 않기 때문이다. 그러므로 상기 실제의 에코 신호는 나머지 128 탭에 의해서만 제거되게 된다. 반대로, 본 발명의 NEC는 자동으로 평평한 지연이 16밀리초이며, 더 오래된 샘플상에서 작동하도록 상기 탭을 이동시키는지를 판단한다. 이러한 전략은 에코 분산 지역상에서 더 많은 탭을 이용하며, 이것은 더 양호한 제거를 가져온다.

본 발명의 NEC는 환형 버퍼(제5도의 버퍼(154)내에 원단 통화 $x(n)$ 의 512 샘플을 저장하며, 이것은 64밀리초의 지연에 대응한다. 상기 제거가 시작될 때, 그것은 초기에 제5도의 초기 필터(156)에서, 제10도에 도시된 바와 같이 448의 가장 최근의 샘플상의 448필터 탭을 적용한다.

이 위치에서 탭을 갖는 초기의 콘버전스를 획득한 후에, 상기 알고리즘은 초기 필터(156)의 탭 버퍼내에서 가장 큰 탭 값과 그 각각의 위치를 찾으므로 지연 계산 유닛(190)내의 평평한 지연을 결정한다. 상기 가장 큰 탭(T_{max} 로 명명)의 탭 수는 평평한 지연에 대응한다. 왜냐하면, 원단 통화샘플이 에코 제거기로부터 출력되는 시간(8kHz 샘플에서)이며 상기 하이브리드를 반사하며, 에코 제거기의 입력에 리턴되기 때문이다. T_{max} 에 의해 상기 탭을 이동시키는 대신, 상기 알고리즘은, 에코 채널 응답이 약간 변할 때 32샘플의 안전 여분을 남긴다. 실제 탭 이동 값은 다음과 같이 주어진다.

$$T_{shift} = \text{MAX}[0, \text{MIN}(T_{max} - 32, 356)] \quad (36)$$

일단 T_{shift} 가 결정되면, T_{shift} 로부터 시작하는 초기 필터탭은 제11도에 도시된 바와 같이 평평한 지연 계산 유닛(190)에 의해 상태 필터 및 에코제거기 필터로 모사된다. T_{shift} 에 의해 환형 버퍼로의 옵셋이 사용되어 상기 제어 필터 및 에코 제거기 필터의 제로번째 필터탭이, 가장 최근의 샘플 전에 T_{shift} 장소에 도달한 샘플로 라인 업 된다. 제12도는 64밀리초의 에코커버리지를 허용하기 위한 최대 이동을 도시한다. 상기 탭이 더 오래된 샘플 상에서 작동하도록 이동된 후에, 에너지 측정 $E_x(n)$ 및 $E_{xx}(n)$ 이 이러한 더 오래된 샘플의 제공함을 측정하기 위해 그에 대응하여 수정된다.

예로서 전술되었듯이, 세개의 적응 필터가 기술되었다. 그러나, 여러수행 과정, 특히 디지털 신호 처리기에서, 초기 필터는 동일한 물리적 메모리를 이용하여 상태 필터 및 에코 제거기 필터로서 기능을 수행할 수 있음을 알 수 있다.

제7도 및 제9도의 점 D에서 주기 함수 계산 단계에서 나올 때, 상태 머쉬인 제어 알고리즘은 상태 머쉬인(180)에 의해 실행된다(제6도). 상기 상태 머쉬인 제어 알고리즘은 제13도에 도시된 바와 같이, 5개의 상태를 갖는 상태 머쉬인으로서 모델링될 수 있다. 상태 머쉬인(180)에서 실시된 바와 같은 상태 머쉬인 제어 알고리즘은 각각의 새로운 샘플을 갖는 상태에서 변화를 가져온다.

상태 0(블록 330)은 침묵 상태이며, 여기서 어떤 통화자도 통화를 하지 않는다. 상기 상태 필터나 에코 제거기 필터도 에코 채널로부터 다이버전스를 방지하기 위해 이러한 상태에서 적응된다. NEC가 256 연속 샘플횟수에 대해 상태 0으로 유지되면, 상기 제어 알고리즘은 제9도의 잡음 분석 루틴을 시작하며, LPC 분석을 이용하여 배경 잡음의 주파수 특성을 코딩한다.

원단 통화자가 일방 통화하면 NEC는 상태 1로 들어가며(블록 332), 여기서 상기 상태 필터가 항상 적응된다. 상기 에코 제거기 필터는 양 필터의 ERLE가 적응 임계치 VT상에 있을 때 적응된다. 상기 잡음 합성 루틴은 어떤 잔여 에코와 교체하기 위해 잡음을 발생한다(마지막 침묵 간격동안 얻어진 LPC 계수를 사용하여)실제로 상기 NEC는 상태 1에서 무한 ERLE를 갖는다. 왜냐하면, 원단 통화 $x(n)$ 가 아무리 높아도, 상기 에코 잔여가 상기 이동국으로 다시 통과되지 않을 것이기 때문이다.

상기 근단 통화자가 단지 개인 통화일 때, 상기 NEC는 상태 2로 들어간다(블록 334). 여기서, 상기 상태 머쉬인은 양 필터의 적응을 프리즈하며 신호 $e(n)$ 를 출력한다. 상기 근단 통화자가 통화를 멈추면, 상기 NEC는 상태 4(행 오버)로 변화되는데, 상태 0(침묵)으로 변환되기 전에 실시예에서 50밀리초의 행 오버를 갖는다. 이러한 행 오버는 근단 통화에서 가능한 포우즈를 설명한다. 원단 통화자가 통화를 시작하면, 상기 NEC는 상태 3(이중 통화)으로 변화한다.

이중 통화 상태인 상태 3에서(블록 336), 상태 머쉬인을 에코 제거기 필터의 적응을 프리즈하며 신호 $e(n)$ 를 출력한다. 상기 근단 통화자가 통화를 멈추면, 상기 NEC는 상태 4(행 오버)로 변화되는데, 상태 0(침묵)으로 변환되기 전에 실시예에서 50밀리초의 행 오버를 갖는다. 이러한 행 오버는 근단 통화에서 가능한 포우즈를 설명한다. 원단 통화자가 통화를 시작하면, 상기 NEC는 상태 3(이중 통화)으로 변화한다.

이중 통화 상태인 상태 3에서(블록 336), 상태 머쉬임을 에코 제거기 필터의 적응을 프리즈하며 $e(n)$ 를 출력한다. 하이브리드 손실이 3dB 이상이면, 상기 상태 머쉬인 제어 알고리즘은 상태 필터가 에코 채널 임펄스 응답의 가능한 변화를 설명하도록 적응하게 한다. 예를 들어, 양 필터가 수렴한다고 가정하면, 상기 원단 통화자는 일방 통화중이며, 에코 채널은 갑자기 변한다. 이러한 상태는 예를 들어, 누군가가 확장 폰을 들때 발생되어 이동국 통화자가 동시에 지상 전화측상의 두 사람에게 통화중이다. 이 경우에 양 필터의 ERLE는 갑자기 떨어지며, NEC는 이중 통화 상태로 이동하여, 근단 통화에 대한 에코 신호를 그르치게 된다. 양 필터가 보통 이중 통화가 프리즈된다 해도, 이 경우에 양 필터가 적응되는 것이 허용되지 않으면, NEC는 통화가 종료될 때까지 이 상태에 머물게 된다. 그러나, NEC는 이 상태 필터가 적응되도록 허용되는지를 결정하기 위해 하이브리드 손실을 이용한다. 상태 필터가 적응되어, 그 ERLE는 새로운 에코 채널을 다시 요청하는 것으로 오르며, NEC는 상태 3(이중 통화)으로부터 회복된다. 상태도에 도시되어 있

듯이, 상태 3(이중 통화)으로 나가는 유일한 경로는 상태 4(행 오버)를 통해서인데, 이것은 하이브리드 손실이 3dB 이상이며 양 상태 필터 또는 에코 제거기 필터의 ERLE가 최소 임계치 MT 이상일 때만 들어간다.

상태 4(블록 338)는 근단 통화시 포우즈를 설명하는 행 오버 상태이다. 원단 통화자가 통화중이며 근단 통화가 실시예에서 100밀리초동안 검출되지 않으면, NEC는 상태나(행 오버)로부터 상태 1(원단 통화)로 변화한다. 원단 통화자가 통화중이 아니며 근단 통화가 실시예에서 50밀리초동안 검출되지 않으면, NEC는 상태 4(행 오버)에서 상태 0(침묵)으로 변화한다.

근단 통화가 검출되면, 제어 알고리즘은 NEC를 상태 2(근단 통화)또는 상태 3(이중 통화)으로 리턴시킨다.

NEC 상태 머쉬인 제어 알고리즘의 상세한 흐름도는 제14도 하부에 도시된다. 제14도에서 알고리즘은 현재의 상태가 상태 1(원단 통화)인지 예비로 결정하는 각 샘플에 대해 실행된다. 현재의 상태가 상태 1로 결정되며 H_{loss} 값이 3dB 이하로 결정되면 제어 엘리먼트는 값 $e(n)$ 의 출력물 허용한다(블록 344). 이 경우는 전의 샘플에 대해 원단 통화가 존재했으며, 현재의 샘플에 대해 이중 통화가 존재하는 상태를 표시한다. 유사하게, 결정되는 현재의 상태가 블록(340,346,348)에서 상태 1, 2 또는 3(원단, 근단, 이중통화)이면, $e(n)$ 값은 출력되게 허용되며(블록 344), 상태 머쉬인에 의해 출력제어가 제공된다. 다음 상태에 대해 NEC가 다음 샘플을 처리하는데 있어야 하는 결정이 이루어지며, 다음 상태 결정으로, 제어 상태 머쉬인 알고리즘에서 점 E에서 시작한다.

블록(340)으로 돌아가서, 현재 상태가 상태 1(원단 통화)로 결정되며 H_{loss} 가 3dB 이상으로 결정되면(블록 342), 상태 필터는 적응되도록 허용된다(블록 350). 상기 ERLE 및 ERLE1 VT에 대해 체크되며 둘중 하나가 VT보다 크면(블록 352,354), 에코 제거기 필터는 적응되도록 허용된다(블록 356). 그러나 블록(352,354)에서 ERLE 및 ERLE1이 VT 보다 크지 않으면, 상기 에코 제거기 필터는 적응되지 않는다. 두 경우에, 합성된 잡음 샘플이 발생되는데(블록 358), 마지막 침묵 기간동안 얻어지는 LPC 계수를 사용하여 제어 소자의 제어하에서 합성된 잡음 소자에 의해서 발생된다. 상기 합성된 잡음 샘플 $s(n)$ 는 제어 소자에 의해 제공된 출력 제어로 출력된다(블록 360). 점 E에서 시작되는 다음 상태 결정으로 NEC가 다음 샘플을 처리하기 위해 있게 되는 다음 상태에 대해 결정이 이루어진다.

점 E에서 프로그램 실행은 다음 상태 서브루틴으로 들어간다. DEM(x)의 값이 정수값 2 보다 크지 않거나 같으면(블록 362), DEM(e)이 1과 같거나 작은지 결정하기 위해 체크된다(블록 364). DEM(e)이 +1과 같거나 그보다 작지 않으면 상태 머쉬인은 다음 상태 2(근단 통화)로 변한다(블록 366). 그러나, DEM(e)이 1 과 같거나 그보다 작으면, 상기 상태 머쉬인은 다음 상태 0(침묵)으로 변한다(블록 368). 변화가 상태 2 또는 0으로 이루어지면, 상기 루틴은 행 오버 결정을 위해 상태 머쉬인 제어 알고리즘에서 점 F로 진행한다.

그러나, 점 E에서 다음 상태 서브루틴으로 들어갈 때, DEM(x)의 값이 2 보다 크거나 같으면(블록 362), DEM(e)의 값이 3과 같은지가 결정된다(블록 370). 그렇지 않으면, 다음 상태는 1(원단 통화)로 결정되며(블록 372), 상기 루틴은 행 오버 결정을 위해 제어 상태 머쉬인 알고리즘의 점 F로 진행한다. 블록(370)에서 DEM(e)의 값이 3으로 결정되면, H_{loss} , ERLE 및 ERLE1이 3dB 이하인지 체크된다(블록 374,376,378). 블록(374,376,378)에서 상기 값중 하나가 3dB 이하이면 다음 상태가 상태 2(이중 통화)로 결정된다(블록 380). 그러나, 블록(374,376,378)에서 각 값이 3dB 보다 크거나 같으면, 다음 상태가 상태 1(원단 통화)로 결정된다(블록 372). 블록(380,372)으로부터 전과같이 루틴은 행 오버 결정을 위해 제어 상태 머쉬인 알고리즘에서 점 F로 진행된다.

블록(346)으로 돌아가서, 여기서 현재의 상태가 블록(340)의 상태 1(원단 통화)이 아니라고 결정되면 엔트리기가 이 블록에 형성되며, 현재의 상태가 상태 2(근단 통화)이면 결정이 행해진다. 현재의 상태가 상태 2이면 $e(n)$ 의 값이 출력된다(블록 382). DEM(x)가 3이면 제1결정에 의해서 다음 상태에 대해 결정이 행해지며, 그렇다면 다음 상태가 상태 3(이중 통화)으로 설정된다(블록 386). 그러나 DEM(x)이 3이 아니면 DEM(e)이 그보다 크거나 같을 때 결정이 행해진다(블록 388).

블록(388)에서 DEM(e)이 2 보다 크거나 같다고 결정되면 다음 상태는 현재의 상태, 상태 2(근단 통화)로 유지되도록 설정된다(블록 390). 그러나, 블록(388)에서 DEM(e)이 2 보다 크지 않거나 같은 것으로 결정되면 DEM(x)이 1 보다 작거나 같은 것으로 결정이 행해진다(블록 392). 블록(392)에서 DEM(x)이 1 보다 작지 않거나 같은 것으로 결정되면 다음 상태는 상태 3(이중 통화)이 되도록 설정된다(블록 386). 블록(392)에서 DEM(x)이 1 보다 작거나 같도록 결정되면 다음 상태가 상태 4(행 오버)라 되도록 설정된다(블록 394). 이에 더해서 블록(394)에서 제어 소자내의 내부 카운터, Hcounter(도시되지 않음)는 400의 Hcount 값으로 설정된다. 블록(386,390,394)으로부터 상기 루틴은 행 오버 결정을 위해 제어 상태 머쉬인 알고리즘 내의 점 F로 진행한다.

블록(346)으로 돌아가서, 결정의 결과가 현재 상태가 상태 2(근단 통화)가 아니면, 현재 상태가 상태 3(이중 통화)일 때 블록(348)에서 결정이 행해진다. 현재의 상태가 상태 3이면 $e(n)$ 의 값이 출력된다(블록 396).

DEM(x)이 3이면, 제1결정에 의해 다음 상태에 대해 결정이 행해지며, 그렇지 않으면 상기 루틴은 전술된 바와 같이 상태 결정을 위한 블록(388)으로 진행된다. 그러나 DEM(x)이 3이면 H_{loss} 가 3dB 보다 크지 결정된다(블록 400). 블록(400)에서 H_{loss} 가 3dB 보다 크지 않으면, 다음 상태가 상태 3(이중 통화)으로 설정된다(블록 386). H_{loss} 가 3dB 보다 크면 상태 필터가 적응되도록 허용된다(블록 402).

상태 필터가 적응되도록 허용할 때, ERLE가 MT 보다 크지 결정이 행해지면(블록 404), 그렇지 않으면 ERLE1이 MT 보다 더 크지가 결정된다(블록 406). ERLE 또는 ERLE1이 MT보다 크면 다음 상태는 상태 4(행 오버)로 설정된다(블록 408). 그러나 ERLE1이 MT보다 크지 않으면, 다음 상태는 상태 3(이중 통화)으로 설정된다(블록 386). 다음 상태가 블록(408)에서 상태 4로 설정되면 Hcount는 800으로 설정된다. 블록(386, 408)으로부터 상기 루틴은 행 오버를 위해 상태 머쉬인 제어 알고리즘에서 점 F로 진행된다.

상기 행 오버 루틴은 근단 통화 상태 또는 이중 통화 상태에서부터 원단 통화 또는 침묵 상태로 변화되는 사이에 지연이 발생되게 한다. 상기 행오버 결정 루틴이 점 F에서 들어가면, 현재의 상태가 상태 4(행 오버)인지 결정이 행해진다(블록 410). 현재의 상태가 상태 4가 아니면 상태 머쉬인 제어 알고리즘 루틴이 나가며, 루틴은 제7도의 점 A로 돌아간다.

블록(410)에서 현재 상태가 상태 4가 되도록 결정되면 다음 상태가 상태 2 보다 작은 상태로 즉 상태 1(원단 통화) 또는 상태 0(침묵)으로 설정되었는지 결정이 행해진다(블록 412). 다음 상태가 블록(412)에서 상태 1 또는 10이 되지 않도록 결정되면, 상태 머쉬인 제어 알고리즘 서브루틴이 나가며, 상기 서브루틴은 제7도의 점 A로 돌아간다. 그러나, Hcount가 0이 되지 않으면 다음 상태가 상태 4로 설정되며(블록 418), 상태 머쉬인 제어알고리즘 서브루틴이 나가며, 상기 서브루틴은 제7도의 점 A로 되돌아간다.

실시예에 대해 전술된 바와 같이 많은 파라메타가 본 발명의 사상 범위 내에서 수정될 수 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 행 오버 지연은 임계치, 인계치 레벨의 수 또는 필터 스텝 크기 값과 같은 다른 파라메타에서와 같이 변할 수 있다.

양호한 실시예의 전술된 설명은 본 기술분야에 숙련된 사람이 본 발명을 실시할 수 있도록 제공된다. 본 기술에 숙련된 사람이라면 이러한 실시예에 여러 가지 수정이 쉽게 가해질 수 있으며, 여기서 규정된 발생 원리는 진보된 기능이 없이도 다른 실시예에 응용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 실시예에 한정되지 않으며, 여기에 발표된 원리 및 신규 특징과 일치하게 가장 넓은 범위에 따른다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

에코 채널에 의하여 입력 리턴 채널 신호와 결합되는 에코 수신 채널 신호를 리턴 채널 신호에서 제거하는 에코 제거기에 있어서, 제1필터 계수를 발생하고, 상기 제1필터 계수를 갖는 제1에코 추정 신호 및 수신 채널 신호를 발생하고, 제1필터 제어 신호에 응답하여 제1필터 계수를 업데이트하기 위한 제1리턴 수단과; 제1에코 잔여 신호를 발생하기 위해 결합된 리턴 채널 신호 및 에코 수신 채널 신호로부터 제1에코 추정 신호를 감산하기 위한 제1합산수단과; 제2필터 계수를 발생하고, 제2필터 계수와 수신 채널 신호를 갖는 제2에코 추정 신호를 발생하고, 제2필터 제어 신호에 응답하여 제2필터 계수를 업데이트하기 위한 제2필터 수단과; 제2에코 잔여 신호를 발생하기 위해 상기 결합된 신호로부터 제2에코 추정 신호를 감산하고, 리턴 채널에 제2에코 잔여 신호를 제공하기 위한 제2 합산 수단과; 수신 채널 신호, 상기 결합된 신호 및 제 1과 제2에코 잔여 신호로부터 다수의 제어 상태중 하나를 결정하는 제어 수단을 포함하며, 상기 다수의 제어 상태중 제1제어 상태는 제1선정 에너지 레벨보다 높은 수신 채널 신호를 표시하며, 상기 제어 수단이 제1제어 상태에 있을 때, 제1에코 잔여 신호와 상기 결합된 신호의 제1에너지 비율과 제2 에코 잔여 신호와 상기 결합된 신호의 제2에너지 비율 중 적어도 하나가 제1선정 에너지 레벨을 초과할 때 제1제어 신호와 제2 제어 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은, 제1제어 상태에 있을 때, 제2에너지 비율이 제1임계값과 제1선정 고정값의 합보다 큰지를 결정하고, 클 경우 제1임계값과 제2에너지 비율 및 제1선정 고정값의 차 이중 큰 값으로 제1선정 에너지 레벨을 설정하고, 제2에너지 비율이 제1임계값과 제1선정 고정값의 합보다 작을지를 결정하고, 제2에너지 비율이 제2선정 고정값과 제3선정 고정값 사이의 차이보다 작을 때 제1선정 에너지 레벨을 제2선정 고정값으로 설정함으로써 제1선정 에너지레벨을 결정하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 다수의 제어 상태 중 제2제어 상태를 결정하는데, 상기 제2제어 상태는 입력 리턴 채널 신호가 제2선정 에너지 레벨보다 높다는 것을 표시하며, 제어 수단이 제2제어 상태에 있을 때 제1 및 제2제어 신호의 발생을 금지하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 다수의 제어 상태 중 제2제어 상태를 결정하며, 상기 제2제어 상태는 수신 채널 신호가 제1선정 에너지 레벨보다 높고 입력 리턴 채널 신호가 제2선정 에너지 레벨보다 높다는 것을 표시하며, 상기 제어 신호가 제2제어 상태에 있을 때 제1제어 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제어 수단은 제2 제어 상태에서 수신채널 신호 에너지 및 결합된 신호의 비율이 제3선정 에너지 레벨보다 클 때 제1제어 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 6

제1항에 있어서, 잡음 신호를 발생하고, 잡음 선택 신호에 응답하여 리턴 채널에 제2에코 잔여 신호 대신에 잡음 신호를 제공하는 출력 수단을 더 포함하며, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에 있을 때 잡음 선택 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에서 수신 채널 신호 에너지 및 결합된 신호의 비율이 제2 선정 에너지 레벨보다 클 때 잡음 선택 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제어 수단은 상기 다수의 제어 상태 중 제2 제어 상태를 결정하는데, 상기 제2 제어 상태는 수신채널 신호와 입력 리턴 채널 신호가 각각 제2 및 제3선정 에너지 레벨 보다 작다는 것을 표시하며, 상기 제어 수단이 제2 제어 상태에 있을 때, 제1 및 제2제어 신호 발생을 금지하며, 상기 출력 수단은:상기 제어 수단이 제2 제어 상태에 있을 때, 제2에코 잔여 신호의 선형 예측 코딩 분석을 수행하고 분석 출력을 제공하는 잡음 분석 수단과;분석 출력을 수신하고 제2에코 잔여 신호를 나타내는 잡음 신호를 합성하는 잡음 합성 수단과; 리턴 채널 상에 제2에코 잔여 신호 출력을 제공하며, 제2에코 잔여 신호 대신에 리턴 채널 상에 잡음 신호를 제공하기 위해 잡음 선택 신호에 응답하는 스위치 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에서, 수신 채널 신호 및 상기 결합된 신호의 에너지 비율이 제2 선정 레벨을 초과할 때 제1제어 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 10

제9항에 있어서, 잡음 신호를 발생하고, 잡음 선택 신호에 응답하여 리턴 채널에 제2에코 잔여 신호 대신에 잡음 신호를 제공하는 출력 수단을 더 포함하며, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에 있을 때 잡음 선택 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에서 수신 채널 신호 및 상기 결합된 신호의 에너지 비율이 제2 선정 레벨보다 클 때, 합성 잡음 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에서 수신 채널 신호 및 상기 결합된 신호의 에너지 비율이 제2 선정 레벨보다 작을 때, 상기 제2에코 잔여 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제어 수단은 제1제어 상태에서 수신 채널 신호 및 상기 결합된 신호의 에너지 비율이 제2 선정 레벨보다 작을 때, 상기 제2에코 잔여 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 14

에코 제거기에 있어서, 수신 채널 신호를 수신하고 제1에코 추정치를 발생시키는 제1적응필터; 상기 제1적응 필터에 연결되고, 제1에코 잔여 신호를 발생시키기 위하여 결합된 리턴 채널 신호와 에코 수신 채널 신호로부터 상기 제1에코 추정치를 감산하는 제1합산기; 수신 채널 신호를 수신하고 제2에코 추정치를 발생시키는 제1적응 필터; 상기 제2적응 필터에 연결되고, 제2에코 잔여 신호를 발생시키기 위하여 결합된 리턴 채널 신호와 에코 수신 채널 신호로부터 상기 제2에코 추정치를 감산하는 제1합산기; 및 상기 제1합산기와 연결되어 상기 제1에코 잔여 신호, 상기 수신 채널 신호, 상기 결합된 리턴 채널 신호 및 에코 수신 채널 신호를 수신하고, 상기 제2 합산기에 연결되어 상기 제2에코 잔여 신호를 수신하고, 상기 제1및 제1적응 필터와 연결되어 상기 제1 및 제2적응 필터를 제어하는 제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 15

제15항에 있어서, 상기 제어기에 연결된 잡음 합성기를 더 포함하며, 상기 합성기는 수신 채널 신호에 음성이 존재할 때 그리고 상기 복귀 채널 신호에 음성이 존재하지 않을 때 리턴 채널 신호를 합성된 배경 잡음으로 대체하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 잡음 합성기는:상기 리턴 채널 및 상기 수신 채널 상에 음성이 존재하지 않을 때 상기 리턴 채널의 샘플을 수신하는 버퍼; 상기 버퍼에 연결되어 상기 버퍼링된 샘플로부터 상관값의 세트를 결정하는 상관기; 상기 상관기에 연결되어 상기 상관값 세트를 기초로 선형 예측 계수 세트를 결정하는 선형 예측기; 상기 선형 예측기에 연결되어 상기 선형 예측 계수 세트에 따라 계수를 결정하는 필터; 및 상기 필터에 연결되어 상기 필터에 대해 자극 신호를 발생하는 자극발생기를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기.

청구항 17

리턴 채널 신호에서 에코 수신 채널 신호를 제거하는 방법에 있어서, 수신 채널 신호 및 제1필터 계수 세트로부터 제1에코 추정 신호를 발생시키는 단계; 제1에코 잔여 신호를 발생시키기 위하여 결합된 리턴 채널 신호와 에코 수신 채널 신호로부터 상기 제1에코 추정 신호를 감산하는 단계; 수신 채널 신호와 제1필터 계수 세트로부터 제2에코 추정 신호를 발생시키는 단계; 제2에코 잔여 신호를 발생시키기 위하여 결합된 리턴 채널 신호와 에코 수신 채널 신호로부터 상기 제2에코 추정 신호를 감산하는 단계; 리턴 채널에 제2에코 잔여 신호를 제공하는 단계; 수신 채널 신호가 제1선정 에너지 레벨보다 클 때 제1필터 계수 세트를 업데이트하는 단계; 및 제1에코 잔여 신호와 결합된 신호의 제1에너지 비율 및 제2에코 잔여 신호와 결합된 신호의 제1에너지 비율중 적어도 하나가 제1선정 레벨을 초과할 때 제2에너지 필터 계수를 업데이트하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 수신 채널 신호 에너지 및 결합된 신호에너지의 비율이 제1선정 레벨보다 클 때, 상기 리턴 채널상의 신호 대신 합성된 잡음 신호로 대치하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 방법.

청구항 19

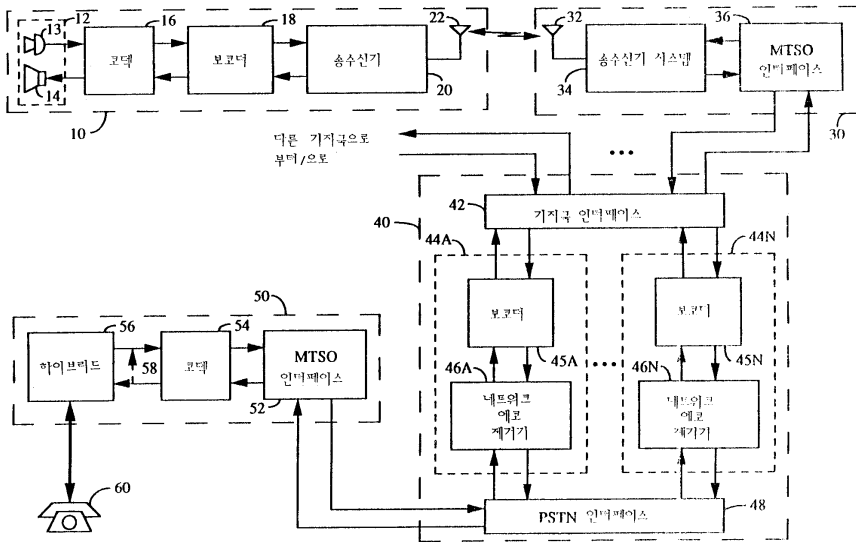
제17항에 있어서, 제2에너지 비율이 제1임계값과 제1선정 고정값의 합보다 큰지를 결정하고, 클 경우 제1 임계값과 제2에너지 비율 및 제1선정 고정값의 차이중 큰 값으로 제1선정 에너지 레벨을 설정하고, 제2에너지 비율이 제1임계값과 제1선정 고정값의 합보다 작은지를 결정하고, 제2에너지 비율이 제2선정 고정값과 제3선정 고정값 사이의 차이보다 작을 때 제1선정 에너지 레벨을 제2선정 고정값으로 설정함으로써 제1선정 에너지 레벨을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 방법.

청구항 20

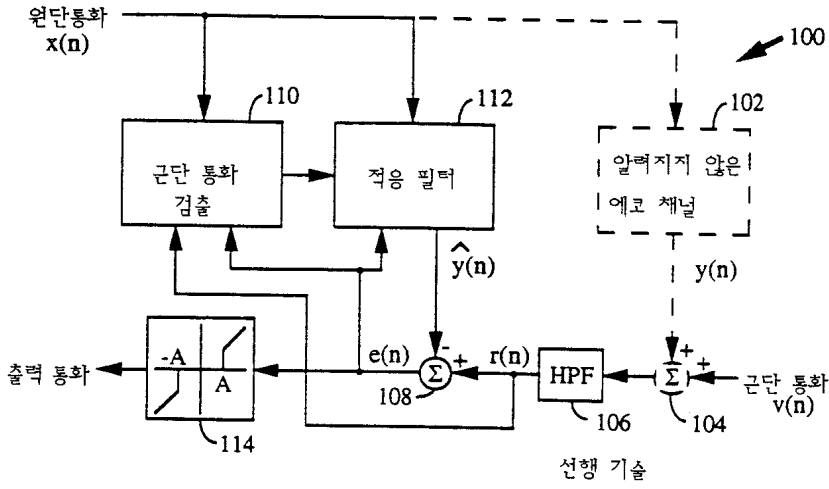
제17항에 있어서, 수신 채널 신호 에너지 및 결합된 신호에너지의 비율이 제1선정 레벨보다 작을 때, 상기 리턴 채널 상에 제2에코 잔여 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거 방법.

도면

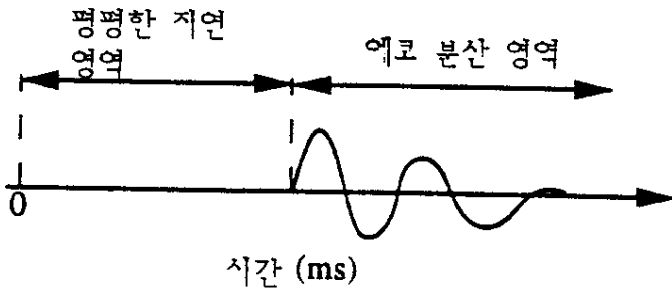
도면1



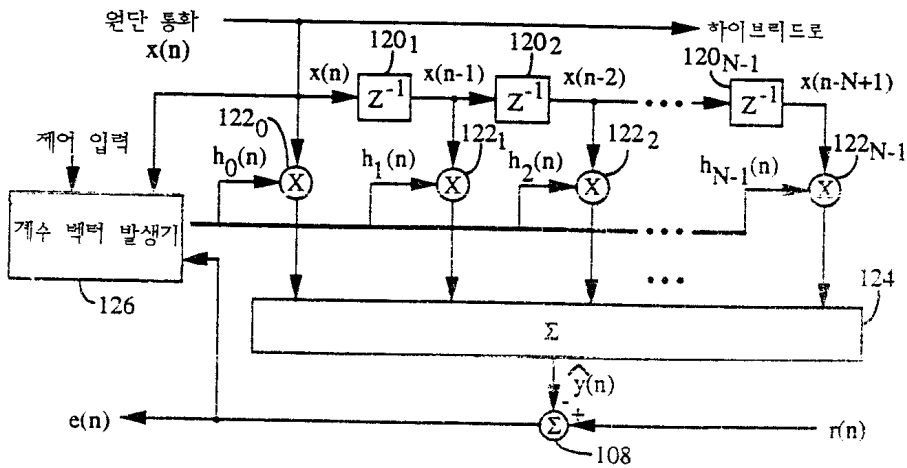
도면2



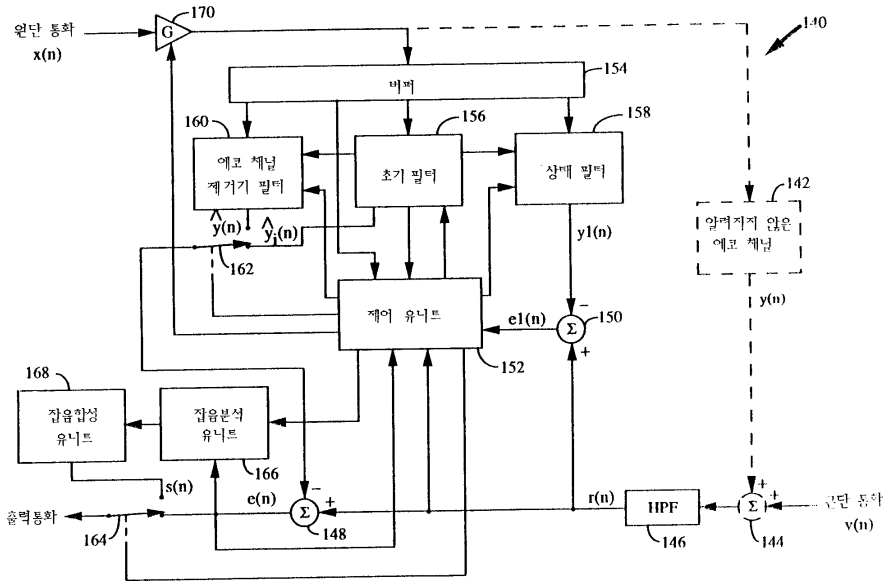
도면3



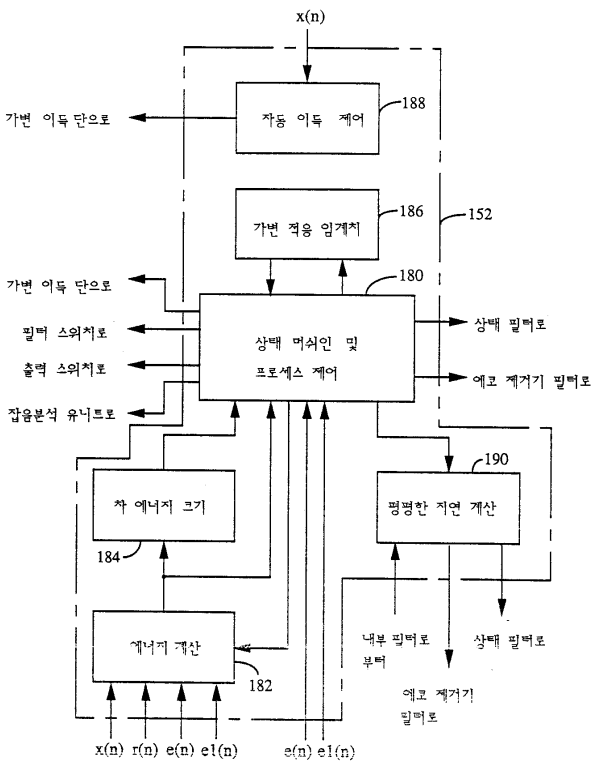
도면4



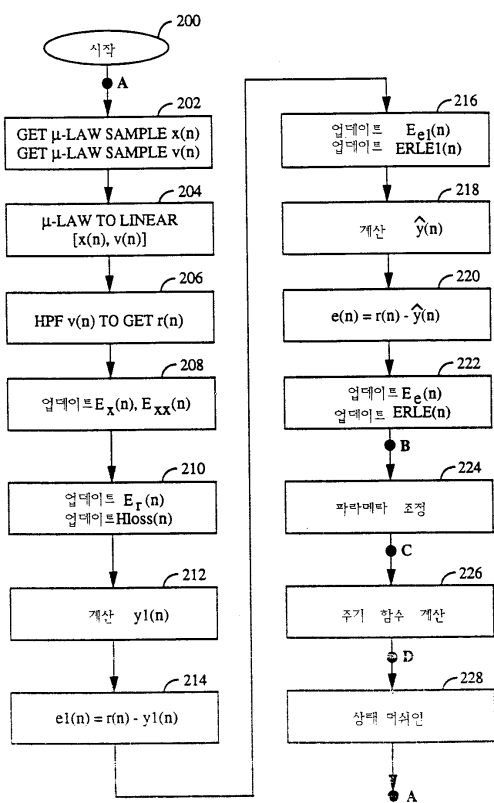
도면5



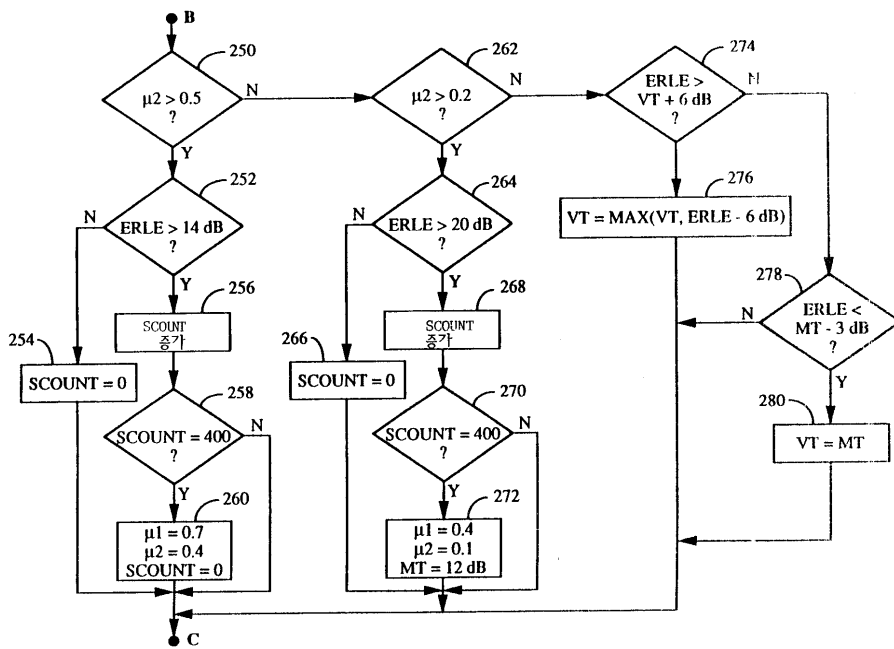
도면6



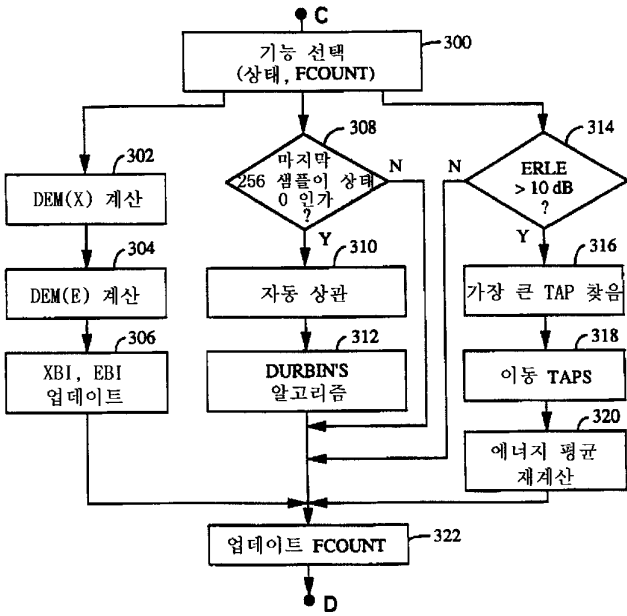
도면7



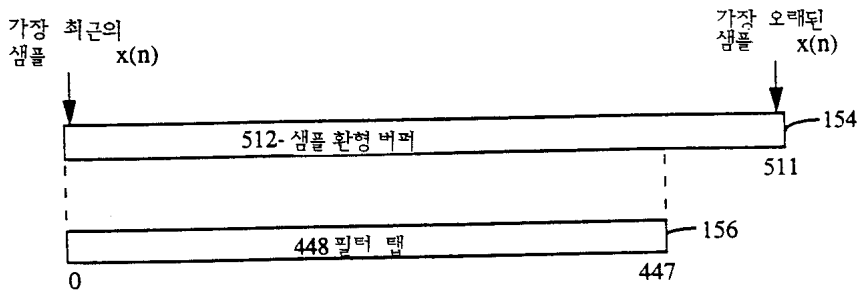
도면8



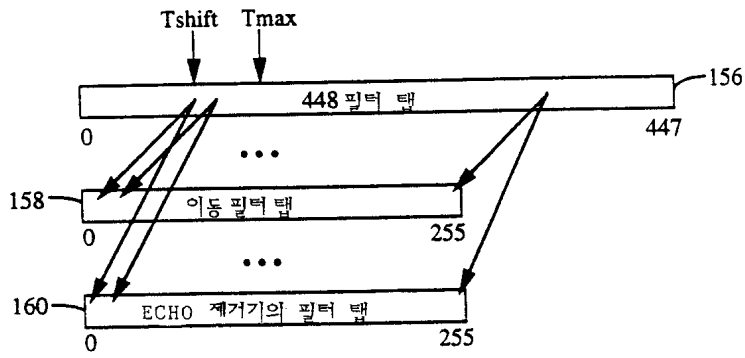
도면9



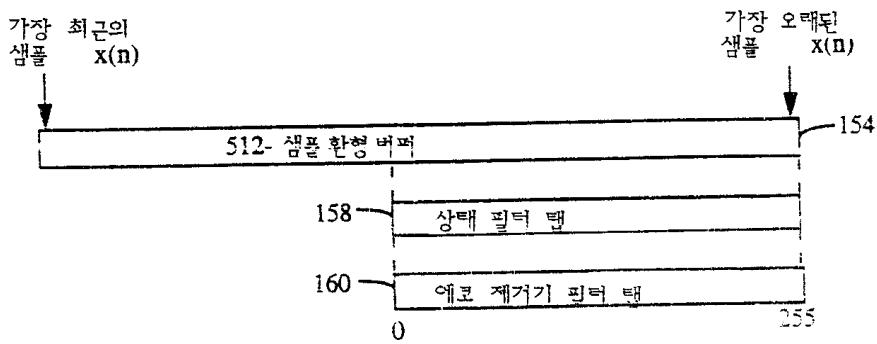
도면10



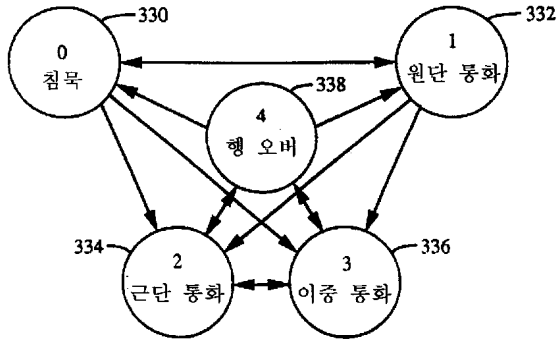
도면11



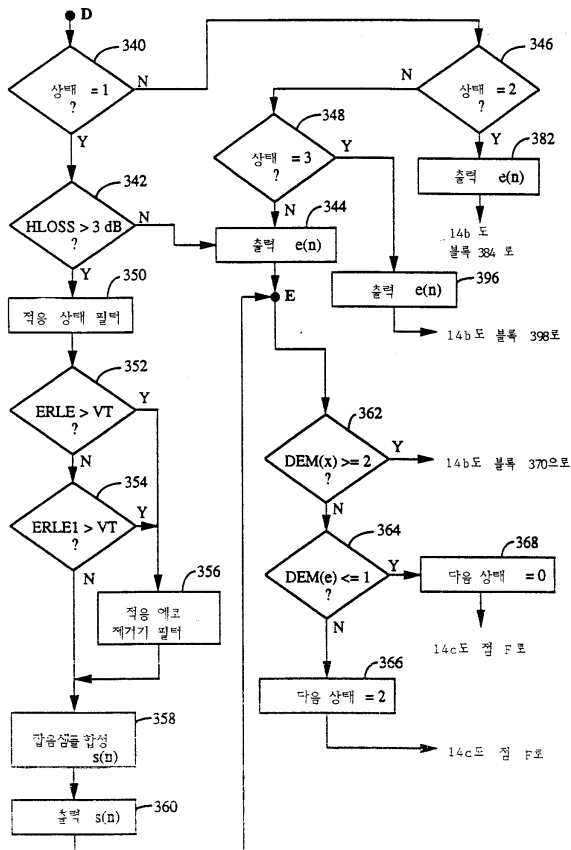
도면12



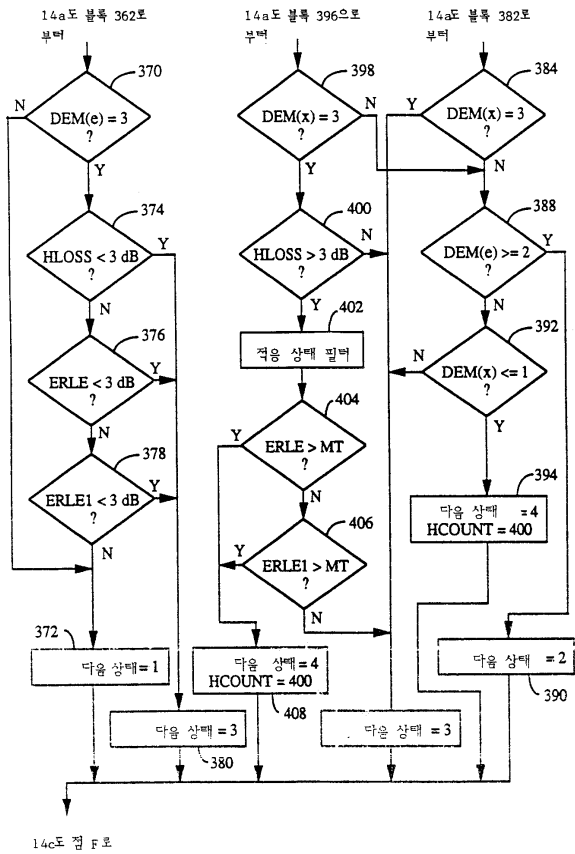
도면 13



도면 14a



도면 14b



도면 14c

