



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0041696
(43) 공개일자 2014년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G10L 19/018 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2014-7000420

(22) 출원일자(국제) 2012년06월25일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2014년01월07일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/062194

(87) 국제공개번호 WO 2013/007500

국제공개일자 2013년01월17일

(30) 우선권주장

11305883.8 2011년07월08일

유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

툼슨 라이선싱

프랑스 92130 이씨레폴리노 잔 다르크 뢰 1-5

(72) 발명자

잭스, 피터

독일 30625 하노버 카를 비에체르트 알레 74 리서
치 앤드 이노베이션 도이체 톼슨 오에이치지

(74) 대리인

백만기, 양영준, 전경석

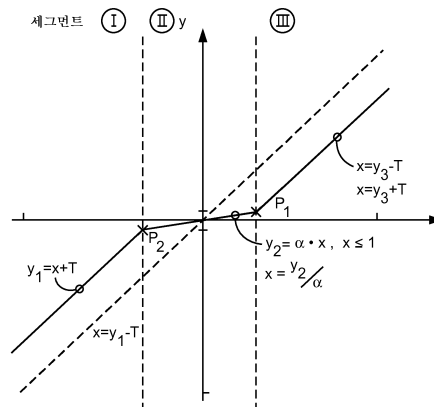
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 입력 신호를 워터마킹하는 양자화 인덱스 변조 방법 및 장치

(57) 요약

양자화 인덱스 변조(QIM)로, 매우 높은 데이터 레이트를 달성할 수 있고, 워터마크 송신의 용량이 대부분 본래 오디오 신호의 특성과 독립적이지만, 오디오 품질은 각각의 워터마크 삽입 및 제거 단계로 저하된다. 오디오 품질의 저하를 피하기 위하여, 본 발명의 오디오 신호 워터마킹은 워터마크 메시지를 오디오 신호에 삽입하기 위하여 시간 도메인 및 특히 주파수 도메인에서 특정 양자화기 곡선을 사용함으로써, 프로세싱은 거의 완벽하게 가역적이다. 또한, 워터마크 삽입에 의한 오디오 신호의 변경이 들리지 않도록 보장하기 위하여 파워 제약조건을 삽입하였다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

입력 신호(x)를 워터마킹하는 양자화 인덱스 변조(quantisation index modulation) 방법으로서 - 상이한 양자화기 곡선(quantiser curves)(Q_m)이 상기 입력 신호(x)를 양자화하는데 사용되고 상기 양자화기 곡선의 현재 특성은 워터마크 메시지(m)의 현재 콘텐츠에 의해 제어됨 - ,

상기 양자화에서, 임의의 위치에서의 입력값 및 출력값 간의 차는 T보다 크지 않고, 상기 양자화 곡선(Q_m)은 임의의 입력값(x)에 대하여 고유 출력 값(y)이 있다는 점에서 가역적(reversible)이고,

$\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 외부 섹션(I, III)의 $y=0$ 를 향하는 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨(psycho-acoustic masking level)에 의해 결정(26)되고, y는 워터마크된(watermarked) 출력 신호이고,

상기 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향에서의 전체적인(complete) 양자화기 곡선의 상이한 시프트에 의해 m의 현재 값에 따라 확립되는 방법.

청구항 2

입력 신호(x)를 워터마킹하는 양자화 인덱스의 변조를 위한 장치로서 - 상이한 양자화기 곡선(Q_m)이 상기 입력 신호(x)를 양자화하는데 사용되고 상기 양자화기 곡선의 현재 특성은 워터마크 메시지(m)의 현재 콘텐츠에 의해 제어됨 - ,

음향심리학 마스킹 레벨 산출기(26); 및

상기 양자화를 수행하는 삽입기(embedder)(23) - 상기 양자화에서, 임의의 위치에서의 입력값 및 출력값 간의 차는 T보다 크지 않고, 상기 양자화 곡선(Q_m)은 임의의 입력값(x)에 대하여 고유 출력 값(y)이 있다는 점에서 가역적임 -

를 포함하고,

$\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 외부 섹션(I, III)의 $y=0$ 를 향한 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 의해 결정(26)되고, y는 워터마크된 출력 신호이고,

상기 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향에서의 전체적인 양자화기 곡선의 상이한 시프트에 의해 m의 현재 값에 따라 확립되는 장치.

청구항 3

제1항에 따른 방법 또는 제2항에 따른 장치에 있어서, 상기 양자화는 $y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$ 에 따라 수행(23)되고, α 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 중간 섹션(II)의 미리 정해진 첨도(steeptness)이고, $\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 다른 섹션(I, III)의 $y=0$ 를 향한 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 의해 결정(26)되고, y는 워터마크된 출력 신호인 방법 또는 장치.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 따른 방법 또는 제2항 또는 제3항에 따른 장치에 있어서, 상기 양자화(23)는 주파수 도메인에서 수행되는 방법 또는 장치.

청구항 5

제4항의 방법에 따른 방법에 있어서, 상기 양자화(23) 전에, 상기 입력 신호(x)는 시간-대-주파수 변환(21) 및 모든 연속적인 프레임 쌍의 결합(22)을 통과하고 - 상기 연속적인 프레임 쌍 중의 하나의 프레임은 하나의 현재

프레임의 실수부(real part)를 나타내는 것으로 취급되고 다른 프레임은 그 현재 프레임의 허수부(imaginary part)를 나타내는 것으로 취급됨 - , 상기 양자화된(23) 입력 신호는 모든 연속적인 프레임 쌍의 확산(24) - 상기 연속적인 프레임 쌍 중의 하나의 프레임은 하나의 현재 프레임의 실수부를 나타내는 것으로 취급되고 다른 프레임은 그 현재 프레임의 허수부를 나타내는 것으로 취급됨 - 및 주파수-대-시간 변환(25)을 통과하여 상기 워터마크된 출력 신호(y)를 형성하고,

또는 제4항의 장치에 따른 장치에 있어서,

상기 삽입기(23) 전에 배치되고 시간-대-주파수 변환 및 프레임 쌍 결합을 위해 구성된 수단(21, 22) - 모든 연속적인 프레임 쌍 중의 하나의 프레임은 하나의 현재 프레임의 실수부를 나타내는 것으로 취급되고 다른 프레임은 그 현재 프레임의 허수부를 나타내는 것으로 취급됨 - ; 및

상기 삽입기(23) 다음에 배치되고 모든 연속적인 프레임 쌍의 확산 및 주파수-대-시간 변환을 위해 구성되어 상기 워터마크된 출력 신호(y)를 형성하는 수단(24, 25) - 상기 연속적인 프레임 쌍 중의 하나의 프레임은 하나의 현재 프레임의 실수부를 나타내는 것으로 취급되고 다른 프레임은 그 현재 프레임의 허수부를 나타내는 것으로 취급됨 -

을 포함하는 방법 또는 장치.

청구항 6

제5항의 방법에 따른 방법 또는 제5항의 장치에 따른 장치에 있어서, 상기 시간-대-주파수 변환은 MDCT이고 상기 주파수-대-시간 변환은 IMDCT인 방법 또는 장치.

청구항 7

제1항 및 제3항 내지 제6항 중 어느 한 항의 방법에 따른 방법 또는 제2항 내지 제6항 중 어느 한 항의 장치에 따른 장치에 있어서, 상기 출력 신호(y)는 상기 입력 신호(x)의 위상 변경(phase modifications)을 제어하는 방법 또는 장치.

청구항 8

제1항 및 제3항 내지 제7항 중 어느 한 항의 방법에 따른 방법 또는 제2항 내지 제7항 중 어느 한 항의 장치에 따른 장치에 있어서, 상기 입력 신호(x)는 오디오 신호인 방법 또는 장치.

청구항 9

제3항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법에 따라 프로세싱된 본래의 입력 신호(x)를 회복하는(regaining) 방법으로서,

상기 양자화기 곡선(Q_m)을 이용하여 상기 수신된 워터마크된 신호를 대응하는 방식으로 $y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$ 에 따라 재양자화하는 단계 - x 방향으로 전체적인 양자화기 곡선의 상이한 시프트를 적용함으로써 상이한 후보 양자화기 곡선(Q_m)이 확인되고, 상기 재양자화하는 단계는 본래 적용된 비트 깊이보다 큰 비트 깊이로 수행됨 -;

주파수 도메인에서 가장 잘 매칭되는 상기 후보 양자화기 곡선(Q_m)을 선택하는 단계; 및

그렇게 하여 결정된 현재 Q_m 에 기초하여, 신호(y)로부터 대응하는 현재 워터마크(m)를 제거하여 상기 회복된 신호(x)를 제공하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 10

제1항 및 제3항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법에 따라 인코딩된 디지털 오디오 또는 비디오 신호.

청구항 11

제10항에 따른 디지털 오디오 또는 비디오 신호를 포함하거나 저장하거나 기록한, 예컨대 광 디스크와 같은 기

역 매체.

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 입력 신호를 워터마킹하는 양자화 인덱스 변조(quantisation index modulation) 방법 및 장치에 관한 것으로서, 상이한 양자화기 곡선(quantiser curves)이 상기 입력 신호를 양자화하는 데 사용된다.

배경 기술

- [0002] 기지의 디지털 오디오 신호 워터마킹에서, 오디오 품질은 각 워터마크 삽입(embedding) 및 제거 단계에 의해 저해된다.
- [0003] 멀티미디어 콘텐츠의 워터마킹을 위한 우세한 접근방식 중의 하나는 QIM으로 표기되는 양자화 인덱스 변조(quantisation index modulation)라 불리우는 것으로서, 예를 들어, B. Chen, G.W. Wornell, "Quantization Index Modulation: A Class of Provably Good Methods for Digital Watermarking and Information Embedding" (IEEE Transaction on Information Theory, vol.47(4), pp.1423-1443, May 2001), 또는 J.J. Eggers, J.K. Su, B. Girod, "A Blind Watermarking Scheme Based on Structured Codebooks", Proc.(the IEE Colloquium on Secure Images and Image Authentication, pp. 1-6, 10 April 2000, London, GB)를 참조한다.
- [0004] QIM으로, 매우 높은 데이터 레이트를 달성할 수 있고, 워터마크 송신의 용량(capacity)이 대개 본래의 오디오 신호의 특성에 독립적이다.
- [0005] B. Chen 및 G.W. Wornell에 의해 기재되고 상술한 바와 같은 QIM에서, 입력 값(x)은 이산 출력 값($y=Q_m(x)$)에 양자화에 의해 맵핑되고, 이에 의해 각 워터마크 메시지(m)에 대하여, 상이한 양자화기(quantiser)(Q_m)가 선택된다. 그러므로, 검출기가 모든 가능한 양자화기를 차례차례 시도하고 가장 작은 양자화 에러를 갖는 양자화기를 찾음으로써 워터마크 메시지를 검출할 수 있다.
- [0006] 상술한 J. J. Egger 등은 특정 워터마크 채널에서 더 나은 용량을 달성하기 위하여 QIM에 대한 확장을 제안하였다: 이 α -QIM에서, 모든 입력 값(x)은 상수 인자(constant factor)에 의해 기준값을 향해(즉, 양자화기의 중심(centroid)을 향해) 선형으로 시프트된다. 워터마크된(watermarked) 출력 값(y)은 $y=Q_m(x)+\alpha(x-Q_m(x))$ 에 의해 계산되는 것으로 간주될 수 있다.

발명의 내용

- [0007] Chen/Wornell 프로세싱은 정보가 양자화 단계에서 손실되기 때문에 정의상 비가역적(non-reversible)이다. Eggers/Su/Girod 프로세싱은 가역적(reversible)이지만, 임의의 시변 왜곡 제약조건(time-variable distortion constraint)을 겪지 않는다.
- [0008] 본 발명에 의해 해결되는 문제점은 기지의 QIM 프로세싱을 개선함으로써 각각의 워터마크 삽입 및 제거 단계에 의한 오디오 품질의 저하를 피하는 것이다. 이 문제점은 청구항 1에 개시된 양자화 방법에 의해 해결된다. 이 방법을 이용한 장치는 청구항 2에 개시된다. 대응하는 회복(regaining) 방법이 청구항 8에 개시된다.
- [0009] 본 발명의 오디오 신호 워터마킹은 워터마크 메시지를 오디오 신호에 삽입하기 위하여 시간 도메인 및 특히 변환 도메인(transform domain)에서 특정 양자화기 곡선을 사용하여, 거의 완벽하게 가역적이고, "가역적"이라는 용어는 워터마크된 오디오 신호가 큰 신호 변경을 겪지 않는다는 전제 조건 하에서, 높은(즉, 거의 비트 정확한(near-bit-exact)) 품질을 갖는 본래의 PCM 샘플을 복원(recover)하기 위하여 워터마크가 제거될 수 있고, 워터마크의 검출에 요구되는 비밀 키를 알고 있다는 것을 의미한다.
- [0010] 본 발명의 가역적 양자화 인덱스 변조 워터마킹 프로세싱은 워터마크 삽입에 의한 신호의 변경이 들리지 않도록 보장하기 위하여 오디오 워터마킹에 중요한 파워 제약조건(power constraint)을 삽입하였다.
- [0011] 유리하게, 본 발명의 프로세싱은 최신식 비가역 워터마킹 방식에 경쟁력있는 강건성 및 용량 특성을 제공하고, 본 발명은 데이터 레이트, 강건성 및 워터마크 방식의 계산 복잡도에 있어서 큰 페널티 없이 워터마크 삽입 프로세스를 반전(reverse)시킬 수 있게 하여, 워터마크 삽입 프로세스의 반전이 거의 정확하게 본래의 PCM 오디오 신호를 전달할 것이다.

[0012] 원칙적으로, 본 발명의 양자화 방법은, 입력 신호(x)를 워터마킹하는 양자화 인덱스 변조에 적합하며, 여기서 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 상기 입력 신호(x)를 양자화하는데 사용되고 상기 양자화기 곡선의 현재 특성은 워터마크 메시지(m)의 현재 콘텐츠에 의해 제어되며, 상기 양자화에서, 임의의 위치(position)에서의 입력값 및 출력값 간의 차는 T보다 크지 않고, 상기 양자화 곡선(Q_m)은 임의의 입력값(x)에 대하여 고유 출력 값(y)이 있다는 점에서 가역적이고, $\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 외부 섹션의 $y=0$ 를 향하는 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨(current psycho-acoustic masking level)에 의해 결정되고, y는 워터마크된 출력 신호이고, 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향에서의 전체적인(complete) 양자화기 곡선의 상이한 시프트에 의해 m의 현재 값에 따라 확립된다.

[0013] 특히, 상기 양자화는 $y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$ 에 따라 수행될 수 있고, 여기서 α 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 중간 섹션의 미리 정해진 첨도(steeptness)이고, $\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 다른 섹션의 $y=0$ 를 향한 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 의해 결정되고, y는 워터마크된 출력 신호이다.

[0014] 원칙적으로, 본 발명의 양자화 장치는, 입력 신호(x)를 워터마킹하는 양자화 인덱스 변조에 적합하며, 여기서 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 상기 입력 신호(x)를 양자화하는데 사용되고 상기 양자화기 곡선의 현재 특성은 워터마크 메시지(m)의 현재 콘텐츠에 의해 제어되며, 상기 장치는, 음향심리학 마스킹 레벨 산출기, 및 상기 양자화를 수행하는 삽입기(embedder) - 상기 양자화에서, 임의의 위치에서의 입력값 및 출력값 간의 차가 T보다 크지 않고, 상기 양자화 곡선(Q_m)은 임의의 입력값(x)에 대하여 고유 출력 값(y)이 있다는 점에서 가역적임 - 를 포함하고, $\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 외부 섹션(I, III)의 $y=0$ 를 향한 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 의해 결정(26)되고, y는 워터마크된 출력 신호이고, 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향에서의 전체적인 양자화기 곡선의 상이한 시프트에 의해 m의 현재 값에 따라 확립된다.

[0015] 특히, 상기 양자화는 $y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$ 에 따라 수행될 수 있고, α 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 중간 섹션의 미리 정해진 첨도(steeptness)이고, $\pm T$ 는 상기 양자화기 곡선(Q_m)의 다른 섹션의 $y=0$ 를 향한 y 시프트를 정의하는 값이고 상기 입력 신호(x)의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 의해 결정되고, y는 워터마크된 출력 신호이다.

[0016] 원칙적으로, 본 발명의 회복(regaining) 방법은, 상기 본 발명의 양자화 방법에 따라 프로세싱된 본래의 입력 신호(x)를 회복하는 데 적합하며, 여기서 상기 방법은, 상기 양자화기 곡선(Q_m)을 이용하여 상기 수신된 워터마크된 신호를 대응하는 방식으로 $y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$ 에 따라 재양자화하는(re-quantising) 단계 - 상이한 후보 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향에서 전체적인 양자화기 곡선의 상이한 시프트를 적용함으로써 확인(check)되고, 상기 재양자화하는 단계는 본래 적용된 비트 깊이보다 큰 비트 깊이로 수행됨 -, 주파수 도메인에서 가장 잘 매칭되는 그 후보 양자화기 곡선(Q_m)을 선택하는 단계, 및 그렇게 결정된 현재 Q_m 에 기초하여, 신호(y)로부터 대응하는 현재 워터마크(m)를 제거하여 상기 회복된 신호(x)를 제공하는 단계를 포함한다.

[0017] 본 발명의 유리한 추가의 실시예는 각각의 종속항에 개시된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명의 예시적인 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 삽입 파워 제약조건을 갖는 가역적(reversible) QIM 양자화기 곡선의 예를 나타내는 도면.

도 2는 본 발명에 따른 삽입기의 신호 흐름을 나타내는 도면.

도 3은 기지의 위상 기반 오디오 WM의 오버마킹 성능을 나타내는 도면.

도 4는 본 발명에 따른 오버마킹 성능을 나타내는 도면 (어택 없음(no attack)).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 삽입 파워 제약조건을 갖는 가역적 QIM 워터마킹
- [0020] 본 발명은
- [0021] - 삽입기에서 수행되는 맵핑이 디코더에서 가역적으로 되도록 하기 위하여,
- [0022] - 워터마크를 삽입할 때 파워 제약조건을 고려할 수 있게 하기 위하여,
- [0023] QIM을 확장한다.
- [0024] 양자화기의 관련된 특성 곡선이 다음 2개의 제약조건을 실현해야 한다:
- [0025] - 임의의 위치에서의 입력 및 출력 값 간의 차가 T보다 크지 않아야 하고 (삽입 파워 제약조건)
- [0026] - 특성 곡선이 가역적이어야 한다, 즉, 임의의 입력 값(x)에 대하여, 하나의 고유 출력 값(y)이 존재하여야 한다.
- [0027] 삽입 파워 제약조건을 갖는 본 발명의 가역적 QIM 프로세싱을 위한 양자화기 중의 하나에 대한 특성 곡선의 예는 출력(y) 대 입력(x)으로 도 1에 도시된다. 곡선은 도면의 상부에 마크된 3개의 선형 세그먼트(I, II, III)로 분리될 수 있다. 세그먼트(I 및 III)에서, 출력은 기준값을 향해, 즉, $y=0$ 을 향해 T의 양만큼 시프트되어, $y_1=x+T$ 및 $y_3=x-T$ 를 초래한다. 파워 제약조건 때문에 시프트는 더 높을 수 없다. 세그먼트(II)에서, α 의 그래디언트를 갖는 선형 곡선이 사용되어, $y_2=\alpha x$ 및 전이점($P_1=(T/(1-\alpha), \alpha T/(1-\alpha))$ 및 $P_2=-P_1$)을 초래한다. 즉, α 의 선택은 3개의 세그먼트 사이의 전이점(P_1 및 P_2)을 결정하고, α 이 클수록, 세그먼트(II)에 의해 커버되는 범위가 커진다.
- [0028] 이 예의 특성 곡선의 계산은 스칼라 입력 값에 대하여
- $$y = Q_m(x) + \max(-T, \min(T, \alpha(x - Q_m(x))))$$
- [0029]
- [0030] 에 의해 정의된다.
- [0031] 여기서, m은 워터마크 메시지를 나타내고, Q_m 은 메시지(m)를 삽입하는데 사용되는 양자화기의 상이한 곡선, 예를 들어, m의 "0" 비트에 대한 하나의 양자화기 곡선 및 "1" 비트에 대한 상이한 양자화기 곡선을 나타낸다.
- [0032] α 의 값은 애플리케이션에서 고정되고, α 의 선택은 트레이드오프이다: α 가 "1"에 가까우면, 삽입된 워터마크의 강건함은 α 의 더 낮은 값에 대한 것보다 낮을 가능성이 있는데, 그 이유는 기준값을 향한 평균 시프트가 가능한 것보다 낮기 때문이다. 반면에, α 의 값이 높을 수록, 잡음 조건에서 삽입기의 특성 곡선을 반전하는 것이 더 좋을 수 있다. T의 값은 입력 신호의 현재 음향심리학 마스킹 레벨에 적응된다.
- [0033] 도 1의 특성 곡선은 기준값을 향한 입력 값의 평균 시프트를 최대화하도록 설계되었다. 상이한 양자화기 곡선(Q_m)은 x 방향으로 전체적인 양자화기 곡선의 상이한 시프트(s_{xm})에 의해 m의 현재 값에 따라 확립된다. 상술한 2개의 제약조건을 이행하는 한 다른 특성 곡선이 가능하다.
- [0034] MDCT 도메인 내에서의 삽입
- [0035] 전체 또는 거의(full or near) 가역적인 오디오 워터마킹 시스템을 설계하기 위하여, 완벽한 재구성 특성을 갖는 필터 बैं크를 이용하는 것이 요구된다. 또한, 필터 बैं크 계수(예를 들어, MDCT 주파수 빈(frequency bin))가 상호 독립적이면 이러한 애플리케이션에서 매우 유리하다: 이는 (분석에 사용되는 신호 세그먼트의 완벽한 동기를 가정하면) (삽입 프로세스에서) 하나의 계수의 임의의 변경이 디코더 측의 동일한 계수에만 정확하게 영향을 주는 것이 바람직하다는 것을 의미한다. 다른(인근) 계수와 임의의 간섭은 피할 것이다. 이들 특성을 갖는 일 예의 필터 बैं크가 MDCT이다.
- [0036] 본 발명의 삽입기의 대응하는 예의 실시예가 도 2에 도시된다. 상위 신호 경로는 워터마크된 신호로부터 마찬가지로 결정될 수 있는 부가 워터마크 신호(additive watermark signal)를 결정하는데 사용되고, MDCT 단계 또는 스테이지(21), 2프레임 결합기 단계/스테이지(22), 상술한 본 발명의 양자화를 수행하고 T의 (현재) 값이 단계/스테이지(22)의 출력으로부터 그것의 입력을 수신하는 음향심리학 분석기(26)에 의해 제어되는 삽입기(23),

2프레임 확산 단계/스테이지(24), 역(inverse) MDCT 단계/스테이지(25) 및 IMDCT 단계/스테이지(25)의 출력과 MDCT 단계/스테이지(21)의 입력 신호를 더하는 결합기(combiner)를 포함한다.

- [0037] 의사 복합(pseudo-complex) 스펙트럼의 정의
- [0038] 본 발명의 양자화 프로세싱은 시간 도메인에서 수행될 수 있지만, 바람직하게 신호 프로세싱은 주파수 도메인에서 발생하고, 즉, 입력 신호는 MDCT 분석 블록에 공급되고 출력 워터마크 신호는 역 MDCT를 통해 생성된다. MDCT/IMDCT 대신에, 임의의 다른 적절한 시간-대-주파수 도메인/주파수-대-시간 도메인 변환이 사용될 수 있는데, 이는 시간 도메인 신호의 완벽한(즉, 비트 정확한(bit-exact)) 재구성을 허용해야 한다. 본 발명에 따르면, 2개의 연속적인 MDCT 프레임은 하나의 복합 스펙트럼(complex spectrum)의 실수부 및 허수부(real and imaginary part)로서 해석된다. 수학적으로 엄밀히 말하면, 이 해석은 잘못된 것이다. 그러나, 워터마크를 삽입할 목적으로 각 스펙트럼(angular spectrum)을 정의하는 것이 허용된다. 실제 워터마크 삽입은 WO 2007/031423 A1, WO 2006/128769 A2 또는 WO 2007/031423 A1에 기재된 프로세싱에 대응한다. 워터마크 정보를 삽입(inserting)하기 위하여, 의사 복합 스펙트럼의 각(즉, 위상(phases))만이 입력 신호의 음향심리학 분석에 의해 제공된 제약조건에 따라 변경된다.
- [0039] MDCT 도메인 내의 의사 복합 스펙트럼의 상기 정의는 WO 2007/031423 A1, WO 2006/128769 A2 또는 WO 2007/031423 A1에서 사용되는 DFT 도메인 내의 실제 각 스펙트럼과 비교하여 약간의 이점을 갖는다.
- [0040] - MDCT 필터 뱅크의 직교 특성 때문에, 모든 MDCT 계수는 충분히 서로 독립적이며, 차례로 각 스펙트럼 해석의 모든 복소 계수(complex coefficients)는 또한 독립적이다. 상기 이유 때문에, 이것은 가역적 워터마킹에 대한 전제 조건이다.
- [0041] - 의사 복합 스펙트럼의 각만이 워터마크를 삽입하기 위하여 변경되고 진폭만이 음향심리학 분석에 요구되기 때문에, 본래의 입력 신호 및 워터마크된 신호에 대한 음향심리학 분석의 결과는 완전히 동일하다. 또한, 이것은 삽입 프로세스의 가역성을 위해 요구된다.
- [0042] 삽입 프로세싱
- [0043] 워터마크 메시지(m)의 삽입은 도 1과 결합하여 설명한 바와 같이 삽입 파워 제약조건을 갖는 본 발명의 가역적 QIM에 따라 수행된다. 본래의 신호의 음향심리학 분석은 의사 복합 스펙트럼의 개별 계수의 각 또는 위상의 최대 변경을 도출하기 위하여 사용된다. 이들 최대 값은 섹션, 즉 삽입 파워 제약조건을 갖는 가역적 QIM 워터마크킹으로부터의 특성 곡선에 사용되는 제약조건(T)을 구성한다.
- [0044] 그 섹션으로부터 삽입 곡선으로의 입력 값(x)은 의사 복합 스펙트럼의 각이고 출력값(y)은 (MDCT 도메인 내의) 부가 워터마크-전용(additive watermark-only) 신호(y-x)의 각을 도출하는데 사용된다. 기준 각(reference angles)은 WO 2007/031423 A1, WO 2006/128769 A2 또는 WO 2007/031423 A1에 기재된 원리에 따라 의사 잡음 시퀀스(pseudo-noise sequence)로부터 도출된다. 2개의 연속적인 MDCT 스펙트럼에 의해 정의된 복소수값의 진폭은 워터마크 삽입기에 의해 변경되지 않는다.
- [0045] (상기 단락에서 설명한 바와 같이 y-x에 따른) 새로운 각은 복합 해석의 진폭과 함께 다시 2개의 실가(real valued) 연속 MDCT 스펙트럼으로 분리된다. 부가 워터마크 신호를 생성하기 위하여 MDCT 스펙트럼의 결과적인 스트림이 역 MDCT 필터 뱅크(25)에 공급된다.
- [0046] 가역성(Reversibility)
- [0047] 부가 워터마크 신호를 도출하기 위하여 적용될 수 있는 모든 분석 단계가 워터마크의 삽입에 불변이기 때문에 워터마크 프로세스는 가역적이다. 이것은 동일한 부가 워터마크 신호가 본래의 신호 뿐만 아니라 워터마크된 신호로부터 도출될 수 있다는 것을 의미한다. 그러나, 이 특성에 대하여 다음과 같은 2가지 전제조건이 있다:
- [0048] - 워터마크된 신호는 크게 변하지 않아야 한다. 임의의 주요 어택 또는 신호 변경은 워터마크 신호의 계산의 재현성에 영향을 줄 것이다.
- [0049] - 제거될 워터마크 메시지의 검출은 에러가 없어야 한다. 임의의 검출 에러는 잘못된 워터마크 변경의 복귀(reversion)를 초래할 것이다. 상기 조건과 함께, 이것은 워터마크 프로세싱이 어택이 없거나 작은 어택에 대하여 100% 에러가 없는 검출 결과를 가질 것이라는 것을 의미한다.
- [0050] 실제로, 워터마크 삽입 프로세스는 일반적으로 삽입기의 워터마크된 출력 신호가 정수값으로 양자화되면 100% 가역적인 것은 아닐 것이다. 예를 들어, 워터마크된 신호가 16비트 정수 값으로 양자화되면, 워터마크 제거기

의 출력 신호는 본래의 PCM 샘플과 비교하여 이 16비트 양자화기의 양자화 잡음을 겪게 될 것이다.

[0051] 실제 시스템의 오버마킹 성능

[0052] 상기 예의 시스템이 제작되어 오버마킹 성능 수치(overmarking performance figures)를 결정하는데 사용된다. "오버마킹"이라는 용어는 워터마크의 삽입 및 제거의 시퀀스가 하나의 본래의 오디오 신호에 적용된다는 것을 의미한다.

[0053] 일반적으로, 신호 품질은 연속적인 오버마킹의 수에 따라 저하한다. 도 3은 WO 2007/031423 A1, WO 2006/128769 A2 또는 WO 2007/031423 A1에 따른 위상 기반 워터마킹의 성능의 예를 나타낸다. 성능 메트릭은 몇 개의 오버마킹 단계 후에 본래의 오디오 신호 및 워터마크된 신호 간의 주관적인 차(subjective difference)를 추정하는 객관적인 차 등급(objective difference grade: ODG)(낮은 ODG 값은 나쁜 신호 품질을 나타내고, ODG는 ITV Recommendation BS.1387(PEAQ)에 기재된다)이다. 이는 0=뚜렷하지 않은 왜곡(non-noticeable distortion)으로부터 3=거슬림(annoying) 및 4=매우 거슬림 사이의 범위이다. 워터마크된 신호의 품질은 많은 수의 오버마킹 후에 상당히 감소하는 것을 명확히 볼 수 있다.

[0054] 비교를 위하여, 도 4는 도 2에 기재된 실시예를 사용하여 동일한 입력 신호에 대한 본 발명의 프로세싱에 대한 대응하는 오버마킹 성능을 나타낸다(어택 없음(이는 워터마크된 신호가 변경되지 않은 것을 의미함)). 워터마크된 신호의 주관적인 품질은 100 오버마킹 단계 후에도 본질적으로 일정하게 유지된다. 각 오버마킹 단계에 대한 ODG의 잡음형 요동(noise-like fluctuation)은 각 오버마킹에 대하여 상이한 삽입 키(즉, 기준 시퀀스)가 적용된다는 사실에 의해 생성되고, 이는 워터마크된 신호의 상이한 주관적 품질을 초래한다.

[0055] 완전히 가역적인(비트 정확한) 오디오 워터마킹

[0056] 특수 실시예에서, 상기 원리는 또한 워터마크의 완전한 제거를 제공하기 위하여 적용되어 높은 확률로 삽입기의 비트 정확한 본래 입력 PCM 샘플을 유발할 수 있다. 이 목적을 위하여, 도 2에 도시된 시스템에서, 가산기(27)의 출력에서, 삽입기의 출력 신호는 삽입측에서처럼 상이한 후보 양자화기 곡선으로, 그러나 본래의 삽입측 입력 PCM 샘플의 비트 깊이(예를 들어 샘플당 16비트)보다 항상 높은 비트 깊이(예를 들어, 샘플당 24비트)로 양자화된다. 실제 QM 곡선은 상술한 바와 같이 MDCT 도메인에서 결정된다. 이렇게 결정된 현재 Q_m 에 기초하여, 대응하는 현재 워터마크 메시지(m)가 신호(y)로부터 제거되어 회복된(regained) 신호(x)를 제공한다. 상술한 바와 같이, 워터마크의 제거는 워터마크된 신호의 양자화로부터의 양자화 잡음을 겪는 PCM 샘플을 유발할 것이다. 기재된 프로세싱으로, 이 양자화 잡음은 워터마크 제거기의 더 높은 비트 깊이 출력 신호의 일부의 LSB에만 영향을 줄 것이다. 그러므로, 이 출력 신호는 결국 입력 PCM 샘플의 본래의 정밀도(상기 예의 샘플당 16비트)로 양자화될 수 있다. 이것은 양자화 잡음에 의한 손상을 제거하고 본래의 PCM 샘플을 복원할 것이다.

[0057] 본 발명은 다음과 같이 애플리케이션에 이용될 수 있다.

[0058] - 오디언스 메저먼트(audience measurement)를 포함하는 전문적인 작업 흐름 내의 콘텐츠 추적 및 포렌식스(forensics);

[0059] - 마크 및 연관된 권리가 워터마크를 교환함으로써 변경될 수 있는 지능적 DRM(digital rights management);

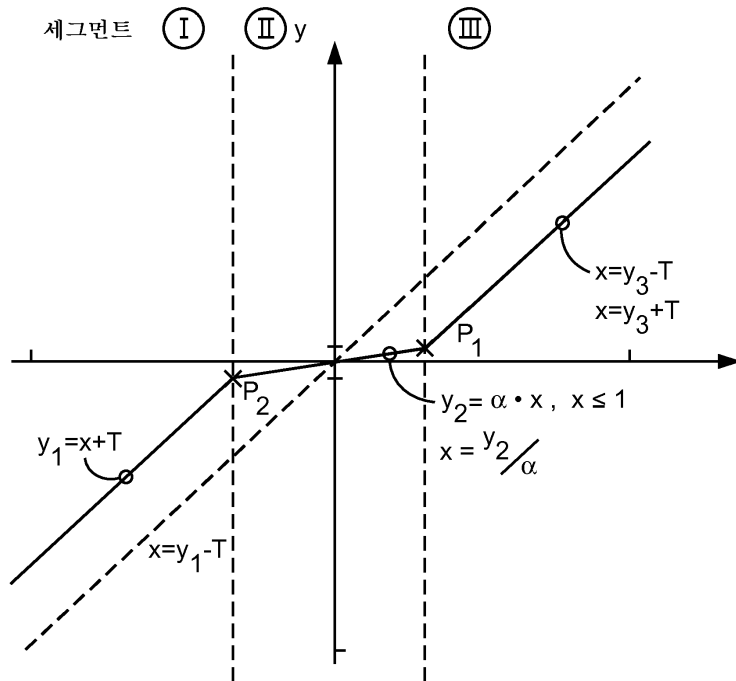
[0060] - 콘텐츠의 가역적 분해(reversible degradation);

[0061] - 비디오 워터마킹용

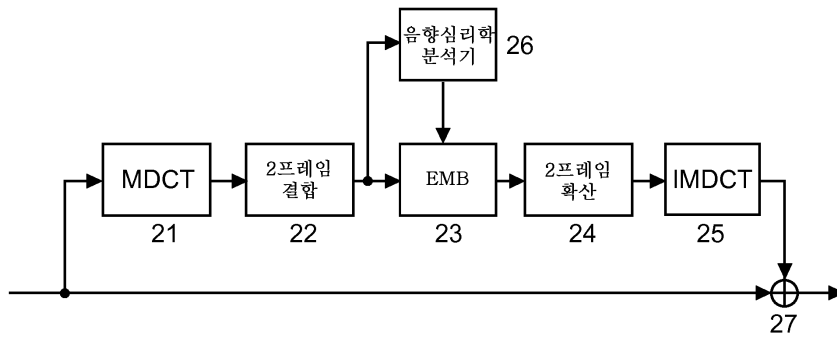
[0062] 본 발명의 프로세싱은 또한 확산 스펙트럼 기반 워터마킹 기술과 결합하여 사용될 수 있다.

도면

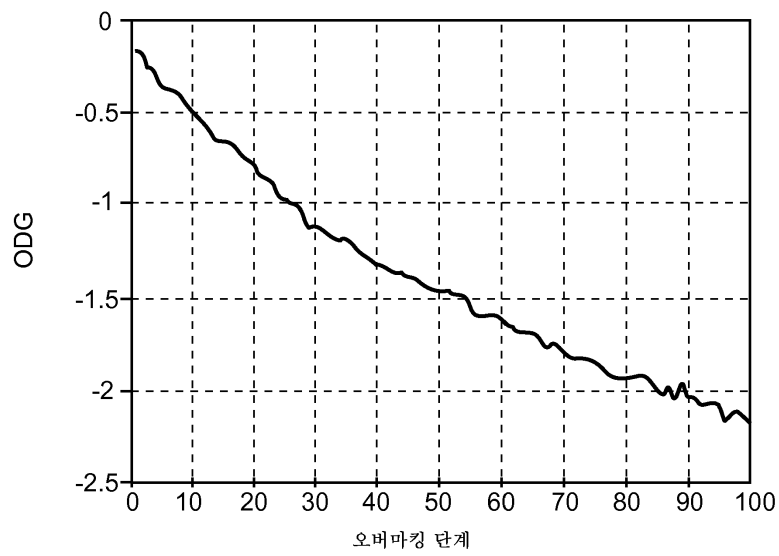
도면1



도면2



도면3



도면4

