



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0023106
(43) 공개일자 2013년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G10L 19/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0092003

(22) 출원일자 2012년08월22일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

11306062.8 2011년08월23일

유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

톱슨 라이센싱

프랑스 92130 이씨레몰리노 잔 다르크 뒤편 1-5

(72) 발명자

바움, 피터 조지

독일 30625 하노버 칼 웨이처트 알리 74 리서치

앤드 이노베이션 도이치 톱슨 오에이치지

그리에스, 올리히

독일 30625 하노버 칼 웨이처트 알리 74 리서치

앤드 이노베이션 도이치 톱슨 오에이치지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

백만기, 양영준, 전경석

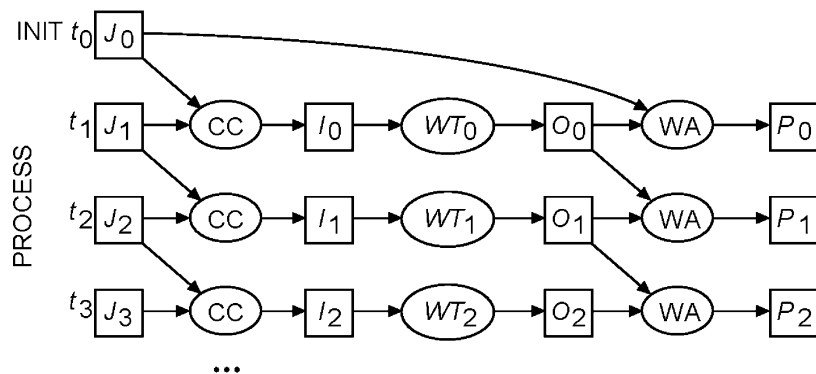
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는 방법 및 장치

(57) 요약

실시간 디지털 오디오 신호 워터마킹은 제한된 처리 능력을 가진 환경에서는 어렵다. 본 발명에 따라서, 데이터 블록 기반의 오디오 다중 채널 신호는 워터마킹 중요도에 관하여 우선 순위화되며, 이에 의해서, 채널 우선 순위는 입력 신호 데이터 블록마다 바뀔 수 있다. 현재 입력 신호 블록에 대해서는, 가장 중요한 채널이 워터마킹되고, 요구되는 처리 시간이 결정된다. 이 요구되는 처리 시간이 소정의 애플리케이션 종속 임계치보다 짧으면, 다음으로 가장 중요한 채널이 마킹되고, 추가적으로 요구되는 처리 시간이 결정되는 식으로 프로세스가 진행된다. 블록 중첩/가산을 포함하는 오디오 워터마킹의 블록 방식 특성으로 인해 그리고 블록킹 아티팩트에 대한 결과로서의 오디오 품질의 감도로 인해, 허용될 수 있는 성능과 품질을 얻기 위해서는 몇 가지 문제가 해결되어야 한다. 본 발명은 한편으로는 WM 강건성과 보안성 간의 절충을 최적화하고, 다른 한편으로는 실시간 처리 제약을 최적화한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

아놀드, 마이클

독일 30625 하노버 칼 웨이처트 알리 74 리서치 앤
드 이노베이션 도이치 톰슨 오에이치지

첸, 시아오밍

독일 30625 하노버 칼 웨이처트 알리 74 리서치 앤
드 이노베이션 도이치 톰슨 오에이치지

특허청구의 범위

청구항 1

다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는(CC, WT, WA, 35) 방법 - 어떤 경우이든 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션의 모든 채널(m)을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않고, 상기 워터마크 처리를 위해 상기 오디오 신호가 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션과 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션에 대해 중첩/가산(overlap/add) 방식으로 채널 단위로 처리됨 - 으로서,

- a) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션에 대해 채널 우선 순위 리스트를 결정하거나 고려하는 단계;
- b) 상기 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널(32)을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능한 경우, 상기 제1 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하는 단계(35) - 상기 워터마크 처리는,

상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션 및 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션의 상기 채널의 입력 데이터 블록들(J_0 , J_1)을 연결하는 단계(CC);

상기 연결된 입력 데이터 블록들을 진폭 가중, 주파수 변환, 워터마크 및 역 주파수 변환하는 단계(WT₀); 및

2개의 결과로서의 데이터 블록들을 진폭 가중 및 가산하는 단계(WA)를 포함하고, 상기 오디오 신호의 데이터 스트림의 모든 채널의 제1 섹션에 대해 대응하는 데이터 블록(J_0)이 사전 워터마크 처리 없이 진폭 가중 및 가산됨 -;

충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않은 경우, 상기 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하지 않고(39), 대응하는 입력 데이터 블록을 통과하는(PASSTHROUGH) 단계; 및

- c) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션의 나머지 채널에 대해 상기 단계 b)를 반복하고, 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션과 제1 채널에 대해 상기 단계 b)를 계속하는 단계

를 포함하는 주파수 영역 워터마크 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

워터마크 처리(PROCESS)로부터 비워터마크 처리(PASSTHROUGH)로의 전환이 있는 경우, 상기 진폭 가중 및 가산(WA)에서 마지막 데이터 블록이 상기 대응하는 입력 데이터 블록이고, 비워터마크 처리(PASSTHROUGH)로부터 워터마크 처리(PROCESS)로의 전환이 있는 경우, 상기 진폭 가중 및 가산(WA)에서 제1 데이터 블록이 상기 대응하는 입력 데이터 블록인 주파수 영역 워터마크 처리 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 채널 우선 순위 리스트는 상기 오디오 신호의 각 입력 섹션에 대해 결정되는 주파수 영역 워터마크 처리 방법.

청구항 4

다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는(CC, WT, WA, 35) 장치 - 어떤 경우이든 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션의 모든 채널(m)을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않고, 상기 워터마크 처리를 위해 상기 오디오 신호가 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션과 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션에 대해 중첩/가산 방식으로 채널 단위로 처리됨 - 으로서,

- a) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션에 대해 채널 우선 순위 리스트를 결정하거나 고려하는 것;
- b) 상기 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널(32)을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능한 경우, 상기 제1 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하는 것(35) - 상기 워터마크 처리는,

상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션 및 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션의 상기 채널의 입력 데이터 블록들(J_0 , J_1)을 연결하는 것(CC);

상기 연결된 입력 데이터 블록을 진폭 가중, 주파수 변환, 워터마킹 및 역 주파수 변환하는 것(WT₀); 및

2개의 결과로서의 데이터 블록들을 진폭 가중 및 가산하는 것(WA)을 포함하고, 상기 오디오 신호의 데이터 스트림의 모든 채널의 제1 섹션에 대해 대응하는 데이터 블록(J_0)이 사전 워터마킹 처리 없이 진폭 가중 및 가산됨 -;

충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않은 경우, 상기 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마킹하지 않고(39), 대응하는 입력 데이터 블록을 통과하는 것;

c) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션의 나머지 채널에 대해 상기 b)를 반복하고, 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션과 제1 채널에 대해 상기 b)를 계속하는 것

을 수행하도록 구성된 수단을 포함하는 주파수 영역 워터마크 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

워터마킹 처리(PROCESS)로부터 비워터마킹 처리(PASSTHROUGH)로의 전환이 있는 경우, 상기 진폭 가중 및 가산(WA)에서 마지막 데이터 블록이 상기 대응하는 입력 데이터 블록이고, 비워터마킹 처리(PASSTHROUGH)로부터 워터마킹 처리(PROCESS)로의 전환이 있는 경우, 상기 진폭 가중 및 가산(WA)에서 제1 데이터 블록이 상기 대응하는 입력 데이터 블록인 주파수 영역 워터마크 처리 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 채널 우선 순위 리스트는 상기 오디오 신호의 각 입력 섹션에 대해 결정되는 주파수 영역 워터마크 처리 장치.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 주파수 영역 워터마크 처리 방법에 따라 처리된 디지털 다중 채널 오디오 신호.

청구항 8

제7항에 따른 다중 채널 오디오 신호를 배포, 저장 또는 기록한 저장 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 어떤 경우이든 그 오디오 신호의 현재 입력 섹션의 모든 채널을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않고, 그 워터마크 처리를 위해 그 오디오 신호가 중첩/가산(overlap/add) 방식으로 채널 단위로 처리된다.

배경기술

[0002] 실시간 디지털 오디오 신호 워터마킹은 제한된 처리 능력을 가진 환경에서는 어렵다. 예컨대, 비용, 열 및 소음 문제로 통상적으로 저전력 처리 유닛이 사용되는 임베디드 플랫폼이나, 고성능 프로세서가 몇몇 데이터 스트림을 병렬로 실시간으로 워터마킹해야 하는 서버에서 그러하다. 통상적으로 오디오 워터마킹 시스템은 워터마크(WM) 임베더(embedder)가 N개의 입력 신호 샘플들의 블록을 취하고 WM이 이 블록을 처리하여 N개의 변형된 출력 신호 샘플들의 블록을 반환하는 블록 기반의 방식으로 동작한다. 실시간은 신호 데이터 블록의 WM 처리에 이용될 수 있는 기간이 다음 신호 데이터 블록을 얻는 데 이용되는 시간보다 짧다는 것을 의미한다. WM 처리

시간이 더 길다면, 실시간 제약이 위반되어 임베더의 입력에서의 버퍼 오버플로우가 발생할 것이며, 따라서 샘플 누락, 가청 아티팩트, 및 오디오 품질의 저하가 일어날 것이다. 게다가, 워터마크 임베딩에 필요한 처리 시간은 종종 오디오 신호 콘텐츠에 따라 다르다.

- [0003] 그러므로, 실시간 제약을 위반하지 않고 오디오 데이터 스트림을 워터마크 처리하는 것을 보장하는 것이 중요하다. 한편으로는 이는 대부분의 경우에 다중 채널 데이터 스트림의 모든 채널이 마킹될 수 있는 것은 아니라는 것을 의미한다. 반면에, 워터마크의 강건성과 보안성을 향상시키기 위해 가능한 많은 오디오 데이터 스트림의 채널을 워터마크하는 것이 바람직하다. 예컨대, 5.1 채널 오디오에서는 좌측 채널, 중앙 채널 및 우측 채널 또는 모든 6개의 채널 대신에 중앙 채널만이 워터마크되는 경우에는 WM 강건성과 보안성이 많이 저하한다.
- [0004] 상기 제한된 환경에서 실시간 처리를 보장하기 위해서는 워터마크 임베더가 최장 처리 시간을 필요로 할 최악 입력 신호를 찾아야 한다. 그와 같은 기간에 기초하여, 실시간으로 마킹될 수 있는 최대 채널수가 계산될 수 있다. 그러나 그와 같은 해법의 단점은 대부분의 입력 신호는 상기 최악 입력 신호보다 빨리 처리될 수 있고 대부분 임베더는 가능한 것보다 적은 수의 채널을 워터마크하여, 강건성과 보안성이 저하한다는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 해결하려는 과제는 가능한 많은 오디오 입력 신호 채널이 워터마크될 수 있는, 실시간 제약을 가진 워터마크 처리를 제공하는 것이다. 이 과제는 청구항 1에 기재된 방법에 따라 해결된다. 이 방법을 이용하는 장치는 청구항 4에 기재된다.
- [0006] 본 발명에 따라서, 데이터 블록 기반의 오디오 다중 채널 신호 내의 채널들이 워터마크 중요도에 관하여 우선 순위화되며, 이에 의해서, 채널 우선 순위는 입력 신호 데이터 블록마다 바뀔 수 있다. 현재 입력 신호 블록에 대해서는, 가장 중요한 채널, 예컨대, 5.1 설정에서 중앙 채널이 워터마크되고, 요구되는 처리 시간이 결정된다. 이 요구되는 처리 시간이 소정의 애플리케이션 종속 임계치보다 짧으면, 다음으로 가장 중요한 채널(예컨대, 좌측 채널)이 마킹되고, 추가적으로 요구되는 처리 시간이 결정된다. 이런 식으로, 요구되는 총 처리 시간이 소정의 처리 시간 임계치보다 길 때까지 현재 입력 신호 블록에 대해 중요도가 감소하는 채널들이 연속적으로 마킹된다. 그 후, 나머지 채널들은 워터마크되지 않고, 필요한 오디오 처리만이 수행되어, 블록킹 아티팩트가 발생하지 않을 것이다. 그와 같은 '안티블록킹(anti-blocking) 처리'(후술함)는 보통은 풀 WM 임베딩(full WM embedding) 처리보다 훨씬 빠르며, 그러므로, 이 방식은 실시간 제약을 확실하게 고수할 것이다.
- [0007] 오디오 코딩 및 워터마크의 블록 기반의 특성으로 인해 그리고 블록킹 아티팩트에 대한 결과로서의 오디오 품질의 감도로 인해, 허용될 수 있는 성능과 품질을 얻기 위해서는 몇 가지 문제가 해결되어야 한다.
- [0008] 본 발명은 한편으로는 WM 강건성과 보안성 간의 절충을 최적화하고, 다른 한편으로는 실시간 처리 제약을 최적화한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 원칙적으로, 본 발명의 방법은 다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는 데에 적합한데, 어떤 경우이든 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션의 모든 채널을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않고, 상기 워터마크 처리를 위해 상기 오디오 신호가 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션과 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션에 대해 중첩/가산 방식으로 채널 단위로 처리되고, 상기 방법은,
- [0010] a) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션에 대해 채널 우선 순위 리스트를 결정하거나 고려하는 단계;
- [0011] b) 상기 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능한 경우, 상기 제1 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하는 단계 - 이 워터마크 처리는,
- [0012] 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션 및 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션의 이 채널의 입력 데이터 블록들을 연결(concatenating)하는 단계;
- [0013] 상기 연결된 입력 데이터 블록들을 진폭 가중, 주파수 변환, 워터마크 및 역 주파수 변환하는 단계; 및
- [0014] 2개의 결과로서의 데이터 블록들을 진폭 가중 및 가산하는 단계를 포함하고, 상기 오디오 신호의 데이터 스트림의 모든 채널의 제1 섹션에 대해 대응하는 데이터 블록이 사전 워터마크 처리 없이 진폭 가중 및 가산됨 -;

- [0015] 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않은 경우, 이 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마킹하지 않고, 대응하는 입력 데이터 블록을 통과하는 단계; 및
- [0016] c) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션의 나머지 채널에 대해 상기 단계 b)를 반복하고, 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션과 제1 채널에 대해 상기 단계 b)를 계속하는 단계
- [0017] 를 포함한다.
- [0018] 원칙적으로, 본 발명은 다중 채널 오디오 신호를 실시간으로 주파수 영역 워터마크 처리하는 장치에 적합한데, 어떤 경우이든 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션의 모든 채널을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않고, 상기 워터마크 처리를 위해 상기 오디오 신호가 상기 오디오 신호의 현재 입력 섹션과 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션에 대해 중첩/가산 방식으로 채널 단위로 처리되고, 상기 장치는,
- [0019] a) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션에 대해 채널 우선 순위 리스트를 결정하거나 고려하는 단계;
- [0020] b) 상기 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널을 워터마크 처리하는 데 충분한 처리 능력이 이용 가능한 경우, 상기 제1 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하는 단계 - 상기 워터마크 처리는,
- [0021] 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션 및 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션의 이 채널의 입력 데이터 블록들을 연결하는 단계;
- [0022] 상기 연결된 입력 데이터 블록들을 진폭 가중, 주파수 변환, 워터마크 및 역 주파수 변환하는 단계; 및
- [0023] 2개의 결과로서의 데이터 블록들을 진폭 가중 및 가산하는 단계를 포함하고, 상기 오디오 신호의 데이터 스트림의 모든 채널의 제1 섹션에 대해 대응하는 데이터 블록이 사전 워터마크 처리 없이 진폭 가중 및 가산됨 -;
- [0024] 충분한 처리 능력이 이용 가능하지 않은 경우, 상기 채널의 오디오 콘텐츠를 워터마크하지 않고, 대응하는 입력 데이터 블록을 통과하는 단계;
- [0025] c) 상기 오디오 신호의 상기 현재 입력 섹션의 나머지 채널에 대해 상기 단계 b)를 반복하고, 상기 오디오 신호의 후속 입력 섹션과 제1 채널에 대해 상기 단계 b)를 계속하는 단계
- [0026] 를 수행하도록 구성된 수단을 포함한다.
- [0027] 본 발명의 추가적인 바람직한 실시예들은 각자의 종속 청구항에 기재된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 첨부 도면을 참조로 본 발명의 예시적인 실시예에 대해 설명한다.
- 도 1은 가중 중첩-가산 처리의 예를 보여주는 도.
- 도 2는 시간에 따른 사이클에서 오디오 신호 데이터 블록 단위로 이용된 평균, 최대 및 현재 프로세서 부하를 보여주는 도.
- 도 3은 본 발명의 처리의 플로우차트.
- 도 4는 MarkChannel 단계에 대한 더 구체적인 플로우차트.
- 도 5는 NotMarkChannel 단계에 대한 더 구체적인 플로우차트.
- 도 6은 상태 PROCESS에서 상태 PASSTHROUGH로의 전이를 보여주는 도.
- 도 7은 상태 PASSTHROUGH로부터 상태 PROCESS로의 역전이를 보여주는 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 오디오 코딩이나 오디오 워터마킹과 같은 대부분의 오디오 처리 알고리즘은 블록 기반으로, N개의 입력 신호 샘플의 블록이 동시에 처리되어 N개의 출력 샘플을 생성한다. 그와 같이 블록 기반의 처리에 대한 이유는 처리 중 일부는 주파수 영역에서 실시되는 반면에 입력 샘플은 시간 영역에 있어 통상적으로 N개의 시간 영역 샘플의 블록이 고속 푸리에 변환법(FFT)이나 변형 이산 코사인 변환법(MDCT)에 따라 변환되어 주파수 영역에서 처리되고 다시 대응하는 역변환법을 이용하여 시간 영역으로 변환되기 때문이다. 그와 같은 변환들은 2의 거듭제곱 길이(power-of-two length)에 대하여 매우 효율적이기 때문에 512 또는 1024 샘플 크기가 주로 사용된다.

- [0030] 블록 기반의 오디오 처리의 간단한 방법은 직접적으로 입력 샘플($k \cdot N$ 내지 $(k+1) \cdot N - 1$)을 포함하는 크기 N 의 k 번째 입력 블록(I_k)으로부터 출력 샘플($k \cdot N$ 내지 $(k+1) \cdot N - 1$)을 포함하는 크기 N 의 k 번째 출력 블록(O_k)을 생성하는 것이다. 그러나, 입력 오디오 신호는 블록 경계에서, 즉 입력 블록들(I_k, I_{k+1}) 간의 경계에서 연속적이며, 블록들(I_k, I_{k+1})의 콘텐츠가 독립적으로 처리된다면, 출력 블록들(O_k, O_{k+1}) 간의 천이(transition)가 연속적으로 되지 않을 것이며, 따라서 가청 클릭킹 아티팩트(clicking artefacts)가 발생할 것이다. 이 문제에 대한 공지의 해법은 최초 오디오 신호 입력 블록들이 가중 중첩, 변환, 역변환되고, 그리고, 출력 신호 형성 시에 가중 및 가산되는 가중 중첩-가산(WOLA) 변환을 이용하는 것이다(참조: J.B. Allen, "Short Term Spectral Analysis, Synthesis, and Modification by Discrete Fourier Transform", IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. ASSP-25, no.3, pp.235-238, June 1977.).
- [0031] 도 1은 N 의 통상적인 중첩에 대한 본 발명의 워터마킹 프로세싱 구조를 묘사한 것으로, J_k 는 크기 N 의 최초 오디오 신호 입력 블록이다. 2개의 연속한 블록(J_k, J_{k+1})마다 하나의 단계(CC)에서 연결되어 길이 $2N$ 의 블록(I_k)이 되어 N 으로 중첩되며, 따라서 전체적으로 I 블록에는 최초 입력 오디오 신호 샘플이 두 번씩 포함된다.
- [0032] 길이 N 의 완전한 블록들을 연결하는 대신에, 길이 $N/2$ 의 절반 블록들이 연속적으로 연결될 수 있고(예컨대, 블록(J_k)의 후반부가 블록(J_{k+1})의 전반부와, 블록(J_{k+1})의 전반부가 블록(J_{k+1})의 후반부와, 블록(J_{k+1})의 후반부가 블록(J_{k+2})의 전반부와 연결되고, 등등), 그에 대응하는 중첩은 $N/2$ 이다.
- [0033] 도 1은 동일 다중 채널 오디오 신호 부분의 연속한 채널들이 아니라, 그 다중 채널 오디오 신호의 연속한 섹션들에 대한 동일 채널을 보여준다. 단계(WT_k)에서, 블록(I_k)은 원칙적으로 진폭 가중 및 변환되고, 워터마크 변경 k 가 주파수 영역 내에서 적용되고, 그 결과로서의 블록은 역변환되어, 크기 $2N$ 의 출력 블록(O_k)을 생성한다. 이 변환은 $2N$ 입력 값마다로부터 $2N$ 변환된 출력값을 생성하는 FFT일 수 있으며, 그에 대응하는 역변환(IFFT)은 $2N$ 입력 값마다로부터 $2N$ 역변환된 출력값을 생성하거나, 또는 이 변환은 $2N$ 입력 값마다로부터 N 변환된 출력값을 생성하는 MDCT일 수 있으며, 그에 대응하는 역변환(IMDCT)은 N 입력 값마다로부터 $2N$ 역변환된 출력값을 생성한다.
- [0034] 현재 출력 블록쌍(O_k/O_{k+1})의 제1 블록(O_k)과 이전 출력 블록쌍(O_{k-1}/O_k)의 제2 블록(O_k)은 단계(WA)에서 진폭 가중 및 가산되어, 크기 N 의 최종 출력 블록(P_k)을 생성한다. WT_k 의 입력에서 및 단계(WA)에서의 양 블록의 진폭 가중은 모두 응답이 전체적으로 평탄하도록 실시된다. 예컨대, 진폭 가중은 $\sin^2 + \cos^2 = \text{상수}$ (예컨대 1)이도록 사인 및 코사인 함수를 이용한다.
- [0035] 오디오 데이터 스트림의 제1의 최초 입력 블록(J_0)은 전술한 처리에 따라서 출력 블록을 생성하지 않는다. 대신에, 제1의 최종 출력 블록(P_0)은 제1 출력 블록(O_0)과 최초 입력 블록(J_0)의 조합이다. 이는 최종 출력 블록(P_k)이 그 대응 입력 블록(J_k)에 비해 한 블록만큼 지연된다는 것을 의미한다.

표 1

시간 단계	최초 입력 블록	변경	최초 출력 블록
t_0	J_0	없음	없음
t_1	J_1	WT_0	P_0
t_2	J_2	WT_1	P_1
...
t_k	J_k	WT_{k-1}	P_{k-1}

- [0037] 전술한 바와 같이, 다중 채널 오디오 데이터 스트림의 모든 채널을 워터마킹하는 데 이용될 수 있는 처리 능력이 충분치 않은 응용 분야가 있다. 이는 예컨대 TV 신호 수신을 위한 셋톱 박스와 같은 임베디드 플랫폼뿐만 아니라, 많은 데이터 스트림을 동시에 처리하는 대형 서버에서도 일어난다. 게다가, 워터마킹의 수행을 담당하는 프로세서는 오디오 코딩과 같은 다른 작업도 실시할 수 있으며, 그러므로 이 프로세서의 현재 부하는 시간에

따라 다를 수 있다.

- [0038] 모든 채널을 마킹하지 않으면, 사용자 경험의 질을 지나치게 많이 저하시키지 않고도 워터마킹된 채널을 제거하는 것이 가능할 수 있기 때문에, 워터마킹(WM) 시스템의 보안성을 저하시킬 수 있다. 예컨대, 5.1 오디오 데이터 스트림에서 좌측 채널만이 마킹되면, 콘텐츠에 따라서는 그 좌측 채널을 제외한 모든 채널에 기초하여 새로운 2.1 오디오 데이터 스트림을 생성하는 것이 가능할 수 있다. 물론, 그와 같은 스트림에서는 워터마킹이 검출될 수 없다.
- [0039] 또한, 모든 채널을 마킹하지 않으면, 마이크로폰 단계에서 모든 채널이 자동적으로 함께 혼합되기 때문에, 예컨대 영화에서 WM 시스템 오디오 출력의 무단 마이크로폰 캡처를 방지하는 강건성이 저하될 것이다. 보통은 모든 채널이 동일한 방식으로 마킹되는데, 이는 이 혼합에서 워터마크가 합산된다는 것을 의미한다. 반면에 일부 채널이 마킹되지 않으면, 이 채널들은 단순히 WM 검출기에 대한 부가 잡음으로 작용하여 워터마크가 검출되지 않을 수가 있다.
- [0040] 워터마크를 삽입(embedding)하는 데 필요한 시간이 종종 콘텐츠에 따라 다르다는 사실은, 시간에 따라 블록마다 사용되는 최대값, 평균값 및 현재 프로세서 사이클을 나타낸 도 2에 도시된 바와 같이, 상황을 더욱 복잡하게 만든다.
- [0041] 본 발명의 동적 채널 마킹은 실시간 요구 조건, 강건성 및 보안성 간의 최적 절충(trade-off)을 제공한다. 전술한 바와 같이, 오디오 데이터 스트림의 모든 채널을 워터마킹하는 것이 가능하지 않은 응용 분야가 있다. 그러므로, 채널은 우선 순위가 매겨진다. 예컨대 5.1 설정에서는 오디오 신호 콘텐츠 또는 에너지의 대부분은 좌측 채널, 우측 채널 및/또는 중앙 채널에 있다. 저주파 효과(LFE) 채널과 서라운드 채널들은 보통은 많은 양의 정보를 갖고 있지 않다. 그러므로, 5.1 오디오 데이터 스트림의 우선 순위는 1. 중앙 채널, 2. 좌측 채널, 3. 우측 채널, 4. 좌측 서라운드 채널, 5. 우측 서라운드 채널, 6. LFE 채널 순으로 설정될 수 있다.
- [0042] 동적 채널 마킹에서는 연속한 신호 입력 블록마다, 실시간 처리 능력 제약을 위반하지 않고 또한 블록 아티팩트로 인한 오디오 품질에 해를 끼치지 않고 우선 순위를 낮추는 데 있어 가능한 많은 채널이 워터마킹된다.
- [0043] 본 발명의 오디오 채널의 워터마킹 처리의 3가지 상태가 다음과 같이 정의된다.
- [0044] INIT는 오디오 데이터 스트림의 제1 블록의 처리 상태(도 1에서 블록(J_0)).
- [0045] PROCESS는 통상의 처리 동작 상태(도 1에서 블록(J_1 , J_2 , J_3)).
- [0046] 상태 PASSTHROUGH에서는 워터마킹 처리가 수행되지 않고, 대응 입력 블록(도 6에서의 블록(J_k , J_{k+1})), 도 7에서의 블록(J_{k-3} , J_{k-2}))만이 데이터 일관성을 유지하기 위해 반환된다.
- [0047] 본 발명의 일반적인 처리를 보여주는 도 3의 플로우차트에서, 단계(31)에서 타이머가 개시되고, 단계(32)에서는 (채널 우선 순위 리스트가 제로로 시작하는 경우에) 현재 오디오 채널 번호 m 이 '0'으로 마킹되도록 설정함으로써(채널 우선 순위 리스트가 '1'로 시작하는 경우에는 m 은 '1'로 설정됨) 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션에 대한 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널이 선택된다. 단계(33)에서 현재 타이머값이 판독되고, 단계(34)에서, 전체적인 실시간 처리 요건을 고려하여, 오디오 채널 우선 순위 리스트의 다음 채널을 워터마크 처리하기 위한 시간이 여전히 충분한지를 검사한다. 전술한 비워터마킹 처리 작업으로 인한 프로세서 부하가 현재 오디오 신호 입력 블록 또는 섹션에 대한 워터마크 처리 중에 증감한 경우에는, 단계(33, 34)에서 실행 기간이 평가될 뿐만 아니라, 현재 오디오 신호 입력 블록 또는 섹션에 대한 남아 있는 가용 처리 능력도 평가된다.
- [0048] 현재 남아 있는 처리 능력이 워터마킹 처리에 이용 가능하다면, 단계(35)에서 우선 순위 리스트의 현재 오디오 채널 m 이 워터마킹되고, 단계(36)에서 우선 순위 리스트 채널 번호 m 이 '1'만큼 증분된다(즉, $m \leftarrow m+1$). 반면에 이용 가능하지 않다면, 단계(39)에서 현재 오디오 채널 m 이 워터마킹되지 않고, 단계(36)에서 우선 순위 리스트 채널 번호 m 이 '1'만큼 증분된다.
- [0049] 단계(37)는 채널 우선 순위 리스트에 채널이 더 남아 있는지를 검사한다. 남아 있다면, 단계(38)에서 오디오 채널 우선 순위 리스트의 다음 오디오 채널 m 이 선택되고, 단계(33)에서 현재 타이머값이 판독되고, 전술한 바와 같은 처리가 계속된다. 남아 있지 않으면, 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션에 대한 워터마킹 처리는 종료되고, 그 이후의 오디오 신호 블록 또는 섹션에 대한 제1 우선 순위 리스트 채널에 대한 처리가 계속된다.
- [0050] 채널 카운터 m 은 현재 채널이 워터마킹되어 있는지 여부와 관계없이 증분된다. 따라서, 일부 채널이 상태

PASSTHROUGH에 있었는지 여부에 관계없이, 하나의 오디오 신호 블록 또는 섹션의 모든 채널에 동일한 변경(또는 변경은 콘텐츠에 따라 다를 수 있으므로 유사한 변경)이 적용된다.

[0051] 도 4와 도 5에는 도 3의 MarkChannel 단계(35)와 NotMarkChannel 단계(39)에 대한 더 구체적인 플로우차트가 도시되어 있다. 도 4에서, 단계(41)에서 현재 상태가 PROCESS인지 검사한다. YES 이면, 단계(42)에서 현재 채널 m 에 대한 통상적인 처리가 실시된다. NO라면, 단계(43)에서, 도 1, 6 및 7과 관련하여 설명되는 바와 같이, 현재 채널 m 에 대한 상태 PROCESS 처리로의 천이가 실시된다. 도 5에서 단계(51)에서 현재 상태가 PASSTHROUGH인지 검사한다. YES이면, 단계(52)에서 현재 채널 m 에 대한 통상적인 PASSTHROUGH 처리가 실시된다. NO라면, 단계(53)에서, 도 1, 6 및 7과 관련하여 설명되는 바와 같이, 현재 채널 m 에 대한 상태 PASSTHROUGH 처리로의 천이가 실시된다.

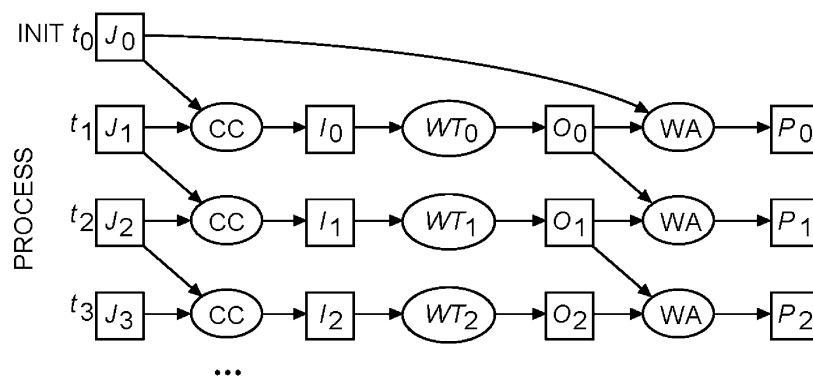
[0052] 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션의 추가 채널에 대한 워터마킹 처리 능력이 남아 있지 않은 경우에는, 워터마킹 처리 상태는 남아 있는 채널에 대해 도 6에 도시된 바와 같이 상태 PROCESS로부터 상태 PASSTHROUGH로 바뀐다. 이 도에서, 출력 블록(P_k, P_{k+1})의 콘텐츠는 각각 입력 블록(J_k, J_{k+1})의 콘텐츠에 대응한다.

[0053] 현재 입력 신호 블록 또는 섹션의 처리 중에 예기치 않게 (예컨대 다른 작업을 위해 더 적은 프로세서 능력이 요구됨으로 인해) 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션의 추가 채널에 대한 워터마킹 처리 능력이 남아 있는 경우에는, 워터마킹 처리 상태는 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션의 남아 있는 채널에 대해 도 7에 도시된 바와 같이 상태 PASSTHROUGH로부터 상태 PROCESS로 바뀔 수 있다. 이는 현재 오디오 신호 블록 또는 섹션의 처리 또는 검사가 종료되고 후속의 오디오 신호 블록 또는 섹션에 대한 채널 우선 순위 리스트의 제1 채널의 워터마킹 처리로 처리가 계속되는 경우에도 적용된다. 이 도에서, 출력 블록(P_{k-3}, P_{k-2})의 콘텐츠는 각각 입력 블록(J_{k-3}, J_{k-2})의 콘텐츠에 대응한다.

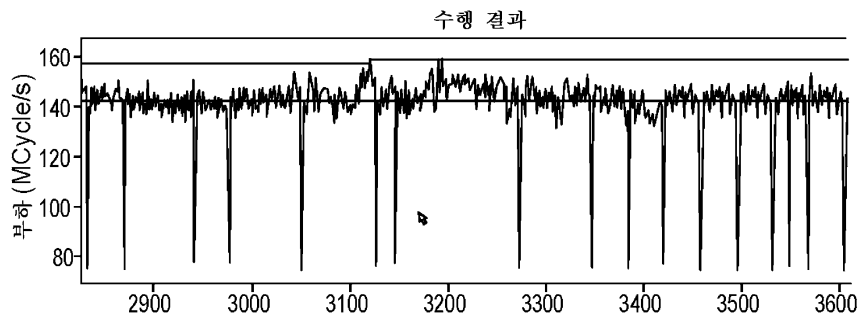
[0054] 양호하게는, 채널들의 우선 순위화는 시간에 따라 일정할 필요는 없다. 예컨대, 5.1 설정에서 2개의 채널만이 워터마킹된다면, 가장 중요한 채널은 중앙 채널이고, 좌측 채널과 우측 채널은 동등하게 중요할 수 있다. 그와 같은 경우에, 어태커(attacker)의 생존을 더 어렵게 만들기 위해서는, 제1 기간 동안 중앙 채널과 좌측 채널을 마킹하고, 그 후, 제2 기간 동안 중앙 채널과 우측 채널을 마킹하고, 오디오 데이터 스트림이 끝날 때까지 이러한 교번 처리를 반복하는 것이 바람직하다.

도면

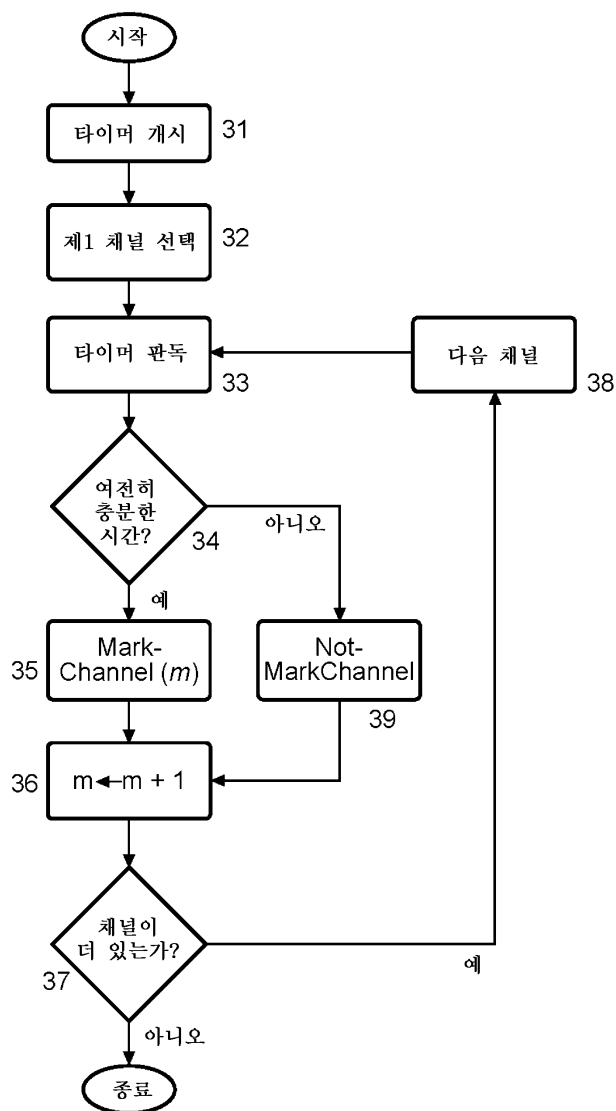
도면1



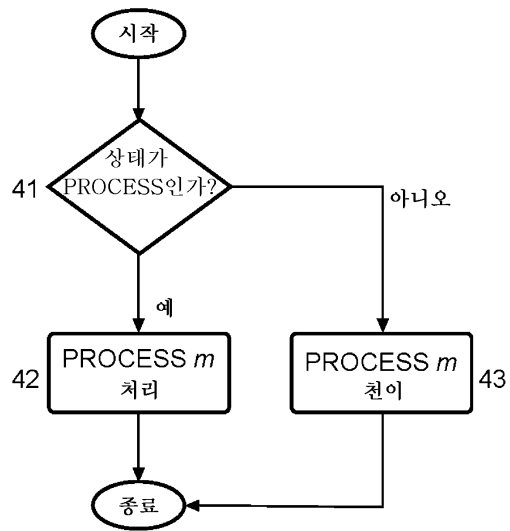
도면2



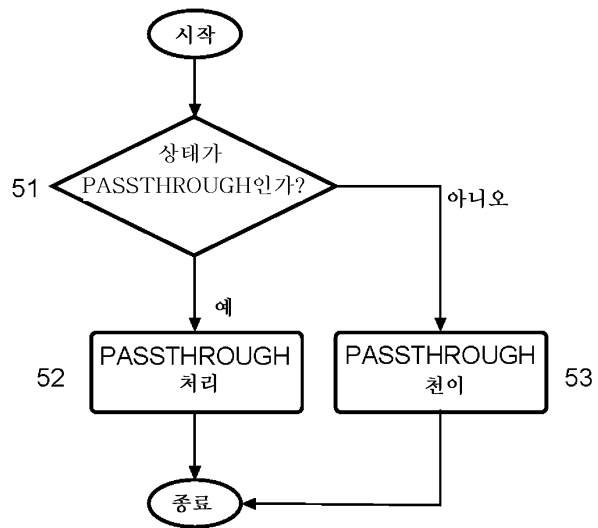
도면3



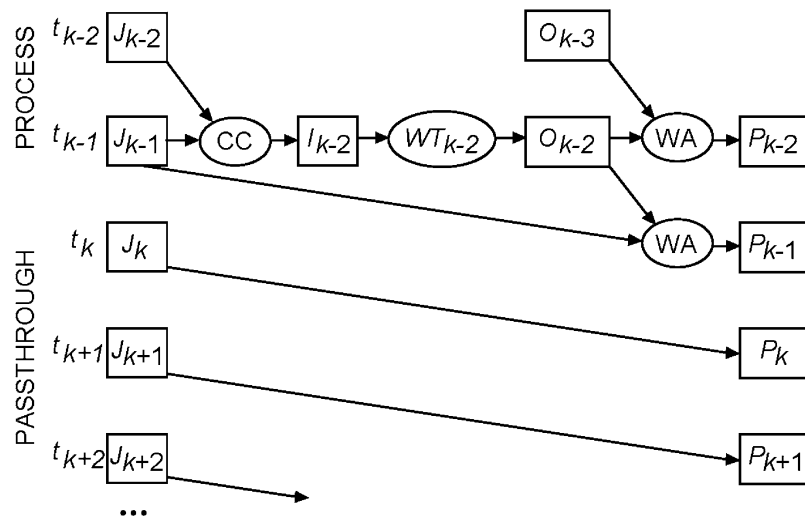
도면4



도면5



도면6



도면7

