

(45) 공고일자 2023년02월21일
(11) 등록번호 10-2502465
(24) 등록일자 2023년02월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04S 5/00 (2015.01) H04S 7/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04S 5/00 (2018.05)
H04S 7/301 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7011766
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월30일
심사청구일자 2020년06월30일
- (85) 번역문제출일자 2017년04월28일
- (65) 공개번호 10-2017-0063896
- (43) 공개일자 2017년06월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/038635
- (87) 국제공개번호 WO 2016/053432
국제공개일자 2016년04월07일
- (30) 우선권주장
14/506,187 2014년10월03일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2008187213 A*
JP2010520671 A*
US20140153727 A1*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
디티에스, 인코포레이티드
 미국 캘리포니아주 91302 칼라바자스 라스 버지니
 스 로드 5220
- (72) 발명자
스테인 에드워드
 미국 캘리포니아주 95010 캐피톨라 아파트먼트 에
 이 44번 애버뉴 1710
- 월시 마틴**
 미국 캘리포니아주 95066 스코츠 밸리 밀라노 코
 트 20
- 첼리 마이클**
 영국 런던 호프데일 로드 18
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 가변 샘플 레이트에 대한 디지털 오디오 필터

다양한 예시적인 실시예들은 오디오 신호의 재생에 영향을 미치도록 오디오 신호를 처리하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 이 장치는 스피커, 헤드폰(오버 이어(over-the-ear), 온 이어(on-ear), 또는 인 이어(in-ear)), 마이크로폰, 컴퓨터, 모바일 디바이스, 홈 씨어터 수신기, 텔레비전, 블루레이 (BD) 플레이어, 콤팩트 디스크(CD) 플레이어, 디지털 미디어 플레이어, 또는 기타 유사한 것을 포함할 수 있다. 이 장치는 설계 샘플 레이트를 갖는 디지털 오디오 필터를 포함하는 가상화 프로파일을 수신하고, 상기 가상화 프로파일을 상이한 샘플 레이트로 리샘플링하고, 상기 리샘플링된 가상화 프로파일로 상기 오디오 신호를 필터링하고, 상기 필터링된 오디오 신호를 사운드로서 재생하도록 구성될 수 있다.

[illegible]

(52) CPC특허분류
H04S 2420/01 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오디오 신호를 처리하여 상기 오디오 신호의 재생(reproduction)에 영향을 미치기 위한 방법에 있어서,

가상화 프로파일(virtualization profile)에 대한 요청을 서버 컴퓨터에 전송하는 단계 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정하고, 상기 가상화 프로파일은 설계 샘플 레이트를 갖고, 디지털 오디오 필터를 정의함 - ;

상기 서버 컴퓨터로부터 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 수신하는 단계;

상기 요청된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일과 연관된 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response, CBIR)을 리샘플링하는 단계 - 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초래하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초래함 - ; 및

상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행함으로써 적어도 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계

를 포함하는, 오디오 신호를 처리하여 상기 오디오 신호의 재생에 영향을 미치기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가상화 프로파일은, 제작 환경(production environment)의 음향 모델(acoustic model)을 나타내는 것인, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 오디오 신호가 오디오 변환기(audio transducer)를 통해 사운드로서 재생되게 하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 4

오디오 신호를 처리하여 상기 오디오 신호의 재생에 영향을 미치기 위한 방법에 있어서,

서버 컴퓨터로부터 가상화 프로파일을 요청하는 단계 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 - ;

상기 서버 컴퓨터로부터 설계 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하는 단계;

요구된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 오디오 신호에 대한 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일을 리샘플링(resampling)하는 단계 - 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는 또한: 상기 가상화 프로파일을 보간(interpolate)하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response; CBIR)의 표현(representation)을 획득하는 단계; 및 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초래하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초래함 - ; 및

상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일에 적어도 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계를 포함하는, 오디오 신호를 처리하여 상기 오디오 신호의 재생에 영향을 미치기 위한 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계는, 상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 오디오 신호가, 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 사운드로서 재생되게 하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

가상화 프로파일들로 오디오 신호들의 재생들에 영향을 미치기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법(computer-implemented method)에 있어서,

설계 샘플 레이트를 갖는 가상화 프로파일을 저장하는 단계 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 - ;

클라이언트 디바이스로부터 상기 가상화 프로파일에 대한 요청을 수신하는 단계 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정함 - ;

컴퓨터 프로세서에 의해, 상기 요청된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 저장된 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계 - 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는 또한: 상기 가상화 프로파일을 보간(interpolate)하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response; CBIR)의 표현(representation)을 획득하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초래하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초래함 - ; 및

상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 상기 클라이언트 디바이스에 송신하는 단계

를 포함하는, 가상화 프로파일들로 오디오 신호들의 재생들에 영향을 미치기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 디지털 오디오 필터는, 유한 임펄스 응답(finite impulse response, FIR) 필터, 무한 임펄스 응답(infinite impulse response, IIR) 필터, 및 피드백 지연 네트워크(feedback delay network, FDN) 필터 중 적어도 하나를 포함하는 제작 환경의 음향 모델을 나타내는 것인, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 가상화 프로파일은, 상기 오디오 신호가, 상기 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 재생되게 하는 것인, 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 가상화 프로파일은, 고정 소수점 값(fixed point value) 또는 부동 소수점 값(float point value)의 일련의 필터 계수들로서 저장되는 것인, 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제8항에 있어서, 주관적인 오디오 효과(subjective audio effect)를 달성하기 위해 상기 가상화 프로파일을 상기한 샘플 레이트로 스케일링하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 15

실행될 때 하나 이상의 프로세서로 하여금 동작들을 수행하게 하는 컴퓨터 실행 가능 명령어(computer-executable instruction)들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(non-transitory computer-readable storage medium)에 있어서, 상기 동작들은,

설계 샘플 레이트를 갖는 가상화 프로파일을 저장하는 동작 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 - ;

클라이언트 디바이스로부터 상기 가상화 프로파일에 대한 요청을 수신하는 동작 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정함 - ;

상기 요청된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 저장된 가상화 프로파일을 리샘플링하는 동작 - 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 동작은 또한: 상기 가상화 프로파일을 보간(interpolate)하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response; CBIR)의 표현(representation)을 획득하는 동작; 및 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 동작을 포함하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초대하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초대함 -; 및

상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 상기 클라이언트 디바이스에 송신하는 동작

을 포함하는 것인, 실행될 때 하나 이상의 프로세서로 하여금 동작들을 수행하게 하는 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 디지털 오디오 필터는, 유한 임펄스 응답(FIR) 필터, 무한 임펄스 응답(IIR) 필터, 및 피드백 지연 네트워크(FDN) 필터 중 적어도 하나를 포함하는 제작 환경의 음향 모델을 나타내는 것인, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 가상화 프로파일은, 오디오 신호가, 상기 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 재생되게 하는 것인, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체.

청구항 18

삭제

청구항 19

오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스에 있어서,

통신 인터페이스로서,

가상화 프로파일에 대한 요청을 서버 컴퓨터에 전송하도록 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정하고, 상기 가상화 프로파일은 설계 샘플 레이트를 갖고, 가상화된 환경을 시뮬레이션하는 디지털 오디오 필터를 정의함 - ; 그리고

상기 서버 컴퓨터로부터 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하도록 구성된 상기 통신 인터페이스;

상기 수신된 가상화 프로파일을 저장하기 위한 저장 디바이스; 및

상기 저장 디바이스 및 상기 통신 인터페이스와 통신하는 프로세서로서, 상기 프로세서는,

상기 요청된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일과 연관된 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response, CBIR)을 리샘플링하고 - 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초대하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은

샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초래함 -

상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행함으로써 적어도 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하도록 프로그램되는 것인, 상기 프로세서를 포함하는, 오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스.

청구항 20

오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스에 있어서,

통신 인터페이스로서,

서버 컴퓨터로부터 가상화 프로파일을 요청하도록 - 상기 가상화 프로파일은 가상화된 환경을 시뮬레이션하는 디지털 오디오 필터를 정의함 - ; 그리고

상기 서버 컴퓨터로부터 설계 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하도록 구성된 상기 통신 인터페이스;

상기 수신된 가상화 프로파일을 저장하기 위한 저장 디바이스; 및

상기 저장 디바이스 및 상기 통신 인터페이스와 통신하는 프로세서로서, 상기 프로세서는,

요구된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 오디오 신호에 대한 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하고 - 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 것은 또한: 상기 가상화 프로파일을 보간(interpolate)하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response; CBIR)의 표현(representation)을 획득하는 것; 및 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것을 포함하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 적은 필터 계수들을 초래하고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 것은 더 많은 필터 계수들을 초래함 - ;

상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일에 적어도 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하도록 프로그램되는 것인, 상기 프로세서

를 포함하는, 오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스.

청구항 21

삭제

청구항 22

제20항에 있어서, 상기 오디오 신호를 필터링하는 것은, 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행하는 것을 포함하는 것인, 오디오 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2014년 10월 3일자로 출원된, 발명의 명칭이 "DIGITAL AUDIO FILTERS FOR VARIABLE SAMPLE RATES"인 미국 특허 출원 일련 번호 제14/506,187호의 이익을 주장하며, 이로써 그 전체 내용이 본 명세서에 참고로 포함된다.

배경 기술

[0003] 전통적인 오디오 재생(reproduction)에서, 디지털 오디오 필터는 특정 샘플 레이트를 위해 설계된다. 오디오가 설계된 샘플 레이트와 상이한 샘플 레이트로 재생되는 경우, 디지털 오디오 필터들 재설계되어야 하거나 적용된 필터 효과가 주파수에서 스케일링될 필요가 있다. 따라서 가변 샘플 레이트에 적응하는 유연한 필터 설계를 제공하는 방법 및 장치를 갖는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

- [0004] 다양한 예시적인 실시예들의 간략한 개요가 제공된다. 다음의 개요에서는 일부 단순화 및 생략이 이루어질 수 있으며, 이 개요는 다양한 예시적인 실시예들의 일부 양태들을 강조하고 소개하려는 것으로, 본 발명의 범위를 제한하려는 것은 아니다. 본 기술분야의 통상의 기술자들이 본 발명의 개념들을 만들고 사용할 수 있게 하기에 적합한 바람직한 예시적인 실시예에 대한 상세한 설명들이 이후 섹션들에서 설명될 것이다.
- [0005] 다양한 예시적인 실시예들은 오디오 신호의 재생에 영향을 미치도록 오디오 신호를 처리하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 이 장치는 스피커, 헤드폰(오버 이어(over-the-ear), 온 이어(on-ear), 또는 인 이어(in-ear)), 마이크로폰, 컴퓨터, 모바일 디바이스, 홈 씨어터 수신기, 텔레비전, 블루레이 (BD) 플레이어, 콤팩트 디스크 (CD) 플레이어, 디지털 미디어 플레이어, 또는 기타 유사한 것을 포함할 수 있다. 이 장치는 설계 샘플 레이트를 갖는 디지털 오디오 필터를 포함하는 가상화 프로파일을 수신하고, 상기 가상화 프로파일을 상이한 샘플 레이트로 리샘플링(resampling)하고, 상기 리샘플링된 가상화 프로파일로 상기 오디오 신호를 필터링하고, 상기 필터링된 오디오 신호를 사운드로서 재생하도록 구성될 수 있다.
- [0006] 다양한 예시적인 실시예들은 또한 오디오 신호의 재생에 영향을 미치도록 오디오 신호를 처리하는 방법에 관한 것으로, 이 방법은: 가상화 프로파일에 대한 요청을 서버 컴퓨터에 전송하는 단계 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정하고, 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 상기 서버 컴퓨터로부터 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 수신하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행함으로써 적어도 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계를 포함한다.
- [0007] 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일은 제작(production) 환경의 음향(acoustic) 모델을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 상기 방법은 상기 오디오 신호가 오디오 변환기를 통해 사운드로서 재생되게 하는 단계를 더 포함한다.
- [0008] 다양한 예시적인 실시예들은 또한 오디오 신호의 재생에 영향을 미치도록 오디오 신호를 처리하는 방법에 관한 것으로, 이 방법은: 서버 컴퓨터에 가상화 프로파일을 요청하는 단계 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 상기 서버 컴퓨터로부터 설계 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하는 단계; 요구된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 오디오 신호에 대한 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계; 및 적어도 상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계를 포함한다.
- [0009] 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는: 상기 가상화 프로파일을 보간(interpolating)하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(continuous-time bandlimited impulse response, CBIR)의 표현(representation)을 획득하는 단계; 및 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계는 상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 방법은 상기 오디오 신호가 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 사운드로서 재생되게 하는 단계를 더 포함한다.
- [0010] 다양한 예시적인 실시예들은 또한 가상화 프로파일들로 오디오 신호의 재생에 영향을 미치는 방법에 관한 것으로, 이 방법은: 설계 샘플 레이트를 갖는 가상화 프로파일을 저장하는 단계 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 클라이언트 디바이스로부터 상기 가상화 프로파일에 대한 요청을 수신하는 단계 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정함 -; 컴퓨터 프로세서에 의해, 상기 요청된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 저장된 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 상기 클라이언트 디바이스에 송신하는 단계를 포함한다.
- [0011] 일부 실시예들에서, 상기 디지털 오디오 필터는 유한 임펄스 응답(finite impulse response, FIR) 필터, 무한 임펄스 응답(infinite impulse response, IIR) 필터, 및 피드백 지연 네트워크(feedback delay network, FDN) 필터 중 적어도 하나를 포함하는 제작 환경의 음향 모델을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일은 상기 오디오 신호가 상기 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 재생되게 한다. 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일은 고정 소수점 값(fixed point value) 또는 부동 소수점 값(float point value)의 일련의 필터 계수들로서 저장된다. 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는: 상

기 가상화 프로파일을 보간하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)의 표현을 획득하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 설계 샘플 레이트보다 낮은 샘플 레이트로 CBIR을 리샘플링하면 필터 계수들이 더 적어지고, 상기 설계 샘플 레이트보다 높은 샘플 레이트로 CBIR을 리샘플링하면 필터 계수들이 더 많아진다. 일부 실시예들에서, 상기 방법은 주관적인(subjective) 오디오 효과를 달성하기 위해 상기 가상화 프로파일을 상이한 샘플 레이트로 스케일링하는 단계를 더 포함한다.

[0012] 다양한 예시적인 실시예들은 또한 실행될 때 하나 이상의 프로세서로 하여금 동작들을 수행하게 하는 컴퓨터 실행 가능(computer-executable) 명령어들을 저장하는 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(computer-readable storage medium)에 관한 것으로, 상기 동작들은: 설계 샘플 레이트를 갖는 가상화 프로파일을 저장하는 단계 - 상기 가상화 프로파일은 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 클라이언트 디바이스로부터 상기 가상화 프로파일에 대한 요청을 수신하는 단계 - 상기 요청은 상기 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정함 -; 상기 요청된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 저장된 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일을 상기 클라이언트 디바이스에 송신하는 단계를 포함한다.

[0013] 일부 실시예들에서, 상기 디지털 오디오 필터는 유한 임펄스 응답(FIR) 필터, 무한 임펄스 응답(IIR) 필터, 및 피드백 지연 네트워크(FDN) 필터 중 적어도 하나를 포함하는 제작 환경의 음향 모델을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일은 상기 오디오 신호가 상기 제작 환경을 시뮬레이션하는 오디오 변환기를 통해 재생되게 한다. 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는: 상기 가상화 프로파일을 보간하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)의 표현을 획득하는 단계; 및 상기 요청된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함한다.

[0014] 다양한 예시적인 실시예들은 또한 오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스에 관한 것으로, 이 오디오 디바이스는: 가상화 프로파일에 대한 요청을 서버 컴퓨터에 전송하고 - 상기 요청은 가상화 프로파일에 대한 요청된 샘플 레이트를 특정하고, 상기 가상화 프로파일은 가상화된 환경을 시뮬레이션하는 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 상기 서버 컴퓨터로부터 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하도록 구성된 통신 인터페이스; 상기 수신된 가상화 프로파일을 저장하기 위한 저장 디바이스; 및 상기 저장 디바이스 및 상기 통신 인터페이스와 통신하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 요청된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행함으로써 적어도 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하도록 프로그램된다.

[0015] 다양한 예시적인 실시예들은 오디오 신호를 처리하기 위한 오디오 디바이스에 관한 것으로서, 이 오디오 디바이스는: 서버 컴퓨터에 가상화 프로파일을 요청하고 - 상기 가상화 프로파일은 가상화된 환경을 시뮬레이션하는 디지털 오디오 필터를 정의함 -; 상기 서버 컴퓨터로부터 설계 샘플 레이트를 갖는 상기 요청된 가상화 프로파일을 수신하도록 구성된 통신 인터페이스; 상기 수신된 가상화 프로파일을 저장하기 위한 저장 디바이스; 및 상기 저장 디바이스 및 상기 통신 인터페이스와 통신하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 요구된 샘플 레이트와 상기 설계 샘플 레이트 간의 차이에 응답하여, 상기 오디오 신호에 대한 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하고; 적어도 상기 요구된 샘플 레이트를 갖는 상기 가상화 프로파일에 기초하여 상기 오디오 신호를 필터링하도록 프로그램된다.

[0016] 일부 실시예들에서, 상기 가상화 프로파일을 리샘플링하는 단계는: 가상화 프로파일을 보간하여 연속 시간 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)의 표현을 획득하는 단계; 및 상기 요구된 샘플 레이트로 상기 CBIR을 리샘플링하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 오디오 신호를 필터링하는 단계는 요구된 샘플 레이트로 상기 가상화 프로파일과 상기 오디오 신호의 콘볼루션을 수행하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 명세서에 개시된 다양한 실시예들의 이들 및 다른 특징들 및 이점들은 이하의 설명 및 도면들과 관련하여 더 잘 이해될 것이며, 도면들에서 동일한 번호는 전체에 걸쳐 동일한 부분을 나타낸다.

도 1은 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 예시적인 환경(100)을 도시하는 하이 레벨 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 예시적인 컴퓨터 시스템의 컴포

넛트들을 도시하는 블록도이다.

도 3은 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 클라우드 서버 내의 기능 모듈들을 도시하는 블록도이다.

도 4a는 일 실시예에 따른, 설계 샘플 레이트보다 낮은 레이트에서의 CBIR 리샘플링의 대역 제한 효과를 도시하는 블록도이다.

도 4b는 일 실시예에 따른, 설계 샘플 레이트보다 높은 레이트에서의 CBIR 리샘플링의 대역 제한 효과를 도시하는 블록도이다.

도 5는 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 사용자 디바이스 내의 기능 모듈들을 도시하는 블록도이다.

도 6은 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화를 위한 예시적인 프로세스를 도시하는 상세한 상호 작용 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 첨부된 도면과 관련하여 아래 제시되는 상세한 설명은 본 발명의 현재 바람직한 실시예의 설명으로서 의도된 것으로, 본 발명이 구성되거나 이용될 수 있는 유일한 형태를 나타내려는 것은 아니다. 이 설명은 예시된 실시예와 관련하여 본 발명을 개발하고 동작시키기 위한 단계들의 시퀀스 및 기능들을 제시한다. 그러나, 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함되는 것으로 의도되는 상이한 실시예들에 의해서도 동일한 또는 등가의 기능들 및 시퀀스들이 달성될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 제1 및 제2 등과 같은 관계형 용어의 사용은 하나의 개체를 또 다른 개체와 구별하기 위해서만 사용되는 것으로, 반드시 그러한 개체들 간의 어떤 실제의 그러한 관계 또는 순서를 요구하거나 암시하는 것은 아니라는 것도 이해된다.

[0019] 음파는 공기와 같은 압축 가능한 매체를 통해 전파하는 물체의 진동에 의해 야기되는 일종의 압력 파이다. 음파는 매체(예를 들어, 공기)에서 물질을 주기적으로 변위시켜 물질이 진동하게 한다. 음파의 주파수는 일정 기간 내의 완전한 사이클의 수를 기술하며 헤르츠(Hz)로 표현된다. 12Hz 내지 20,000Hz 주파수 범위의 음파는 사람이 들을 수 있다.

[0020] 본 출원은 오디오 신호, 즉 물리적 사운드를 나타내는 신호를 처리하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 이러한 신호는 디지털 전자 신호에 의해 표현될 수 있다. 후속 논의에서는, 개념을 설명하기 위해 아날로그 파형이 도시되거나 논의될 수 있다; 그러나, 본 발명의 전형적인 실시예들은 시계열의 디지털 바이트들 또는 워드들 - 상기 바이트들 또는 워드들은 아날로그 신호 또는 (궁극적으로) 물리적 사운드의 이산 근사를 형성함 - 의 컨텍스트에서 동작할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 이산 디지털 신호는 주기적으로 샘플링된 오디오 파형의 디지털 표현에 대응할 수 있다. 본 기술분야에 공지된 바와 같이, 균일한 샘플링을 위해, 파형은 관심 주파수들에 대한 나이퀴스트(Nyquist) 샘플링 이론을 만족시키기에 적어도 충분한 레이트로 샘플링될 수 있다. 예를 들어, 전형적인 실시예에서 대략 44.1kHz의 균일한 샘플링 레이트가 사용될 수 있다. 대안적으로 96kHz 또는 192kHz와 같은 더 높은 샘플링 레이트가 사용될 수도 있다. 양자화 스킴 및 비트 해상도는 본 기술분야에 잘 알려진 원리들에 따라, 특정 애플리케이션의 요구 사항을 만족시키도록 선택될 수 있다. 본 발명의 기법들 및 장치는 전형적으로 다수의 채널에서 상호 의존적으로 적용될 것이다. 예를 들어, (3개 이상의 채널을 갖는) "서라운드" 오디오 시스템의 컨텍스트에서 사용될 수도 있다.

[0021] 본 명세서에서 사용되는, "디지털 오디오 신호" 또는 "오디오 신호"는 단순한 수학적 추상화를 기술하지 않고, 대신에 머신 또는 장치에 의해 검출될 수 있는 물리적 매체에 구현된 또는 그에 의해 운반되는 정보를 나타낸다. 이 용어는 기록된 또는 송신된 신호를 포함하며, 펄스 코드 변조(PCM)을 포함하는(그러나 PCM에 한정되지는 않는), 임의의 형태의 인코딩에 의한 운반을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 출력 또는 입력, 또는 실제로 중간 오디오 신호는 MPEG, ATRAC, AC3, 또는 미국 특허 제5,974,380호, 제5,978,762호; 및 제6,487,535호에 기술된 바와 같은 DTS, Inc.의 독점적인 방법을 포함하는, 다양한 공지된 방법들 중 임의의 방법에 의해 인코딩되거나 압축될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 명백한 바와 같이, 그 특정 압축 또는 인코딩 방법에 적응하기 위해 계산의 일부 수정이 요구될 수 있다.

[0022] 본 발명은 디지털 비디오 디스크(DVD) 또는 블루레이 디스크(BD) 플레이어, 텔레비전(TV) 튜너, 콤팩트 디스크(CD) 플레이어, 핸드헬드 플레이어, 인터넷 오디오/비디오 디바이스, 게임 콘솔, 휴대 전화, 또는 기타 유사한 것과 같은 소비자 전자 디바이스에서 구현될 수 있다. 소비자 전자 디바이스는 중앙 처리 장치(CPU) 또는 디지

털 신호 프로세서(DSP)를 포함하며, 이는 IBM PowerPC, Intel Pentium(x86) 프로세서 등과 같은 하나 이상의 통상적인 유형의 그러한 프로세서들을 나타낼 수 있다. 랜덤 액세스 메모리(RAM)는 CPU 또는 DSP에 의해 수행된 데이터 처리 동작의 결과를 일시적으로 저장하고, 전형적으로 전용 메모리 채널을 통해 그것에 상호 연결된다. 소비자 전자 디바이스는 또한 하드 드라이브와 같은 영구 저장 디바이스들도 포함할 수 있으며, 이들도 I/O 버스를 통해 CPU 또는 DSP와 통신한다. 테이프 드라이브 및 광 디스크 드라이브와 같은 다른 유형의 저장 디바이스도 연결될 수 있다. 그래픽 카드도 비디오 버스를 통해 CPU에 연결되고, 디스플레이 데이터를 나타내는 신호를 디스플레이 모니터로 송신한다. 키보드 또는 마우스와 같은 외부 주변 데이터 입력 디바이스가 USB 포트를 통해 오디오 재생 시스템에 연결될 수 있다. USB 컨트롤러는 USB 포트에 연결된 외부 주변 장치를 위해 CPU로/로부터의 데이터 및 명령어들을 변환한다. 프린터, 마이크로폰, 스피커 등과 같은 추가적인 디바이스가 소비자 전자 디바이스에 연결될 수 있다.

[0023] 소비자 전자 디바이스는 워싱턴 주, 레드몬드 소재의 마이크로소프트(Microsoft Corporation)의 WINDOWS, 캘리포니아 주, 쿠파티노 소재의 애플(Apple, Inc.)의 Mac OS와 같은 그래픽 사용자 인터페이스(GUI), 안드로이드(Android) 등과 같은 모바일 운영 체제용으로 설계된 모바일 GUI의 다양한 버전들을 갖는 운영 체제를 이용할 수 있다. 소비자 전자 디바이스는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있다. 일반적으로, 운영 체제 및 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들어, 하드 드라이브를 포함하는 고정 및/또는 이동식 데이터 저장 디바이스들 중 하나 이상에 유형적으로 구현된다. 운영 체제 및 컴퓨터 프로그램 모두는 CPU에 의한 실행을 위해 전술한 데이터 저장 디바이스로부터 RAM으로 로딩될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은, CPU에 의해 판독되고 실행될 때, CPU로 하여금 본 발명의 단계들 또는 특징들을 실행하기 위한 단계들을 수행하게 하는 명령어들을 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명은 많은 다양한 구성 및 아키텍처를 가질 수 있다. 이러한 임의의 구성 또는 아키텍처는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 쉽게 대체될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자라면 전술한 시퀀스들이 컴퓨터 판독 가능 매체에서 가장 일반적으로 사용되지만, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 대체될 수 있는 다른 기존 시퀀스들이 존재한다는 것을 인식할 것이다.

[0025] 본 발명의 일 실시예의 요소들은 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어로 구현되는 경우, 오디오 코덱은 하나의 오디오 신호 프로세서에서 사용되거나 다양한 처리 컴포넌트들 사이에 분산될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 본 발명의 실시예의 요소들은 다양한 작업을 수행하는 코드 세그먼트들일 수 있다. 소프트웨어는 본 발명의 일 실시예에서 설명된 동작을 수행하는 실제 코드, 또는 동작을 에뮬레이션하거나 시뮬레이션할 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 프로그램 또는 코드 세그먼트는 프로세서 또는 머신 액세스 가능 매체에 저장되거나, 송신 매체를 통해, 반송파에 구현된 컴퓨터 데이터 신호 또는 반송파에 의해 변조된 신호에 의해 송신될 수 있다. "프로세서 판독 가능 또는 액세스 가능 매체" 또는 "머신 판독 가능 또는 액세스 가능 매체"는 정보를 저장, 송신, 또는 전송하도록 구성된 임의의 매체를 포함할 수 있다.

[0026] 프로세서 판독 가능 매체의 예는 전자 회로, 반도체 메모리 디바이스, ROM(read only memory), 플래시 메모리, EROM(erasable ROM), 플로피 디스켓, CD(compact disk) ROM, 광 디스크, 하드 디스크, 광섬유 매체, 무선 주파수(RF) 링크 등을 포함할 수 있다. 컴퓨터 데이터 신호는 전자 네트워크 채널, 광섬유, 공기, 전자기파, RF 링크 등과 같은 송신 매체를 통해 전파될 수 있는 임의의 신호를 포함한다. 코드 세그먼트들은 인터넷, 인트라넷 등과 같은 컴퓨터 네트워크들을 통해 다운로드될 수 있다. 머신 액세스 가능 매체는 제조물에 구현될 수 있다. 머신 액세스 가능 매체는, 머신에 의해 액세스될 때, 머신으로 하여금 다음에 설명된 동작을 수행하게 할 수 있는 데이터를 포함할 수 있다. 여기서 "데이터"라는 용어는 머신 판독 가능 목적으로 인코딩될 수 있는 임의의 유형의 정보를 지칭한다. 따라서, 그것은 프로그램, 코드, 데이터, 파일 등을 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예의 전부 또는 일부는 소프트웨어에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어는 서로 결합되는 수 개의 모듈을 가질 수 있다. 소프트웨어 모듈은 변수, 파라미터, 인수, 포인터 등을 수신하고/하거나 결과, 업데이트된 변수, 포인터 등을 생성 또는 전달하기 위해 또 다른 모듈에 결합될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 또한 플랫폼에서 실행되는 운영 체제와 상호 작용하는 소프트웨어 모듈 또는 인터페이스일 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 또한 데이터를 구성, 설정, 초기화하고, 하드웨어 디바이스로/로부터 송신/수신하는 하드웨어 드라이버일 수도 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예는 통상적으로 플로차트, 흐름도, 구조도, 또는 블록도로서 도시되는 프로세스로서 기술될 수 있다. 블록도는 동작들을 순차적인 프로세스로서 기술할 수 있지만, 동작들 중 많은 것들이 병렬로 또는 동

시에 수행될 수 있다. 또한, 동작들의 순서가 재배열될 수도 있다. 프로세스는 그의 동작들이 완료될 때 종료될 수 있다. 프로세스는 메소드, 프로그램, 프로시저 등에 대응할 수 있다.

[0029] 개관

[0030] 본 발명의 실시예들은 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화를 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 이 방법 및 시스템은 오디오 콘텐츠의 가상화 프로파일을 집성, 관리, 및 배포하도록 구성된 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 중심으로 구성된다. 가상화 프로파일들은 일반적으로 제작 환경의 음향 측정들로부터 도출되어 클라우드 서버에 업로드된다. 청취자가 사용자 디바이스로 특정 오디오 콘텐츠를 재생할 때, 사용자 디바이스는 대응하는 가상화 프로파일을 클라우드 서버에 요청하고 가상화 프로파일을 오디오 콘텐츠에 적용하여 원하는 제작 특성으로 오디오 콘텐츠를 재생할 수 있다.

[0031] 도 1은 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 예시적인 환경(100)을 도시하는 하이 레벨 블록도이다. 서비스 환경(100)은 측정 룸(110), 측정 서버(112), 클라우드 서버(120), 네트워크(140), 및 사용자 디바이스들(160)을 포함한다. 측정 서버(112), 사용자 디바이스들(160), 및 클라우드 서버(120) 간의 통신은 네트워크(140)에 의해 가능하게 된다. 네트워크(140)는 전형적으로 인터넷상에 구축된 콘텐츠 전달 네트워크(content delivery network, CDN)이지만, LAN, MAN, WAN, 모바일 유선 또는 무선 네트워크, 사설 네트워크, 또는 가상 사설 네트워크를 포함하는(그러나 이에 한정되지는 않는) 임의의 네트워크를 포함할 수 있다.

[0032] 가상화 프로파일들에 대한 음향 측정들은 하이파이(high fidelity) 오디오 장비, 예를 들어, 믹싱 스튜디오 또는 리스닝 룸을 포함하는 룸에서 취해질 수 있다. 룸은 다수의 라우드스피커를 포함할 수 있으며, 이 라우드스피커들은 스테레오, 5.1, 7.1, 11.1, 또는 22.2 레이아웃과 같은, 전통적인 스피커 레이아웃으로 배열될 수 있다. 다른 비표준 또는 사용자 정의 스피커 레이아웃 또는 배열이 사용될 수도 있다. 도 1에 도시된 측정 룸(110)은 좌측 전방 라우드스피커, 우측 전방 라우드스피커, 중앙 전방 라우드스피커, 좌측 라운드 라우드스피커, 우측 서라운드 라우드스피커, 및 서브우퍼를 포함하여, 전통적인 5.1 서라운드 배열을 포함하고 있다. 서라운드 라우드스피커를 갖는 믹싱 스튜디오가 예로서 제공되지만, 측정들은 하나 이상의 라우드스피커를 포함하는 임의의 원하는 위치에서 취해질 수 있다.

[0033] 룸 음향 측정은 측정 서버(112)의 제어하에 수행된다. 예를 들어, 측정 서버(112)는 하나 이상의 테스트 신호를 측정 룸(110) 내의 하나 이상의 라우드스피커에 전송할 수 있다. 테스트 신호들은 주파수 스위프(sweep) 또는 처프(chirp) 신호를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 테스트 신호는 골레이(Golay) 코드 또는 최대 길이 시퀀스와 같은 잡음 시퀀스일 수 있다. 음향 측정들은 측정 장치를 제작자의 의자와 같은 최적의 청취 위치에 배치함으로써 획득될 수 있다. 측정 장치는 독립형(free-standing) 마이크로폰, 더미 헤드 내에 배치된 바이노럴(binaural) 마이크로폰, 또는 테스트 대상자의 귀 내부에 배치된 바이노럴 마이크로폰일 수 있다. 각각의 라우드스피커가 테스트 신호를 재생할 때, 측정 장치는 청취 위치에서 수신된 오디오 신호를 기록하고 측정 데이터를 서버(112)에 전송할 수 있다. 기록된 오디오 신호들로부터, 측정 서버(112)는 각각의 스피커 위치 및 측정 장치의 각각의 마이크에 대한 룸 측정 프로파일을 생성할 수 있다. 룸의 다른 위치 또는 방향에서, 예를 들어, "스위트스팟 밖(out of sweetspot)" 위치에서 추가적인 룸 측정이 취해질 수 있다. "스위트스팟 밖" 측정들은 최적 청취 위치에 있지 않은 청취자에 대한 측정 룸(110)의 음향을 결정하거나 최적 청취 위치를 포함하는 룸 공간의 음향 모델을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0034] 일 실시예에서, 측정 서버(112)에 의해 생성된 가상화 프로파일들은 HRTF(head-related transfer function) 및 BRIR(binaural room impulse response) 및/또는 룸 EQ(room equalization)와 같은 디지털 오디오 필터들, 또는 초기 룸 응답(early room response) 또는 후기 잔향(late reverberation)과 같은 독립적으로 모델링된 다른 특성들로 분리될 수 있다. HRTF 및 BRIR 필터들은 측정 장치가 룸의 음향 효과와 관계없이 각각의 라우드스피커로부터의 사운드를 어떻게 수신했는지를 특성화한다. 초기 룸 응답은 각각의 라우드스피커로부터의 사운드가 룸의 표면들에서 반사된 후의 초기 반사들을 특성화하는 반면, 후기 잔향은 초기 반사들 후에 룸 내의 사운드를 특성화한다. HRTF 및 BRIR 필터들은 디지털화되어 오디오 필터 계수들로서 저장될 수 있으며, 룸 EQ는 룸의 음향을 재현하는 음향 모델들에 의해 표현될 수 있다. 유사하게, 초기 및 후기 잔향은 시뮬레이션을 위한 오디오 필터 계수들 또는 음향 모델들로서 디지털화될 수 있다. HRTF 필터 또는 BRIR 필터 둘 다, 룸 EQ 및 기타 음향 모델은 가상화 프로파일의 일부로서 송신 및/또는 저장될 수 있다.

[0035] 측정 서버(112)는 가상화 프로파일들을 클라우드 서버(120)에 업로드하기 전에 가상화 프로파일들을 처리할 수 있다. 측정 서버(112)에 의한 가상화 프로파일의 처리는, 여러 처리 작업들 중에서도, 유효성 검사, 집성, 요

약, 분류, 인코딩, 암호화, 및 압축을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 측정 서버(112)에 의해 처리된 가상화 프로파일들은 그 후 배포를 위해 클라우드 서버(120)에 업로드된다. 클라우드 서버(120)는 전체 룸 측정 데이터 및/또는 하나 이상의 측정 룸 및 각각의 측정 룸 내의 하나 이상의 청취 위치에 대한 HRTF 필터 계수, 초기 룸 응답 파라미터, 및 후기 잔향 파라미터를 포함하는, 가상화 프로파일들을 유지한다. 가상화 프로파일들은 헤드폰 주파수 응답 정보, 헤드폰 식별 정보, 측정된 라우드스피커 레이아웃 정보, 재생 모드 정보, 측정 위치 정보, 측정 장비 정보, 및/또는 라이선스/소유권 정보와 같은 다른 정보를 더 포함할 수 있다.

[0036] 클라우드 서버(120)는 관련 오디오 콘텐츠에 대한 가상화 프로파일들을 저장, 관리, 및 배포한다. 가상화 프로파일들은 채널 기반 또는 객체 기반 오디오 비트 스트림에 포함되는 메타데이터로서 저장되고 배포될 수 있다. 이 경우, 가상화 프로파일은 오디오 콘텐츠의 파일 헤더에, 또는 오디오 파일 또는 프레임의 임의의 다른 부분에 임베딩되거나 멀티플렉싱될 수 있다. 가상화 데이터는 또한 오디오 비트 스트림의 다수의 프레임에서 반복될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 가상화 프로파일들은 독립된 데이터 패키지들로서 관련 오디오 콘텐츠와 별도로 요청되고 다운로드될 수 있다. 가상화 프로파일들은 요청된 오디오 콘텐츠와 함께 사용자 디바이스들(160)로 전송되거나 오디오 콘텐츠와 별도로 전송될 수 있다.

[0037] 특정 오디오 콘텐츠에 대해 사용자 디바이스들(160)에 의해 가상화 프로파일이 요청될 때, 클라우드 서버(120)는 가상화 프로파일을 사용자 디바이스들(160)에 송신하기 전에 가상화 프로파일을 처리할 필요가 있을 수 있다. 클라우드 서버(120)에서의 가상화 프로파일의 처리는, 여러 처리 작업들 중에서도, 검색, 순위 지정, 디코딩, 암호 해독, 리샘플링, 및 압축 해제를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 사용자 디바이스들(160)로부터 가상화 프로파일에 대한 요청을 수신한 후에, 클라우드 서버(120)는 요청에서 식별자, 관련 오디오 콘텐츠, 또는 임의의 다른 식별 정보와 매칭되는 가상화 프로파일들을 검색할 수 있다. 2개 이상의 가상화 프로파일이 발견되는 경우, 클라우드 서버(120)는 검색 결과를 순위 지정하고/하거나 프로파일들의 목록을 선택을 위해 사용자 디바이스들(160)에 전송할 수 있다. 요청된 가상화 프로파일들이 인코딩, 암호화, 또는 압축되면, 클라우드 서버(120)는 사용자 디바이스들(160)의 요청에 따라 가상화 프로파일을 디코딩, 암호 해독, 또는 압축 해제할 수 있다.

[0038] 일부 실시예들에서, 클라우드 서버(120)에 저장된 가상화 프로파일은 설계 샘플 레이트, 예를 들어 48kHz로 측정 서버(112)에 의해 측정된다. 가상화 프로파일에 대한 사용자 디바이스들(160)로부터의 요청이 설계된 샘플 레이트와 상이한 요청된 샘플 레이트를 갖는 경우, 클라우드 서버(120)는 그 요청에 응답하여 가상화 프로파일을 리샘플링할 필요가 있을 수 있다. 리샘플링 프로세스의 세부 사항은 도 4를 참조하여 아래 더 설명된다. 대안 실시예들에서, 가상화 프로파일의 리샘플링은 요청에 따라 사용자 디바이스들(160)에 의해 그렇게 원하거나 지시되는 경우 사용자 디바이스들(160)에 의해 수행될 수도 있다.

[0039] 사용자 디바이스들(160)은 오디오 신호를 대응하는 가상화 프로파일들로 계산, 통신 및 렌더링할 수 있는 임의의 재생 또는 액세스리 디바이스들이다. 사용자 디바이스들(160)은 예를 들어 헤드폰(162), 스마트폰(164), 및 랩탑 컴퓨터(164)를 포함한다. 도 1에는 단지 3개의 사용자 디바이스(162, 164 및 166)가 도시되어 있지만, 퍼스널 컴퓨터(PC), 태블릿 PC, 모바일 디바이스, 셋탑 박스(STB), 웹 어플라이언스, 네트워크 라우터, 스위치 또는 브리지, 또는 오디오/비디오 시스템과 같은 임의의 수의 사용자 디바이스들(160)이 가상화된 재생을 위한 가상화 프로파일들을 취득하기 위해 클라우드 서버(120)와 통신할 수 있다. 일 실시예에서, 사용자는 클라우드 서버(120)상의 계정과 관련될 수 있고, 사용자에게 의해 다운로드/구매된 가상화 프로파일은 사용자 계정과 관련된 모든 사용자 디바이스를 통해 이용 가능하다.

[0040] 일 실시예에서, 오디오 콘텐츠가 사용자 디바이스상에서 재생하기 시작할 때, 오디오 콘텐츠는 다운로드/구매를 위해 클라우드 서버(120)에서 이용 가능한 가상화 프로파일들에 관해 사용자 디바이스에 지시하는 플래그를 그의 비트 스트림에 포함할 수 있다. 가상화 프로파일이 다운로드되면, 사용자 디바이스는 가상화 프로파일을 처리할 수 있다(예를 들어, 사용자 디바이스에서의 디지털 오디오 샘플 레이트와 매칭되도록 가상화 프로파일을 리샘플링할 수 있다). 그 후, 처리된 가상화 프로파일은 가상화된 청취 경험을 위해 오디오 콘텐츠를 필터링하는 데 적용된다. 예를 들어, 오디오 콘텐츠는 믹싱 스튜디오(예를 들어, 측정 룸(110))에서 처리될 수 있어, 오디오 제작자는 최종 사용자가 듣는 공간화된 헤드폰 믹스를 측정할 수 있다. 나중에, 헤드폰(162)은 클라우드 서버(120)로부터 다운로드하고 오디오 콘텐츠에 대한 측정으로부터 측정 서버(112)에 의해 생성된 가상화 프로파일을 저장할 수 있다. 헤드폰(162)이 가상화 프로파일을 오디오 콘텐츠에 적용하면, 측정된 룸의 음향 및 라우드스피커 위치들이 재현될 것이고, 오디오 콘텐츠는 측정된 믹싱 스튜디오의 라우드스피커들을 통해 재생되는 오디오와 유사하게 들릴 것이다.

[0041] 컴퓨터 아키텍처

[0042] 도 2는 컴퓨터 판독 가능 매체로부터 명령어들을 판독하고 이를 프로세서(또는 컨트롤러)에서 실행하여 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 개시된 시스템을 구현할 수 있는 예시적인 컴퓨터의 컴포넌트들을 도시하는 블록도이다. 구체적으로, 도 2는 컴퓨터(200)의 예시적인 형태의 머신의 개략도를 도시하고 있는데, 그 안에서 컴퓨터로 하여금 본 명세서에서 논의된 방법들 중 임의의 하나 이상의 방법을 수행하게 하는 명령어들(235)(예를 들어, 소프트웨어)이 실행될 수 있다. 다양한 실시예에서, 컴퓨터는 독립형 디바이스로서 동작하거나 다른 컴퓨터들에 연결(예를 들어, 네트워킹)될 수 있다. 네트워킹된 배치에서, 컴퓨터는 서버-클라이언트 네트워크 환경에서 서버 컴퓨터 또는 클라이언트 컴퓨터의 자격으로 동작하거나, 또는 피어 투 피어(또는 분산) 네트워크 환경에서 피어 컴퓨터로서 동작할 수 있다.

[0043] 컴퓨터(200)는 도 1에 도시된 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 환경(100)에서 측정 서버(112), 클라우드 서버(120), 및 사용자 디바이스들(160)로서 사용하기 위한 예이다. 칩셋(212)에 결합된 적어도 하나의 프로세서(210)가 도시되어 있다. 칩셋(212)은 메모리 컨트롤러 허브(214) 및 입력/출력(I/O) 컨트롤러 허브(216)를 포함한다. 메모리(220) 및 그래픽 어댑터(240)가 메모리 컨트롤러 허브(214)에 결합된다. 스토리지 유닛(230), 네트워크 어댑터(260), 및 입력 디바이스들(250)이 I/O 컨트롤러 허브(216)에 결합된다. 컴퓨터(200)는 본 명세서에서 설명된 기능을 제공하기 위한 컴퓨터 프로그램 명령어들(235)을 실행하도록 적응된다. 도 2에 도시된 예에서, 실행 가능한 컴퓨터 프로그램 명령어들(235)이 스토리지 유닛(230)에 저장되고, 메모리(220)에 로딩되며, 프로세서(210)에 의해 실행된다. 컴퓨터(200)의 다른 실시예들은 상이한 아키텍처들을 가질 수 있다. 예를 들어, 메모리(220)는 일부 실시예들에서 프로세서(210)에 직접 결합될 수 있다.

[0044] 프로세서(210)는 하나 이상의 중앙 처리 장치(CPU), 그래픽 처리 장치(GPU), 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적 회로(ASIC), 무선 주파수 집적 회로(RFIC), 또는 이들의 임의의 조합을 포함한다. 스토리지 유닛(230)은 솔리드-스테이트 메모리 디바이스, 하드 드라이브, 광학 디스크, 또는 자기 테이프를 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(232)를 포함한다. 명령어들(235)은 또한 컴퓨터(200)에 의해 실행되는 동안에 메모리(220) 내에 또는 프로세서(210)의 캐시 메모리 내에 완전히 또는 적어도 부분적으로 상주할 수 있으며, 메모리(220)와 프로세서(210)도 컴퓨터 판독 가능 저장 매체를 구성한다. 명령어들(235)은 네트워크 인터페이스(260)를 통해 네트워크(140)를 통해 송신되거나 수신될 수 있다.

[0045] 입력 디바이스들(250)은 컴퓨터(200)에 데이터를 입력하는 데 사용될 수 있는 키보드, 마우스, 트랙볼, 또는 다른 유형의 영숫자 및 포인팅 디바이스들을 포함한다. 그래픽 어댑터(212)는 모니터 및 프로젝터(도시되지 않음)와 같은 하나 이상의 디스플레이 디바이스상에 이미지 또는 기타 정보를 디스플레이한다. 네트워크 어댑터(260)는 컴퓨터(200)를 네트워크, 예를 들어, 네트워크(140)에 결합시킨다. 컴퓨터(200)의 일부 실시예들은 도 2에 도시된 것들과 상이한 및/또는 다른 컴포넌트들을 갖는다. 컴퓨터(200)의 유형들은 실시예 및 원하는 처리 능력에 따라 달라질 수 있다. 또한, 단지 하나의 컴퓨터가 도시되어 있지만, "컴퓨터"라는 용어는 본 명세서에서 논의된 방법들 중 하나 이상의 방법을 수행하기 위해 개별적으로 또는 공동으로 명령어들(235)을 실행하는 임의의 컴퓨터들의 집합을 포함하는 것으로도 간주되어야 한다.

[0046] 가상화 프로파일 리샘플링

[0047] 클라우드 서버(120)는 측정 서버(112)에 의해 업로드된 가상화 프로파일들을 저장하고, 가상화 프로파일을 네트워크(140)를 통해 사용자 디바이스들(160)에 배포한다. 도 3은 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 클라우드 서버(120) 내의 기능 모듈들을 도시하는 블록도이다. 일 실시예에서, 클라우드 서버(120)는 프로파일 매니저(310), 프로파일 데이터베이스(320), 프로파일 처리 모듈(330), 및 네트워크 인터페이스(340)를 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "모듈"은 하나 이상의 특정 기능을 제공하기 위해 사용되는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 유닛을 지칭한다. 따라서, 모듈은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 클라우드 서버(120)의 다른 실시예들은 상이한 및/또는 더 적거나 더 많은 모듈들을 포함할 수 있다.

[0048] 프로파일 매니저(310)는 측정 서버(112)에 의해 업로드된 측정 데이터(305)를 수신한다. 측정 데이터(305)는 원시 룬 측정들 및/또는 측정 서버(112)에 의해 처리된 가상화 프로파일들을 포함할 수 있다. 프로파일 매니저(310)는 또한 처리된 측정 데이터(305)를 프로파일 데이터베이스(320)에 저장하기 전에 측정 데이터(305)를 유효성 검사, 인코딩, 암호화 및 암호 해제할 수 있다. 예를 들어, 룬 응답 측정(예를 들어, 룬(110))은 192kHz에서 샘플링될 수 있고 64 비트 아날로그-디지털 변환기(A/D)를 사용하여 인코딩될 수 있다. 그 후, 결과로서

의 필터 계수들은 측정 룸(110)과 관련된 가상화 프로파일로서 프로파일 데이터베이스(320)에 저장된다.

[0049] 프로파일 데이터베이스(320)에 저장될 때, 가상화 프로파일은 MD5 체크섬 또는 다른 해시함수들에 의해 생성된 임의의 해시 값들과 같은 고유 식별자에 의해 인덱싱되고 검색될 수 있다. 가상화 프로파일의 고유 식별자는 측정 룸 정보, 측정된 라우드스피커 레이아웃 정보, 측정 위치 정보, 측정 장비 정보, 관련 오디오 콘텐츠 식별자, 및/또는 라이선싱 및 소유권 정보와 같은 다른 식별 정보로부터 도출될 수도 있다. 가상화 프로파일 식별자는 프로파일 매니저(310)에 의해 생성되거나 측정 서버(112)로부터 수신될 수 있다. 가상화 프로파일에 추가하여, 프로파일 데이터베이스(320)는 또한 재생 디바이스 프로파일 및 청취자 청취 프로파일과 같은 다른 오디오 제작 프로파일을 저장할 수도 있다.

[0050] 사용자 디바이스들(160)로부터의 가상화 프로파일에 대한 요청은 네트워크 인터페이스(340)에 의해 처리된다. 프로파일 요청(335)은 요청된 가상화 프로파일의 식별 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 요청(335)은 고유한 프로파일 식별자, 또는 관련 오디오 콘텐츠, 측정 룸 및/또는 제작 또는 라이선스 소유자와 같은 기타 식별 정보를 특정할 수 있다. 프로파일 요청(335)은 요청된 가상화 프로파일의 샘플 레이트, A/D 길이, 및 비트레이트와 같은 파라미터를 더 특정할 수 있다. 요청(335)은 미리 구성된 사용자 디바이스 프로파일 및/또는 사용자 기본 설정(preference)에 기초하여 사용자 디바이스들(160)에 의해 자동으로 생성될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 네트워크 인터페이스(340)는 웹 페이지와 같은 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 사용자 디바이스들(160)에 제공하고 사용자들에게 요청된 가상화 프로파일의 식별 정보 또는 기타 파라미터들을 사전에 또는 즉각적으로 채우도록 촉구할 수 있다.

[0051] 일부 실시예들에서, 네트워크 인터페이스(340)는 가상화 프로파일에 대한 요청을 프로파일 매니저(310)에 전달하고, 프로파일 매니저(310)는 요청된 프로파일을 프로파일 데이터베이스(320)로부터 검색한다. 그 후 검색 결과들은 프로파일 처리 모듈(330)에 전달된다. 검색 결과는 2개 이상의 가상화 프로파일, 예를 들어, 다수의 룸의 측정들의 프로파일들의 목록을 포함할 수 있다. 프로파일 처리 모듈(330)은 검색 결과들로부터 하나 이상의 프로파일을 선택하고 결과로서의 가상화 프로파일들을 네트워크 인터페이스(340)에 전달할 수 있으며, 네트워크 인터페이스(340)는 프로파일 요청(335)에 대한 응답(345)으로서 가상화 프로파일을 다시 요청한 사용자 디바이스들(160)에 송신한다. 일부 실시예들에서, 프로파일 데이터베이스는 또한, 여러 기본 설정 데이터 중에서도, 가상화 프로파일의 유형, 요청의 수를 기록할 수 있다. 이에 따라 클라우드 서버는 사용 이력에 기초하여 사용자들에게 맞춤형 추천을 제공할 수 있다.

[0052] 일 실시예에서, 프로파일 처리 모듈(330)은 어느 룸의 음향이 요청한 사용자에게 반환되어야 하는지를 선택하는데 도움을 준다. 예를 들어, 사용자는 자신의 현재 룸의 음향과 가장 유사한 가상화 프로파일로 오디오 콘텐츠를 처리될 것을 선호할 수 있다. 이 경우, 프로파일 처리 모듈(330)은 하나 이상의 테스트로 사용자의 룸의 음향 측정을 위해 클라이언트 디바이스들(160)과 통신할 필요가 있을 수 있다. 예를 들어, 사용자는 현재 룸에서 박수를 칠 수 있고, 박수 소리는 기록되어 룸의 음향 파라미터들을 결정하기 위해 처리된다. 대안적으로 또는 추가적으로, 스피치와 같은 다른 환경 사운드가 분석될 수 있다. 테스트들은 클라우드 서버(120)에 의해 또는 클라이언트 디바이스들(160)에서 처리될 수 있다. 대안 실시예들에서, 프로파일 처리 모듈(330)은 단순히 사용자 요청에 대해 하나 이상의 가상화 프로파일로 응답하고 요청한 사용자에게 선택하게 할 수 있다.

[0053] 많은 경우에, 사용자들은 측정 서버(112)에 의해 캡처된 및/또는 프로파일 데이터베이스(320)에 저장된 설계 샘플 레이트와 상이한 샘플 레이트를 갖는 가상화 프로파일들 또는 필터들을 요청할 수 있다. 하나의 해결책은 즉각적으로 자동화될 간단한 동작들로, 무한 임펄스 응답(IIR) 버터워스(Butterworth) 필터와 같은 필터들을 설계하는 것이다. 그러나, 그러한 "간단한" 설계들은 종종 모든 플랫폼에 걸쳐 충분히 높은 정밀도로 이용 가능하거나 일관되지 않은 동작들(예를 들어, $\sin/\cos$ 또는 $\log$)을 필요로 한다. 이러한 정밀도의 부족은 고정 소수점 시스템과 결합할 때 더욱 악화된다. 측정된 룸 응답들로부터 도출된 클라우드 기반 가상화 필터들(예를 들어, HRTF, BRIR 및 룸 EQ)의 경우, 런타임 환경에서 필요한 샘플 레이트를 검색하기에 충분한 측정 데이터가 없을 수 있다.

[0054] 또 다른 옵션은 오프라인으로 모든 가능한 샘플 레이트에서 필터들을 설계하고 필요할 수도 있는 모든 샘플 레이트에 대한 룸 응답을 예측 및 측정함으로써 그 필터들을 데이터베이스에 저장하는 것이다. 이 방법은 다수의 필터가 필요하고 각각의 필터가 다수의 샘플 레이트를 갖기 때문에 상당한 양의 메모리와 스토리지를 소비할 수 있어, 특히 임베디드 시스템들에서는 받아들일 수 없게 된다. 세 번째 옵션은 오디오 콘텐츠와 필터들 모두를 동일한 샘플 레이트로 배포하는 것이다. 그러나, 다양한 소프트웨어 플랫폼들에 걸쳐 수많은 오디오 애플리케이션들에 대해 디지털 오디오와 필터들을 모두 특정 샘플 레이트로 처리하도록 요구하는 것은 비현실적이다.

오디오 샘플 레이트를 고정하는 것은 또한 이식성 문제 및 라이선싱 문제를 야기할 수도 있다. 최종 사용자들이 그들의 글로벌 오디오 경로를 고정 샘플 레이트로 클로킹해야 하는 요구 사항은, 여러 자재 명세서(bill of material) 비용 중에서도, CPU 능력, 메모리 소비, 및 배터리 수명과 같은, 컴퓨팅 리소스 측면에서 엄두도 못낼 정도일 수 있다.

[0055] 바람직한 해결책은 임의의 샘플 레이트에 적합한 스펙트럼 해상도를 포함하고 즉각적으로 임의의 재생 레이트에 자동으로 적응되는 필터들을 설계하는 것이다. 샘플링된 신호가 샘플링 레이트의 절반(즉, 나이퀴스트 주파수)으로 대역 제한되는 것은 잘 알려져 있다. 섀넌(Shannon)의 샘플링 이론은 또한 샘플링 레이트가 나이퀴스트 주파수보다 높으면 샘플링된 값들 사이를 보간함으로써 원래의(original) 신호가 정확하고 고유하게 재구성될 수 있음을 제안한다. 따라서, 기초 나이퀴스트-섀넌 샘플링 이론에 따라 동작하는, 대역 제한된 보간의 방법은 설계 샘플 레이트에서만 "필터 계수들"보다는, 룬 측정들로부터 연속 시간, 그러나 대역 제한된 임펄스 응답들을 재현하는 수단을 제공한다.

[0056] 일 실시예에서, 프로파일 처리 모듈(330)은 요청된 샘플 레이트와 매칭되도록 가상화 프로파일을 리샘플링한다. 가상화 프로파일의 리샘플링은 HRTF 및 BRIR 필터들과 같은 가상화 프로파일에 보간을 적용하여, 연속 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)을 획득하는 것을 수반한다. 그 후, 보간된 CBIR은 사용자 디바이스들(160)에 송신되기 전에 요청된 샘플 레이트로 리샘플링된다. 리샘플링된 CBIR들 및 리샘플링된 가상화 프로파일들은 저장 공간이 허용하는 경우 추후 사용을 위해 클라우드 서버(120)에 의해 저장 및/또는 캐싱될 수 있다. 결과적으로, 이 방법은 필터들이 한 번 설계되고, 나중에 상이한 구현들로 인해 이탈할 수도 있는 임의의 특수 함수들에 의존하지 않고 임의의 요청된 샘플 레이트로 조정될 수 있게 한다. 이러한 설계는 다양한 플랫폼들에 걸쳐 일관된 오디오 충실도를 유지할 뿐만 아니라, 동시에 메모리 풋프린트를 최소화하고 사용자 디바이스들에서 스케일링 가능한 처리를 허용한다.

[0057] 대역 제한된 보간은 관심있는 관심 있는 오디오 주파수들이 20Hz-20kHz의 가청 범위에 있기 때문에 오디오 필터 설계 선택에 완벽하게 부합한다. "연속 시간"을 위한 오디오 필터를 측정하거나 모델링하기 위해서는, 40kHz 이상의 임펄스 응답을 샘플링하여 필터 탭들을 위해 전용되는 메모리 및/또는 저장 공간을 최소화하기만 하면 된다. 실행시, 이러한 필터 탭들은 관심 있는 스펙트럼을 커버하기 위해 임의의 레이트로 보간 및 리샘플링될 수 있다. 예를 들어, 보간된 CBIR이 설계 샘플 레이트보다 높은 레이트로 리샘플링되면, CBIR을 전달하는 입력 오디오 신호는 필터의 원래의 나이퀴스트 주파수(즉, 20kHz)에서 자동으로 "대역 제한"된다. 반면 더 낮은 리샘플 레이트의 경우에는, 대역 제한된 보간이 더 낮은 리샘플 레이트의 나이퀴스트 주파수에서 컷오프 주파수를 갖는 CBIR에 대한 저역 통과 필터가 된다. 후자의 경우, 더 높은 주파수들에 대한 필터 명세의 손실은 받아들일 수 있는데 그 이유는 그러한 주파수들이 처음에 처리되는 입력 오디오 신호에는 존재하지 않기 때문이다.

[0058] 도 4a는 일 실시예에 따른, 설계 샘플 레이트보다 낮은 레이트에서의 CBIR 리샘플링의 대역 제한 효과를 도시하는 다이어그램이다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 임펄스 응답 프로토타입(400)은 R_d 의 설계 샘플 레이트로 프로파일 데이터베이스(320)에 저장된 가상화 프로파일이다. 오디오 입력(401)은 R_l 의 샘플 레이트를 갖는다(여기서 $R_l < R_d$). 프로파일 처리 모듈(330)은 먼저 임펄스 응답 프로토타입(400)을 보간하여(405) CBIR(410)을 획득하고, 그 후 CBIR(410)은 리샘플링(407)되어 R_l 의 목표 샘플 레이트를 갖는 임펄스 응답(420)이 생성된다. 오디오 출력(422)은 리샘플링된 임펄스 응답(420)을 통해 오디오 입력(401)을 필터링한 결과이다. 분명히, 오디오 출력(422)은 CBIR에 의해 필터링되는 이상적인 오디오 출력(412)에 비해 더 좁은 대역폭을 갖는다. 이 프로세스는 보간된 CBIR에 의해 표현되는 이상적인 필터의 연속 임펄스 응답을 샘플링하는 것에 기초한 유한 임펄스 응답(FIR) 설계 기법을 보여준다.

[0059] 유사하게, 도 4b는 일 실시예에 따른, 설계 샘플 레이트보다 높은 레이트에서의 CBIR 리샘플링의 대역 제한 효과를 도시하는 다이어그램이다. 도 4b에서, 오디오 입력(402)은 R_h 의 샘플 레이트를 갖는다(여기서 $R_h > R_d$). 프로파일 처리 모듈(330)은 보간된 CBIR(410)을 리샘플링하여(409) R_h 의 목표 샘플 레이트를 갖는 임펄스 응답(430)을 생성한다. 오디오 출력(432)은 리샘플링된 임펄스 응답(430)을 통해 오디오 입력(402)을 필터링한 결과이다. 결과로서의 오디오 출력(422)은 원래의 임펄스 응답의 원래의 나이퀴스트 주파수에서 대역 제한된다. 대안적으로, 임펄스 응답(430)을 리샘플링하기 위해 추가적인 대역폭 확장 기법들이 적용될 수 있으며, 이는 오디오 출력(432)의 오디오 대역폭을 오디오 입력(402)의 R_h 에 의해 정의된 대역폭으로 확장할 수 있다. 그러나 이것은 일반적으로 충분한 프로토타입(400)이 캡처되었을 경우 필요하다.

- [0060] 다시 도 3을 참조한다. 일 실시예에서, 측정 서버(112) 및/또는 프로파일 데이터베이스(320)는 각각의 가상화 프로파일(예를 들어, 임펄스 응답 프로토타입)에 대해 제한된 메모리 블록 또는 저장 공간을 가질 수 있다. 예를 들어, 프로파일 또는 필터는 1K 또는 1024 탭의 고정된 길이에 대해 최적화될 수 있다. 한편, 필터들은 특정 량의 시간 동안 측정되고 샘플링된다. 설계 레이트의 절반에서는, 샘플링된 탭 수의 절반만이 있을 것이고, 반면 설계 레이트의 두 배에서는, 기록된 탭 수의 두 배가 있을 것이다. 따라서 고정된 필터 블록 길이에 부합하는, 가능한 가장 높은 레이트로 필터를 설계하는 것이 바람직하다. 필터가 더 낮은 레이트로 샘플링되면, 남아 있는 메모리 공간은 제로 탭들로 패딩될 것이다.
- [0061] 이들은 피드백에 의존하지 않기 때문에, 대역 제한된 보간을 통해 리샘플링된 것들을 포함하는 FIR 필터들은 본질적으로 안정되고 개개의 필터 계수들의 작은 오차들에 대해 비교적 내성이 있다는 점에 유의한다. 따라서, 이 방법은 다양한 해상도와 고정 소수점 구현에서의 적용에 적합하다. 그러나, 임의의 동작들과 마찬가지로, 결국 오디오 애플리케이션들에서 가청 잡음에 누적 오차가 발생할 수 있다. 따라서 각각의 보간 및 리샘플링 동작에 대해 프로파일 데이터베이스(320)에 저장된 원래의 필터 계수들을 항상 참조하는 것이 바람직하다.
- [0062] 대역 제한된 보간법은 특히 오디오를 리샘플링하는 데 적합한데, 그 이유는 그것이 샘플 포인트들을 통해 또는 샘플 포인트들 주위에 신호를 근사화하기보다는 주어진 포인트들에서 샘플링된 신호를 재구성하기 때문이다. 일 실시예에서, 임펄스 응답 프로토타입을 보간하기 위해 이동 sinc 함수가 사용되며; sinc 함수는 대역 제한 저역 통과 필터로서 작용한다. 실제로, 각각의 샘플을 무한대로 평가하기 위한 이상적인 sinc가 존재하지 않으므로, 대신 특수 창 sinc 함수가 사용된다. 일반적으로 이는 정지 대역 감쇠와 통과 대역 전환 폭 간의 절충을 제어하기 위해 Kaiser 창을 사용하여 달성된다. 창과 sinc 함수를 조합함으로써, 효율적인 테이블 구현이 구성될 수 있으며, 이는 샘플 레이트들 간의 상대 시간 스텝에 의해 인덱싱된다.
- [0063] 일 실시예에서, 프로파일 처리 모듈(330)은 또한 제어된 주파수 스케일링을 제공한다. 예를 들어, 고주파 공진기의 스케일링이 HRTF들을 귀 크기 및/또는 형상과 대략적으로 관련된 개인화 효과로 만들 수 있다. 이 효과를 달성하기 위해, 필터의 샘플 레이트는 진정한 오디오 샘플링 레이트에 대한 인수에 의해 조정된다. 1의 계수(즉, 진정한 오디오 레이트와 동일함)는 스케일링이 없음을 의미한다. 1보다 작은 인수는 주파수가 더 높게 스펙트럼 특징들을 스케일링하는 반면, 1보다 큰 인수는 주파수가 더 낮게 스펙트럼 특징들을 스케일링한다. 주파수 스케일링은 신호와 필터의 샘플 레이트들 간의 차이에 의해 야기되는 시간 영역에서의 임펄스 응답의 압축 또는 확장을 반영한다.
- [0064] 도 5는 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화 서비스를 위한 헤드폰(162) 내의 기능 모듈들을 도시하는 블록도이다. 일 실시예에서, 헤드폰(162)은 네트워크 인터페이스(510), 프로파일 데이터베이스(520), 프로파일 처리 모듈(530), 및 오디오 프로세서(540)를 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "모듈"은 하나 이상의 특정 기능을 제공하기 위해 사용되는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 유닛을 지칭한다. 따라서, 모듈은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 헤드폰(162)은 많은 사용자 디바이스들(160)(예를 들어, 스마트폰(163), 랩탑(166), 개인용 오디오 플레이어, A/V 수신기, 텔레비전, 또는 오디오를 재생하고 사용자 입력을 수신할 수 있는 임의의 다른 디바이스) 중 단지 하나의 예이고, 이는 상이한 및/또는 더 적거나 더 많은 기능 모듈들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 헤드폰(162)은 본 명세서에서 설명된 모듈들의 일부 또는 전부를 포함하는, 또 다른 재생 디바이스에 결합될 수 있다.
- [0065] 헤드폰(162)은 유선 또는 무선일 수 있는 네트워크 인터페이스(510)를 통해 클라우드 서버(120)와 통신한다. 헤드폰(162)은 클라우드 서버(120)에서 오디오 가상화 서비스에 대한 고유한 사용자 계정과 관련될 수 있다. 사용자 계정은 사용자의 식별 정보, 사용자의 청취 프로파일 및/또는 재생 디바이스 프로파일, 및 기타 사용자 기본 설정과 같은, 헤드폰(162)의 사용자에 관한 정보를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(510)는 가상화 프로파일에 대한 사용자 요청(325)을 클라우드 서버(120)에 전달하고 클라우드 서버(120)로부터 하나 이상의 가상화 또는 룬 측정 프로파일을 포함하는 응답(345)을 수신한다. 네트워크 인터페이스(510)에 의해 수신된 가상화 프로파일은 사용자 계정과 관련되고 사용 및 저장을 위해 프로파일 메모리(520)에 전달된다. 가상화 프로파일은 오디오 콘텐츠의 메타데이터에 임베딩되어 또는 오디오 콘텐츠와 별도로 헤드폰(162)으로 송신될 수 있다.
- [0066] 가상화 프로파일이 오디오 콘텐츠와 별도로 취득되는 경우, 헤드폰(162)은 클라우드 서버(120)와 사전에 또는 사용자가 일부 오디오 콘텐츠의 재생을 시도할 때 즉각적으로 통신하여 하나 이상의 가상화 프로파일이 오디오 콘텐츠에 대해 관련되거나 의도되는지를 결정할 수 있다. 따라서, 가상화 프로파일은 오디오 콘텐츠를 수신하기 전에, 오디오 콘텐츠를 수신한 후에, 또는 오디오 콘텐츠의 수신 중에 수신될 수 있다. 하나 이상의 가상화 프로파일을 포함하는 응답(345)이 네트워크 인터페이스(510)에서 다운로드되면, 프로파일 처리 모듈(530)은 가

상화 프로파일을 처리할 수 있고, 오디오 프로세서(540)는 오디오 콘텐츠에 가상화 프로파일을 적용한다. 일 실시예에서, 다운로드된 프로파일은 나중에 다시 필요할 경우에 대비해서 재생 후에 프로파일 메모리(520)에 저장될 수 있다.

[0067] 일부 실시예들에서, 다운로드된 가상화 프로파일은 오디오 콘텐츠의 샘플 레이트와 매칭되도록 리샘플링된 HRTF 필터 계수들과 같은 리샘플링된 룸 측정 프로파일들을 포함한다. 이 경우, 가상화 프로파일의 보간 및 리샘플링은 오디오 콘텐츠의 목표 샘플 레이트를 지시하는 헤드폰(162)의 요청에 따라 클라우드 서버(120)에 의해 수행된다. 그 후, 프로파일 메모리(520)는 가상화 프로파일들을 오디오 프로세서(540)에 전달하며, 오디오 프로세서(540)는 다운로드된 가상화 프로파일들과 오디오 콘텐츠의 직접 콘볼루션을 수행함으로써 오디오 콘텐츠를 처리한다. 또한, 가상화 프로파일이 초기 룸 응답 파라미터들 및 후기 잔향 파라미터들을 포함하면, 프로파일 처리 모듈(530)은 측정 룸(110)의 음향 모델을 생성하고 음향 모델을 오디오 프로세서로 전달하여 오디오 콘텐츠를 처리할 수 있다. 이 경우, 초기 룸 응답 파라미터들 및 후기 잔향 파라미터들은 오디오 프로세서(540)에 의해 오디오 콘텐츠와 콘볼루션될 수 있다.

[0068] 대안적으로, 헤드폰(162) 또는 임의의 다른 사용자 디바이스는 임의의 처리 없이 클라우드 서버(120)에 설계 샘플 레이트로 HRTF 필터 계수들과 같은 원래의 가상화 프로파일들을 요청할 수 있다. 원래의 가상화 프로파일들이 네트워크 인터페이스(510)에서 수신되고 프로파일 메모리(520)에 저장된 후, 프로파일 처리 모듈(530)은 가상화 프로파일을 로컬로 처리할 수 있다. 예를 들어, 원래의 가상화 프로파일들의 설계 샘플 레이트가 오디오 콘텐츠의 목표 샘플 레이트와 상이한 경우, 프로파일 처리 모듈(530)은 먼저 원래의 HRTF 및 BRIR 필터들에 대해 보간을 수행하여 연속 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)을 획득할 필요가 있다. 그 후, 보간된 CBIR은 오디오 프로세서로 전달되기 전에 목표 샘플 레이트로 리샘플링된다. 리샘플링된 필터 계수들도 필요하다면 프로파일 메모리(520)에 의해 저장 및/또는 캐싱될 수 있다.

[0069] 일부 실시예들에서, 프로파일 처리 모듈(530) 및 오디오 프로세서(540)는 재생 시간에 및/또는 재생 시간 이전에 가상화 프로파일들 및 오디오 콘텐츠를 처리할 수 있다. 대안적으로, 다른 실시예들에서, 오디오 콘텐츠 및 가상화 프로파일들의 처리는 다른 사용자 디바이스들에 배포될 수 있다. 예를 들어, 오디오 콘텐츠는 로컬 서버에서 일부 가상화 프로파일들로 사전 처리되어 헤드폰(162)에 송신될 수 있다. 또한, 클라우드 기반 가상화는 콘텐츠 제작자들에 의한 오디오의 사전 처리를 허용하는 방식으로 구성될 수 있다. 이 프로세스는 콘텐츠 제작자에 의해 특정된 방식으로 사용자 디바이스 재생을 향상시키거나 원래의 스튜디오에서의 음향 경험을 청취자에게 제공하는 원래의 믹싱된 서라운드 사운드 트랙의 원하는 속성들을 유지하도록 설계된 최적화된 오디오 트랙을 생성할 수 있다.

[0070] 프로파일 처리 모듈(530) 및 오디오 프로세서(540)에 의한 오디오 처리의 결과는 임의의 오디오 디코더를 사용하여 디코딩될 수 있는 비트 스트림일 수 있다. 비트 스트림은 오디오가 가상화 프로파일들로 처리되었는지 여부를 지시하는 플래그를 포함할 수 있다. 플래그를 인식하지 못하는 레거시 디코더를 사용하여 비트 스트림이 재생되는 경우, 콘텐츠는 여전히 재생될 수 있지만, 오디오 콘텐츠의 가상화에 대한 어떠한 지시도 나타내지 않는다.

[0071] 도 6은 일 실시예에 따른, 클라우드 기반 디지털 오디오 가상화를 제공하기 위한 예시적인 프로세스를 도시하는 상세한 상호 작용 다이어그램이다. 도 6은 클라우드 기반 가상화의 실시예들이 구현될 수 있는 많은 방법들 중 하나를 보여줄 뿐이라는 점에 유의해야 한다. 디지털 오디오 가상화 서비스를 제공하는 방법은 측정 서버(112), 클라우드 서버(120), 및 사용자 디바이스들(160)을 포함한다. 이 방법은 측정 서버(112)가 하이파이 오디오 장비를 갖는 믹싱 스튜디오 또는 청취 룸에서(예를 들어, 측정 룸(110)로부터) 측정들을 캡처하는 것(610)으로 시작된다. 룸 측정들에 기초하여, 측정 서버(112)는 HRTF(head-related transfer function) 또는 BRIR(binaural room impulse response) 필터들과 같은 가상화 프로파일들을 생성(612)한 다음, 가상화 프로파일들을 클라우드 서버(120)에 업로드한다(614).

[0072] 클라우드 서버(120)는 측정 서버(112)에 의해 업로드된 가상화 프로파일들을 처리(620)할 수 있다. 예를 들어, 클라우드 서버(120)는 가상화 프로파일들을 데이터베이스(예를 들어, 프로파일 데이터베이스(320))에 저장(622)하기 전에, 가상화 프로파일들을 유효성 검사, 인코딩, 암호화, 및 압축할 수 있다. HRTF 및 BRIR 필터들과 같은 가상화 프로파일들은 종종 설계 샘플 레이트로 샘플링된 필터 계수들로서 저장된다. 전송한 바와 같이, 보간 및 리샘플링을 위해 필터 저장 블록 길이에 부합하는, 가능한 가장 높은 샘플 레이트로 필터를 설계하는 것이 바람직하다. 예를 들어 가상화 필터는 64 비트 A/D 컨버터 길이로 192kHz로 샘플링될 수 있다.

[0073] 지금 사용자 디바이스들(160)이 클라우드 서버(120)에 저장된 가상화 프로파일들의 설계 샘플 레이트와 동일하

거나 동일하지 않을 수 있는 특정 샘플 레이트를 갖는 특정 디지털 오디오 콘텐츠에 대한 가상화 프로파일을 요청(630)한다고 가정하자. 요청을 수신하면, 클라우드 서버(120)는 먼저 요청된 샘플 레이트가 가상화 프로파일의 설계 샘플 레이트와 동일한지를 결정한다(632). 요청된 샘플 레이트가 설계 샘플 레이트와 상이한 경우, 클라우드 서버(120)는 요청에 응답하여 가상화 프로파일을 리샘플링(634)할 수 있다. 리샘플링 프로세스는, 예를 들어, 원래의 HRTF 또는 BRIR 필터들을 보간하여 연속 대역 제한된 임펄스 응답(CBIR)을 획득하고, 사용자 디바이스들(160)로부터의 요청에 의해 지시된 목표 샘플 레이트와 매칭되도록 보간된 CBIR을 리샘플링하는 것을 포함할 수 있다. 그 후, 클라우드 서버(120)는 요청된 샘플 레이트를 갖는 리샘플링된 가상화 프로파일을 사용자 디바이스들(160)에 송신한다(636). 요청된 샘플 레이트가 설계 샘플 레이트와 동일하면, 클라우드 서버(120)는 리샘플링 없이 단순히 요청 가상화 프로파일들을 사용자 디바이스들(160)에 송신(636)할 수 있다.

[0074] 사용자 디바이스들(160)이 클라우드 서버(160)로부터 응답을 수신한 후, 사용자 디바이스들(160)은 가상화 프로파일에 의해 표현된 제작 환경을 시뮬레이션하는 디지털 오디오 콘텐츠의 재생을 위해 가상화 프로파일로 디지털 오디오 콘텐츠를 필터링(638)할 수 있다. 예를 들어, 사용자 디바이스들(160)은 프로파일들의 다운로드된 가상화 필터들과 오디오 콘텐츠의 직접 콘볼루션을 수행함으로써 오디오 콘텐츠를 처리할 수 있어, 오디오 콘텐츠는 측정 룸(110) 내의 라우드스피커를 통한 재생의 유사한 효과로 가상화된다.

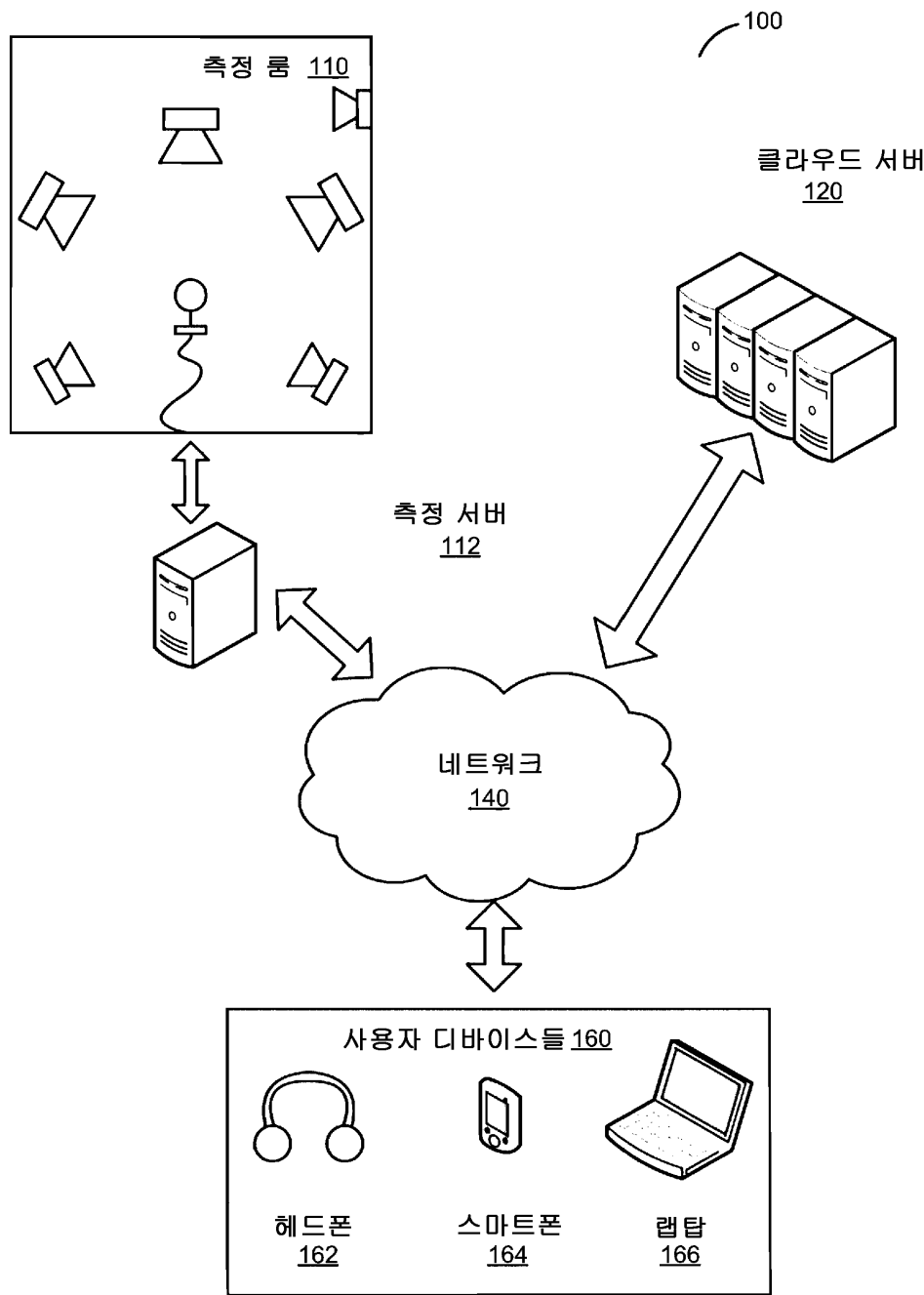
[0075] 사용자 디바이스들(160)은 또한 클라우드 서버(160)로부터 임의의 샘플 레이트를 특정하지 않고 직접 원래의 가상화 프로파일들을 요청(640)할 수도 있고, 클라우드 서버(160)는 (임의의 리샘플링 없이) 설계 샘플 레이트를 갖는 요청된 가상화 프로파일을 송신(642)함으로써 응답할 것이다. 클라우드 서버(160)로부터 응답을 수신한 후, 사용자 디바이스들(160)은 환경 가상화 효과를 갖는 재생을 위해 적어도 가상화 프로파일로 오디오 콘텐츠를 필터링(646)하기 전에 프로파일의 가상화 필터를 오디오 콘텐츠의 요구된 샘플 레이트로 리샘플링(644)할 수 있다. 사용자 디바이스들(160)에서 수행되는 리샘플링 동작은, 예를 들어, 프로파일들의 리샘플링된 가상화 필터들과 오디오 콘텐츠의 직접 콘볼루션을 포함할 수 있다.

[0076] 결론적으로, 실시예들에 개시된 방법 및 장치는 오디오 신호의 재생에 영향을 미치기 위해 가변 샘플 레이트들에 적응하는 유연한 필터 설계를 제공한다. 클라우드 서버들에 저장된 디지털 필터들은 상이한 목표 샘플 레이트들로의 보간 및 리샘플링을 위해 가능한 가장 높은 샘플 레이트로 설계된다. 사용자 디바이스들은, 디지털 오디오 콘텐츠를 재생할 때, 클라우드 서버에 의해 적절한 샘플 레이트들로 리샘플링된 디지털 필터들을 직접 다운로드하거나, 가상화된 청취 경험을 위해 로컬로 디지털 필터들을 취득하고 리샘플링할 수 있다.

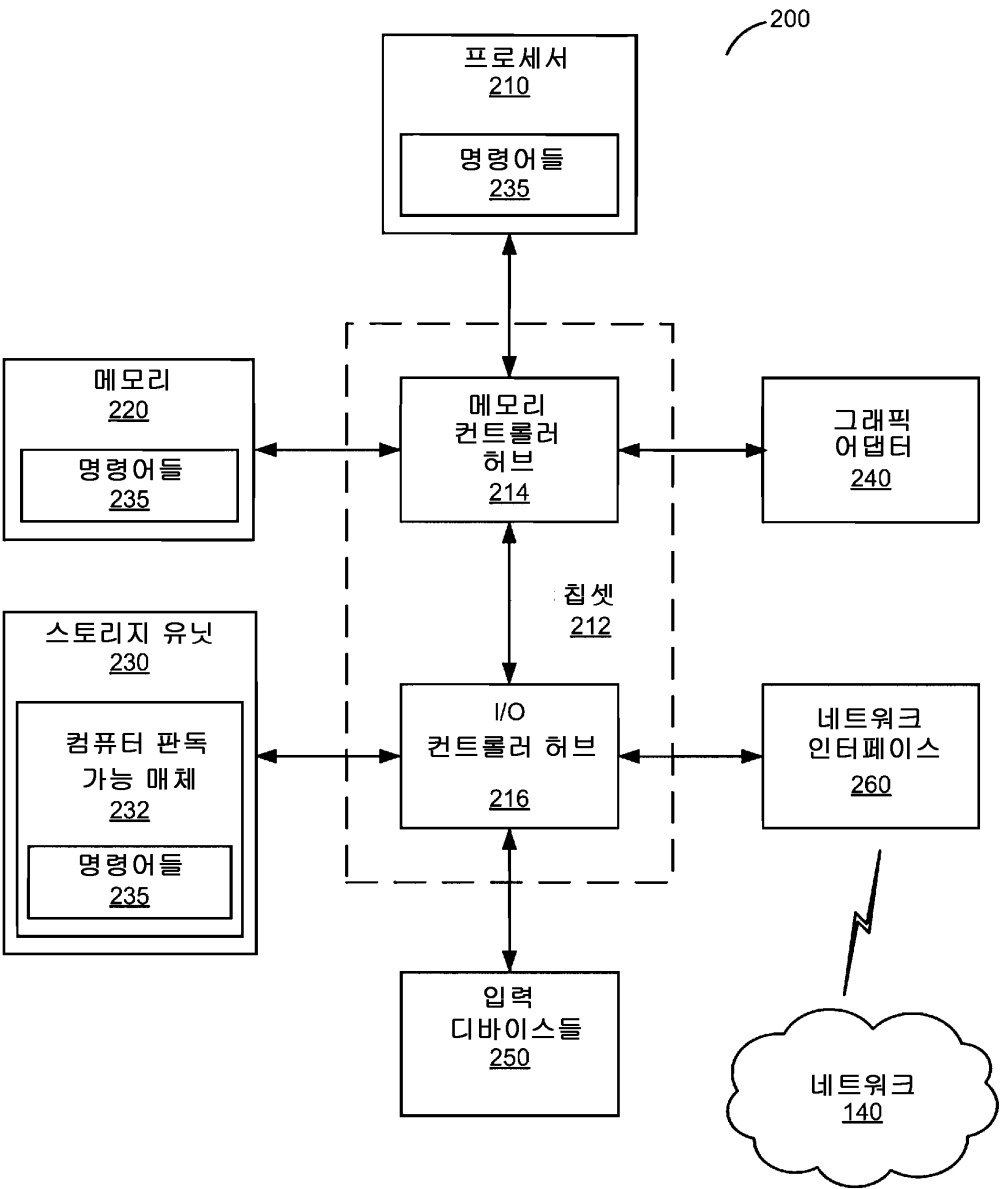
[0077] 본 명세서에 도시된 세부 사항들은 단지 예시이고 본 발명의 실시예들에 대한 예시적인 논의를 목적으로 한 것이며, 본 발명의 원리들 및 개념적 양태들에 대한 가장 유익하고 쉽게 이해되는 설명으로 생각되는 것을 제공하는 경우에 제시된다. 이와 관련하여, 본 발명의 근본적인 이해를 위해 필요 이상으로 더 상세히 본 발명의 세부 사항들을 보여주려는 시도는 없으며, 도면들과 함께 취해진 설명은 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 본 발명의 여러 형태들이 실제로 구현될 수 있는 방법을 분명하게 한다.

도면

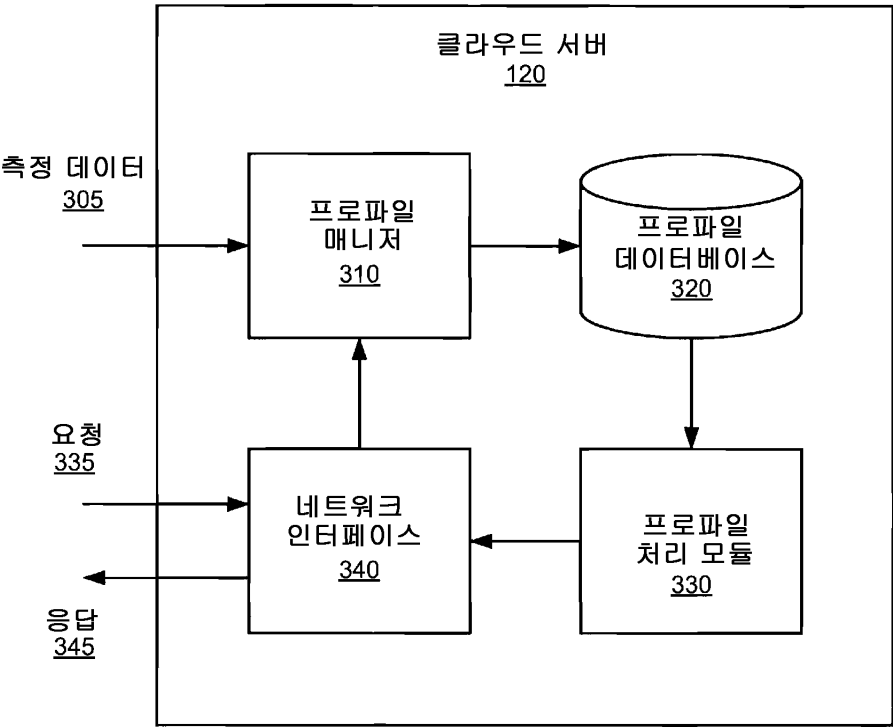
도면1



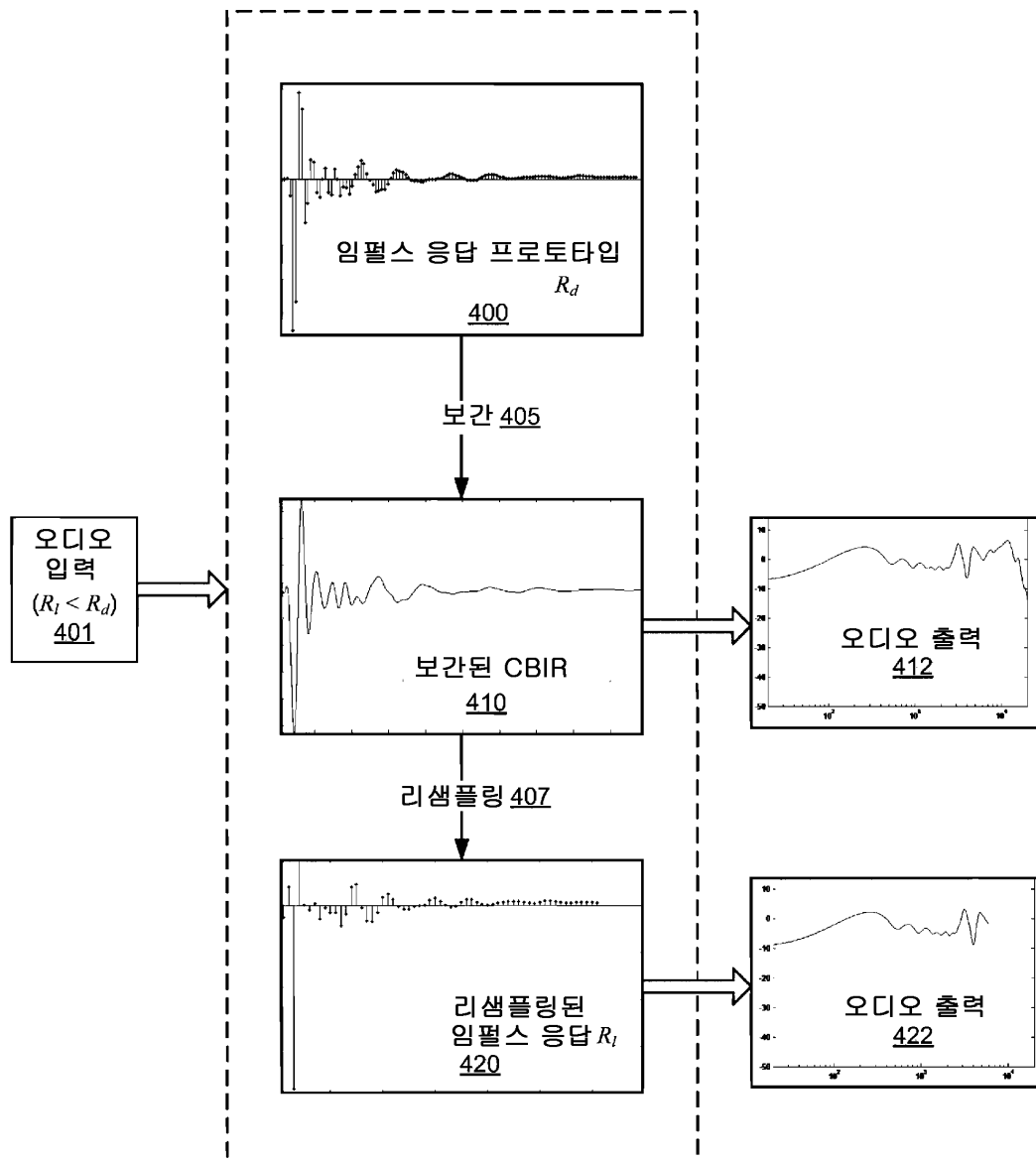
도면2



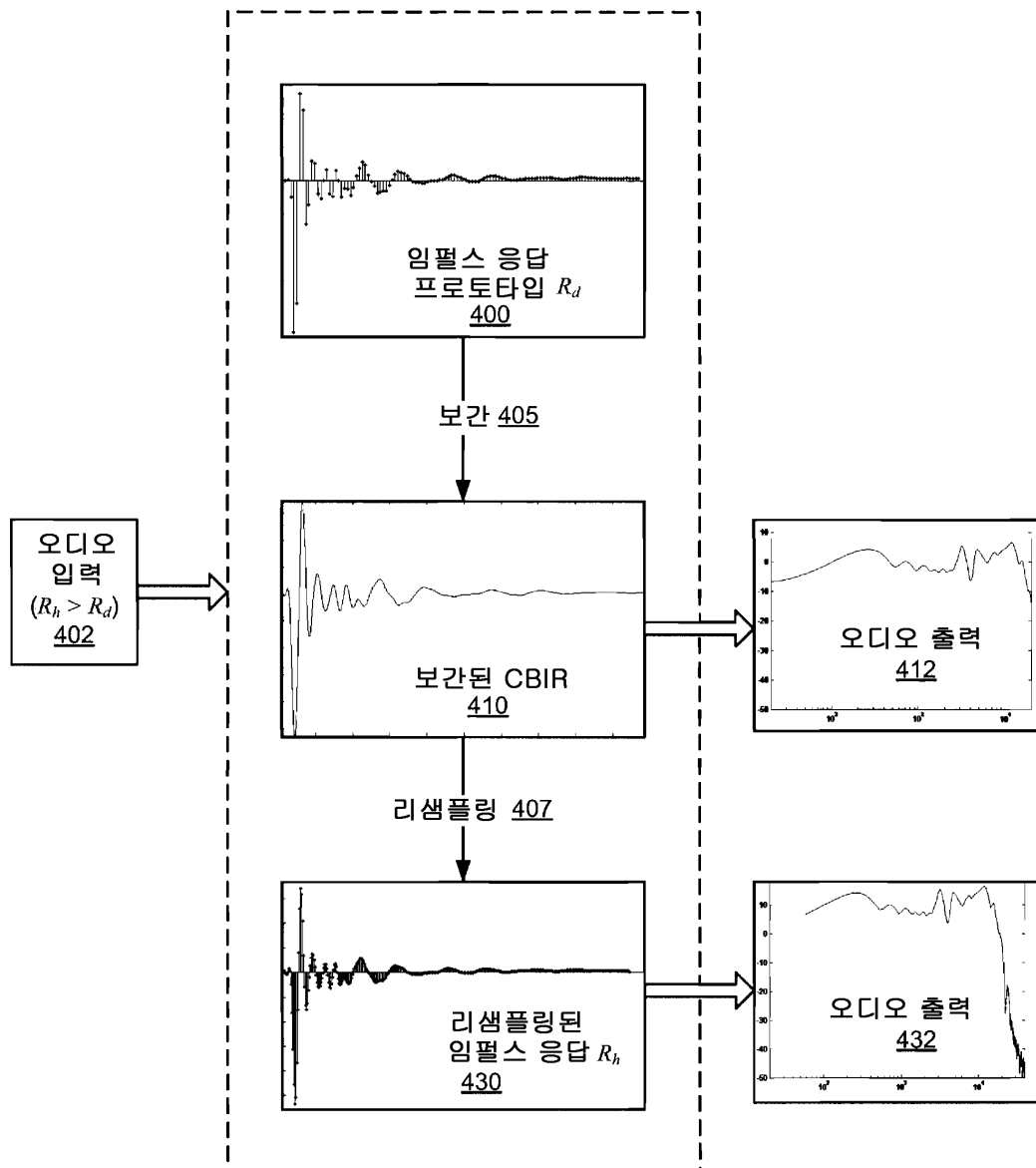
도면3



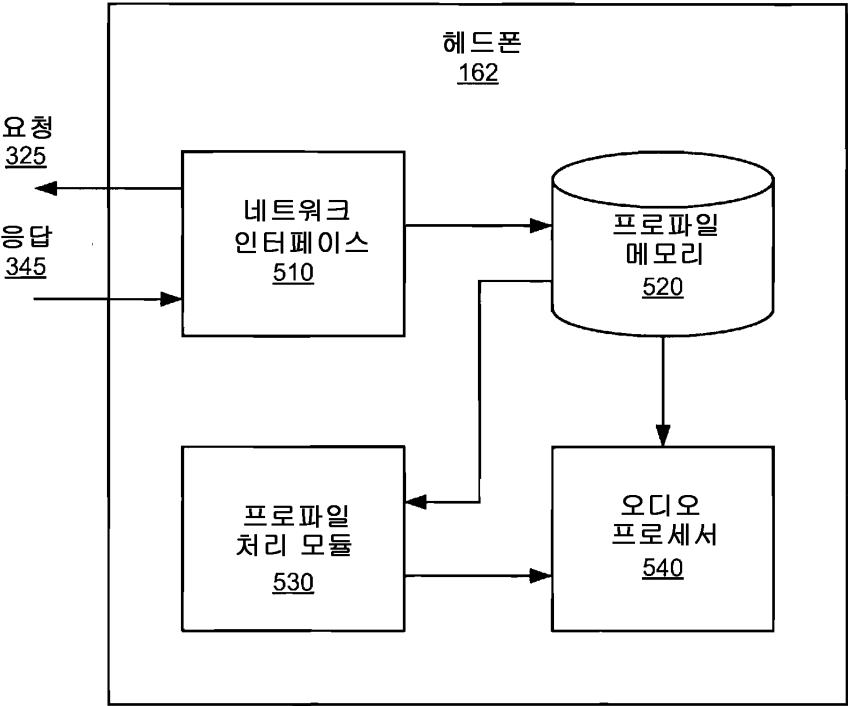
도면4a



도면4b



도면5



도면6

