



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0115282
(43) 공개일자 2011년10월21일

(51) Int. Cl.

G10L 19/00 (2006.01) G11B 20/10 (2006.01)

H03M 7/34 (2006.01) H04N 7/24 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2010-0034699

(22) 출원일자 2010년04월15일

심사청구일자 2010년04월15일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

김무영

서울특별시 강남구 도곡2동 렉슬아파트 210동 402호

임종욱

서울특별시 금천구 독산3동 신도브래뉴 103동 804호

노명훈

서울특별시 성동구 성수2가3동 현대아이파크아파트 107동 401호

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

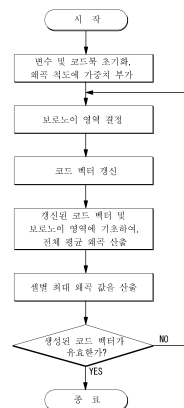
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 데이터 신호를 벡터 양자화하는 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체

(57) 요약

벡터 양자화 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체가 제공된다. 벡터 양자화 방법은, (a) 입력 값과 코드 벡터 값의 차이에 기초한 왜곡 척도를 설정하는 단계, (b) 상기 설정된 왜곡 척도에 기초하여, 보로노이 영역을 결정하는 단계, 및 (c) 상기 왜곡 척도 및 상기 보로노이 영역에 기초하여, 상기 코드 벡터를 갱신하는 단계를 포함하며, 상기 왜곡 척도에는 보로노이 영역의 크기에 따른 가중치가 부가된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 D00430

부처명 한국학술진흥재단

연구관리전문기관

연구사업명 (2008)년 선정 신진교수지원사업(기초과학분야)

연구과제명 이상 비트율 할당과 신호왜곡 문제점을 고려한 멀티미디어 신호의 연관성 양자화 방법

기여율

주관기관 세종대학교산학협력단

연구기간 2008년 07월 01일 ~ 2009년 06월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

데이터 신호를 벡터 양자화하는 방법에 있어서,

- (a) 입력 값과 코드 벡터 값의 차이에 기초한 왜곡 척도를 설정하는 단계,
 - (b) 상기 설정된 왜곡 척도에 기초하여, 보로노이 영역을 결정하는 단계, 및
 - (c) 상기 왜곡 척도 및 상기 보로노이 영역에 기초하여, 상기 코드 벡터를 갱신하는 단계
- 를 포함하며,

상기 왜곡 척도에는 보로노이 영역의 크기에 따른 가중치가 부가되는 것인 벡터 양자화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

- (d) 상기 갱신된 코드 벡터에 기초하여, 상기 입력 값의 양자화에 따른 전체 평균 왜곡을 산출하는 단계, 및
- (e) 상기 보로노이 영역 별 최대 왜곡을 산출하는 단계

를 더 포함하며,

상기 전체 평균 왜곡 값에 기초하여, 상기 (b) 단계 및 (c) 단계를 반복할지 여부를 판단하고, 상기 (b) 단계 및 (c) 단계를 반복하는 경우에는 상기 산출된 최대 왜곡 값 및 상기 갱신된 코드 벡터 값에 기초하여, 상기 보로노이 영역을 재결정하고 상기 갱신된 코드 벡터를 갱신하는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서는 미리 설정된 값보다 작은 크기의 보로노이 영역에 대하여는 셀의 크기에 반비례하는 가중치를 부여하고, 미리 설정된 값보다 큰 크기의 보로노이 영역에 대하여는 셀의 크기에 비례하도록 가중치를 부여하는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서는 최대 왜곡 값이 미리 설정된 값보다 작은 보로노이 영역에 대하여는 최대 왜곡 값의 크기에 반비례하도록 가중치를 부여하고, 최대 왜곡 값이 미리 설정된 값보다 큰 보로노이 영역에 대하여는 최대 왜곡 값의 크기에 비례하도록 가중치를 부여하는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 왜곡 척도는 r차승 평균 왜곡 척도 값($\|x^k - c_i^k\|_r$)에 가중치 함수($f(D_i)$)를 더하여 설정되

며, 상기 r 차승 평균 왜곡 척도 값에는 상기 가중치 함수($f(D_i)$)를 가하는 정도가 조절되어 더해지는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

셀별 최대 왜곡 값, 전체 평균 왜곡 값, 반복 변수(iteration 변수) 및 코드 벡터를 초기화하는 단계를 더 포함하며,

상기 (a) 단계에서는,

상기 초기화된 코드 벡터 값에 기초하여 왜곡 척도를 설정하는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서는, 상기 결정된 보로노이 영역 별로, 상기 보로노이 영역 내의 코드 벡터 중에서 상기 왜곡 척도 값이 최소인 코드 벡터를 선택하는 것인, 벡터 양자화 방법.

청구항 8

입력 값과 코드 벡터 값의 차이에 기초한 왜곡 척도를 결정하는 기능,

상기 왜곡 척도에 보로노이 영역의 크기에 따라 상이한 가중치를 부가하는 기능,

상기 가중치가 부가된 왜곡 척도에 기초하여, 보로노이 영역을 결정하는 기능,

상기 가중치가 부가된 왜곡 척도 및 상기 결정된 보로노이 영역에 기초하여, 상기 코드 벡터를 갱신하는 기능 및

상기 갱신된 코드 벡터에 기초하여, 입력 신호를 양자화하는 기능

을 실행시키는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 갱신된 코드 벡터에 기초하여, 상기 입력 신호의 양자화에 따른 전체 평균 왜곡을 산출하는 기능,

상기 결정된 보로노이 영역 별로 최대 왜곡을 산출하는 기능,

상기 전체 평균 왜곡 값에 기초하여, 상기 보로노이 영역 및 상기 코드 벡터의 갱신 여부를 판단하는 기능,

상기 산출된 최대 왜곡 값 및 상기 갱신된 코드 벡터 값에 기초하여, 상기 보로노이 영역을 재결정하는 기능, 및

상기 산출된 최대 왜곡 값 및 상기 갱신된 코드 벡터 값에 기초하여, 상기 갱신된 코드 벡터를 갱신하는 기능

을 추가로 실행시키는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 왜곡 척도에 가중치를 부가하는 기능은,

미리 설정된 값보다 작은 크기의 보로노이 영역에 대하여는 셀의 크기에 반비례하는 가중치를 부가하고, 미리 설정된 값보다 큰 크기의 보로노이 영역에 대하여는 셀의 크기에 비례하도록 가중치를 부가하는 것인, 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 왜곡 척도에 가중치를 부가하는 기능은,

r차승 평균 왜곡 척도 값($\|x^k - c_i^k\|_r$)에 가중치 함수($f(D_i)$)를 가하는 정도를 조절하여 더하는 것인, 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

셀별 최대 왜곡 값, 전체 평균 왜곡 값, 반복 변수(iteration 변수) 및 코드 벡터를 초기화하는 기능을 추가로 실행시키며,

상기 초기화된 코드 벡터 값에 기초하여 상기 왜곡 척도가 결정되는 것인, 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 코드 벡터를 갱신하는 기능은, 상기 결정된 보로노이 영역 별로, 상기 보로노이 영역 내의 코드 벡터 중에서 상기 왜곡 척도 값이 최소인 코드 벡터를 선택하는 것인, 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 벡터 양자화 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 왜곡 척도를 설정함에 있어, 셀 크기에 따라 상이한 가중치를 부가하는 벡터 양자화 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오디오 신호나 비디오 신호의 디지털 압축 부호화의 처리 과정에서, 입력 신호의 다수의 샘플 값으로 이루어진 벡터는, 낮은 부호화 레이트의 부호화 품질을 보장하기 위해 미리 정해진 벡터 코드북(vector codebook)에 따라 양자화될 수 있다.

[0003] 벡터 양자화(vector quantization) 과정에서 입력 신호는 K(K=1,2,3,...)개의 연속하는 샘플 값을 각각 갖는 하나 이상의 그룹에 삽입될 수 있다. 또한, 샘플 값을 갖는 그룹은 K-차원의 유클리드 공간 내에 벡터를 형성할 수 있으며, 이러한 각각의 벡터가 양자화될 수 있다. 벡터 양자화는 계산량(calculation load)과 저장량

(storage load)에 따라 복잡하게 연산되며, 이러한 벡터 양자화의 복잡도는 벡터 차원이 증가함에 따라 지수적으로 증가하게 된다. 또한, 손실 데이터 압축 기술과 같이, 벡터 양자화는 양자화 왜곡(quantization distortion)뿐만 아니라, 부호화 레이트 문제점을 포함하고 있다.

[0004] 일반적으로, 데이터를 압축 및 전송하는데 사용하는 양자화 방식은 고정 비트율(fixed-rate)을 사용하는 RCQ(resolution-constrained quantization) 방식과 가변 비트율(variable-rate)을 사용하는 ECQ(entropy-constrained quantization) 방식이 있다. RCQ는 전송하는 각 심볼의 비트율을 고정시켜 평균 왜곡을 최소화 시키는 양자화 방식이고, 이에 각 보로노이 영역(Voronoi region)의 크기는 데이터 포인트의 분포에 따라 서로 다른 크기를 가지게 된다. 반면 가변 비트율을 사용하는 ECQ는 전체 평균 왜곡을 제한하여 평균 왜곡을 최소화하는 방식이고 이상적인 ECQ 방식은 lattice quantizer와 같은 uniform quantization과 허프만 코딩과 같은 무손실 압축 방법의 결합이라고 알려져 있다. 따라서 ECQ 방식을 사용할 경우에는 각 보로노이 영역은 크기가 일정하게 되고 데이터 포인트의 분포가 높은 심볼에 적은 비트수를 할당하여 양자화하게 된다.

[0005] 그러나, RCQ와 ECQ 방식은 모두 불균형한 코딩 방식으로서, RCQ의 경우에는 발생 확률이 낮은 영역인 보로노이 영역의 크기가 큰 부분에서 이상 신호 왜곡(outliers in distortion)을 초래하게 되고, ECQ의 경우에는 발생 확률이 낮은 보로노이 셀에서 이상 비트율 할당(outliers in rate allocation)을 초래하게 된다. 특히, RCQ에서 나타나게 되는 이상 신호 왜곡은 평균 왜곡(mean distortion)과 상반되는 개념으로 비록 그 발생 확률은 낮지만 인간의 심리 청각 특성상 해당 시스템의 심각한 성능 저하를 야기하게 되며, ECQ에서 나타나는 이상 비트율 할당은 평균 비트율(average rate)과 상반되는 개념으로써 패킷망의 폭주(congestion) 현상을 발생시켜 심각한 네트워크 효율 저하를 야기하게 된다.

[0006] 이에, 데이터를 양자화하여 압축함에 있어서, 최적의 코드북을 형성함으로써 이상 신호 왜곡을 효과적으로 감소시키는 데이터 양자화 기술이 강력히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일부 실시예는 크기가 작은 셀에 대해 왜곡 척도를 설정함에 있어 패널티(penalty)를 부가하여 최적의 코드북을 찾을 수 있는 벡터 양자화 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예는 셀 사이즈에 따라 왜곡 척도에 유동적인 가중치를 적용할 수 있는 벡터 양자화 방법 및 이를 구현하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면은 (a) 입력 값과 코드 벡터 값의 차이에 기초한 왜곡 척도를 설정하는 단계, (b) 상기 설정된 왜곡 척도에 기초하여, 보로노이 영역을 결정하는 단계, 및 (c) 상기 왜곡 척도 및 상기 보로노이 영역에 기초하여, 상기 코드 벡터를 갱신하는 단계를 포함하며, 상기 왜곡 척도에는 보로노이 영역의 크기에 따른 가중치가 부가되는 것인 벡터 양자화 방법을 제공할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 제 2 측면은, 입력 값과 코드 벡터 값의 차이에 기초한 왜곡 척도를 결정하는 기능, 상기 왜곡 척도에 보로노이 영역의 크기에 따라 상이한 가중치를 부가하는 기능, 상기 가중치가 부가된 왜곡 척도에 기초하여, 보로노이 영역을 결정하는 기능, 상기 가중치가 부가된 왜곡 척도 및 상기 결정된 보로노이 영역에 기초하여, 상기 코드 벡터를 갱신하는 기능 및 상기 갱신된 코드 벡터에 기초하여, 입력 신호를 양자화하는 기능을 실행시키는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0011] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 왜곡 척도를 산출하는데 있어서, 셀의 크기가 일정 크기 이하인 셀에 대하여, 패널티(penalty)를 가중시킴으로써, 양자화 과정에서 발생하는 이상 왜곡 발생 현상을 효과적으로 감소시킨다.

[0012] 또한, 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 왜곡 척도를 산출하는데 있어서, 셀의 크기에 따라, 가중치를 유동적으로 부가함으로써, 양자화 과정에서 발생하는 이상 왜곡 발생 현상을 효과적으로 조절할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법의 세부 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 왜곡 척도 설정에 이용되는 가중치 함수의 일례를 도시한 그래프이다.
- 도 3은 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우에 결정되는 코드 벡터 및 보로노이 영역을 서로 비교하여 도시한 도면이다.
- 도 4는 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 왜곡 PDF와 CDF 값을 비교하여 도시한 그래프이다.
- 도 5는 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 양자화 성능을 비교한 테이블이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우, 왜곡 척도의 설정에 있어서의 λ 값에 따른 코드북의 크기를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [0017] 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화의 기초가 되는 High-rate 이론에 대하여 설명한다.
- [0018] 본 명세서에서, 입력신호 x^k 는 probability density function(PDF)에 의해 생성되는 랜덤 벡터를 의미하며 k 는 입력 신호의 차원을 의미한다. 또한, 양자화 과정 중 인코딩 과정에서 이용되는 함수 Q 는 k 차원의 입력신호 x^k 를 N 개의 코드 벡터(centroids) 중 한 개로 맵핑시키는 함수이다. 이 경우, i 번째 코드 벡터(centroid) c_i^k 의 보로노이 영역(Voronoi region) V_i 는 아래 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

$$V_i = \{x^k \in R^k : Q(x^k) = c_i^k\}$$

[0019]

- [0020] 또한, r 차승 평균 왜곡 척도(mean r -th power distortion measure)는 수학식 2와 같이 설정될 수 있으며, 주어진 왜곡 척도에 대해서 최적의 보로노이 영역은 수학식 3과 같이 설정될 수 있다.

수학식 2

$$d(x^k, Q(x^k)) = \|x^k - Q(x^k)\|_r \equiv \left(\frac{1}{k} \sum_{m=1}^k (x^k - Q(x^k))^2 \right)^{r/2}$$

[0021]

수학식 3

$$V_i = \{x^k \in R^k : \|x^k - c_i^k\|_r \leq \|x^k - c_j^k\|_r \text{ for all } j\}$$

[0022]

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에서는, r차승 왜곡 척도를 산출하는데 있어서, 셀의 크기에 따라 차별하여 가중치를 부여함으로써, 일반적인 RCQ(Resolution-Constrained Quantization) 방식을 이용할 경우에 발생하는 이상 신호 왜곡 발생을 감소시키게 된다. 본 발명의 일 실시예에 따라 왜곡 척도를 산출하는 구체적인 방법에 대하여는 후술하기로 한다.

[0024] High-rate 이론은 양자화 비트수가 충분하며, 각 보로노이 영역 내의 데이터 PDF는 일정한 값을 가짐을 가정하며, 입력신호 x^k 가 i 번째 보로노이 영역 내에 포함되어 있을 확률은 수학식 4와 같이 산출될 수 있다.

수학식 4

$$P_i = \int_{V_i} f(x^k) dx^k \approx f_i v(V_i)$$

[0025]

[0026] 따라서, i 번째 셀의 평균 왜곡은 수학식 5와 같이 산출될 수 있다.

수학식 5

$$D_i = \frac{\int_{V_i} f_{X^k}(x^k) \|x^k - \hat{x}\|_r dx^k}{\int_{x^k \in R^k} f_{X^k}(x^k) dx^k}$$

$$\approx V_i^{-1} \int_{V_i} \|x^k - c_i^k\|_r dx^k$$

$$\approx C(r, k, V_i) v(V_i)^{r/k}$$

[0027]

[0028] 여기서, $v(V_i)$ 와 $C(r, k, V_i)$ 는 각각 i 번째 보로노이 영역의 체적과 양자화 계수를 의미하며,

$C(r, k, V_i)$ 에서 $V_i = V$ 로 설정될 수 있다.

[0029] 또한, 이에 기초하여, 전체 셀에 대한 평균 왜곡은 수학식 6과 같이 산출될 수 있다.

수학식 6

$$D = \sum_{i \in I} P_i D_i$$

$$\approx C(r, k, V) \int_{x^k \in R^k} f_{X^k}(x^k) g_c(x^k)^{-r/k} dx^k$$

[0030]

[0031] 여기서 $g_c(x^k)$ 는 centroid density function(cdf)이다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법은 RCQ 방식으로 수행될 수 있으며, 이러한 RCQ 방식에서는 고정된 비트율을 사용하기 때문에 코드 벡터(centroid)의 총 숫자가 N으로 고정되므로, 다음 수학식 7과 같은 제약을 가질 수 있다.

수학식 7

$$\int_{x^k \in R^k} g_c(x^k) dx^k = N.$$

[0033]

[0034] 또한, 수학식 7을 수학식 6에 대입하여 오일러-라그랑제 방정식(Euler-Lagrange equation)을 계산하면 수학식 8과 같은 최적 cdf를 산출할 수 있다.

수학식 8

$$g_c(X^k) = N \frac{f_{x^k}(x^k)^{\frac{k}{k+r}}}{\int_{x^k \in R^k} f_{x^k}(x^k)^{\frac{k}{k+r}} dx^k}$$

[0035]

[0036] 또한, 수학식 6 및 수학식 8에 기초하여 최적의 평균 왜곡을 수학식 9와 같이 산출할 수 있다. 여기서 R은 양자화 시 필요한 비트수를 나타낸다.

수학식 9

$$\begin{aligned} D_{RC} &= C(r, k, V) N^{-\frac{r}{k}} \left(\int_{x^k \in R^k} f_{X^k}(x^k)^{\frac{k}{k+r}} dx^k \right)^{\frac{k+r}{k}} \\ &= C(r, k, V) e^{-\frac{r}{k} R} \left(\int_{x^k \in R^k} f_{X^k}(x^k)^{\frac{k}{k+r}} dx^k \right)^{\frac{k+r}{k}} \end{aligned}$$

[0037]

[0038] 상기와 같은 방법으로 산출되는 왜곡 값은 보로노이 영역 및 코드 벡터를 검증하고 결정하는데 이용될 수 있다.

[0039] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 대하여 설명하기로 한다.

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법의 세부 흐름도이다.

[0041] 단계 S100은 코드 벡터 생성에 사용되는 값들을 초기화하는 단계이다.

[0042] 단계 S100에서는 코드 벡터의 생성에 사용되는 각종 변수 및 코드북을 초기화할 수 있으며, 미리 정해진 값으로

설정된 기본 코드북을 수신하여 이용할 수도 있다. 예를 들어, $\{c_i^{(0)}, i=1, 2, \dots, I\}$ 와 같은 코드 북을

초기화하고, $t=1, D^{(0)}=0, D_i^{(0)}=1$ 과 같이, 코드 벡터의 생성 및 갱신에 사용되는 각종 변수 값을 초기화할 수 있다. 여기서, t는 코드 벡터를 생성하는 회수를 나타내는 변수(iteration 변수)로서 t번째 생성된

코드 벡터를 $c_i^{(t)}$ 로 표시할 수 있다. 또한, $D^{(0)}$ 는 전체 평균 왜곡 값의 초기 값, $D_i^{(0)}$ 는 i번째 셀(보로노이 영역)의 평균 왜곡 값의 초기 값을 의미한다.

[0043] 또한, 단계 S100에서는 코드 벡터의 생성에 이용되는 왜곡 척도에 가중치를 부여하는 함수를 설정한다.

[0044] 일반적인 RCQ 방식에서는 왜곡 척도를 $\|x^k - c_i^k\|_r$ 와 같이 설정하지만, 본 발명의 일 실시예에서는 일반적

인 왜곡 척도 함수에 가중치 함수 $f(D_i)$ 를 추가하여 $\|x^k - c_i^k\|_r + \lambda f(D_i)$ 와 같이 왜곡 척도를 설정할 수 있다.

[0045] 여기서, 가중치 함수 $f(D_i)$ 를, 예를 들어, 아래 수학식 10과 같이 설정할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

수학식 10

$$f(D_i) = \begin{cases} 1 - 50D_i, & D_i < 0.02 \\ 20D_i - 0.02, & otherwise \end{cases}$$

[0046]

[0047] 또한, λ 는 왜곡 척도에 가중치 함수를 가하는 정도를 조절하는 변수이다.

[0048] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는, 왜곡 척도를 산출하는데 있어서, 셀의 크기 또는 최대 왜곡의 값이 일정 크기 이하인 셀에 대하여, 패널티(penalty) 값을 유동적으로 가중시킬 수 있으며, 이를 통하여, 일반적인 RCQ(Resolution-Constrained Quantization) 방식을 이용할 경우에 발생 확률이 낮은 외곽 부분의 보로노이 영역에서 발생하는 이상 왜곡 발생 현상을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 또한, 가중치 함수를 추가하는 정도를 조절함으로써, 이상 신호 왜곡 발생을 감소시킴과 동시에 코드북의 크기를 유동적으로 조절할 수 있다.

[0049] 단계 S102는 보로노이 영역을 결정하는 단계이다. 단계 S102에서는, 앞서 정의된 초기 값들을 이용하여 현 단계에서의 보로노이 영역을 결정할 수 있다.

[0050] 또한, 단계 S102에서는 설정된 왜곡 척도에 기초하여, 예를 들어, 아래 수학식 11과 같이 보로노이 영역을 결정할 수 있다.

수학식 11

$$V_i^{(t)} = \begin{cases} \|x^k, c_i^{(t-1)}\|_r + \lambda f(D_i^{(t-1)}) \\ \leq \|x^k, c_m^{(t-1)}\|_r + \lambda f(D_m^{(t-1)}), \forall m, i \in I, m < i \\ \|x^k, c_i^{(t-1)}\|_r + \lambda f(D_i^{(t-1)}) \\ < \|x^k, c_m^{(t-1)}\|_r + \lambda f(D_m^{(t-1)}), \forall m, i \in I, m > i \end{cases}$$

[0051]

[0052]

단계 S104는 코드 벡터를 생성하는 단계이다.

[0053]

단계 S104에서는 설정된 왜곡 척도 및 결정된 보로노이 영역에 기초하여, 코드 벡터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 결정된 보로노이 영역 별로, 보로노이 영역 내의 코드 벡터 중에서 왜곡 척도 값이 최소인 코드 벡터를 수학식 12와 같이 선택할 수 있다.

수학식 12

$$c_i^{(t)} = \operatorname{argmin}_{y^k \in R^k} \sum_{x^k \in V_i^{(t)}} (\|x^k, y^k\|_r + \lambda f(D_i^{(t-1)}))$$

[0054]

[0055]

단계 S106은 생성된 코드 벡터 및 보로노이 영역에 기초하여, 전체 평균 왜곡을 산출하는 단계이다. 단계 S106에서는 전체 평균 왜곡 값을 아래 수학식 13과 같이 산출할 수 있다.

수학식 13

$$D^{(t)} = \sum_{i=1}^I \sum_{x^k \in V_i^{(t)}} (\|x^k, c_i^{(t)}\|_r + \lambda f(D_i^{(t-1)}))$$

[0056]

[0057]

단계 S108은 셀별 최대 왜곡 값을 산출하는 단계이다.

[0058]

단계 S108에서는 생성된 코드 벡터 및 보로노이 영역에 기초하여, 수학식 14와 같이, 셀별 최대 왜곡 값을 아래 수학식 14와 같이 산출할 수 있다.

수학식 14

$$D_i^{(t)} = \max_{x^k \in V_i^{(t)}} \|x^k, c_i^{(t)}\|_r$$

[0059]

[0060]

단계 S110은 산출된 전체 평균 왜곡 값에 기초하여, 생성된 코드 벡터의 유효성을 검증하는 단계이다. 단계

S110에서는 이전 단계(t-1 단계)의 전체 평균 왜곡과 현 단계(t 단계)의 전체 평균 왜곡 값에 기초하여, 아래 수식 15와 같은 조건을 만족하는지 여부를 판단하여, 생성된 코드 벡터의 유효성을 검증할 수 있다.

수식 15

$$|(D^{(t-1)} - D^{(t)})/D^{(t)}| < \epsilon$$

[0061]

[0062]

단계 S110에서 판단된 결과, 생성된 코드 벡터가 유효하지 않은 경우에는, 단계 S102 내지 단계 S110을 반복하여 수행하여, 이상적인 코드 벡터를 생성할 수 있다. 이 경우, 이전 단계에서 결정된 보로노이 영역 및 코드 벡터 값이, 반복되는 단계 S102 내지 단계 S110에서 이용될 수 있다.

[0063]

또한, 미리 설정된 문턱 값 ϵ 은, 예를 들어, 0.0005를 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0064]

이하, 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 왜곡 척도의 설정에 이용되는 가중치 함수에 대하여 설명하기로 한다.

[0065]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 왜곡 척도 설정에 이용되는 가중치 함수의 일례를 도시한 그래프이다.

[0066]

도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에서 왜곡 척도를 설정함에 있어서, 일정 크기 이하의 셀에 대하여는 왜곡 값의 계산에 가중치를 부여할 수 있다. 예를 들어, 최대 왜곡 값이 미리 설정된 값 보다 작은 셀에 대하여는 최대 왜곡 값의 크기에 반비례하도록 가중치를 부여할 수 있으며, 미리 설정된 값보다 큰 셀에 대하여는 최대 왜곡 값의 크기에 비례하도록 가중치를 부여할 수 있다.

[0067]

본 발명의 일 실시예에서는 최대 왜곡 값의 크기를 기준으로 하여 왜곡 값의 계산 시에 가중치를 부여하는 것으로 설명하였지만, 이에 제한되지 않고, 셀의 크기, 셀의 평균 왜곡의 크기 등에 기초하여 가중치를 부여할 수도 있다.

[0068]

최대 왜곡 값이 일정 크기 이하인 셀에 대하여 왜곡 값의 가중치를 부가하는 경우 셀 전체 평균 왜곡의 증가를 어느 정도 발생시키지만, 일정 크기 이하의 작은 셀에서 발생하는 왜곡은 인간의 지각 특성에 의해 인지되지 않기 때문에, 실질적으로 왜곡 발생으로 인하여 압축 성능에 영향을 미치지는 않게 된다. 나아가, 이를 통하여, 데이터 포인트의 발생 확률이 낮은 외곽 부분에 대하여는 조밀하게 셀을 형성할 수 있기 때문에, 보다 효과적으로 이상 신호 왜곡의 발생을 감소시킬 수 있게 된다. 또한, 이러한 이상 신호 왜곡의 감소로 인하여 최종적으로 신호의 지각 품질(perceptual quality)을 향상시킬 수 있게 된다.

[0069]

즉, 본 발명의 일 실시예에서는, 일반적인 왜곡 척도 함수에 가중치 함수를 부가함에 있어서, 미리 설정된 값 보다 작은 셀에 대하여는 최대 왜곡 값의 크기에 반비례하도록 가중치 함수를 부가함으로써, 소정의 크기 이하의 셀에 대하여 왜곡을 추가하여 입력 데이터의 발생 확률이 높은 부분에서 코드 벡터를 결정할 경우에 강제로 최소 왜곡의 코드 벡터를 선택하는 대신에, 외곽의 코드 벡터를 선택하게 함으로써 입력 벡터를 외곽으로 퍼지게 강요하게 된다. 따라서, 외곽 부분에서도 코드 벡터를 생성하게 되어 이상 신호 왜곡을 감소시킬 수 있게 된다.

[0070]

이하, 도 3 내지 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화에 의한 경우의 이상 신호 왜곡 감소 효과에 대하여 설명하기로 한다.

[0071]

도 3은 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 코드 벡터 및 보로노이 영역을 서로 비교하여 도시한 도면이다.

[0072]

도 3에서는, 입력 데이터로는 $N(0,1)$ 분포를 가지는 2차원 가우시안 데이터를 사용하였으며, 2차원의 가우시안

데이터를 8비트로 양자화하였다. 또한, 수식 15에서의 문턱 값(ϵ)을 0.0005로 설정하였다.

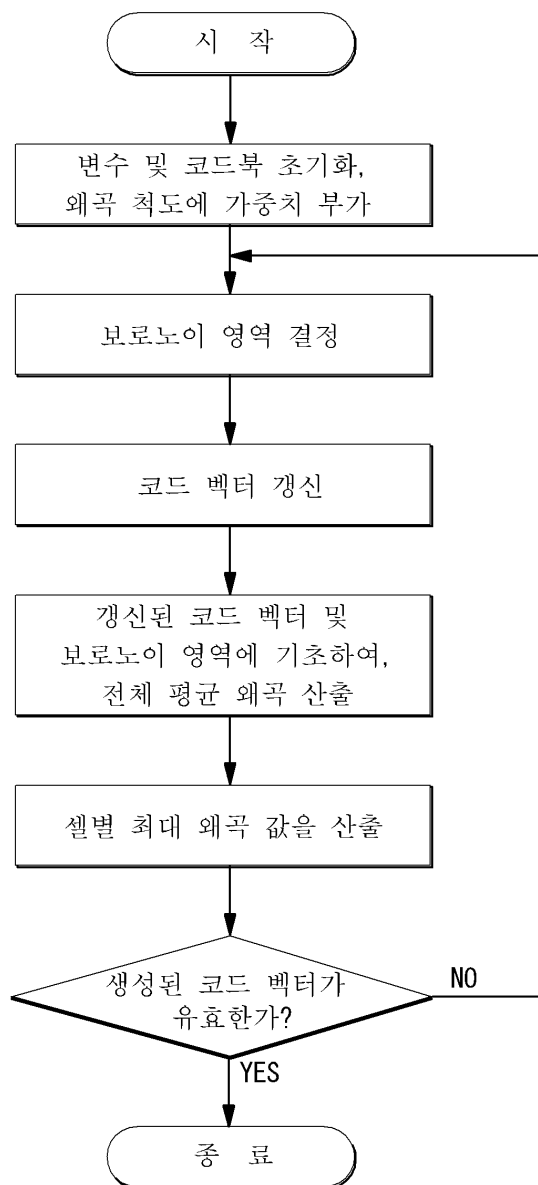
- [0073] 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 의한 경우의 코드 벡터(centroid)의 분포 및 그에 따른 보로노이 영역을 비교해보면, 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우에는 종래의 RCQ 방법에 비해 코드 벡터(centroid)들이 바깥 부분으로 퍼지는 것을 알 수 있으며, 그에 따라 보로노이 영역들이 안쪽 작은 셀부터 외곽의 큰 셀에 이르기까지 셀 크기가 커지면서 바깥 부분으로 퍼지는 것을 확인할 수 있다.
- [0074] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 보다 외곽인 부분에서도 보로노이 영역을 형성시킬 수 있으며, 외곽 부분에 존재하는 보로노이 영역의 크기를 감소시킬 수 있기 때문에 종래의 RCQ 방법에서 야기되었던 이상 신호 왜곡 현상을 감소시킬 수 있다.
- [0075] 도 4는 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 왜곡 PDF와 CDF 값을 비교하여 도시한 그래프이다.
- [0076] 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 왜곡 분포를 비교하여 보면, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 경우에는 왜곡 PDF은, 종래의 RCQ 방법에 비해, 왜곡이 작은 영역에서는 적은 분포를 가지며 왜곡이 큰 영역에서 상대적으로 비중이 커지는 것을 확인할 수 있다. 이를 통하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 경우에 종래의 RCQ 방법에 비해, 보로노이 영역이 큰 부분에서의 분포가 높다는 것을 확인할 수 있다. 또한, CDF 값이 커지는 지점에서부터 본 발명의 일 실시예에 의한 경우가 종래의 RCQ 방법에 비하여 이상 신호 왜곡을 감소시킬 수 있는 것으로 해석할 수 있다.
- [0077] 도 5는 종래의 RCQ 방법에 의한 경우와 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우의 양자화 성능을 비교한 테이블이다.
- [0078] 도 5에서 양자화 성능을 비교하는 척도로는 평균 왜곡과 이상 신호 왜곡이 전체 왜곡에서 차지하는 비율을 구한 값을 사용하였다. 또한, 도 5에서는 λ 값을 0.0129로 설정하였다. 제시된 결과와 같이 평균 왜곡의 관점에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 경우에 종래의 RCQ 방법에 비하여, 평균 왜곡 값이 0.002 정도 증가하는 것을 확인할 수 있다. 그러나, 이러한 평균 왜곡 값의 증가는 인간 인지 특성상 인지할 수 없는 영역에서의 왜곡 증가에 불과하므로, 데이터 신호의 압축 성능에는 영향을 미치지 않음은 앞서 설명한 바와 같다. 나아가, 도 5에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 경우에, 전체 왜곡 중 이상 신호 왜곡을 제외한 왜곡의 분포가 종래의 RCQ 방법에 비하여 높은 것을 확인할 수 있으며, 이를 통하여 본 발명의 일 실시예에 의한 경우에 종래의 RCQ 방법에 비해 이상 신호 왜곡을 보다 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0079] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우, 왜곡 척도의 설정에 있어서의 λ 값에 따른 코드북의 크기를 도시한 그래프이다.
- [0080] 도 6에서와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 벡터 양자화 방법에 의한 경우, 왜곡 척도의 설정에 있어서, 가중치 함수를 부가하는 정도를 조절하는 변수인 λ 의 크기가 증가할 경우에 생성되는 코드북의 크기가 대체로 감소하는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 가중치 함수를 부가하는 정도를 조절하여, 이상 신호 왜곡 발생을 감소시키고 동시에 코드북의 크기를 유동적으로 조절할 수 있음을 알 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 매커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0082] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

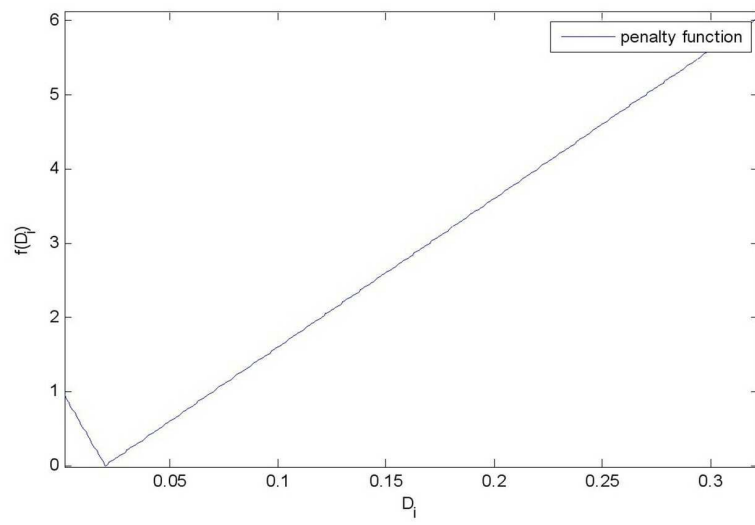
[0083] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

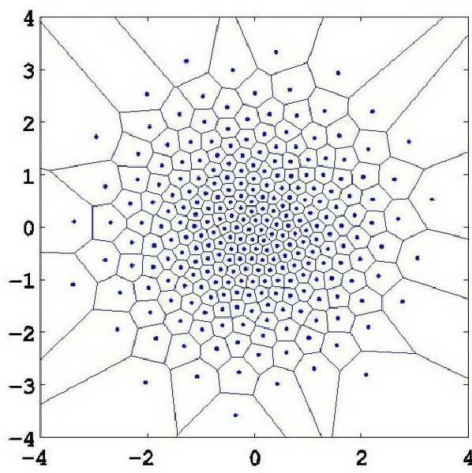
도면1



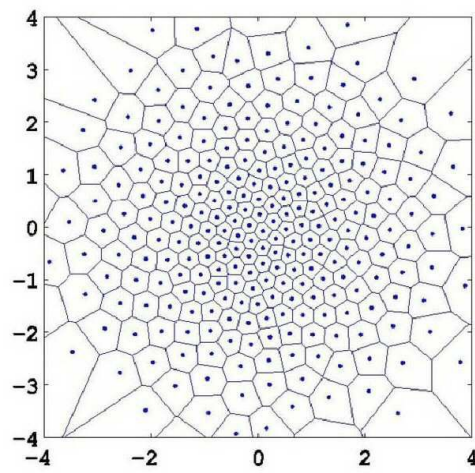
도면2



도면3

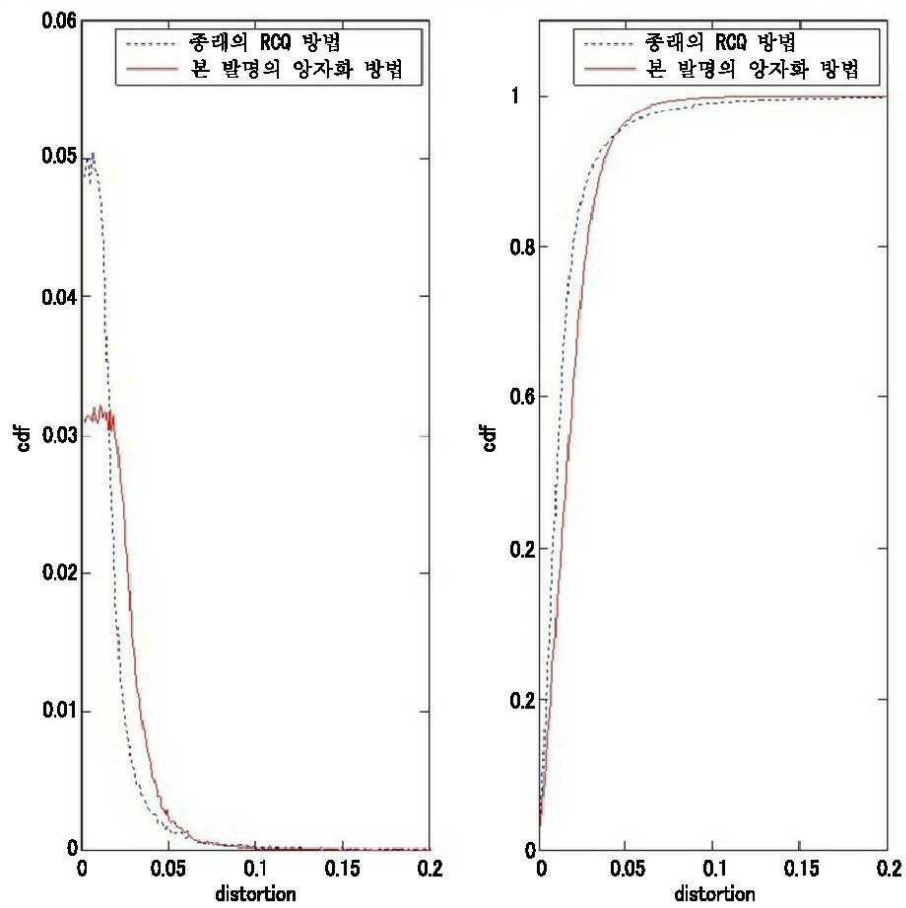


<종래의 RCQ 방법>



<본 발명의 양자화 방법>

도면4



도면5

	평균왜곡	전체 왜곡 중 이상 신호왜곡을 제외한 비율 (%)	
		< 0.075	< 0.150
종래의 RCQ 방법	0.016	98.02	99.47
본 발명의 양자화 방법	0.018	99.21	99.96

도면6

