



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월29일

(11) 등록번호 10-1333825

(24) 등록일자 2013년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G11B 20/10 (2006.01) **G10L 19/00** (2006.01)
 (21) 출원번호 **10-2012-0065253**
 (22) 출원일자 **2012년06월18일**
 심사청구일자 **2012년06월18일**
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020040066165 A
 KR1020070061285 A
 KR1020080015256 A
 JinHua Liu et al. 'A Hybrid Approach of DWT and DCT for rational Dither Modulation Watermarking', Circuits Syst. Signal Process(2012) 31:797-811
 기술이전 희망 : **기술양도**

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
 울산 남구 무거2동 산29
 (72) 발명자
정의필
 서울특별시 은평구 은평로 16나길 12
조상진
 울산광역시 남구 신복로71번길 12, 101-910 (무거동, 무거현대아파트)
서예진
 울산광역시 남구 신복로 62번길 6-7, 102호(무거동, 진영빌라)
 (74) 대리인
김중선

전체 청구항 수 : 총 18 항

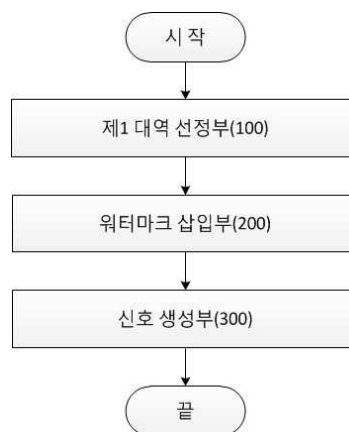
심사관 : 장진환

(54) 발명의 명칭 **오디오 워터마크 삽입장치 및 방법, 그리고, 오디오 워터마크 검출장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 오디오 워터마크 삽입장치 및 방법, 그리고, 오디오 워터마크 검출장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 주요 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하고, 상기 주파수 대역의 주파수 응답 크기에 따라 적응적인 스텝사이즈를 이용한 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 오디오 워터마크 삽입장치 및 방법, 그리고, 오디오 워터마크 검출장치 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0358

부처명 교육과학기술부

연구사업명 지역대학우수과학자지원사업

연구과제명 스펙트럼 모델링과 확률 통계를 기반한 오디오 워터마킹

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

원 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 대역 선정부;

상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM(Quantization Index Modulation) 방식으로 워터마크를 삽입하는 워터마크 삽입부; 및

상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 적용하고, 상기 제1 대역 선정부에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함하는 오디오 워터마크 삽입장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1 대역 선정부는,

원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제1 DWT 변환부; 및

상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 선정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 워터마크 삽입부는,

상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제1 IDWT 변환부;

상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제1 프레임 변환부;

상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제1 스텝 사이즈 결정부; 및

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 QIM부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 워터마크 삽입부는,

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제1 문턱값 설정부를 더 포함하고,

상기 QIM부는,

주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 신호 생성부는,

상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제1 IFFT 변환부;

상기 제1 대역 선정부에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제2 IDWT 변환부; 및

상기 제1 IFFT 변환부 및 제2 IDWT 변환부에 의해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 재구성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입장치.

청구항 6

원 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계;

상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM(Qunatization Index Modulation) 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계; 및

상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 적용하고, 상기 대역 선정 단계에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성 단계를 포함하는 오디오 워터마크 삽입방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 주파수 대역을 선정하는 단계는,

원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 및

상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 워터마크를 삽입하는 단계는,

상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계;

상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계;

상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 및

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 워터마크를 삽입하는 단계는,

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계를 더 포함하고,

상기 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계는,

주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입방법.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성 단계는,

상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계;

상기 최대 에너지 주파수 대역을 선정하는 단계에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계; 및

상기 IFFT를 적용하는 단계 및 IDWT를 적용하는 단계를 통해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 삽입방법.

청구항 11

워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 대역 선정부; 및

상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 워터마크 검출부를 포함하는 오디오 워터마크 검출장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제2 대역 선정부는,

워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제2 DWT 변환부; 및

상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 선정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출장치.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 워터마크 검출부는,

상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제3 IDWT 변환부;

상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제2 프레임 변환부;

상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제2 스텝

사이즈 결정부; 및

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 워터마크를 검출하는 검출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출장치.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 워터마크 검출부는,

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제2 문턱값 설정부를 더 포함하고,

상기 검출부는,

주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출장치.

청구항 15

워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계; 및

상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 단계를 포함하는 오디오 워터마크 검출방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 주파수 대역을 선정하는 단계는,

워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 및

상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출방법.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 워터마크를 검출하는 단계는,

상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계;

상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계;

상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 및

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 워터마크를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 워터마크를 검출하는 단계는,

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계를 더 포함하고,

상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 단계는,

주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출하는 것을 특징으로 하는 오디오 워터마크 검출방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 오디오 워터마크 삽입장치 및 방법, 그리고, 오디오 워터마크 검출장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 주요 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하고, 상기 주파수 대역의 주파수 응답 크기에 따라 적응적인 스텝사이즈를 이용한 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 오디오 워터마크 삽입장치 및 방법, 그리고, 오디오 워터마크 검출장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 인터넷과 멀티미디어 기술의 급속한 발전으로 디지털 콘텐츠(digital contents)의 제작 및 유통에 대한 사회적 요구가 증가함에 따라 콘텐츠 저작자의

[0003] 저작권 보호에 대한 요청이 날로 증가하고 있으며, 디지털 콘텐츠의 불법복제 및 유통을 방지하기 위해 멀티미디어 저작물의 저작권을 보호하기 위한 기술이 연구되고 있다.

[0004] 그 중 워터마크(watermark) 기술은 디지털 콘텐츠의 저작권 보호를 목적으로 사람의 눈이나 귀를 통해 쉽게 감지하기 어렵게 디지털 이미지, 오디오, 비디오 신호에 저작권 정보를 삽입하여 멀티미디어 데이터에 대한 소유권을 보호할 수 있으며 무분별한 데이터의 불법 복제도 방지할 수 있는 기술로 알려져 있다. 특히, 오디오 워터마킹은 압축, 샘플링 등의 신호 처리에 강인해야 하며, 동시에 인간의 청각에 들리지 않도록 오디오 품질을 유지해야 한다.

[0005] 그러나, 종래의 워터마킹 기술은 신호처리시 충분한 강인성(robustness)을 보여주지 못하였다. 이는, 워터마크를 삽입할 최상의 변환 영역(transform domain)을 선택하는데 어려움이 따르기 때문이다. 따라서, 신호 처리에 강인하며 워터마크의 삽입 및 검출이 용이한 방식이 필요하다.

[0006] 상기 문제점을 해결하기 위해 대한민국 공개특허 제 10-2011-0014871호는 오디오 신호를 주파수 도메인으로 변환하여 최대 에너지를 포함하는 주파수 대역의 피크에 워터마크를 삽입하는 방법에 대하여 개시하고 있다. 상기 발명은 최대 주파수 대역의 피크에 워터마크를 삽입함으로써, 디지털 오디오신호에 워터마크를 삽입 후에도 오디오 신호의 음질을 유지하면서 신호 처리에 강인하도록 하는 효과가 있다.

[0007] 다만, 상기 공개특허 제 10-2011-0014871호는 워터마크 검출시 원 오디오 신호가 필요한 비공개(private) 워터마킹에 대한 기술로, 원 오디오 신호의 부재시 워터마크를 검출할 수 없다는 문제점이 있었다.

[0008]

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제 10-2011-0014871호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 원 오디오 신호 없이 워터마크를 검출할 수 있는 오디오 워터마크 삽입장치 및 그 방법, 그리고, 워터마크 검출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.
- [0011] 또한, 종래에 비해 보다 신호 공격에 강인한 오디오 워터마크 삽입장치 및 그 방법, 그리고, 워터마크 검출장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 측면에 따른 오디오 워터마크 삽입장치는 원 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 대역 선정부; 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM(Quantization Index Modulation) 방식으로 워터마크를 삽입하는 워터마크 삽입부; 및 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 적용하고, 상기 제1 대역 선정부에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함한다.
- [0013] 이때, 상기 제1 대역 선정부는, 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제1 DWT 변환부; 및 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 선정부를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 워터마크 삽입부는, 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제1 IDWT 변환부; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제1 프레임 변환부; 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제1 스텝사이즈 결정부; 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 QIM부를 포함할 수 있다.
- [0015] 이때, 상기 워터마크 삽입부는, 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제1 문턱값 설정부를 더 포함하고, 상기 QIM부는, 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 신호 생성부는, 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제1 IFFT 변환부; 상기 제1 대역 선정부에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제2 IDWT 변환부; 및 상기 제1 IFFT 변환부 및 제2 IDWT 변환부에 의해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 재구성부를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 측면에 따른 오디오 워터마크 삽입방법은 원 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계; 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM(Quantization Index Modulation) 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 적용하고, 상기 대역 선정 단계에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성 단계를 포함한다.
- [0018] 이때, 상기 워터마크를 삽입할 주파수 대역을 선정하는 단계는, 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 및 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 워터마크를 삽입하는 단계는, 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계;

상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 및
상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 이때, 상기 워터마크를 삽입하는 단계는, 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계를 더 포함하고, 상기 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계는, 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성 단계는, 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계; 상기 최대 에너지 주파수 대역을 선정하는 단계에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계; 및 상기 IFFT를 적용하는 단계 및 IDWT를 적용하는 단계를 통해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 오디오 워터마크 검출장치는 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 대역 선정부; 및 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 워터마크 검출부를 포함한다.

[0023] 이때, 상기 제2 대역 선정부는, 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제2 DWT 변환부; 및 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 선정부를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 워터마크 검출부는, 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제3 IDWT 변환부; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제2 프레임 변환부; 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제2 스텝사이즈 결정부; 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 워터마크를 검출하는 검출부를 포함할 수 있다.

[0025] 이때, 상기 워터마크 검출부는, 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제2 문턱값 설정부를 더 포함하고, 상기 검출부는, 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출할 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 오디오 워터마크 검출방법은 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계; 및 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 단계를 포함한다.

[0027] 이때, 상기 워터마크를 검출할 주파수 대역을 선정하는 단계는, 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 및 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 워터마크를 검출하는 단계는, 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계; 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 워터마크를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 이때, 상기 워터마크를 검출하는 단계는, 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계를 더 포함하고, 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 단계는, 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출하는 단계는,

터마크를 검출할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입장치 및 그 방법, 그리고, 워터마크 검출장치 및 그 방법은 원 오디오 신호 없이 워터마크를 검출할 수 있다는 효과가 있다.
- [0031] 또한, 주파수 도메인으로 변환된 오디오 신호에 대해 각 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 이용한 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하여, 보다 신호 공격에 강인하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입장치를 도시한 블록도,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 대역 선정부를 도시한 블록도,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 DWT 변환부에 의해 원 오디오 신호가 다수의 주파수 대역으로 분리되는 과정을 도시한 도면,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 워터마크 삽입부를 도시한 블록도,
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 워터마크 삽입시, 워터마크의 강인성을 나타낸 지표,
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 신호 생성부를 도시한 블록도,
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입방법을 도시한 흐름도,
 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 DWT 변환에 의해 원 오디오 신호가 다수의 주파수 대역으로 분리되는 과정을 도시한 도면,
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따라 워터마크 삽입시, 워터마크의 강인성을 나타낸 지표,
 도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 검출장치를 도시한 블록도,
 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제2 대역 선정부를 도시한 블록도,
 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제2 DWT 변환부에 의해 워터마크가 삽입된 오디오 신호가 다수의 주파수 대역으로 분리되는 과정을 도시한 도면,
 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 워터마크 검출부를 도시한 블록도,
 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 검출방법을 도시한 흐름도, 및
 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 DWT 변환에 의해 워터마크가 삽입된 오디오 신호가 다수의 주파수 대역으로 분리되는 과정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0034] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0035] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함

하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0036] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입장치를 도시한 블록도이다.

[0038] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입장치는, 원 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 대역 선정부(100); 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM(Quantization Index Modulation) 방식으로 워터마크를 삽입하는 워터마크 삽입부(200); 및 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 적용하고, 상기 제1 대역 선정부(100)에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 신호 생성부(300)를 포함한다.

[0039] 제1 대역 선정부(100)는 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정한다. 이하 도 2를 통해 상세히 설명한다.

[0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 대역 선정부를 도시한 블록도이다.

[0041] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 제1 대역 선정부(100)는 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제1 DWT 변환부(110); 및 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제1 선정부(120)를 포함할 수 있다.

[0042] 제1 DWT 변환부(110)는 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 도 3에 도시된 바와 같이 원 오디오 신호를 다수의 주파수 대역으로 분리한다. 도 3의 경우, 원 오디오 신호를 6개의 주파수 대역으로 분리하였으나, 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다. 상기 DWT 변환은 신호 전체에 대한 변환을 하여 블록화 현상이 없고, 전달 함수의 특성으로 인해 주파수 정보와 위치 정보를 모두 표현가능하다는 특성이 있다. 또한, 상기 DWT는 다중 해상도 분석도 가능하게 한다. 이와 같은 특성을 갖는 DWT는 신호 처리 등의 여러 분야에 적용된다.

[0043] 제1 선정부(120)는 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정한다. 신호처리에 강인한 워터마크 삽입을 위해서는 신호의 주요 부분에 워터마크를 삽입하여, 워터마크의 제거를 시도하는 경우, 심각한 음질 저하가 발생하도록 설계하는 것이 중요하다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 제1 선정부(120)는 최대 에너지를 가지는 주파수 대역을 선정하고, 상기 선정된 주파수 대역에 워터마크를 삽입하도록 함으로써 신호 처리 공격에 강인한 워터마킹 장치를 제공한다. 또 다른 실시예로서는 어느 두 주파수 대역의 에너지 크기가 동일하거나 크기 비교가 어려운 경우, 상기 두 주파수 대역 중 피치를 포함하는 주파수 대역을 워터마크 삽입 대역으로 선정할 수 있다.

[0044] 워터마크 삽입부(200)는 상기 제1 대역 선정부(100)에 의해 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT 및 FFT를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입한다. 이하 도 4를 통해 상세히 설명한다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 워터마크 삽입부를 도시한 블록도이다.

[0046] 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 워터마크 삽입부(200)는 상기 선정된 대역

의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제1 IDWT 변환부(210); 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제1 프레임 변환부(220); 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제1 스텝사이즈 결정부(230); 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제1 문턱값 설정부(235); 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 QIM부(240)를 포함할 수 있다.

[0047] 제1 IDWT 변환부(210)는 워터마크를 삽입할 주파수 대역으로 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성한다. 보다 상세하게는, 상기 선정된 주파수 대역에 워터마크를 삽입하기 전에 상기 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다.

[0048] 제1 프레임 변환부(220)는 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환한다. 본 발명은 주파수 도메인에서 QIM 방식을 적용하여 워터마크하는 오디오 워터마크 삽입장치에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 일 실시예에서 상기 제1 프레임 변환부(220)는 공간 도메인으로 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인에서 워터마크를 삽입할 수 있도록 한다.

[0049] 또한, 상기 제1 프레임 변환부(220)는 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다. 본 발명은 상기 분리된 프레임 각각의 샘플에 워터마크 한(1) 비트를 삽입하는 오디오 워터마크 삽입장치에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제1 프레임 변환부(220)는 사각 윈도우를 이용하여 오버랩 없이 M(M은 자연수)개의 샘플을 포함하는 프레임 단위로 분리할 수 있다.

[0050] 제1 스텝사이즈 결정부(230)는 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 상기 분리된 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 결정한다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 제1 스텝사이즈 결정부(230)는 하기 수학적 식 1을 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정할 수 있다.

수학적 식 1

$$\Delta_k = \left\lfloor \frac{\max(|X_k|)}{\Delta_T} \right\rfloor$$

[0051]

[0052] (Δ_k 는 k번째 프레임의 스텝사이즈, X_k 는 k번째 프레임의 주파수 응답 크기, Δ_T 는 신호 전체에 대해 고정된 파라미터)

[0053] QIM 방식을 이용하여 워터마크를 삽입할 때, 양자화 스텝사이즈를 크게 하면 워터마크된 신호의 음질이 저하되고, 반대로 스텝사이즈를 작게 하면 워터마크의 강인성이 낮아지게 된다. 즉, 적절한 양자화 스텝사이즈를 결정하는 것이 필요하다. 다만, QIM 방식을 이용한 워터마크 삽입 방법의 특성상, 각 프레임에 적절한 양자화 스텝사이즈는 각 프레임의 주파수 응답 크기에 따라 상이하다. 예를 들면, 주파수 응답 크기가 상대적으로 큰 프레임의 경우, 다른 프레임보다 큰 스텝사이즈를 적용하여 워터마크를 삽입하여도 신호의 음질이 크게 저하되지 않는다. 그러므로 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제1 스텝사이즈 결정부(230)는 각 프레임의 최대 주파수 응답 크기에 따라 적응적인 스텝사이즈를 결정할 수 있다. 이때, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제1 스텝사이즈 결정부(230)는 상기 수학적 식 1을 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정할 수 있다.

[0054] 상기 수학적 식 1의 고정된 파라미터(Δ_T)는 각 프레임 별 스텝사이즈의 크기를 조절하는 값으로, 원 오디오 신호의 특성에 따라 상기 고정된 파라미터(Δ_T)의 크기는 변경될 수 있다. 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 고정된 파라미터(Δ_T)값으로 10을 적용하였다. 이에 대한 워터마크 강인성 정도는 이하 도 5를 통해 상세히 설명

한다.

[0055] 제1 문턱값 설정부(235)는 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정할 수 있다. 본 발명의 QIM부(240)는 $m \in \{0, 1\}$ 에 대응되는 각각의 양자화기를 이용한 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는데, 이때 특정 주파수 응답 크기 미만의 신호 샘플은 QIM 방식의 워터마크 삽입 방식에 의해 음수로 양자화될 수 있다.

[0056] 크기 값 및 위상 값을 갖는 주파수 도메인의 신호에 있어서, 상기 크기 값은 항상 양수 값을 가져야 하므로, 신호 문턱값을 설정하여 상기 크기값이 음수화 되는 것을 방지할 수 있다. 보다 상세하게는, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제1 문턱값 설정부(235)는 상기 각 프레임별로 일정 크기의 신호 문턱값을 설정하여 이후 QIM부(240)를 통해 워터마크 삽입시, 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하여 주파수 크기 값이 음수로 양자화되는 현상을 방지할 수 있다. 이하 QIM부(240)를 통해 상세히 설명한다.

[0057] 이때, 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 $\frac{\Delta_k}{2}$ 으로 설정하였다. 이에 대한 워터마크 강인성 정도는 이하 도 5를 통해 상세히 설명한다.

[0058] QIM부(240)는 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입한다. 상기 QIM부(240)가 QIM 방식을 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법은 아래와 같다.

[0059] 먼저, 상기 QIM부(240)는 각 프레임별 샘플에 한 비트의 워터마크 $m \in \{0, 1\}$ 을 삽입하기 위해, $[-\frac{\Delta_k}{2}, \frac{\Delta_k}{2}]$ 에 걸친 의사랜덤 균일 분포를 가지는 디더 벡터 $d[k, 0]$ 를 만든다. 이어서 상기 QIM부(240)는 하기 수학식 2를 이용하여 디더 벡터 $d[k, 1]$ 를 만든다.

수학식 2

[0060]
$$d[k, 1] = \begin{cases} d[k, 0] + \frac{\Delta_k}{2}, & d[k, 0] < 0 \\ d[k, 0] - \frac{\Delta_k}{2}, & d[k, 0] \geq 0 \end{cases}, k = 1, \dots, K$$

[0061] 워터마크 $m \in \{0, 1\}$ 에 대한 상기 디더 벡터 $d(m)$ 을 이용하여 신호를 양자화시키는 방법으로 하기 수학식 3과 같이 워터마크가 삽입된 신호 $s(x; m)$ 를 만든다. 이때, 상기 QIM부(240)는 상기 제1 스텝사이즈 결정부(230)로부터 결정된 각 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 이용하여 워터마크를 삽입한다.

수학식 3

[0062]
$$s(x; m) = q(x + d(m)) - d(m)$$

[0063] ($q(\cdot)$ 는 스텝사이즈가 Δ_k 인 균일 스칼라 양자화기)

[0064] 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 QIM부(240)는 상기 각 프레임별 샘플의 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입할 수 있다. 앞에서 상술한 바와 같이, 신호의 주파수 응답 크기가 QIM 방식의 양자화를 통해 음수가 되면 안 되므로, 각 프레임의 신호 문턱값 이상의 크기 값을 갖는 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하여 신호의 주파수 응답 크기 값이 음수로 양자화되는 현상을 방지

할 수 있다.

[0065] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 워터마크 삽입시, 워터마크의 강인성을 나타낸 지표이다. 보다 상세하게는, 상기 수학식 1을 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하고(이때, 고정된 파라미터(Δ_T)는 10의 값을 갖는

다.), 상기 각 프레임의 신호 문턱값이 $\frac{\Delta_k}{2}$ 일 때의 워터마크 강인성을 나타낸 지표이다.

[0066] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에 따라 삽입된 워터마크는 대부분의 신호 공격에 대해 약 5% 이하의 BER을 보여 공격에 강인함을 확인할 수 있다.

[0067] 신호 생성부(300)는 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하고, 상기 제1 대역 선정부(100)에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성한다. 이하 도 6를 통해 상세히 설명한다.

[0068] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 신호 생성부를 도시한 블록도이다.

[0069] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 신호 생성부(300)는 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제1 IFFT 변환부(310); 상기 제1 대역 선정부(100)에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 제2 IDWT 변환부(320); 및 상기 제1 IFFT 변환부(310) 및 제2 IDWT 변환부(320)에 의해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 재구성부(330)를 포함할 수 있다.

[0070] 제1 IFFT 변환부(310)는 워터마크가 삽입된 프레임의 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다. 또한, 제2 IDWT 변환부(320)는 상기 제1 대역 선정부(100)에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다.

[0071] 이후, 재구성부(330)는 상기 제1 IFFT 변환부(310) 및 제2 IDWT 변환부(320)에 의해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성한다. 보다 상세하게는, 워터마크가 삽입된 주파수 도메인의 신호에는 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하고, 상기 제1 DWT 변환부(110)에 의해 DWT 변환되고 워터마크가 삽입되지 않은 신호에 대해서는 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다. 이와 같이 공간 도메인의 신호로 재구성된 각 신호를 이용하여 상기 재구성부(330)는 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성한다.

[0072] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입방법을 도시한 흐름도이다.

[0073] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에 따른 오디오 워터마크 삽입방법은, 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계; 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계; 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계; 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는 단계; 상기 워터마크가 삽입된 프레임 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계; 워터마크를 삽입할 주파수 대역으로 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하는 단계; 및 상기 IFFT를 적용하는 단계 및 IDWT를 적용하는 단계를 통해 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성하는 단계를 포함한다.

[0074] 원 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리한다(S110). 이때, 도 8에 도시된 바와 같이 원 오디오 신호를 다수의 주파수 대역으로 분리한다. 도 8의 경우, 원 오디오 신호를 6개의 주파수 대역으로 분리하였으나, 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다. 상기 DWT 변환은 신호 전체에 대한 변환을 하여 블록화 현상이 없고, 전달 함수의 특성으로 인해 주파수 정보와 위치 정보를 모두 표현가능하다는 특성이 있다. 또한, 상기 DWT는 다중 해상도 분석도 가능하게 한다. 이와 같은 특성을 갖는 DWT는 신호 처리 등의 여러 분야에 적용된다.

[0075] 상기 S110 단계에서 분리된 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정한다(S120). 신호처리에 강인한 워터마크 삽입을 위해서는 신호의 주요 부분에 워터마크를 삽입하여, 워터마크의 제거를 시도하는 경우, 심각한 음질 저하가 발생하도록 설계하는 것이 중요하다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서는 상기 S120 단계에서 최대 에너지를 가지는 주파수 대역을 선정하고, 상기 선정된 주파수 대역에 워터마크를 삽입하도록 함으로써 신호 처리 공격에 강인한 워터마크킹 방법을 제공한다. 또 다른 실시예로서는 어느 두 주파수 대역의 에너지 크기가 동일하거나 크기 비교가 어려운 경우, 상기 두 주파수 대역 중 피치를 포함하는 주파수 대역을 워터마크 삽입 대역으로 선정할 수 있다.

[0076] 상기 S120 단계에서 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성한다(S130). 보다 상세하게는, 상기 선정된 주파수 대역에 워터마크를 삽입하기 전에 상기 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다.

[0077] 상기 S130 단계에서 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다(S140).

[0078] 본 발명은 주파수 도메인에서 QIM 방식을 적용하여 워터마크킹하는 오디오 워터마크 삽입방법에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 일 실시예에서는 상기 S130 단계에서 재구성된 공간 도메인의 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환함으로써 주파수 도메인에서 워터마크를 삽입할 수 있도록 한다.

[0079] 또한, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다. 본 발명은 상기 분리된 프레임 각각의 샘플에 워터마크 한(1) 비트를 삽입하는 오디오 워터마크 삽입방법에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 S140 단계는 사각 윈도우를 이용하여 오버랩 없이 M(M은 자연수) 개의 샘플을 포함하는 프레임 단위로 분리할 수 있다.

[0080] 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 상기 S140 단계에서 분리된 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 결정한다(S150). 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 S150 단계는 하기 수학적 4를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정할 수 있다.

수학적 4

$$\Delta_k = \left\lfloor \frac{\max(|X_k|)}{\Delta_T} \right\rfloor$$

[0081]

[0082] (Δ_k 는 k번째 프레임의 스텝사이즈, X_k 는 k번째 프레임의 주파수 응답 크기, Δ_T 는 신호 전체에 대해 고정된 파라미터)

[0083] QIM 방식을 이용하여 워터마크를 삽입할 때, 양자화 스텝사이즈를 크게 하면 워터마크킹된 신호의 음질이 저하되고, 반대로 스텝사이즈를 작게 하면 워터마크의 강인성이 낮아지게 된다. 즉, 적절한 양자화 스텝사이즈를 결정하는 것이 필요하다. 다만, QIM 방식을 이용한 워터마크 삽입 방법의 특성상, 각 프레임에 적절한 양자화 스텝

사이즈는 각 프레임의 주파수 응답 크기에 따라 상이하다. 예를 들면, 주파수 응답 크기가 상대적으로 큰 프레임의 경우, 다른 프레임보다 큰 스텝사이즈를 적용하여 워터마크를 삽입하여도 신호의 음질이 크게 저하되지 않는다. 그러므로 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 S150 단계를 통해 각 프레임의 최대 주파수 응답 크기에 따라 적응적인 스텝사이즈를 결정할 수 있다. 이때, 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 수학식 4를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정할 수 있다.

[0084] 상기 수학식 4의 고정된 파라미터(Δ_I)는 각 프레임 별 스텝사이즈의 크기를 조절하는 값으로, 원 오디오 신호의 특성에 따라 상기 고정된 파라미터(Δ_I)의 크기는 변경될 수 있다. 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 고정된 파라미터(Δ_I) 값으로 10을 적용하였다. 이에 대한 워터마크 강인성 정도는 이하 도 9를 통해 상세히 설명한다.

[0085] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정할 수 있다(S160). 본 발명의 다른 실시예에 따른 워터마크 삽입 방법은 $m=\{0,1\}$ 에 대응되는 각각의 양자화기를 이용한 QIM 방식으로 워터마크를 삽입하는데, 이때 특정 주파수 응답 크기 미만의 신호 샘플은 상기 QIM 방식의 워터마크 삽입 방식에 의해 음수로 양자화될 수 있다.

[0086] 크기 값 및 위상 값을 갖는 주파수 도메인의 신호에 있어서 상기 크기 값은 항상 양수 값을 가져야 하므로, 상기 신호 문턱값을 설정함으로써, 상기 크기 값이 음수화 되는 것을 방지할 수 있다. 보다 상세하게는, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 각 프레임별로 일정 크기의 신호 문턱값을 설정하여 이후 워터마크 삽입시, 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 심플에 대해서만 워터마크를 삽입하여 주파수 크기 값이 음수로 양자화되는 현상을 방지할 수 있다. 상세한 설명은 워터마크 삽입 단계에서 상세히 설명한다.

[0087] 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 $\frac{\Delta_k}{2}$ 으로 설정하였다. 이에 대한 워터마크 강인성 정도는 이하 도 9를 통해 상세히 설명한다.

[0088] 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임별 샘플에 QIM 방식으로 워터마크를 삽입한다(S170). 상기 S170 단계에서 QIM 방식을 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법은 아래와 같다.

[0089] 먼저, 한 비트의 워터마크 $m \in \{0,1\}$ 을 삽입하기 위해, $[-\frac{\Delta_k}{2}, \frac{\Delta_k}{2}]$ 에 걸친 의사랜덤 균일 분포를 가지는 디더 벡터 $d[k,0]$ 를 만든다. 이어서 하기 수학식 5를 이용하여 디더 벡터 $d[k,1]$ 를 만든다.

수학식 5

$$d[k,1] = \begin{cases} d[k,0] + \frac{\Delta_k}{2}, d[k,0] < 0 \\ d[k,0] - \frac{\Delta_k}{2}, d[k,0] \geq 0 \end{cases}, k = 1, \dots, K$$

[0091] 워터마크 $m \in \{0,1\}$ 에 대한 상기 디더 벡터 $d(m)$ 을 이용하여 신호를 양자화시키는 방법으로 하기 수학식 6과 같이 워터마크가 삽입된 신호 $s(x;m)$ 를 만든다. 이때, 상기 S160 단계에서 결정된 각 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 이용하여 워터마크를 삽입한다.

수학식 6

$$s(x;m) = q(x + d(m)) - d(m)$$

($q(\cdot)$)는 스텝사이즈가 Δ_k 인 균일 스칼라 양자화기)

본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 각 프레임별 샘플의 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입할 수 있다. 앞에서 상술한 바와 같이, 신호의 주파수 응답 크기가 QIM 방식의 양자화를 통해 음수가 되면 안 되므로, 각 프레임의 신호 문턱값 이상의 크기 값을 갖는 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하여 신호의 주파수 응답 크기 값이 음수로 양자화되는 현상을 방지할 수 있다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 워터마크 삽입시, 워터마크의 강인성을 나타낸 지표이다. 보다 상세하게는, 상기 수학식 4을 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하고(이때, 고정된 파라미터(Δ_k)는 10의 값을 갖는다.), 상기 각 프레임의 신호 문턱값이 $\frac{\Delta_k}{2}$ 일 때의 워터마크 강인성을 나타낸 지표이다.

도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에 따라 삽입된 워터마크는 대부분의 신호 공격에 대해 약 5% 이하의 BER을 보여 공격에 강인함을 확인할 수 있다.

상기 S170 단계에서 워터마크가 삽입된 프레임의 신호에 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다(S180). 또한, 상기 S120 단계에서 선정되지 않은 주파수 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다(S190).

이후, 상기 S180 및 S190 단계에서 재구성된 신호들을 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성한다(S200). 보다 상세하게는, 워터마크가 삽입된 주파수 도메인의 신호에는 IFFT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성하고, 상기 S110 단계에서 DWT 변환되고 워터마크가 삽입되지 않은 신호에 대해서는 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다. 이와 같이 공간 도메인의 신호로 재구성된 각 신호를 이용하여 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 생성한다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 검출장치를 도시한 블록도이다.

도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 오디오 워터마크 검출장치는 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 대역 선정부(400); 및 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT(Inverse Discrete Wavelet Transform) 및 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출하는 워터마크 검출부(500)를 포함한다.

제2 대역 선정부(400)는 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 분리되는 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정한다. 이하 도 11을 통해 상세히 설명한다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제2 대역 선정부를 도시한 블록도이다.

도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 제2 대역 선정부(400)는 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 제2 DWT 변환부(410); 및 상기 다수의 주

파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 제2 선정부(420)를 포함할 수 있다.

- [0104] 제2 DWT 변환부(410)는 위터마킹된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 도 12에 도시된 바와 같이 위터마킹된 오디오 신호를 다수의 주파수 대역으로 분리한다. 도 12의 경우, 위터마킹된 오디오 신호를 6개의 주파수 대역으로 분리하였으나, 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다. 상기 DWT 변환은 신호 전체에 대한 변환을 하여 블록화 현상이 없고, 전달 함수의 특성으로 인해 주파수 정보와 위치 정보를 모두 표현가능하다는 특성이 있다. 또한, 상기 DWT는 다중 해상도 분석도 가능하게 한다. 이와 같은 특성을 갖는 DWT는 신호 처리 등의 여러 분야에 적용된다.
- [0105] 제2 선정부(420)는 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정한다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 신호처리에 강인한 위터마킹을 위해 최대 에너지를 가지는 주파수 대역에 위터마크를 삽입하였으므로, 이에 대응하여 최대 에너지를 가지는 주파수 대역을 위터마크 검출 대역으로 선정할 수 있다.
- [0106] 위터마크 검출부(500)는 상기 선정된 주파수 대역 신호에 대해 IDWT 및 FFT를 적용하여 생성된 주파수 대역의 신호를 다수의 프레임으로 분리하고, 각 프레임별 샘플에 유클리디안 거리를 이용하여 위터마크를 검출한다. 이하 도 13을 통해 상세히 설명한다.
- [0107] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 위터마크 검출부를 도시한 블록도이다.
- [0108] 도 13에 도시된 바와 같이 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 위터마크 검출부(500)는 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 제3 IDWT 변환부(510); 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 제2 프레임 변환부(520); 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 제2 스텝사이즈 결정부(530); 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 제2 문턱값 설정부(535); 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 위터마크를 검출하는 검출부(540)를 포함할 수 있다.
- [0109] 제3 IDWT 변환부(510)는 상기 선정된 대역 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성한다. 보다 상세하게는, 상기 선정된 주파수 대역에 대해 위터마크를 검출하기 전에 상기 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다.
- [0110] 제2 프레임 변환부(520)는 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환한다. 본 발명은 주파수 도메인에서 QIM 방식으로 삽입된 위터마크를 검출하는 장치에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 일 실시예에서 상기 제2 프레임 변환부(520)는 공간 도메인으로 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환함으로써, 주파수 도메인에서 위터마크를 검출할 수 있도록 한다.
- [0111] 또한, 상기 제2 프레임 변환부(520)는 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다. 본 발명은 상기 분리된 프레임 각각의 샘플에 위터마크 한(1) 비트를 삽입하는 위터마크 삽입장치 및 상기 삽입된 위터마크를 검출하는 위터마크 검출장치에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제2 프레임 변환부(520)는 사각 윈도우를 이용하여 오버랩 없이 M (M 은 자연수) 개의 샘플을 포함하는 프레임 단위로 분리할 수 있다.
- [0112] 제2 스텝사이즈 결정부(530)는 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 상기 분리된 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 결정한다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 제2 스텝사이즈 결정부(530)는 하기 수학적 식 7을 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정할 수 있다.

수학식 7

$$\Delta_k = \left\lfloor \frac{\max(|X_k|)}{\Delta_T} \right\rfloor$$

[0113]

[0114] (Δ_k 는 k번째 프레임의 스텝사이즈, X_k 는 k번째 프레임의 주파수 응답 크기, Δ_T 는 신호 전체에 대해 고정된 파라미터)

[0115] 상기 수학식 7의 고정된 파라미터(Δ_T)는 각 프레임별 스텝사이즈의 크기를 조절하는 값으로, 오디오 워터마크 검출장치의 환경 정보 또는 워터마크가 삽입된 신호의 특성에 따라 상기 고정된 파라미터(Δ_T)의 크기는 변경될 수 있다. 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 고정된 파라미터(Δ_T) 값으로 10을 적용하였으나, 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다.

[0116] 제2 문턱값 설정부(535)는 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정할 수 있다. 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제2 문턱값 설정부(535)는 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 오디오 워터마크 검출장치에 대응되는 오디오 워터마크 삽입장치의 제1 문턱값 설정부(235)의 각 프레임별 신호 문턱값과 동일하게 할 수 있다. 워터마크 삽입시 주파수 응답 크기가 일정 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하므로, 이에 대응하여 상기 제2 문턱값 설정부(535)는 주파수 응답 크기가 일정 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출하도록 할 수 있다.

[0117] 검출부(540)는 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출한다. 보다 상세하게는, 하기 수학식 8과 같이, 워터마크가 삽입된 신호 및 상기 신호에 디터 벡터 d(m)을 이용하여 양자화된 신호의 차이 값이 최소값이 되도록 하는 워터마크 값을 판단하는 방법을 통해 워터마크를 검출한다.

수학식 8

$$\hat{m}(y) = \operatorname{argmin} \|y - s(y; m)\|$$

[0118]

[0119] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 한 비트의 워터마크 $m \in \{0, 1\}$ 가 신호 문턱값 이상의 주파수 응답 크기를 갖는 샘플에만 삽입되므로, 상기 검출부(540)는 상기 각 프레임별 샘플의 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출할 수 있다.

[0120] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 오디오 워터마크 검출방법을 도시한 흐름도이다.

[0121] 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 오디오 워터마크 검출방법은 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 다수의 주파수 대역으로 분리하는 단계; 상기 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 갖는 주파수 대역을 선정하는 단계; 상기 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성하는 단계; 상기 재구성된 신호에 FFT를 적용하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리하는 단계; 상기 분리된 프레임의 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정하는 단계; 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정하는 단계; 및 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여, 워터마크를 검출하는 단계를 포함한다.

[0122] 워터마크가 삽입된 오디오 신호에 DWT를 적용하여 도 15에 도시된 바와 같이 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 다수의 주파수 대역으로 분리한다(S510). 도 15의 경우, 워터마크가 삽입된 오디오 신호를 6개의 주파수 대역으로

로 분리하였으나, 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다. 상기 DWT 변환은 신호 전체에 대한 변환을 하여 블록화 현상이 없고, 전달 함수의 특성으로 인해 주파수 정보와 위치 정보를 모두 표현가능하다는 특성이 있다. 또한, 상기 DWT는 다중 해상도 분석도 가능하게 한다. 이와 같은 특성을 갖는 DWT는 신호 처리 등의 여러 분야에 적용된다.

[0123] 상기 S510 단계에서 분리된 다수의 주파수 대역 중 최대 에너지를 가지는 주파수 대역을 워터마크 검출 대역으로 선정한다(S520). 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 신호처리에 강인한 워터마킹을 위해 최대 에너지를 가지는 주파수 대역에 워터마크를 삽입하였으므로, 이에 대응하여 최대 에너지를 가지는 주파수 대역을 워터마크 검출 대역으로 선정할 수 있다.

[0124] 상기 S520 단계에서 선정된 대역의 신호에 IDWT를 적용하여 상기 대역 신호를 재구성한다(S530). 보다 상세하게는, 상기 선정된 주파수 대역에 대해 워터마크를 검출하기 전에 상기 신호에 IDWT를 적용하여 공간 도메인의 신호로 재구성한다.

[0125] 상기 S530 단계에서 재구성된 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환하고, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다(S540).

[0126] 본 발명은 주파수 도메인에서 QIM 방식으로 삽입된 워터마크를 검출하는 방법에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 일 실시예에서 상기 S530 단계에서 재구성된 공간 도메인의 신호에 FFT를 적용하여 주파수 도메인의 신호로 변환함으로써, 주파수 도메인에서 워터마크를 검출할 수 있도록 한다.

[0127] 또한, 상기 FFT 변환된 신호를 다수의 프레임으로 분리한다. 본 발명은 상기 분리된 프레임 각각의 샘플에 워터마크 한(1) 비트를 삽입하는 워터마크 삽입방법 및 상기 삽입된 워터마크를 검출하는 워터마크 검출방법에 관한 것으로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서는 상기 S540 단계에서 사각 윈도우를 이용하여 오버랩 없이 M(M은 자연수) 개의 샘플을 포함하는 프레임 단위로 분리한다.

[0128] 각 프레임의 주파수 응답 크기를 이용하여 상기 S540 단계에서 분리된 프레임별로 적응적인 스텝사이즈를 결정한다(S550). 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 S550 단계는 하기 수학적 9를 이용하여 각 프레임별 스텝사이즈를 결정한다.

수학적 9

$$\Delta_k = \left\lfloor \frac{\max(|X_k|)}{\Delta_T} \right\rfloor$$

[0129]

(Δ_k 는 k번째 프레임의 스텝사이즈, X_k 는 k번째 프레임의 주파수 응답 크기, Δ_T 는 신호 전체에 대해 고정된 파라미터)

[0130]

[0131] 상기 수학적 9의 고정된 파라미터(Δ_T)는 각 프레임별 스텝사이즈의 크기를 조절하는 값으로, 오디오 워터마크 검출장치의 환경 정보 또는 워터마크가 삽입된 신호의 특성에 따라 상기 고정된 파라미터(Δ_T)의 크기는 변경될 수 있다. 본 발명에 대한 일 실시예에서는 상기 고정된 파라미터(Δ_T) 값으로 10을 적용하였으나 이는 일 실시예로 본 발명은 이에 국한되지 않는다.

[0132]

[0132] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈를 이용하여 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 설정할 수 있다(S560). 이때, 상기 각 프레임의 신호 문턱값을 오디오 워터마크 검출방법에 대응되는 오

디오 워터마크 삽입방법의 각 프레임별 신호 문턱값과 동일하게 할 수 있다. 워터마크 삽입시 주파수 응답 크기가 일정 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 삽입하므로, 이에 대응하여 주파수 응답 크기가 일정 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출하도록 할 수 있다.

[0133] 상기 각 프레임에 대응되는 스텝사이즈 및 유클리디안 거리를 이용하여 워터마크를 검출한다(S570). 보다 상세하게는, 하기 수학식 10과 같이, 워터마크가 삽입된 신호 및 상기 신호에 디터 벡터 $d(m)$ 을 이용하여 양자화된 신호의 차이 값이 최소값이 되도록 하는 워터마크 값을 판단하는 방법을 통해 워터마크를 검출한다.

수학식 10

[0134] $\hat{m}(y) = \operatorname{argmin} \|y - s(y; m)\|$

[0135] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 한 비트의 워터마크 $m \in \{0, 1\}$ 가 신호 문턱값 이상의 주파수 응답 크기를 갖는 샘플에만 삽입되므로, 상기 S570 단계에서 상기 각 프레임별 샘플의 주파수 응답 크기가 각 프레임의 신호 문턱값 이상인 샘플에 대해서만 워터마크를 검출할 수 있다.

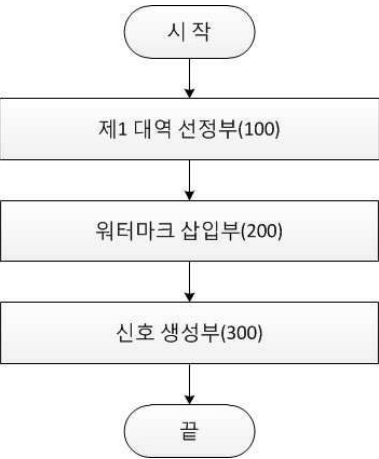
[0136] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

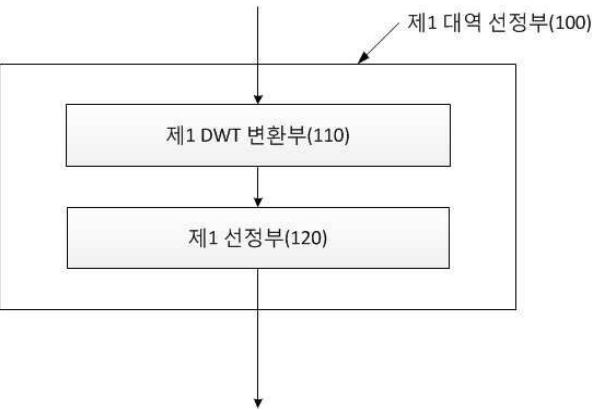
[0137]	100: 제1 대역 선정부	110: 제1 DWT 변환부
	120: 제1 선정부	
	200: 워터마크 삽입부	210: 제1 IDWT 변환부
	220: 제1 프레임 변환부	230: 제1 스텝사이즈 결정부
	235: 제1 문턱값 설정부	240: QIM부
	300: 신호 생성부	310: 제1 IFFT 변환부
	320: 제2 IDWT 변환부	330: 재구성부
	400: 제2 대역 선정부	410: 제2 DWT 변환부
	420: 제2 선정부	
	500: 워터마크 검출부	510: 제3 IDWT 변환부
	520: 제2 프레임 변환부	530: 제2 스텝사이즈 결정부
	535: 제2 문턱값 설정부	540: 검출부

도면

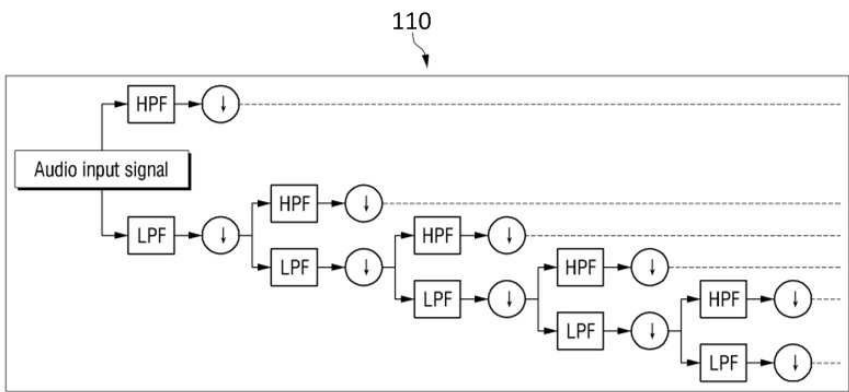
도면1



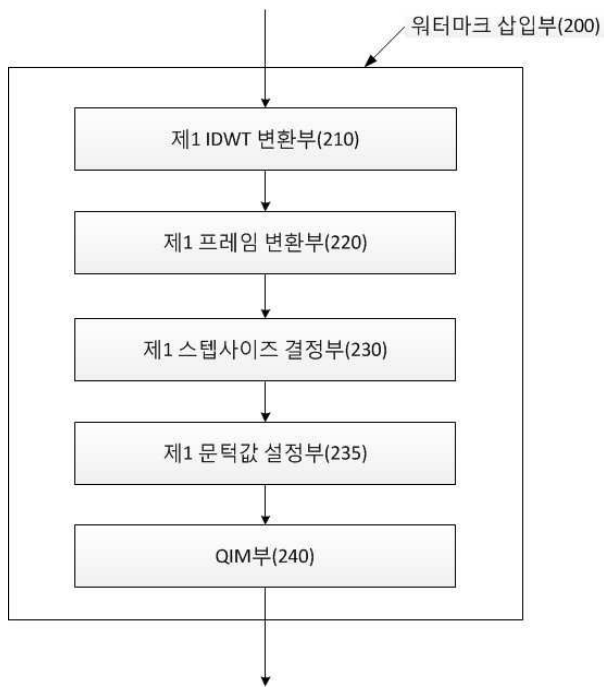
도면2



도면3



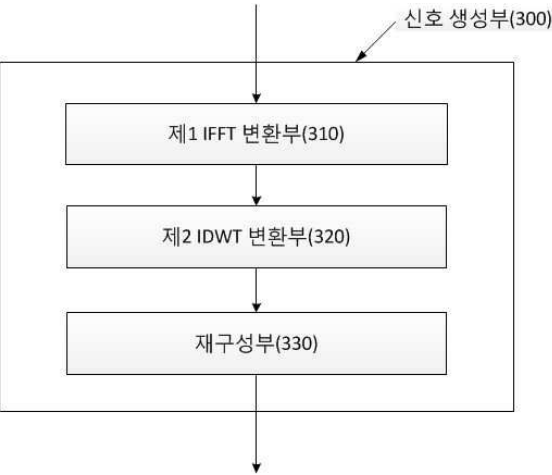
도면4



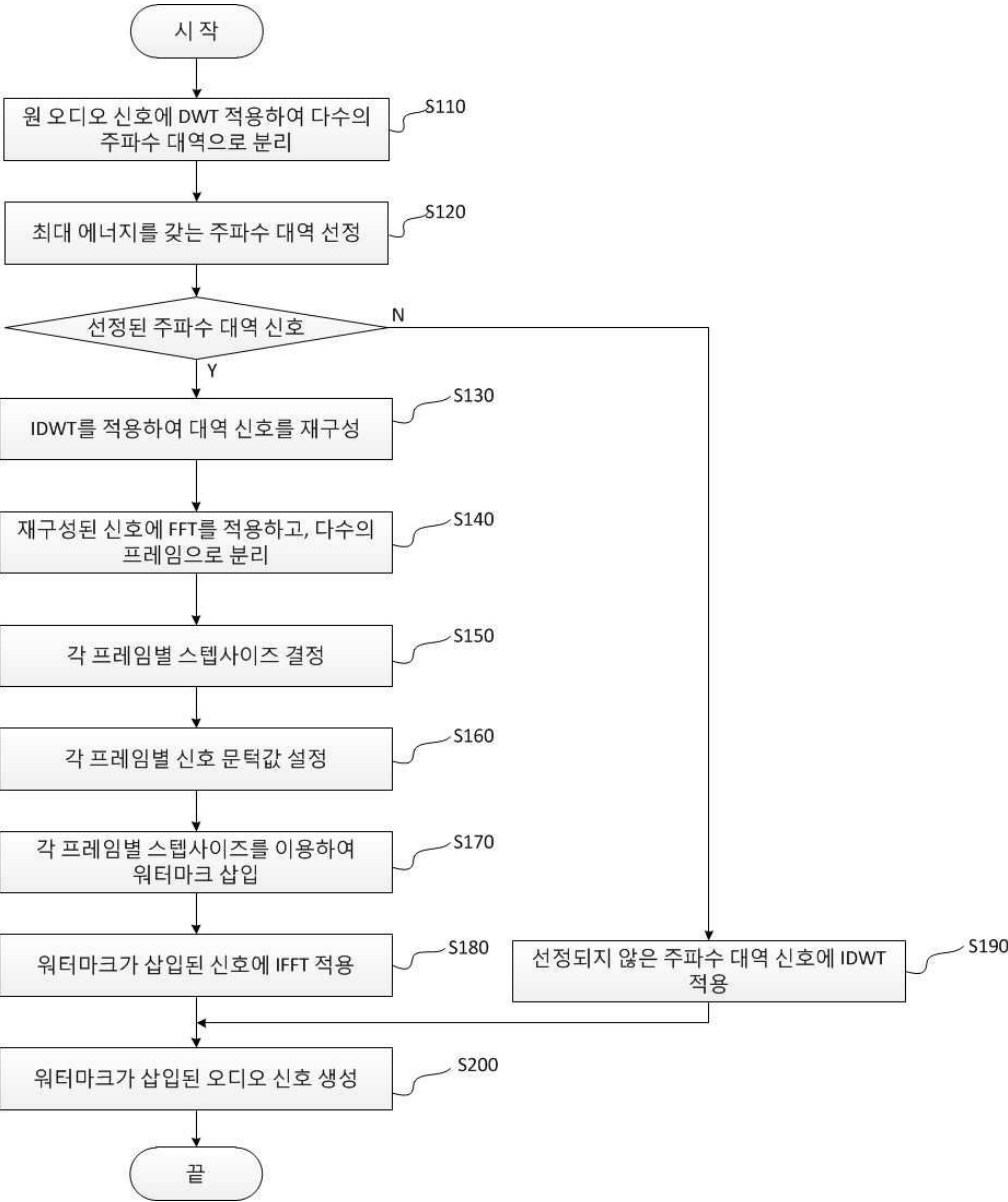
도면5

공격 종류	Proposed Method					QIM Method-Time domain				
	Classic1	Classic	Voice	Guitar	Piano	Classic1	Classic	Voice	Guitar	Piano
Nothing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFT_Invert	0	0	0	0	0	50.42	45.19	43.39	50.24	52.81
PFT_RealReverse	46.11	36.54	32.08	39.22	40.85	11.26	16.34	14.15	19.02	9.85
Invert	0	0	0	0	0	50.01	48.07	61.31	56.09	43.66
LPP	0	0	0	0	0	5.82	27.40	7.54	4.87	20.42
LSBZero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normalize	0	0	0	0	0	40.68	35.09	27.35	51.21	38.02
Crop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BPF	1.69	0.00	3.77	1.96	0.00	48.85	49.51	48.11	50.24	47.88
Codecs	4.62	4.54	7.55	0	0	41.38	45.67	35.84	52.19	52.81
Echo	40.20	29.81	30.19	32.35	29.58	48.79	46.15	50.94	51.21	51.40
Resampling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amplitude Compression	0	0	0	0	0	0.92	0	1.86	0	0
Noise Addition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

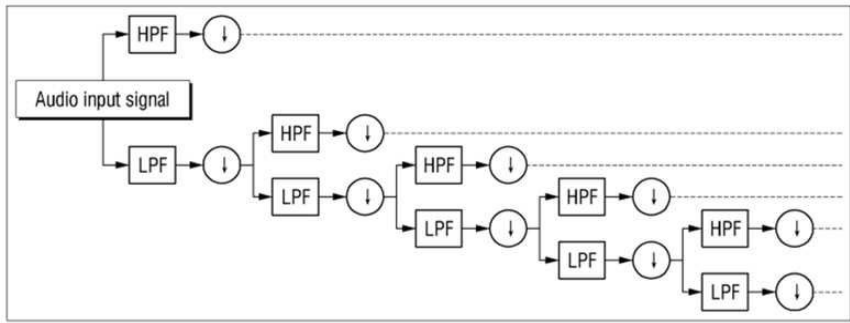
도면6



도면7



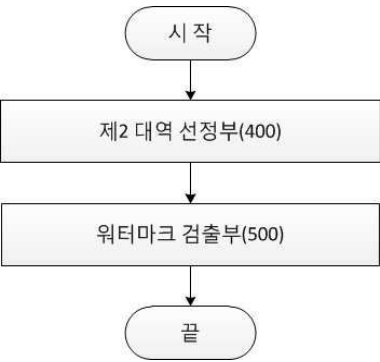
도면8



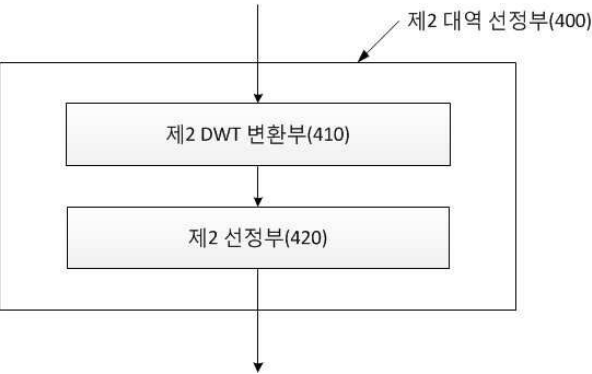
도면9

공격 종류	Proposed Method					QIM Method-Time domain				
	Classic1	Classic	Voice	Guitar	Piano	Classic1	Classic	Voice	Guitar	Piano
Nothing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FFT_Invert	0	0	0	0	0	50.42	45.19	43.39	50.24	52.81
FFT_RealReverse	46.11	36.54	32.08	39.22	40.85	11.26	16.34	14.15	19.02	9.85
Invert	0	0	0	0	0	50.01	48.07	61.31	56.09	43.66
LPF	0	0	0	0	0	5.82	27.40	7.54	4.87	20.42
LSBZero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normalize	0	0	0	0	0	40.88	35.09	27.35	51.21	38.02
Crop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BPF	1.69	0.00	3.77	1.96	0.00	48.85	49.51	48.11	50.24	47.88
Codecs	4.62	4.54	7.55	0	0	41.38	45.67	35.84	52.19	52.81
Echo	40.20	29.81	30.19	32.35	29.58	48.79	46.15	50.94	51.21	51.40
Resampling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amplitude Compression	0	0	0	0	0	0.92	0	1.86	0	0
Noise Addition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

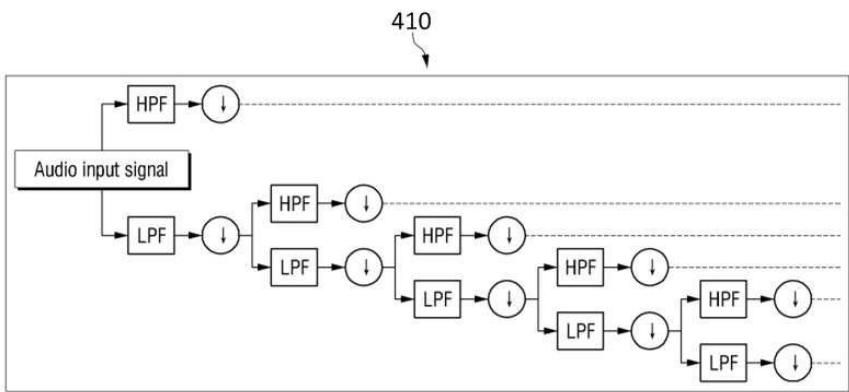
도면10



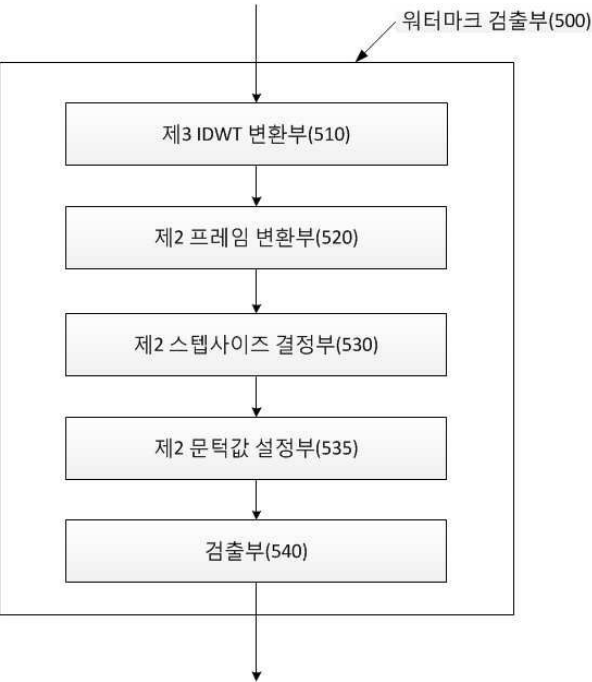
도면11



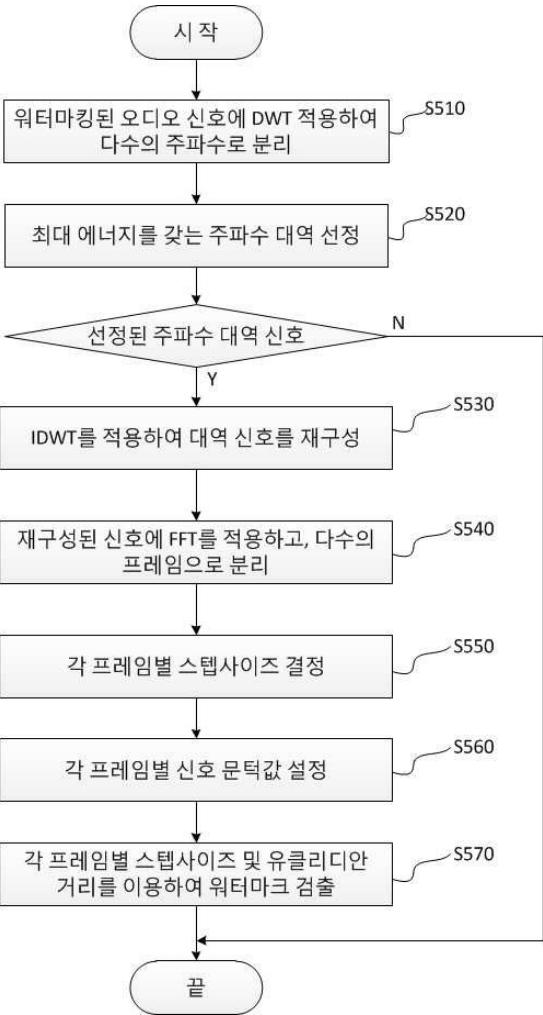
도면12



도면13



도면14



도면15

