



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월26일  
(11) 등록번호 10-2170341  
(24) 등록일자 2020년10월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
HO4M 9/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
HO4M 9/082 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7016502
- (22) 출원일자(국제) 2013년12월21일  
심사청구일자 2018년11월28일
- (85) 번역문제출일자 2015년06월19일
- (65) 공개번호 10-2015-0096423
- (43) 공개일자 2015년08월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/077353
- (87) 국제공개번호 WO 2014/100792  
국제공개일자 2014년06월26일
- (30) 우선권주장  
1223246.8 2012년12월21일 영국(GB)  
13/889,229 2013년05월07일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007235874 A\*  
JP2009021741 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
마이크로소프트 테크놀로지 라이선싱, 엘엘씨  
미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원  
마이크로소프트 웨이
- (72) 발명자  
소렌센 카르스텐 밴드보르그  
미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로  
소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마  
이크로소프트 코포레이션
- (74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 20 항

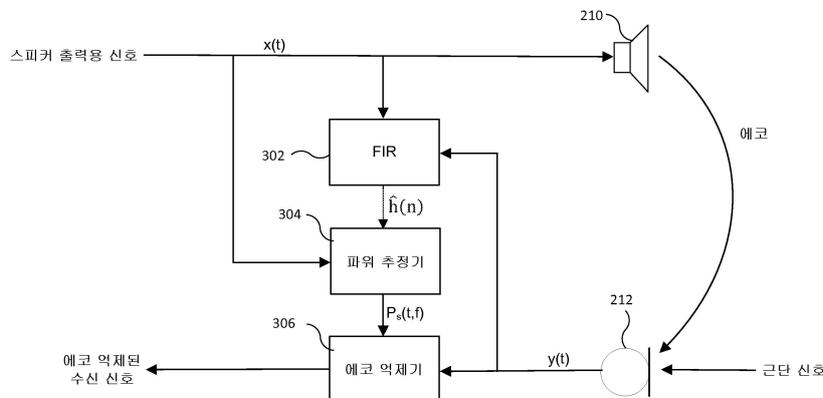
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 예코 억제 기법

(57) 요약

본 발명은 예코를 억제하기 위한 방법, 사용자 디바이스 및 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다. 오디오 신호가 스피커로부터 출력된다. 마이크로폰은 오디오 신호를 수신하며, 여기서 수신된 오디오 신호는 출력된 오디오 신호로 인한 예코를 포함한다. 유한 임펄스 응답 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 출력된 오디오 신호 및 수신된 오디오 신호에 기초하여 시간 도메인에서 동적으로 적응되어 수신된 오디오 신호 내 예코와 관련된 예코 경로( $h(n)$ )를 모델링한다. 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 수신된 오디오 신호 내 예코 파워의 추정에 사용되고, 추정된 예코 파워는 수신된 오디오 신호에 예코 억제를 적용하는데 사용되어 수신된 오디오 신호 내 예코를 억제한다.

대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

에코 억제 방법으로서,

오디오 출력 신호를 출력하는 단계와,

오디오 입력 신호를 수신하는 단계 -상기 수신된 오디오 입력 신호는 상기 오디오 출력 신호를 출력하는 것으로 인한 에코를 포함함- 와,

상기 오디오 출력 신호 및 상기 수신된 오디오 입력 신호에 기초하여 시간 도메인에서 유한 임펄스 응답 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 동적으로 적응시켜 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 상기 에코의 에코 경로( $h(n)$ )를 모델링하는 단계와,

상기 오디오 출력 신호 및 상기 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 사용하여 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코 파워를 추정하는 단계와,

상기 추정된 에코 파워에 기초하여 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코를 억제하는 단계를 포함하는 에코 억제 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에코를 억제하는 단계는 상기 에코를 억제하기 전에 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하지 않고 상기 수신된 오디오 입력 신호에 대해 수행되는

에코 억제 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 에코를 억제하기 전에 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하는 단계를 더 포함하되,

상기 에코를 억제하는 것은 상기 에코 소거를 적용한 후에 상기 수신된 오디오 신호에 남아있는 잔여 에코를 억제하는

에코 억제 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 에코를 억제하는 것은 시간 및 주파수에 따라 변하는 신호 의존 억제인

에코 억제 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 방법은 통신 이벤트에 사용하기 위한 사용자 디바이스에서 수행되며,

상기 수신된 오디오 입력 신호는 상기 통신 이벤트에서 상기 사용자 디바이스로부터 송신하기 위한 사용자의 스피치를 포함하는

에코 억제 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 통신 이벤트는 VoIP(voice-over-internet-protocol) 통화(call)인

에코 억제 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 오디오 출력 신호는 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코에 포함되는 VoIP 통화의 원단(far-end) 스피치 신호를 포함하는

에코 억제 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 오디오 출력 신호는 스피커로부터 출력되고, 상기 수신된 오디오 입력 신호는 마이크로폰에 의해 수신되는 에코 억제 방법.

#### 청구항 9

에코 억제를 구현하도록 구성된 디바이스로서,

오디오 출력 신호를 출력하도록 구성된 오디오 출력 장치와,

오디오 입력 신호를 수신하도록 구성된 오디오 입력 장치 -상기 수신된 오디오 입력 신호는 상기 오디오 출력 신호의 출력으로 인한 에코를 포함함- 와,

상기 오디오 출력 신호 및 상기 수신된 오디오 입력 신호에 기초하여 시간 도메인에서 유한 임펄스 응답 필터 추정치( $\hat{h}^{(n)}$ )를 동적으로 적응시켜 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 상기 에코와 관련된 에코 경로( $h(n)$ )를 모델링하도록 구성된 필터 추정 모듈과,

상기 필터 추정치( $\hat{h}^{(n)}$ ) 및 상기 오디오 출력 신호에 기초하여 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코 파워를 추정하도록 구성된 파워 추정 모듈과,

상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코를 억제하도록 구성된 에코 억제 모듈

을 포함하는 디바이스.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 오디오 출력 장치는 상기 오디오 출력 신호를 출력하도록 구성된 스피커를 포함하고, 상기 오디오 입력 장치는 상기 오디오 입력 신호를 수신하도록 구성된 마이크로폰을 포함하는 디바이스.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,  
상기 장치는 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하도록 구성된 에코 소거 모듈을 포함하지 않는 디바이스.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,  
상기 에코 억제 모듈에 의해 상기 에코를 억제하기 전에 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하도록 구성된 에코 소거 모듈을 더 포함하고,  
상기 에코를 억제하는 것은 상기 에코 소거의 적용 후에 상기 수신된 오디오 신호 내에 남아있는 잔여 에코를 억제하는 디바이스.

#### 청구항 13

제9항에 있어서,  
상기 디바이스는 사용자가 이용할 수 있는 사용자 디바이스이고,  
상기 디바이스는 통신 이벤트에서의 사용을 위해 구성되며,  
상기 사용자 디바이스는 상기 통신 이벤트에서 상기 사용자 디바이스로부터 수신된 에코 억제된 오디오 입력 신호를 송신하도록 구성되는 송신 모듈을 더 포함하는 디바이스.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,  
상기 통신 이벤트는 VoIP(voice-over-internet-protocol) 통화(call)인 디바이스.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,  
상기 오디오 출력 신호는 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코에 포함되는 VoIP 통화의 원단(far-end) 스피치 신호를 포함하는 디바이스.

**청구항 16**

제9항에 있어서,  
 상기 에코를 억제하는 것은 시간 및 주파수에 따라 변하는 신호 의존 억제인 디바이스.

**청구항 17**

수신된 오디오 신호 내의 에코를 억제하도록 구성된 시스템으로서,  
 프로세서와,  
 명령어를 포함하는 컴퓨터 판독가능 저장 메모리를 포함하되,  
 상기 명령어는 상기 프로세서에 의해 실행되어,  
 오디오 출력 신호를 출력하는 것과,  
 오디오 입력 신호를 수신하는 것 -상기 수신된 오디오 입력 신호는 상기 오디오 출력 신호를 출력하는 것으로 인한 에코를 포함함- 과,  
 상기 출력된 오디오 출력 신호 및 상기 수신된 오디오 입력 신호에 기초하여 시간 도메인에서 유한 임펄스 응답 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 동적으로 적응시켜 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 상기 에코의 에코 경로( $h(n)$ )를 모델링하는 것과,  
 상기 오디오 출력 신호 및 상기 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 사용하여 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코 파워를 추정하는 것과,  
 상기 추정된 에코 파워에 기초하여 상기 수신된 오디오 입력 신호 내의 에코를 억제하는 것을 포함하는 동작을 수행하는 시스템.

**청구항 18**

제17항에 있어서,  
 상기 에코를 억제하는 것은 상기 에코를 억제하기 전에 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하지 않고 상기 수신된 오디오 입력 신호에 대해 수행되는 시스템.

**청구항 19**

제17항에 있어서,  
 상기 명령어는 실행되어,  
 상기 에코를 억제하기 전에 상기 수신된 오디오 입력 신호에 에코 소거를 적용하는 것 -상기 에코를 억제하는 것은 상기 에코 소거를 적용한 후에 상기 수신된 오디오 신호에 남아있는 잔여 에코를 억제함 - 을 포함하는 동작을 더 수행하는 시스템.

**청구항 20**

제17항에 있어서,

상기 수신된 오디오 입력 신호는 통신 이벤트에서 사용자 디바이스로부터 송신하기 위한 사용자의 스피치를 포함하는

시스템.

**발명의 설명**

**배경 기술**

[0001] 디바이스는 주변 환경으로부터 오디오 신호를 수신하는데 사용될 수 있는 오디오 입력 장치를 가질 수 있다. 디바이스는 또한 주변 환경에 오디오 신호를 출력하는데 사용될 수 있는 오디오 출력 장치를 가질 수 있다. 예를 들어, 디바이스는 오디오 신호를 출력하기 위한 하나 이상의 스피커와 오디오 신호를 수신하기 위한 하나 이상의 마이크로폰을 가질 수 있다. 디바이스의 스피커로부터 출력되는 오디오 신호는 마이크로폰에 의해 수신된 오디오 신호 내 "에코(echo)"로서 수신될 수 있다. 이 에코는 수신된 오디오 신호에서 바람직하지 않은 경우가 있을 수 있다. 예를 들어, 디바이스는 네트워크를 통해 다른 사용자 디바이스와의 통신 이벤트(예컨대, 음성 또는 영상 통화)에 사용되는 사용자 디바이스(예컨대, 모바일폰, 태블릿, 랩탑, PC 등)일 수 있다. 통화의 원단(far-end) 신호는 사용자 디바이스의 스피커로부터 출력될 수도 있고 디바이스의 마이크로폰에 의해 수신된 오디오 신호 내 에코로서 수신될 수도 있다. 이러한 에코는 통화 중인 사용자들에게 거슬릴 수 있으며, 에코로 인해 체감 통화 품질이 저감될 수 있다. 구체적으로, 에코는, 마이크로폰에 의해 수신되어 원단으로 전송되도록 의도된 근단(near-end) 오디오 신호에 대해 간섭을 일으킬 수도 있다. 따라서, 수신된 오디오 신호 내의 에코를 억제하기 위해, 수신된 오디오 신호에 에코 소거 및/또는 에코 억제가 적용될 수 있다. 수신된 오디오 신호 내 에코의 파워(power)는 사용자 디바이스의 구성에 따라 변할 수 있다. 예를 들어, 사용자 디바이스는 모바일 폰일 수 있는데, 이 경우 수신된 오디오 신호 내 에코의 파워는 일반적으로, 모바일 폰이 "핸즈프리(hands-free)" 모드로 동작하지 않는 경우보다 모바일 폰이 "핸즈프리"로 동작 중일 경우에 더 높을 것이다.

[0002] 에코 소거(echo cancellation)(또는 "에코 제거(echo subtraction)") 기법은 스피커로부터 출력되는 오디오 신호의 정보에 기초하여 마이크로폰에서 수신된 오디오 신호에 포함된 에코 신호를 추정하는 것을 목표로 한다. 그 후 수신된 오디오 신호로부터 에코 신호의 추정치가 공제될 수 있으며, 이것에 의해 수신된 오디오 신호로부터 에코의 적어도 일부를 제거할 수 있다. 에코 억제는 수신된 오디오 신호에 주파수 의존 억제를 적용하여, 수신된 오디오 신호 내의 에코를 억제하는데 사용된다. 에코 억제가 효과적으로 구현되게 하기 위해, 에코 억제는 수신된 오디오 신호에서의 에코의 파워의 정확한 추정치를 가질 필요가 있다.

**발명의 내용**

[0003] 본 개요는 후속하여 발명의 상세한 설명 부분에서 설명되는 개념들 중 선택된 것들을 단순화된 형태로 소개하고자 제공되는 것이다. 본 개요는 청구항의 청구대상의 핵심적인 특징이나 필수적인 특징들을 밝히고자 함이 아니며, 청구항의 청구대상의 범위를 결정하는 데 도움이 되고자 함도 아니다.

[0004] 수신된 오디오 신호 내의 에코를 억제하는 방법이 제공된다. 에코 억제의 일환으로, 에코의 에코 파워의 추정치는 에코 경로의 임펄스 응답을 근사화하도록 구성되어 있는 유한 임펄스 응답(FIR; Finite Impulse Response) 필터로부터 결정되는 파워 응답을 사용하여 결정된다. 즉, 유한 임펄스 응답 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 출력된 오디오 신호 및 수신된 오디오 신호에 기초하여 시간 도메인에서 동적으로 적응되어 수신된 오디오 신호 내 에코의 에코 경로( $h(n)$ )의 임펄스 응답을 모델링한다. 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 수신된 오디오 신호 내 각 에코의 파워를 추정하는데 사용되고, 추정된 에코 파워는 수신된 오디오 신호에 에코 억제를 적용하는데 사용되며, 이렇게 함으로써 수신된 오디오 신호 내 에코를 억제할 수 있다.

[0005] 이 방법은 출력된 오디오 신호가 통화의 원단으로부터 수신된 원단 신호일 수 있는 통화(예컨대, 사용자 디바이스들 사이에서 오디오 데이터를 전송하도록 VoIP(voice over internet protocol)를 구현하는 통화)에 사용될 수 있고, 수신된 신호는 통화의 원단에 전송하기 위한 근단 신호 및 결과의 에코를 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0006] 도 1은 하나 이상의 실시예에 따른 통신 시스템의 개략도를 도시한 것이다.
- 도 2는 하나 이상의 실시예에 따른 사용자 디바이스의 개략적인 블록도이다.
- 도 3은 하나 이상의 실시예에 따른 에코 억제에 사용하기 위한 사용자 디바이스의 모듈을 보여주는 기능도이다.
- 도 4는 하나 이상의 실시예에 따른 에코를 억제하는 프로세스에 대한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0007] 에코 억제를 효과적으로 구현하기 위해, 에코 억제는 수신된 오디오 신호 내 에코의 파워에 대한 정확한 추정치를 가질 필요가 있다. 본 명세서에 기술되어 있는 바와 같이, 에코 파워는 오디오 신호를 출력하는 스피커와 출력된 오디오 신호로 인한 에코를 포함하는 오디오 신호를 수신하는 마이크로폰 사이의 에코 경로의 임펄스 응답을 근사화하도록 구성되는 FIR 필터로부터의 출력을 이용하여 추정될 수 있다.
- [0008] FIR 필터는 에코 파워를 추정하는 데에만 사용될 수 있고, 실제 에코 신호를 평가하는 데에는 사용되지 않는다. 이것은, FIR 필터에서의 정확도 요건이 FIR 필터가 실제 에코 신호를 평가하는데 사용될 경우에 비해 에코 파워를 추정하는데 사용될 경우에 훨씬 낮기 때문에, 유리할 수 있다. 따라서, FIR 필터로부터 (에코 신호보다) 에코 파워를 추정함으로써, VoIP 클라이언트 내 (스피커로부터의) 플레이아웃과 (예컨대 마이크에서의) 레코딩 측 사이의 클록 드리프트(clock-drift), 에코 경로 내에서의 비선형성 및 에코 경로 내에서의 변화와 같은 문제에 대해 에코 억제가 보다 확고하다. 본 명세서에 기술된 실시예에서, FIR 필터는 위상 정보를 포함하는 시간 도메인 데이터를 사용하여 적용된다.
- [0009] 도 1은 제1 사용자 디바이스(104)와 연관되는 제1 사용자(102)("사용자 A")와 제2 사용자 디바이스(110)와 연관되는 제2 사용자(108)("사용자 B")를 포함하는 통신 시스템(100)을 도시하고 있다. 다른 실시예에서, 통신 시스템(100)은 임의의 수의 사용자와 관련 사용자 디바이스를 포함할 수 있다. 사용자 디바이스(104, 110)는 통신 시스템(100) 내의 네트워크(106)를 통해 통신할 수 있으며, 이에 따라 사용자(102, 108)가 네트워크(106)를 통해 서로 통신할 수 있다. 도 1에 도시된 통신 시스템(100)은 패킷 기반 통신 시스템이지만, 다른 유형의 통신 시스템이 사용될 수도 있다. 네트워크(106)는 예컨대 인터넷일 수 있다. 각각의 사용자 디바이스(104, 110)는 예컨대, 모바일 폰, 태블릿, 랩탑, 개인용 컴퓨터(PC)(예컨대, Windows™, Mac OS™ 및 Linux™ PC를 포함함), 게이밍 디바이스, 텔레비전, PDA(personal digital assistant) 또는 네트워크(106)에 접속할 수 있는 임의의 내장형 디바이스일 수 있다. 사용자 디바이스(104)는 사용자 디바이스(104)의 사용자(102)로부터 정보를 수신하고 그 사용자에게 정보를 출력하도록 구성된다. 사용자 디바이스(104)는 디스플레이 및 스피커와 같은 출력 수단을 포함한다. 사용자 디바이스(104)는 또한, 키패드, 터치 스크린, 오디오 신호를 수신하기 위한 마이크로폰, 및/또는 비디오 신호의 이미지를 캡처하는 카메라와 같은 입력 수단을 포함한다. 사용자 디바이스(104)는 네트워크(106)에 연결된다.
- [0010] 사용자 디바이스(104)는 통신 시스템(100)과 연관된 소프트웨어 제공자에 의해 제공된 통신 클라이언트의 인스턴스를 실행한다. 통신 클라이언트는 사용자 디바이스(104) 내의 로컬 프로세서 상에서 실행된 소프트웨어 프로그램이다. 클라이언트는 사용자 디바이스(104)가 통신 시스템(100)을 통해 데이터를 송신 및 수신하도록 사용자 디바이스(104)에서 요구된 처리를 수행한다.
- [0011] 사용자 디바이스(110)는 사용자 디바이스(104)에 대응하며, 로컬 프로세서 상에서 사용자 디바이스(104)에서 실행된 통신 클라이언트에게 대응하는 통신 클라이언트를 실행한다. 사용자 디바이스(104)에서의 클라이언트가 사용자(102)가 네트워크(106)를 통해 통신할 수 있도록 요구된 처리를 수행하는 것과 동일한 방식으로, 사용자 디바이스(110)에서의 클라이언트는 사용자(108)가 네트워크(106)를 통해 통신할 수 있도록 요구된 처리를 수행한다. 사용자 디바이스(104, 110)는 통신 시스템(100) 내의 엔드포인트이다. 도 1은 명확성을 위해 2명의 사용자(102, 108)와 2개의 사용자 디바이스(104, 110)만 도시하고 있지만, 보다 많은 사용자들 및 사용자 디바이스들이 통신 시스템(100)에 포함될 수 있고, 제각기의 사용자 디바이스 상에서 실행된 제각기의 통신 클라이언트를 사용하여 통신 시스템(100)을 통해 통신할 수 있다.
- [0012] 도 2는 통신 시스템(100)을 통해 통신하기 위한 통신 클라이언트 인스턴스(206)가 실행되는 사용자 디바이스(104)의 상세도이다. 사용자 디바이스(104)는 중앙 처리 장치(CPU) 또는 "처리 모듈"(202)과, CPU에 연결되어 있는, 터치스크린으로서 구현될 수 있는 디스플레이(208)와 같은 출력 장치, 오디오 신호를 출력하는 스피커(또는 확성기)(210), 오디오 신호를 수신하기 위한 마이크로폰(212)과 같은 입력 장치, 이미지 데이터를 수신하기 위한 카메라(216), 키패드(218), 데이터를 저장하는 메모리(214), 및 네트워크(106)와의 통신을 위한 모듈과 같

은 네트워크 인터페이스(220)를 포함한다. 사용자 디바이스(104)는 도 2에 도시된 구성요소들 이외의 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 디스플레이(208), 스피커(210), 마이크로폰(212), 메모리(214), 카메라(216), 키패드(218) 및 네트워크 인터페이스(220)는 도 2에 도시된 바와 같이 사용자 디바이스(104)에 통합될 수 있다. 다른 사용자 디바이스에서는 디스플레이(208), 스피커(210), 마이크로폰(212), 메모리(214), 카메라(216), 키패드(218) 및 네트워크 인터페이스(220) 중 하나 이상이 사용자 디바이스(104)에 통합되지 않고 제각각의 인터페이스를 통해 CPU(202)에 연결될 수 있다. 그러한 인터페이스의 일례가 USB 인터페이스이다. 네트워크 인터페이스(220)를 통한 네트워크(106)로의 사용자 디바이스(104)의 접속이 무선 접속이면, 네트워크 인터페이스(220)는 신호를 네트워크(106)로 무선 전송하고 네트워크(106)로부터 신호를 무선으로 수신하는 안테나를 포함할 수 있다.

[0013] 도 2는 또한 CPU(202) 상에서 실행된 운영 체제("OS")(204)를 도시하고 있다. OS(204)의 최상단에서 실행되는 것은 통신 시스템(100)의 클라이언트 인스턴스(206)의 소프트웨어이다. 운영 체제(204)는 컴퓨터의 하드웨어 자원을 관리하며 네트워크 인터페이스를 통해 네트워크(106)에 대해 전송되는 데이터를 처리한다. 클라이언트(206)는 운영 체제(204)와 통신하며 통신 시스템을 통한 접속을 관리한다. 클라이언트(206)는 사용자(102)에게 정보를 제공하고 사용자(104)로부터 정보를 수신하는데 사용되는 클라이언트 사용자 인터페이스를 갖는다. 이런 방식으로, 클라이언트(206)는 통신 시스템(100)을 통해 사용자가 통신할 수 있게 하는데 요구되는 처리를 수행한다.

[0014] 도 3 및 4와 관련하여, 이제 에코 억제 방법에 대해 설명한다. 도 3은 에코 억제 프로세스가 구현되는 방법을 보여주는 사용자 디바이스(104)의 일부의 기능도이고, 도 4는 에코를 억제하는 프로세스에 대한 흐름도이다.

[0015] 도 3에 도시된 바와 같이, 사용자 디바이스(104)는 스피커(210), 마이크로폰(212), FIR 필터 모듈(302), 파워 추정 모듈(304) 및 에코 억제 모듈(306)을 포함한다. 스피커(210)로부터 출력되는 신호( $x(t)$ )는 스피커(210)의 입력에 연결된다. 본 명세서에 기술된 실시예에서는 (도면에서 참조번호 210으로 표시된)하나의 스피커만 존재하지만, 다른 실시예에서는 출력될 신호가 연결되는 스피커가 하나보다 많을 수도 있음에 유의하라. 마찬가지로, 본 명세서에 기술된 실시예에서는 (도면에서 참조번호 212로 표시된)하나의 마이크로폰만이 존재하지만, 주변 환경으로부터 오디오 신호를 수신하는 마이크로폰이 하나보다 많을 수도 있다. 스피커(210)로부터 출력될 신호는 또한 FIR 필터 모듈(302)의 제1 입력 및 파워 추정 모듈(304)의 제1 입력에 연결된다. 마이크로폰(212)의 출력은 FIR 필터 모듈(302)의 제2 입력 및 에코 억제 모듈(306)의 제1 입력에 연결된다. FIR 필터 모듈(302)의 출력은 파워 추정 모듈(304)의 제2 입력에 연결된다. 파워 추정 모듈의 출력은 에코 억제 모듈(306)의 제2 입력에 연결된다. 에코 억제 모듈(306)의 출력은 사용자 디바이스(104)에서의 추가 처리를 위해 (에코 억제가 적용된)수신된 신호를 제공하는데 사용된다.

[0016] 단계(S402)에서, 스피커(210)로부터 출력되는 신호가 수신된다. 예를 들어, 출력되는 신호는 통신 시스템(100)을 통해 사용자들(102, 108) 간의 통화 동안 사용자 디바이스(110)로부터 사용자 디바이스(104)에서 수신된 원단 신호일 수 있다. 당해 기술 분야에 알려진 바와 같이 스피커(210)로부터 출력되기에 적합한 신호( $x(t)$ )로도 도달하는 수신된 신호에 대해 수행되도록 요구되는 임의의 처리(예컨대 스피치 코덱, 디패킷화(depaketizing) 등을 이용하는 디코딩)가 수행된다. 신호( $x(t)$ )는 디지털 신호이다. 스피커(210)로부터 신호를 출력하기 전의 사용자 디바이스(104) 내에서의 신호의 처리의 적어도 일부는 디지털 도메인에서 수행된다. 당해 기술분야에 알려져 있는 바와 같이, 디지털-아날로그 변환기(DAC)가 스피커(210)로부터의 플레이아웃 전에 디지털 신호( $x(t)$ )에 적용된다. 마찬가지로, 아날로그-디지털 변환기(ADC)가 디지털 신호( $y(t)$ )에 도달하는 마이크로폰(212)에 의해 캡처된 신호에 적용된다.

[0017] 다른 실시예에서는, 출력될 신호가 통화 중에 통신 시스템(100)을 통하지 않고 다른 장소에서부터 수신될 수 있다. 예를 들어, 출력될 신호는 메모리(214)에 저장되어 있을 수 있으며, 단계(S402)는 메모리(214)에서 이 신호를 리트리빙하는 것을 포함할 수 있다.

[0018] 단계(S404)에서, 오디오 신호( $x(t)$ )가 스피커(210)로부터 출력된다. 이런 방법으로 오디오 신호( $x(t)$ )가 사용자(102)에게 출력된다.

[0019] 단계(S406)에서, 마이크로폰(212)은 오디오 신호를 수신한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 수신된 오디오 신호는 원하는 신호 또는 "주 신호(primary signal)"인 근단 신호를 포함할 수 있다. 근단 신호는 사용자가 마이크로폰(212)으로 하여금 수신하게 하고자 하는 신호이다. 그러나, 수신된 오디오 신호는 또한 단계(S404)에서 스피커(210)에서 출력된 오디오 신호로부터의 에코 신호를 포함한다. 수신된 오디오 신호는 또한 배경 잡음과 같은 잡음을 포함할 수도 있다. 그러므로, 수신된 전체 오디오 신호( $y(t)$ )는 근단 신호, 에코 및 잡음의 합으로 주

어질 수 있다. 에코 및 잡음은 근단 신호에 대한 간섭으로 작용한다.

[0020] FIR 필터 모듈(302)은 출력된 오디오 신호(x(t)) 및 수신된 오디오 신호(y(t))를 입력으로서 취한다. 단계(S408)에서, FIR 필터 모듈(302)은 출력된 오디오 신호(x(t)) 및 수신된 오디오 신호(y(t))에 기초하여 시간 도메인에서 FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 동적으로 적응시켜 수신된 오디오 신호(y(t)) 내의 에코의 에코 경로(h(n))를 모델링한다. "에코 경로(h(n))의 임펄스 응답"은 본 명세서에서 "에코 경로(h(n))"라고도 한다.

[0021] 길이( $N_{true}+1$ )의 선형 에코 경로 임펄스 응답에 있어서, 에코 경로(h(n))는 수신된 오디오 신호 내의 에코가, 예컨대, 수식  $y^{echo}(t) = \sum_{n=0}^{N_{true}} h(n)x(t-n)$ 에 따라서 스피커(210)에서 출력된 오디오 신호(x(t))와 어떻게 관련되는지를 나타내는데, 여기서,  $y^{echo}(t)$ 는 수신된 오디오 신호(y(t)) 내의 에코이다. 에코 경로(h(n))는 시간에 따라 변할 수 있다. 에코 경로(h(n))는 (i) 스피커(210) 및 마이크로폰(212)을 둘러싸는 현재의 환경 상황(예컨대, 스피커(210)로부터 마이크로폰(212)으로의 오디오 신호의 경로에 대한 임의의 물리적 장애물, 공기압, 온도, 바람 등이 있는지의 여부), 및 (ii) 출력 및/또는 수신될 때 신호를 변경할 수 있는 스피커(210) 및/또는 마이크로폰(212)의 특성에 의존할 수 있다.

[0022] FIR 필터 모듈(302)은, 출력된 오디오 신호(x(t))의 유한 개수(N)의 이전 값들과 현재의 값의 가중 합을 결정함으로써, 수신된 오디오 신호 내의 에코의 에코 경로(h(n))를 모델링한다. 따라서, FIR 필터 모듈(302)은 에코 경로( $\hat{h}(n)$ )의 추정치를 결정하는 중에 출력된 오디오 신호(x(t))의 값을 고려하는 유한 길이(시간)를 갖는 N차 FIR 필터를 구현한다. 이런 방법으로, FIR 필터 모듈(302)은 FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 동적으로 적응시킨다. 동작은 다음 수식으로 표현되는데, 수신된 오디오 신호(y(t)) 내의 에코를 출력된 오디오 신호(x(t))의 향으로 정의한다.

[0023] 
$$\hat{y}^{echo}(t) = \sum_{n=0}^N \hat{h}(n)x(t-n)$$

[0024] 그러므로, 제각기 N+1 개의 가중치( $\hat{h}(n)$ )를 갖는 출력된 오디오 신호(x(t))의 N+1개의 샘플이 사용된다. N+1개의 가중치( $\hat{h}(n)$ )의 집합을 본 명세서에서는 간단히 에코 경로의 추정치( $\hat{h}(n)$ )라고 한다. 즉, 에코 경로의 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 N+1개의 값으로 이루어지며, 여기서 FIR 필터 모듈(302)은 N차 FIR 필터를 구현하고, 신호(x(t))의 N+1개의 값(예컨대, N+1개의 샘플)을 취한다.

[0025] 에코가 수신된 오디오 신호의 주요 부분인 경우, 즉  $y(t) \approx y^{echo}(t)$ 인 경우, FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 적응시키는 것이 보다 쉬움을 알 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서 근단 신호의 파워가 에코의 파워보다 더 큰 경우(예컨대, 사용자(102)가 말하고 있는 때)를 검출하는 것이 가능할 수 있는데, 이것은 FIR 추정치( $\hat{h}(n)$ )가 적응되지 않는 경우이고, 근단 신호가 수신된 오디오 신호(y(t)) 내 에코의 파워보다 작은 경우(예컨대 사용자(102)가 말하고 있지 않을 때), FIR 추정치( $\hat{h}(n)$ )가 적응된다.

[0026] 그러나, 에코가 수신된 오디오 신호의 주요 부분이 아닌 경우에도 FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )를 적응시키는 것이 가능할 수도 있다. 예를 들어, 적응이 더 느리면, 장애에 대한 내구성(robustness to disturbance)에 있어 이득이 있다.

[0027] FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )는 FIR 필터 모듈(302)로부터 파워 추정 모듈(304)로 전달된다. 단계(S410)에서, 파워 추정 모듈(304)은 단계(S408)에서 결정된 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )에 기초하여 수신된 오디오 신호 내의 에코의 에코 파워를 추정한다. 단계(S410)는 수신된 오디오 신호(y(t)) 내의 에코 신호( $\hat{y}^{echo}(t)$ )를 추정하는 것을 포함하지 않을 수 있다. 에코 파워는 시간 및 주파수의 함수로서 추정된다. 에코 억제기에 대한 에코 파워를 추정하기 위해 추정된 에코 경로( $\hat{h}(n)$ ) 및 입력 신호(x(t))를 이용하는 것이 에코 제거기/소거기에 대한 에코 신호( $\hat{y}^{echo}(t)$ )의 평가치를 사용하는 것보다 에코 경로의 FIR 필터 근사화에서의 정확도에 훨씬 덜 민감하다. 예를 들어, 에코 파워 추정을 위한 FIR 필터 모듈(302)에 의해 제공된 에코 경로의 추정치( $\hat{h}(n)$ ) 및 입력 신호(x(t))의 사용이 로컬 엔드포인트 상의 레코딩 측과 플레이어아웃 사이의 클럭 드리프트(clock-drift), 차선의 FIR 필터 업데이트, 에코 경로 내에서의 비선형성 및 에코 경로 내에서의 시변(time-variation)과 같은 문제에 대해 훨씬 덜 민감하다. 에코 억제 중에 에코 파워 추정치의 다소 낮은 정확도는 양호한 에코 억제를 달성하기에는 충분

하다. 이런 방식으로, 에코 억제에 사용된 파워 스펙트럼을 추정하기 위해 선형 필터가 사용된다. 이것은 에코 제거기에 있어서 시간 도메인 에코 신호를 추정하기 위해 선형 필터를 사용하는 것보다 더욱 신뢰할 수 있다(robust).

- [0028] 단계(S410)는 시간(t) 및 주파수(f)에 대해 스칼라 파워 빈(scalar power bin)인 에코 파워( $\hat{P}_s(t, f)$ )를 추정하는 것을 포함할 수 있다. 이것은 당업자에게 공지되어 있는 바와 같이 푸리에 변환을 이용하여 계산될 수 있다.
- [0029] 이런 방식으로, VoIP 클라이언트의 시변 에코 경로(h(n))를 근사화하기 위해 스피커 및 마이크로폰 신호(x(t) 및 y(t))를 사용하여 적용된 FIR 필터 추정치( $\hat{h}(n)$ )가 출력된 오디오 신호(x(t))와 함께 시간(t) 및 주파수(f)로 에코 신호의 파워( $\hat{P}_s(t, f)$ )를 추정하는데 사용된다.
- [0030] 에코 파워의 추정치( $\hat{P}_s(t, f)$ )는 파워 추정 모듈로부터 출력되고 에코 억제 모듈(306)에 의해 수신된다. 에코 억제 모듈(306)은 또한 마이크로폰(212)으로부터 오디오 신호(y(t))를 수신한다. 단계(S412)에서, 에코 억제 모듈(306)은 에코 파워의 추정치( $\hat{P}_s(t, f)$ )를 사용하여 에코 억제를 수신된 오디오 신호(y(t))에 적용함으로써, 수신된 오디오 신호 내의 에코를 억제한다. 에코 파워의 추정치( $\hat{P}_s(t, f)$ )는 주파수 의존적이며 에코 억제 모듈(306)에 의해 적용된 억제 또한 주파수 의존적이다.
- [0031] 에코 억제기의 목적은, 예컨대 VoIP 클라이언트 내 마이크로폰 신호에 존재하는 스피커 에코를, 마이크로폰(212)에 의해 픽업된 근단 사운드(비 에코 사운드)가 있는데서 에코가 감지되지 않도록/방해하지 않도록, 충분히 낮은 레벨로 억제하는 것이다. 적절한 양의 에코 억제를 선택할 수 있도록, (예컨대, 주파수 및 시간의 함수로) 에코 파워의 양호한 추정치가 필요하며, 전술한 바와 같이 이것은 파워 추정 모듈(304)에 의해 에코 억제 모듈(306)에게 제공된다. 에코 억제 모듈(306)은 시간 및 주파수에 따라 변하는 신호 의존 억제를 수신된 오디오 신호(y(t))에 적용하도록 설계된다. 에코 억제 방법은 당해 기술분야에 공지되어 있다. 또한, 에코 억제 모듈(306)에 의해 적용된 에코 억제 방법은 상이한 방법으로 구현될 수 있다. 따라서, 에코 억제 방법의 정확한 세부사항은 본 명세서에서 상세하게 기술하지 않는다.
- [0032] 에코 억제 모듈(306)은, 사용자 디바이스(104)에서의 추가적인 처리를 위해, 억제된 에코를 갖는 수신된 신호를 출력한다. 예를 들어, 에코 억제 모듈(306)로부터 출력된 신호는 클라이언트(206)에 의해 처리(예컨대, 인코딩 및 패킷화)될 수 있고, 그 후 네트워크(106)를 통해 사용자들(102, 108) 사이의 통화 중에 사용자 디바이스(110)로 전송될 수 있다. 이에 더하여 또는 이에 갈음하여, 에코 억제 모듈(306)로부터 출력된 신호는 사용자 디바이스(104)에 의해 다른 목적을 위해 사용될 수 있는데, 예컨대, 신호가 메모리(214)에 저장될 수도 있고 사용자 디바이스(104)에서 실행중인 애플리케이션에 대한 입력으로 사용될 수도 있다.
- [0033] 따라서, 컴퓨팅 및 (예컨대, VoIP 클라이언트(206)에 의한 사용을 위한) 에코 억제 효과/필터의 적용을 위해, 에코 경로를 모델링하여 마이크로폰(212)에 의해 픽업된 스피커 에코 신호의 파워를 추정하기 위해 FIR 필터 모듈(302)을 사용하는 것이 본 명세서에 기술되어 있다.
- [0034] 주파수 밴드에서 에코 신호의 파워를 모델링하기 위해 시간 도메인에서 적용된 FIR 필터를 분석하고, (예컨대, VoIP 클라이언트(206)에 의한 사용을 위해) 에코 억제 효과/필터를 적용함으로써 획득된 파워 응답 정보의 사용이 본 명세서에 기술되어 있다.
- [0035] 전술한 실시예에서는, 에코 억제가 VoIP 시스템으로 구현된다(예컨대, 수신된 오디오 신호는 통신 시스템(100)을 통해 사용자들(102, 108) 간에 통화하는 동안 사용자 디바이스(110)에 전송하기 위한 사용자(102)의 스피치를 포함할 수 있다). 그러나, 본 명세서에 기재된 에코 억제 방법은 에코 억제가 적용되어야 하는 어떠한 적절한 시스템에도 적용될 수 있다.
- [0036] 도면에 도시된 전술한 실시예에서, 에코 소거(또는 "에코 제거")는 수신된 오디오 신호(y(t))에 적용되지 않는다. 즉, 사용자 디바이스(104)에는 에코 소거 모듈이 없고, 수신된 오디오 신호(y(t))에 에코 소거를 적용하는 사전 단계 없이 수신된 오디오 신호(y(t))에 에코 억제가 적용된다.
- [0037] 그러나, 다른 실시예에서는, 에코 소거 모듈에 의해 에코 소거가 수신된 오디오 신호(y(t))에 적용될 수 있다. 구체적으로, 에코 억제 모듈(306)에 의해 적용된 에코 억제가, 수신된 오디오 신호(y(t))의 처리 중에 에코 소거의 다운스트림에서(즉, 그 후에) 적용될 수 있다. 에코 소거 모듈은 수신된 오디오 신호에서 에코 신호의 추정치를 뺄 것이지만, 에코 신호의 추정치의 부정확성 때문에, 수신된 오디오 신호에 잔여 에코가 남아 있을 가능성이 많다. 잔여 에코는 에코 억제 모듈(306)에 의해 억제될 것이다. 이 에코 억제는 본 명세서에서 기술된

아무런 에코 소거도 적용되지 않는 실시예에서와 동일한 방식으로 적용될 수 있다. 에코 제거가 사용되면, 그 효과는 에코 억제에서 고려될 수 있다.

[0038] 본 명세서에 기술된 방법은 사용자 디바이스(104)에서 컴퓨터 프로그램 제품(예컨대, 클라이언트(206)을 실행함으로써 구현될 수 있다. 즉, 컴퓨터 프로그램 제품은 수신된 오디오 신호( $y(t)$ ) 내의 에코를 억제하도록 구성될 수 있는데, 여기서 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 구현되며(예컨대, 메모리(214)에 저장되며) CPU(202) 상에서 실행될 경우 본 명세서에 기술된 임의의 방법의 동작을 수행하도록 구성된다. "컴퓨터 판독가능 매체"란 용어는 모든 정규 형태의 매체를 커버하기 위한 것이며, 따라서 비정규적 형태의 매체는 배제한다.

[0039] 일반적으로, 본 명세서에 기술된 기능들(예컨대, 도 3에 도시된 기능 모듈 및 도 4에 도시된 기능 단계) 중 임의의 기능은 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어(예컨대, 고정 로직 회로), 또는 이들의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 도 3 및 4에 개별적으로 도시된 모듈들 및 단계들은 별개의 모듈들 또는 단계들로서 구현될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 예를 들어, 에코 억제 모듈(306)은 파워 추정 모듈(304)의 기능을 수행할 수 있으며, 따라서 에코 억제 모듈(306) 외에 별개의 파워 추정 모듈(304)이 요구되지 않는다. 본 명세서에 사용된 "모듈", "기능", "컴포넌트" 및 "로직"이란 용어는 일반적으로, 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어, 또는 이들의 조합을 나타낸다. 소프트웨어 구현예의 경우에, 모듈, 기능 또는 로직은 프로세서(예컨대, CPU 또는 CPU들) 상에서 실행될 때 지정된 태스크를 수행하는 프로그램 코드를 나타낸다. 프로그램 코드는 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 메모리 디바이스에 저장될 수 있다. 본 명세서에 기술된 기술들의 특징들은 플랫폼 독립적인데, 이는 이들 기술이 다양한 프로세서를 구비한 다양한 상용 컴퓨팅 플랫폼 상에서 구현될 수 있음을 의미한다.

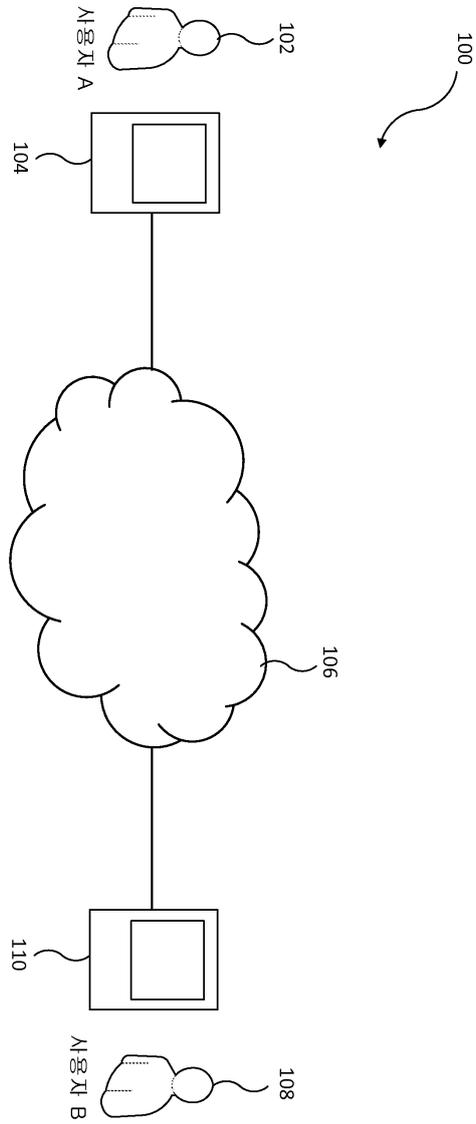
[0040] 예를 들어, 사용자 디바이스는 사용자 디바이스의 하드웨어로 하여금 동작들, 예컨대 프로세서 기능 블록 등을 수행하게 하는 개체(예컨대, 소프트웨어)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 사용자 디바이스는, 사용자 디바이스로 하여금, 보다 구체적으로는 사용자 디바이스의 운영 체제 및 관련 하드웨어로 하여금 동작들을 수행하게 하는 명령어를 유지하도록 구성될 수 있는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 따라서, 이들 명령어는 운영 체제 및 관련 하드웨어가 동작들을 수행하도록 구성하는 기능을 하며, 그 결과 기능을 수행하도록 운영 체제 및 관련 하드웨어를 변경시킨다. 명령어는 컴퓨터 판독가능한 매체에 의해 다양한 구성을 통해 사용자 디바이스에 제공될 수 있다.

[0041] 컴퓨터 판독가능 매체의 하나의 그러한 구성은 신호 전달 매체이며, 따라서 예컨대 네트워크를 통해 컴퓨팅 디바이스에게 명령어(예컨대, 반송파로서)를 전송하도록 구성된다. 컴퓨터 판독가능 매체는 또한 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서 구성될 수 있으며, 따라서 신호 전달 매체는 아니다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 예로는 RAM, ROM, 광 디스크, 플래시 메모리, 하드 디스크 메모리, 및 자기, 광, 및 명령어 및 기타 데이터를 저장하기 위한 다른 기법들을 이용할 수 있는 기타 메모리 디바이스가 있다.

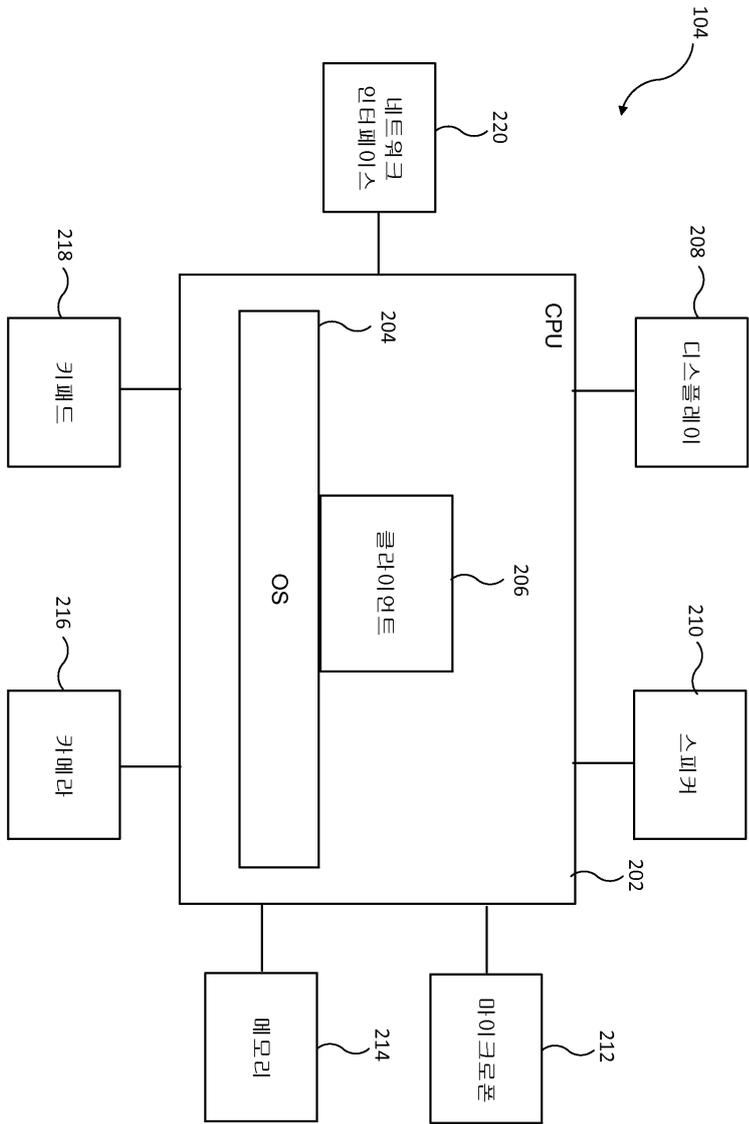
[0042] 첨부된 청구항들에 정의된 청구대상은 구조적인 특징 및/또는 방법적 동작에 특유한 언어로 기술되어 있지만, 반드시 전술한 특정한 특징이나 동작으로 제한되지는 않음을 이해해야 한다. 오히려, 전술한 특정한 특징 및 동작은 청구항 및 실시예들을 구현하는 예시적인 형태로서 개시되어 있다.

도면

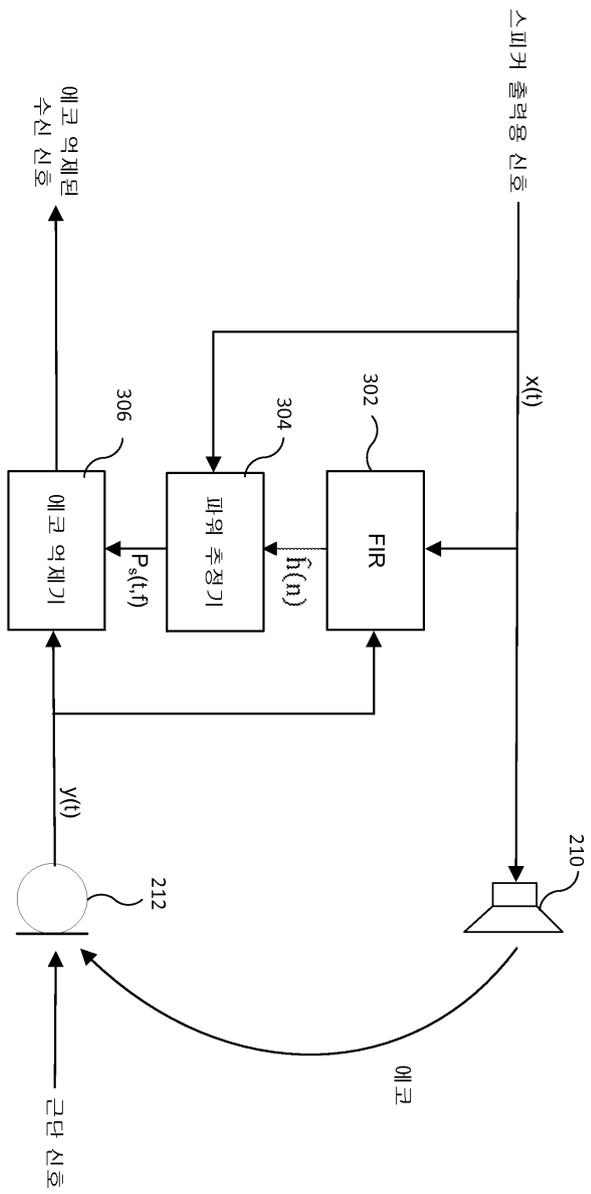
도면1



도면2



도면3



도면4

