



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2009년06월16일  
 (11) 등록번호 10-0903109  
 (24) 등록일자 2009년06월09일

(51) Int. Cl.  
*H03M 7/30* (2006.01) *G10L 19/00* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2007-0028883  
 (22) 출원일자 2007년03월23일  
 심사청구일자 2007년03월23일  
 (65) 공개번호 10-2008-0055578  
 (43) 공개일자 2008년06월19일  
 (30) 우선권주장  
 1020060127453 2006년12월13일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR100325884 B1\*  
 US6373411 B1\*  
 JP2006129467 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국전자통신연구원  
 대전 유성구 가정동 161번지  
 광운대학교 산학협력단  
 서울 노원구 월계동 447-1  
 (뒷면에 계속)  
 (72) 발명자  
 백승권  
 서울 서초구 방배2동 957-13  
 서정일  
 대전 유성구 전민동 세종아파트 107-801  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

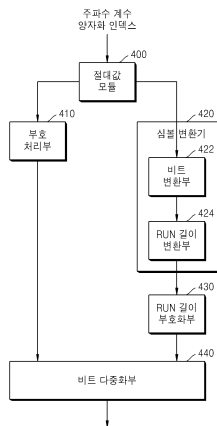
심사관 : 서호선

**(54) 오디오 신호의 무손실 부호화/복호화 장치 및 그 방법**

**(57) 요약**

오디오 신호의 무손실 부호화/복호화 장치 및 그 방법이 개시된다. 현 프레임의 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들로부터 각 레벨에 대한 제1 비트열을 생성하고, 각 레벨에 대한 제1 비트열을 일렬로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성한 후, 심볼을 제3 비트열로 부호화한다. 이로써, 오디오 신호의 부호화 성능을 향상시킬 수 있다.

**대표도 - 도4**



(73) 특허권자

**한양대학교 산학협력단**

서울 성동구 행당동 17 한양대학교 내

**연세대학교 산학협력단**

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

**장인선**

대전 유성구 신성동 148-4 301호

**정세운**

대전 대덕구 비래동 금성백조아파트 101-1203

**최해철**

대전 유성구 반석동 양지마을아파트 105-904

**장대영**

대전 유성구 노은동 열매마을9단지아파트 904-1701

**김재곤**

대전 서구 둔산2동 11통 1반 샘머리아파트 203-402

**문경애**

대전 유성구 가정동 한국전자통신연구원

**홍진우**

대전 유성구 도룡동 385-15 로얄밸리 907호

**김진웅**

대전 유성구 전민동 엑스포아파트 305-1603

**박호중**

경기 성남시 분당구 수내동 청구아파트 205-1902

**박영철**

강원 원주시 명륜2동 동보노빌리티아파트 102-403

**강상원**

경기 성남시 분당구 수내동 34 금호아파트 114-701

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

현 프레임의 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들로부터 각 레벨별 제1 비트열을 생성하는 비트 변환부;  
 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 일렬로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 런 길이 변환부; 및  
 상기 심볼을 제3 비트열로 부호화하는 런 길이 부호화부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화기.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,  
 소정 개수의 주파수 계수의 양자화 인덱스를 부호(sign) 및 절대값으로 분리하는 절대값 모듈;  
 상기 부호(sign)를 제4 비트열로 부호화하는 부호 처리부; 및  
 상기 제3 비트열과 상기 제4 비트열을 다중화하는 다중화부;를 더 포함하고,  
 상기 비트 변환부의 양자화 인덱스는 상기 절대값 모듈에서 분리된 절대값인 것을 특징으로 하는 무손실 부호화기.

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 비트 변환부는,  
 각 레벨에서 상기 양자화 인덱스들의 값이 상기 각 레벨 값보다 큰 경우에는 1, 같은 경우에는 0 및 그 외의 경우에는 null을 할당하여 상기 제1 비트열을 생성하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화기.

**청구항 4**

제 1항에 있어서, 상기 런 길이 변환부는,  
 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 주파수 증가 방향 및 주파수 감소 방향 중 어느 하나의 방향으로 나열한 상기 제2 비트열을 구하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화기.

**청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 런 길이 변환부는,  
 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 주파수 증가 방향 및 주파수 감소 방향으로 번갈아가며 나열하여 상기 제2 비트열을 구하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화기.

**청구항 6**

현 프레임의 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들로부터 각 레벨에 대한 제1 비트열을 생성하는 단계;  
 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 일렬로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 단계; 및  
 상기 심볼을 제3 비트열로 부호화하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화 방법.

**청구항 7**

제 6항에 있어서,  
 소정 개수의 주파수 계수의 양자화 인덱스를 부호(sign) 및 절대값으로 분리하는 단계;  
 상기 부호(sign)를 제4 비트열로 부호화하는 단계; 및  
 상기 제3 비트열과 상기 제4 비트열을 다중화하는 단계;를 더 포함하고,  
 상기 제1 비트열 생성 단계의 양자화 인덱스는 상기 절대값인 것을 특징으로 하는 무손실 부호화 방법.

**청구항 8**

제 6항에 있어서, 상기 심볼 생성 단계는,

각 레벨에서 상기 양자화 인덱스들의 값이 상기 각 레벨 값보다 큰 경우에는 1, 같은 경우에는 0 및 그 외의 경우에는 null을 할당하여 상기 제1 비트열을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화 방법.

**청구항 9**

제 6항에 있어서, 상기 심볼 생성 단계는,

상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 주파수 증가 방향 및 주파수 감소 방향 중 어느 하나의 방향으로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화 방법.

**청구항 10**

제 6항에 있어서, 상기 심볼 생성 단계는,

상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 주파수 증가 방향 및 주파수 감소 방향으로 번갈아가며 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 부호화 방법.

**청구항 11**

주파수 계수의 양자화 인덱스들로부터 생성한 각 레벨별 비트열을 이용하여 부호화한 비트열을 복호화하여 런 길이로 구성된 심볼을 구하는 런 길이 복호화부;

상기 런 길이에 따라 비트 값들을 배열하여 제1 비트열을 생성하는 런-비트 변환부; 및

상기 제1 비트열로부터 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들을 복원하는 비트 역변환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 복호화기.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

수신 비트열을 부호 비트열과 상기 절대값 비트열로 분리하는 역다중화부;

상기 부호 비트열을 복호화하여 부호(sign)를 파악하는 부호 복호화부; 및

상기 부호(sign)와 상기 양자화 인덱스를 결합하는 부호 결합부;를 더 포함하고,

상기 런 길이 복호화부의 비트열은 상기 역다중화부에서 분리된 절대값 비트열인 것을 특징으로 하는 무손실 복호화기.

**청구항 13**

제 11항에 있어서, 상기 비트 역변환부는,

상기 제1 비트열로부터 각 레벨에 대한 제2 비트열을 구하고, 상기 제2 비트열로부터 상기 양자화 인덱스들을 구하는 것을 특징으로 하는 무손실 복호화기.

**청구항 14**

비트열을 복호화하여 런 길이로 구성된 심볼을 구하는 단계;

상기 런 길이에 따라 비트 값들을 배열하여 제1 비트열을 생성하는 단계; 및

상기 제1 비트열로부터 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들을 복원하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 복호화 방법.

**청구항 15**

제 14항에 있어서,

수신 비트열을 부호 비트열과 상기 절대값 비트열로 분리하는 단계;  
 상기 부호 비트열을 복호화하여 부호(sign)를 파악하는 단계; 및  
 상기 부호(sign)와 상기 양자화 인덱스를 결합하는 단계;를 더 포함하고,  
 상기 심볼을 구하는 단계의 비트열은 상기 절대값 비트열인 것을 특징으로 하는 무손실 복호화 방법.

**청구항 16**

제 14항에 있어서, 상기 양자화 인덱스 복원 단계는,  
 상기 제1 비트열로부터 각 레벨에 대한 제2 비트열을 구하고, 상기 제2 비트열로부터 상기 양자화 인덱스들을 구하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무손실 복호화 방법.

**청구항 17**

제6항 내지 제10항 및 제14항 내지 제16항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <8> 본 발명은 오디오 신호를 부호화 및 복호화하는 것에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무손실 부호화/복호화하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.
- <9> 도 1은 종래 오디오 부호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- <10> 도 1을 참조하면, 오디오 부호화기는 주파수 변환부(100), 심리음향 분석부(110), 양자화부(120), 무손실 부호화부(130)를 포함한다.
- <11> 주파수 변환부(100)는 오디오 신호를 주파수 영역으로 변환시켜 주파수 계수(spectral coefficients)를 생성한다. 심리음향 분석부(110)는 오디오 신호의 청각적 특성을 분석하여 오디오 신호에 대한 매스킹 정보를 생성한다.
- <12> 양자화부(120)는 주파수 계수를 양자화하여 주파수 계수의 양자화 인덱스를 출력하고, 매스킹 정보에 따라 각 주파수 대역별로 양자화 규격을 결정하고, 결정된 양자화 규격에 따라 주파수 계수를 양자화한다. 이때, 양자화부(120)는 양자화 성능을 향상시키기 위하여 예측 양자화 등의 다양한 양자화 기법을 사용할 수 있다.
- <13> 무손실 부호화부(130)는 주파수 계수의 양자화 인덱스를 부호화하여 비트열(bitstream)을 생성한다. 비트열은 저장 매체 또는 통신 채널을 통하여 전달된다.
- <14> 오디오 복호화기(decoder)는 전송된 비트열로부터 양자화 인덱스를 추출하고 주파수 계수를 구한 후, 주파수 계수를 시간 영역으로 변환시켜 최종 오디오 신호를 복원한다.
- <15> 무손실 부호화부(130)에서 부호화할 입력 데이터를 일반적으로 심볼이라고 한다. 입력 심볼과 출력 부호 사이에 역변환이 가능하고(즉, 출력 부호로부터 입력 심볼의 복원이 가능), 추가적인 왜곡이 발생하지 않는 경우를 '무손실' 부호화라고 한다.
- <16> 무손실 부호화의 목표는 주어진 입력 심볼들을 최소의 비트 양으로 부호화하고, 심볼의 확률 분포를 고려하여 평균적으로 최소의 비트 양을 가지도록 하는 것이다. 예를 들어, 발생 확률이 높은 심볼은 짧은 비트의 부호로 부호화하고, 발생 확률이 낮은 심볼은 긴 비트의 부호로 부호화한다. 이로써, 모든 심볼을 동일한 길이로 부호화하는 종래 방법에 비하여 무손실 부호화에서는 평균적으로 비트 수가 감소한다.
- <17> 종래의 무손실 부호화부는 주파수 계수의 양자화 인덱스를 허프만 부호화 또는 산술 부호화 등의 엔트로피 부호화 방법으로 직접 부호화한다.

- <18> 허프만 부호화는 각 심볼에 해당하는 부호가 표로 주어지며 일반적으로 각 심볼은 서로 다른 길이를 가진다. 또한 심볼의 경계를 별도로 표시하지 않고 해당 심볼 부호의 비트를 일렬로 나열하더라도 완벽하게 각 심볼을 복원할 수 있도록 각 심볼의 부호를 할당한다. 심볼들의 발생 확률이 주어질 때, 최소의 평균 비트 수를 가지고 복원이 가능하게 하는 부호를 만드는 방법은 종래에 알려져 있다.
- <19> 도 2은 종래의 허프만 부호화의 일 예를 도시한 도면이다.
- <20> 도 2를 참조하면, 4개의 심볼에 대하여 각 심볼의 확률이 주어질 때, 허프만 부호화를 위한 부호 및 비트 수가 주어지며, 모호성 없이 비트열로부터 심볼의 복원이 가능하다. 도 2에 대하여 부호화를 할 경우 심볼당 평균 1.6 비트가 필요하며, 일반적으로 심볼마다 2비트를 할당하는 경우에 비하여 비트가 절약된다.
- <21> 종래기술에 의한 허프만 부호화의 일 실시예로서, MPEG-2/4 AAC 에서 사용하는 무손실 부호화부의 동작 규격은 다음과 같다.
- <22> 각 프레임마다 1024개의 양자화 인덱스(심볼)가 입력되며, 2차원 또는 4차원 벡터로 결합하여 심볼을 정의하고 허프만 부호화를 한다. 11개의 허프만 테이블(2차원용 7개, 4차원용 4개)이 주어지며, 해당 심볼을 최소의 비트로 부호화할 수 있는 테이블을 선택하여 사용한다.
- <23> 또한, 벡터의 차수도 2차원과 4차원 중에서 부호화 성능이 우수한 경우를 선택하여 사용한다. 벡터 차수에 따라 서로 다른 허프만 테이블을 사용하므로 사용한 테이블이 명시되면 벡터 차수는 자동으로 정의된다.
- <24> 상기와 같은 종래기술에 의한 무손실 부호화 방법은 주파수 계수의 양자화 인덱스를 심볼로 사용한다. 즉 주파수 계수 인덱스를 입력하여 추가적인 처리 없이 직접 부호화하는 개념이다.
- <25> 도 3은 주파수 계수의 양자화 인덱스의 일 예를 도시한 도면이다.
- <26> 도 3을 참조하면, 주파수 계수의 양자화 인덱스가 주어질 때, 주파수가 증가하는 방향(즉, n이 증가하는 방향)으로 차례대로 2차원 또는 4차원 벡터를 생성하고 각 벡터를 허프만 부호화한다.
- <27> 무손실 부호화의 궁극적 목표는 적은 비트를 사용하여 해당 심볼을 부호화하는 것이다. 그러나 종래의 방법은 주파수 계수 인덱스에 대해 단순한 허프만 부호화만을 사용하고 성능 향상을 위한 추가적인 처리를 하지 않고 있으며, 이에 따라 최적의 성능을 제공하지 못하고 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <28> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 동일한 부호화 왜곡을 가지면서 적은 수의 비트열로 오디오 신호를 압축하여 오디오 부호화기의 성능을 향상시킬 수 있는 무손실 부호화/복호화 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.
- <29> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 무손실 부호화/복호화 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

**발명의 구성 및 작용**

- <30> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무손실 부호화기의 일 실시예는, 현 프레임의 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들로부터 각 레벨에 대한 제1 비트열을 생성하는 비트 변환부; 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 일렬로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 런 길이 변환부; 및 상기 심볼을 제3 비트열로 부호화하는 런 길이 부호화부;를 포함한다.
- <31> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무손실 부호화 방법의 일 실시예는, 현 프레임의 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들로부터 각 레벨에 대한 제1 비트열을 생성하는 단계; 상기 각 레벨에 대한 제1 비트열을 일렬로 나열한 제2 비트열의 런 길이로 구성되는 심볼을 생성하는 단계; 및 상기 심볼을 제3 비트열로 부호화하는 단계;를 포함한다.
- <32> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무손실 복호화 장치의 일 실시예는, 비트열을 복호화하여 런 길이로 구성된 심볼을 구하는 런 길이 복호화부; 상기 런 길이에 따라 비트 값들을 배열하여 제1 비트열을 생성하는 런-비트 변환부; 및 상기 제1 비트열로부터 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들을 복원하는 비트 역변환부;를 포함한다.
- <33> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무손실 복호화 방법의 일 실시예는, 비트열을 복호화하여

런 길이로 구성된 심볼을 구하는 단계; 상기 런 길이에 따라 비트 값들을 배열하여 제1 비트열을 생성하는 단계; 및 상기 제1 비트열로부터 주파수 계수에 대한 양자화 인덱스들을 복원하는 단계;를 포함한다.

<34> 이로써, 오디오 신호의 부호화 성능을 향상시킬 수 있다.

<35> 이하에서, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 무손실 부호화/복호화 장치 및 그 방법에 대해 상세히 설명한다.

<36> 먼저, 본 발명에 따른 무손실 부호화 및 복호화의 과정을 도 3을 참조하여 설명한다.

<37> 현재 프레임에 해당하는 N개의 주파수 계수의 정수 양자화 인덱스를  $x'|n|, 0 \leq n < N$  라 하고, 부호를 제거한 절대값을  $x|n| = |x'|n||, 0 \leq n < N$  이라고 하자. 먼저,  $x|n|$  을 0 레벨(k=0)부터 시작하여 각 레벨 k에 대한 비트값  $Q_k[n]$ 을 다음 수학적 식 1과 같이 구한다. 여기서, k 및  $x|n|$  은 모두 0 이상의 정수이고,  $Q_k[n]$ 은 비트값이다.

**수학적 식 1**

$$Q_k|n| = \begin{cases} 1 & \text{if } x|n| > k \\ 0 & \text{else if } x|n| = k \\ \text{null} & \text{else} \end{cases}$$

<38>

<39> 예를 들어, 도 3의 주파수 계수에 대해서 살펴보면, N=10이고  $Q_k[n]$ 은 다음수학적 식 2와 같다.

**수학적 식 2**

<40>  $Q_3[n] = \{ , , 0, 0, , , , , , \}$

<41>  $Q_2[n] = \{ , 0, 1, 1, , , , , , \}$

<42>  $Q_1[n] = \{ 0, 1, 1, 1, 0, , , , 0, 0 \}$

<43>  $Q_0[n] = \{ 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1 \}$

<44> 여기서, Null 값은 제외하고 표시하였다.

<45>  $Q_k[n]$ 에서 null 값을 가지는 n위치는 복원 과정에서 "Stack" 성질에 의하여 추가 정보 없이 알 수 있으므로 부호화에서 제외된다. 또한 특정 레벨에서 비트가 모두 0이면 그 이상의 레벨은 필요가 없으므로 자동으로 비트 생성이 종료된다.

<46> 복원 과정은 k=0부터 시작하여 k를 증가시키면서 진행하며, 만일 특정  $n=n_0$ 에서  $Q_p[n_0]=0$  이면,  $r > p$ 인 모든 레벨 r에 대하여  $Q_r[n_0]=Null$  이다. 따라서  $Q_k[n]$ 에서 각 비트의 n 정보는 별도로 전송할 필요가 없고, k=0부터 시작하여 k를 증가시키면서 비트를 1차원으로 나열하여 새로운 비트열  $E|i|$  을 정의하여 전송하면 필요한 모든 정보가 전달된다. 또한 비트열이 종료되는 시점이 자동적으로 정해지므로 이에 대한 추가 정보는 필요없다. 수학적 식 2에 대한  $E|i|$  값은 다음 수학적 식 3과 같다.

**수학적 식 3**

$$E|i| = \{ 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0 \}$$

<47>

<48>  $E|i|$ 로부터  $x|n|$  을 복원하는 과정은 다음과 같다. 먼저 다음 수학적 식 4에 따라  $E|i|$ 로부터  $Q_k[n]$ 을 복원한다.

수학식 4

$$Q_k[n] = \begin{cases} E[i] & \text{if Level } k, n \text{ 위치가 Null이 아님} \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

<49>

<50> 다음 수학식 5에 따라  $Q_k[n]$ 으로부터  $x[n]$ 을 복원한다.

수학식 5

$$x[n] = \sum_{k=0} Q_k[n]$$

<51>

<52> 이와 같이 정의된 비트열  $E[i]$ 를 전송하면 주파수 계수의 인덱스 절대값  $x[n], 0 \leq n < N$ 의 복원이 가능하다. 따라서 종래 기술에 따라  $x[n]$ 을 무손실 부호화하는 대신에, 본 발명에서는  $x[n]$ 으로부터 새로운 정보  $E[i]$ 을 정의하여 무손실 부호화하는 방법을 사용함으로써, 부호화에 필요한 비트수를 감소한다.

<53>  $E[i]$ 에는 일반적으로 동일한 비트값이 연속적으로 발생하게 되며, 연속적으로 발생하는 동일한 비트열을 런(Run)이라 한다. 비트열에는 '1'의 런과 '0'의 런이 반복적으로 발생하므로, 각 런의 길이만 전달하면 정보의 손실 없이 복원이 가능하다. 예를 들어, 도 3의 주파수 계수에 대하여 다음 수학식 6과 같은 런 길이 열만 전송하면 된다.

수학식 6

<54> 런(Run) 길이 열 = {5,3,2,1,3,4,2,2}

<55> 본 발명에서는 주파수 계수 양자화 인덱스를 레벨별 비트로 변환하여 비트열을 생성하고, 이 비트열을 다시 런 길이 열로 변환하여 최종 부호화할 심볼을 새롭게 정의한 후, 이 심볼을 무손실 부호화한다.

<56>  $Q_k[n]$ 으로부터  $E[i]$ 를 생성할 때 각 레벨  $Q_k[n]$ 의 비트 나열 방향을 변경할 수 있다. 일 예로, 특정 레벨에서 주파수가 증가하는 방향으로 비트를 나열하고 다음 레벨에서는 주파수가 감소하는 방향으로 비트를 나열하여 인접한 레벨에서 비트 방향이 반대가 되게 할 수 있다. 이 방법을 적용하면 도 3에 대한  $E[i]$ 와 그에 따른 런 길이는 다음 수학식 7과 같다. 여기서 k=0에서 주파수 증가 방향으로 비트를 나열하였다.

수학식 7

$$Q_3[n] = \{ \dots, 0, 0, \dots \}$$

$$Q_2[n] = \{ \dots, 0, 1, 1, \dots \}$$

$$Q_1[n] = \{0, 1, 1, 1, 0, \dots, 0, 0\}$$

$$Q_0[n] = \{1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1\}$$

$$E[i] = \{1,1,1,1,1,0,0,0,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0,1,1,0,0\}$$

<57> Run 길이 열 = {5, 3, 2, 3, 3, 2, 2, 2}



- <58> 즉, 비트열을 생성할 때 각 레벨마다 두 가지의 방향을 사용할 수 있으며, 각 방향에 따라  $E_i$  비트열과 런 길이 열이 다르고, 그에 따라 부호화에 필요한 비트수가 다르게 된다. 따라서 각 프레임에 대하여 모든 레벨에서 비트 나열 방향을 선택하여 심볼을 구하는 것도 가능하다.
- <59> 도 4는 본 발명에 따른 무손실 부호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- <60> 도 4를 참조하면, 무손실 부호화기는 절대값 모듈(400), 부호 처리부(410), 심볼 변환부(420), 런 길이 부호화부(430) 및 비트 다중화부(440)를 포함하고, 심볼 변환부(420)는 비트 변환부(422) 및 런 길이 변환부(424)를 포함한다.
- <61> 절대값 모듈(400)은 주파수 계수의 양자화 인덱스를 입력받으면, 양자화 인덱스를 부호(sign)와 절대값으로 분리하여 각각 부호 처리부(410) 및 심볼 변환부(420)로 출력한다.
- <62> 부호 처리부(410)는 절대값 모듈(400)로부터 출력된 부호(sign)를 부호화(coding)한 제1 부호 비트열을 출력한다.
- <63> 심볼 변환부(420)는 양자화 인덱스의 절대값인 제1 심볼을 입력받은 후, 제1 심볼을 실제로 부호화를 적용할 제2 심볼로 변환하여 출력한다. 심볼 변환부(420)는 구체적으로 비트 변환부(422)와 런 길이 변환부(424)로 구성된다.
- <64> 비트 변환부(422)는 수학적 1의 동작을 수행하여 제1 심볼을 레벨(level)별 비트값으로 변환하고 1차원으로 나열하여 제1 비트열을 생성하여 출력한다. 비트 변환부(422)는 수학적 1의 동작에 한정되지 아니하며 동일한 개념의 동작을 수행하여 동일한 출력을 구할 수 있는 여러 다른 방법들이 적용될 수 있다. 런 길이 변환부(424)는 제1 비트열에서 동일 비트의 런(Run)을 구하고 각 런의 길이에 해당하는 제2 심볼을 구하여 출력한다.
- <65> 런 길이 부호화부(430)는 런 길이인 제2 심볼을 부호화하고 제1 절대값 비트열을 출력한다. 런 길이 부호화부(430)는 종래의 허프만 부호화(Huffman Coding) 또는 산술 부호화(Arithmetic Coding)를 사용할 수 있다.
- <66> 비트 다중화부(440)는 부호 처리부(410)로부터 출력된 제1 부호 비트열과 런 길이 부호화부(430)로부터 출력된 제1 절대값 비트열을 결합하여 최종 무손실 부호화기의 제2 비트열을 출력한다.
- <67> 도 5는 본 발명에 따른 무손실 복호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- <68> 도 5를 참조하면, 무손실 복호화기는 비트 역다중화부(500), 부호 복호화부(510), 런 길이 복호화부(520), 심볼 역변환부(530) 및 부호 결합부(540)를 포함하고, 다시 심볼 역변환부(530)는 런-비트 변환부(532) 및 비트 역변환부(534)로 구성된다. 본 발명에 따른 무손실 복호화기는 도 4에 도시된 무손실 부호화기로부터 출력된 비트열을 복호화한다.
- <69> 비트 역다중화부(500)는 제1 비트열을 입력받으면, 제1 비트열을 제1 부호 비트열과 제1 절대값 비트열로 역다중화하여 출력한다.
- <70> 부호 복호화부(510)는 제1 부호 비트열을 계수 부호(sign)로 복원한다.
- <71> 런 길이 복호화부(520)는 제1 절대값 비트열을 도 4에 도시된 런 길이 부호화부(430)의 역 과정을 통하여 런 길이에 해당하는 제1 심볼을 출력한다.
- <72> 심볼 역변환부(530)는 제1 심볼을 역변환하여 제2 심볼을 출력한다. 구체적으로, 심볼 역변환부(530)는 런-비트 변환부(532) 및 비트 역변환부(534)로 구성된다. 런-비트 변환부(532)는 제1 심볼의 런 길이로부터 제2 비트열을 생성하고, 비트 역변환부(534)는 수학적 4 및 수학적 5의 동작에 따라 제2 비트열로부터 계수 절대값에 해당하는 제2 심볼을 출력한다. 비트 역변환부(534)는 수학적 4 및 수학적 5의 동작에 한정되지 아니하며 동일한 개념의 동작을 수행하여 동일한 출력을 구할 수 있는 여러 다른 방법들이 적용될 수 있다.
- <73> 부호 결합부(540)는 계수 부호와 계수 절대값을 결합하여 최종 계수 인덱스를 출력한다.
- <74> 도 6은 본 발명에 따른 무손실 부호화 방법의 일 실시예의 흐름을 도시한 도면이다.
- <75> 도 6을 참조하면, 무손실 부호화기는 현 프레임의 주파수 계수의 양자화 인덱스를 부호(sign)와 절대값으로 분리한다(S600). 무손실 부호화기는 부호(sign)를 부호화하여 부호 비트열을 생성한다(S610). 무손실 부호화기는 절대값들에 대하여 수학적 1에 따라 각 레벨별 비트열로 변환하고, 변환된 각 레벨별 비트열을 1차원으로 나열하여 제2 비트열을 생성한다(S620). 무손실 부호화기는 제2 비트열을 런 길이 열로 변환시키고(S630) 런 길이

열을 부호화한다(S640). 그리고, 무손실 부호화기는 부호 비트열과 런 길이 열의 부호화 값을 결합하여 최종 출력 비트열 생성한다(S650).

- <76> 도 7은 본 발명에 따른 무손실 복호화 방법의 일 실시예의 흐름을 도시한 도면이다.
- <77> 도 7을 참조하면, 무손실 복호화기는 입력 비트열로부터 부호 비트열과 절대값 비트열을 분리한다(S700). 무손실 복호화기는 부호 비트열을 복원하여 계수 부호를 구하고(S710), 절대값 비트열을 복원하여 런 길이를 구한다(S720). 무손실 복호화기는 런 길이로부터 비트열을 생성하고(S730), 수학식 4 및 5에 따라 계수 절대값을 구한다(S740). 그리고 무손실 복호화기는 계수 부호화 절대값을 결합하여 최종 주파수 계수의 양자화 인덱스를 구한다(S750).
- <78> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- <79> 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.

**발명의 효과**

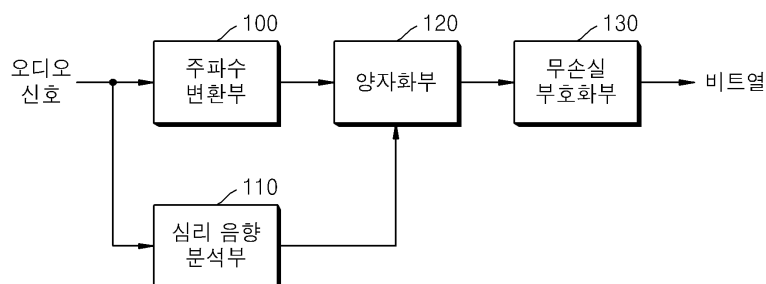
- <80> 본 발명에 따르면, 오디오 부호화기에서 주파수 계수의 무손실 부호화의 성능을 향상시키므로 동일한 부호화 왜곡을 가지면서 보다 적은 수의 비트열로 오디오 신호를 압축할 수 있다. 또한 목표 비트 수를 동일하게 할 경우 동일한 압축률을 가지면 왜곡을 감소시켜 오디오 부호화기의 성능을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- <1> 도 1은 종래 오디오 부호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면,
- <2> 도 2은 종래의 허프만 부호화의 일 예를 도시한 도면,
- <3> 도 3은 주파수 계수의 양자화 인덱스의 일 예를 도시한 도면,
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 무손실 부호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면,
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 무손실 복호화기의 일 실시예의 구성을 도시한 도면,
- <6> 도 6은 본 발명에 따른 무손실 부호화 방법의 일 실시예의 흐름을 도시한 도면, 그리고,
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 무손실 복호화 방법의 일 실시예의 흐름을 도시한 도면이다

**도면**

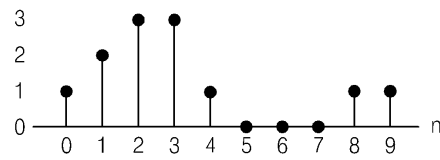
**도면1**



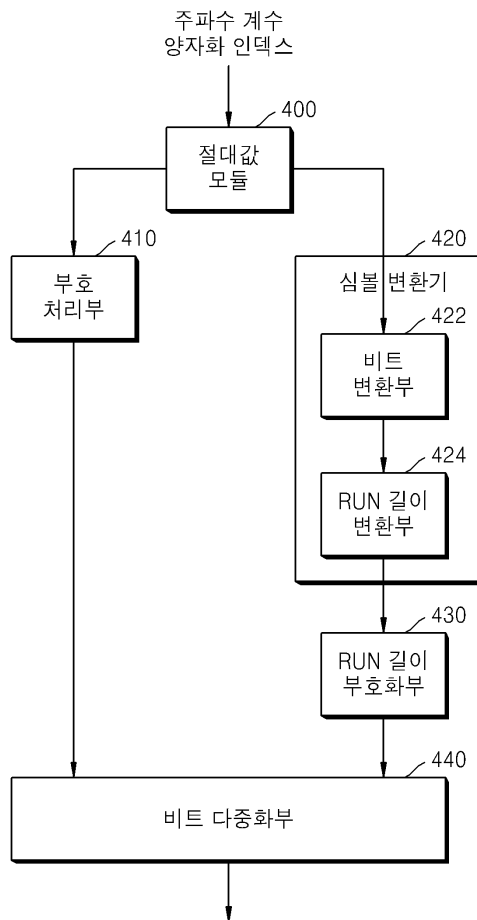
도면2

SYMBOL	확률	부호	비트 수
A	0.6	0	1
B	0.2	10	2
C	0.1	110	3
D	0.1	111	3

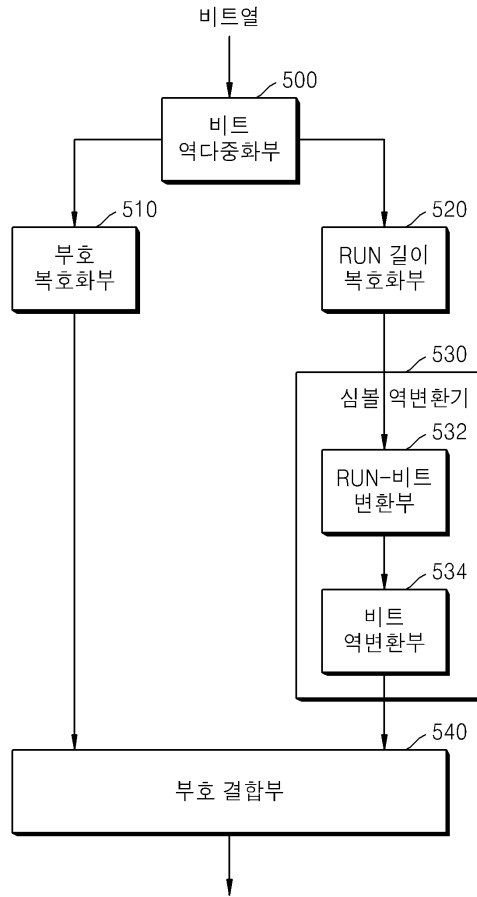
도면3



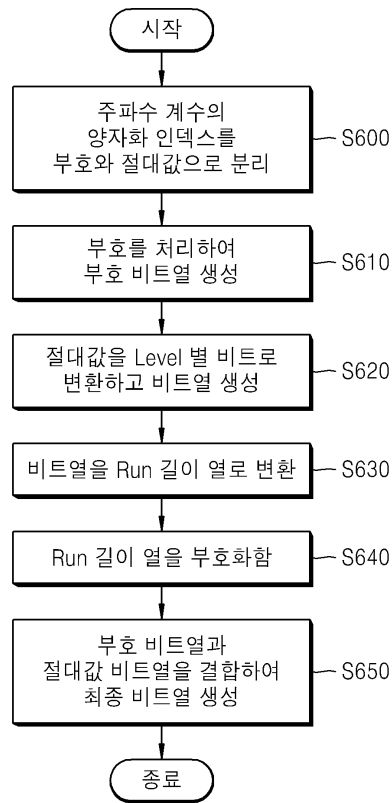
도면4



도면5



도면6



도면7

