



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월22일
(11) 등록번호 10-1024104
(24) 등록일자 2011년03월15일

(51) Int. Cl.

H04N 17/00 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0110705

(22) 출원일자 2009년11월17일

심사청구일자 2009년11월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070021912 A

KR100938211 B1

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

최정태

서울특별시 마포구 신수동 1번지 서강대학교 R관 711호

한호성

경기도 화성시 진안동 월드메르디앙 101동 501호

박래홍

서울특별시 영등포구 문래동3가 문래자이아아파트 112동 1603호

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 15 항

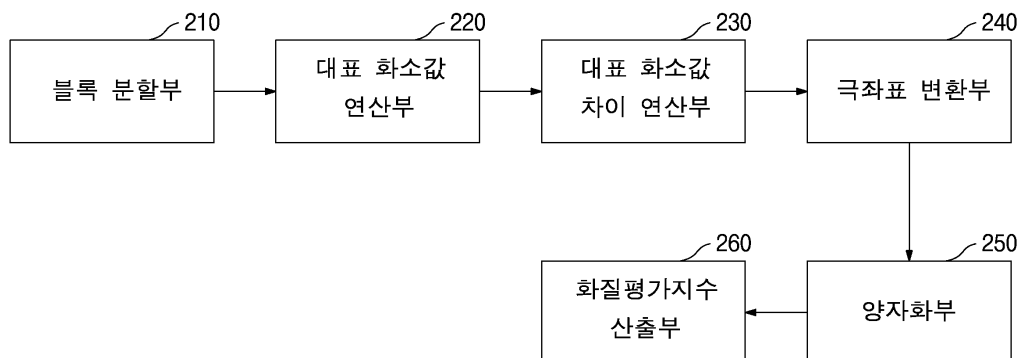
심사관 : 김희주

(54) 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법에 관한 것이다. 우선 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하고, 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산한다. 이후 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하고, 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환한다. 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할되어 있는 경우 극좌표 평면상으로 변환된 좌표가 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 원영상과 열화영상별로 산출하고, 양자화 영역별로 원영상과 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출한다. 마지막으로 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이에 근거하여 화질 평가 지수를 산출함으로써, 화질을 평가하는 것을 특징으로 하며, 기존의 객관적인 화질 평가 방법에 의한 평가결과보다 사람이 직접 평가한 주관적인 화질평가결과와 더 유사한 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법 및 장치가 개시된다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 200923007.01

부처명 한국학술진흥재단

연구관리전문기관

연구사업명 2단계 두뇌 한국 [BK] 21 사업 (2009년 BK21 지원사업)

연구과제명 IT/SOC 기반 극소 의료 영상 진단 기기 연구/교육 사업팀

기여율

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2009년 03월 01일 ~ 2010년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하는 단계;

상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 단계;

상기 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하는 단계;

상기 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환하는 단계;

상기 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할된 경우 상기 변환된 극좌표 평면상의 좌표가 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 단계;

상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이에 근거하여 화질 평가 지수를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 화소값은 밝기값인 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 극좌표 평면(r, θ)의 양자화 영역들은 r 축은 불균일하게 양자화되고, θ 축은 균일하게 양자화되어 형성되는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 단계는

상기 양자화 영역들을 계급구간으로, 상기 영역포함횟수를 도수로 하는 히스토그램을 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하는 단계는

상기 원영상과 상기 열화영상 간의 상기 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이를 합산하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 단계는

상기 분할된 단위 블록들 내에 포함되어 있는 화소들의 밝기값들의 평균을 대표 화소값으로 연산하는 단계인 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 단위 블록은 8×8 단위 블록인 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 9

원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하는 블록 분할부;

상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 대표 화소값 연산부;

상기 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하는 대표 화소값 차이 연산부;

상기 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환하는 극좌표 변환부;

상기 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할된 경우 상기 변환된 극좌표 평면상의 좌표가 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 양자화부; 및

상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하고, 상기 산출된 영역포함횟수의 차이를 이용하여 화질 평가 지수를 산출하는 화질 평가 지수 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 화소값은 밝기값인 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 극좌표 평면의 양자화 영역들은 r 축은 불균일하게 양자화되고, θ 축은 균일하게 양자화되는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 양자화부는

상기 양자화 영역들을 계급구간으로, 상기 영역포함횟수를 도수로 하는 히스토그램을 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 화질 평가 지수 산출부는

상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 합산하여 화질 평가 지수를 산출하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 대표 화소값 연산부는

상기 분할된 단위 블록들 내에 포함되어 있는 화소들의 밝기값들의 평균을 대표 화소값으로 연산하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 단위 블록은 8×8 단위 블록인 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기존의 객관적인 화질 평가 방법에 의한 평가결과보다 사람이 직접 평가한 주관적인 화질평가결과와 더 유사한 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화질 평가(image quality assessment, IQA)는 영상의 화질이 얼마나 좋은지 측정하는 것이다. 화질 평가는 주관적인 화질 평가와 객관적인 화질 평가 두 개의 타입으로 구별된다. 주관적인 화질 평가는 정지 영상이나 동영상의 질이 인간의 시각적 인지를 통해 평가되기 때문에 객관적인 화질 평가보다 더 정확한 평가가 된다. 그러나 이러한 주관적인 화질 평가는 고비용이 드는 평가를 반복적으로 해야하는 문제점이 있으므로 실제 어플리케이션에서 사용하기에는 적절하지 않다. 따라서 객관적인 화질 평가가 주관적 화질 평가보다 실제적인 화질 평가에 더 적합하기 때문에 많은 객관적인 화질 평가가 연구되어 왔다. 일반적으로 객관적인 화질평가 결과가 주관적인 화질평가 결과에 가까울수록 더 정확한 화질 평가로 본다.

[0003] 최근에는 많은 화질 평가 방법이 개발되고 있으며, VQEG(Video quality experts group)과 ITU(International Telecommunication Union)에서는 표준을 정하는 역할을 하고 있다. LIVE(Laboratory for image and video engineering)는 정지 영상이나 동영상의 객관적인 화질 평가 방법을 연구하고 있으며, LIVE가 제공하는 영상 데이터베이스는 많은 연구자들에 의하여 사용되고 있다.

[0004] 객관적인 화질 평가 방법은 원영상과 열화영상 간의 차이에 기초하여 이루어진다. 객관적인 화질 평가 방법은 전체참조(full reference, FR), 부분참조(reduced reference, RR), 및 참조없음(no-reference, NR)의 세 가지 카테고리가 있다.

[0005] 전체참조(FR)에서는 영상의 모든 정보가 알려져있는 것으로 가정하기 때문에 가장 정확한 결과를 산출하고, 다른 두 개의 객관적인 화질 평가 방법보다 더 많이 연구되고 있다. 대표적인 전체참조(FR) 화질평가 방법은 MSE(mean square error)와 PSNR(peak signal to noise ratio)를 들 수 있다. 그러나 이러한 방법들은 인간의 시각 시스템(human visual system, HVS)를 정확하게 반영하지 못한다.

[0006] 구조적 유사도(structural similarity, SSIM)는 원영상과 열화영상 간의 평균, 분산, 공분산을 연산하여 화질을 평가하는 것으로 영상의 구조적 차이를 이용한다. 예를 들어, SVD(singular value decomposition) 지수는 원영상과 열화영상에 있어서 각각의 블록이 갖는 고유값(singular value)을 비교하는 방법이다. 그러나 대부분의 실제 적용시에 원영상이 항상 이용가능한 것은 아니므로, 그러한 경우에는 참조없음(NR) 화질 평가 방법을 이용할 수 있다. NR 화질 평가 방법은 어떠한 원영상도 화질을 평가하는데 이용하지 않는다. 대신 컬러 블리딩(color bleeding), 블록킹(blocking), 블러링(blurring)과 같은 아티팩트(artifacts)를 이용한다. NR 화질 평가 방법은 원영상에 대한 어떠한 정보도 이용하지 않기 때문에 데이터를 전송할 필요가 없다는 장점이 있으나 FR 화질 평가 방법만큼 효과적인 화질 평가 방법은 아니다. 한편, FR 화질 평가 방법과는 달리 RR 화질 평가 방법에서는 영상으로부터 추출된 특징들이 이용된다.

[0007] 도 1은 종래의 RR 화질 평가 장치의 블록도이다.

[0008] 도 1을 참조하면, 송신기의 특징 추출부가 원영상으로부터 특징을 추출하고, 추출된 특징을 보조 채널을 통해 수신기로 전송한다. 수신기는 보조 채널을 통해 수신한 특징을 이용하여 열화 채널부를 통해 수신기로 수신된 열화영상의 화질을 평가한다. 즉 수신기는 열화채널부를 통해 수신한 원영상으로부터 추출한 특징과 송신기로부터 보조 채널부를 통해 수신한 특징을 RR 화질 분석부에서 비교함으로써, 화질을 평가한다. 원영상으로부터 추출된 특징은 원영상 전체 데이터 량보다 훨씬 적은 데이터량으로 구성된다. 따라서 RR 화질 평가 방법의 성능은 원영상으로부터 추출되는 특징들에 의존적이다. 따라서 화질 평가에 적절한 특징을 효과적으로 추출하는 것이

RR 화질 평가 방법에 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 RR 화질 평가 방법에 사용되는 영상의 특징을 효과적으로 추출할 수 있는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 RR 화질 평가 방법에 사용되는 영상의 특징을 효과적으로 추출할 수 있는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0011] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하는 단계; 상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 단계; 상기 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하는 단계; 상기 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환하는 단계; 상기 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할된 경우 상기 변환된 극좌표 평면상의 좌표가 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 단계; 상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이에 근거하여 화질 평가 지수를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법을 제공한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 화소값은 밝기값일 수 있다.

[0013] 또한, 상기 극좌표 평면(r, θ)의 양자화 영역들은 r 축은 불균일하게 양자화되고, θ 축은 균일하게 양자화되어 형성될 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출시, 상기 양자화 영역들을 계급구간으로, 상기 영역포함횟수를 도수로 하는 히스토그램을 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하고, 상기 산출된 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이를 합산할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 단계는 상기 분할된 단위 블록들 내에 포함되어 있는 화소들의 밝기값들의 평균을 대표 화소값으로 연산함으로써 이루어질 수 있다. 상기 단위 블록은 8×8 단위 블록인 것이 바람직하다.

[0017] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하는 블록 분할부; 상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 대표 화소값 연산부; 상기 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하는 대표 화소값 차이 연산부; 상기 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환하는 극좌표 변환부; 상기 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할된 경우 상기 변환된 극좌표 평면상의 좌표가 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 양자화부; 및 상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하고, 상기 산출된 영역포함횟수의 차이를 이용하여 화질 평가 지수를 산출하는 화질 평가 지수 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치를 제공한다.

효과

[0018] 본 발명에 따르면, 극좌표 평면을 양자화된 영역으로 분할함으로써 RR 화질 평가 방법에 사용되는 영상의 특징을 효과적으로 추출할 수 있으므로, 멀티미디어 서비스를 제공하는 데 있어서, 성능이 우수한 RR 화질 평가 지수로 사용할 수 있다. 또한 본 발명에 따르면, 기존의 객관적인 화질 평가 방법에 의한 평가결과보다 사람이 직접 평가한 주관적인 화질평가결과와 더 유사하여 보다 나은 화질 평가 성능을 보여준다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법은 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할하는 단계; 상기 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산하는 단계; 상기 단위 블록별로 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산하는 단계; 상기 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 극좌표 평면상의 좌표로 변환하는 단계; 상기 극좌표 평면이 양자화 영역들로 분할된 경우 상기 변환된 극좌표 평면상의 좌표가 상기 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 상기 원영상과 상기 열화영상별로 산출하는 단계; 상기 양자화 영역별로 상기 원영상과 상기 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 양자화 영역별 영역포함횟수의 차이에 근거하여 화질 평가 지수를 산출하는 단계를 포함한다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법은 RR(Reduced-Reference) 화질 평가 방법으로, 벡터 양자화 히스토그램 화질 지수 (vector quantization histogram quality metric, VQHQM)에 기반한 방법이다.
- [0022] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치의 블록도이다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 화질 평가장치는 블록 분할부(210), 대표 화소값 연산부(220), 대표 화소값 차이 연산부(230), 극좌표 변환부(240), 양자화부(250), 화질 평가 지수 산출부(260), 및 화질평가 지수 산출부(270)로 구성된다.
- [0025] 블록 분할부(210)는 원영상과 열화영상 각각을 입력받고, 입력받은 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할한다. 이러한 단위 블록은 8×8 단위 블록으로 하는 것이 바람직하다.
- [0026] 대표 화소값 연산부(220)는 블록 분할부(210)가 분할한 단위 블록 내 화소들의 대표 화소값을 연산한다. 이때 대표 화소값은 단위 블록 내 화소들의 밝기의 평균값인 것이 바람직하나, 대표 화소값을 결정하는 방법은 그 밖의 다양한 방법을 이용하여 결정할 수 있다. 원영상과 열화영상을 8×8 단위 블록으로 나누고, 나누어진 8×8 단위 블록을 단위 블록내 화소들의 밝기 평균값으로 치환하게 되면, 연산량이 줄어들고, 특징 스페이스(feature space)의 차원(dimensionality)이 줄어드는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 화소값으로서 밝기를 고려하고 있으나 그 외에도 화소를 표현하는 다른 값, 예를 들면, 색상(hue), 채도(saturation), 명도(Brightness) 등이 될 수 있다.
- [0027] 대표 화소값 차이 연산부(230)는 각 단위 블록별 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 대표 화소값 차이 연산부(230)는 각 8×8 단위 블록별 수평방향과 수직방향의 평균 밝기값의 차이를 연산한다. 대표 화소값 차이 연산부(230)는 다음의 수학적 1을 이용하여 수평방향과 수직방향 각각에 대하여 인접하는 8×8 단위 블록 사이의 평균 밝기값의 차이를 연산한다.

수학적 1

$$dI_x(i, j) = I(i+1, j) - I(i, j)$$

$$dI_y(i, j) = I(i, j+1) - I(i, j)$$

- [0028]
- [0029] 여기서 dI_x 는 (i, j) 에 위치한 단위 블록에서 영상의 수평 방향을 따라 연산된 평균 밝기값의 차이이고, dI_y 는 (i, j) 에 위치한 단위 블록에서 영상의 수직 방향을 따라 연산된 평균 밝기값의 차이이다. 각각의 단위 블록에서 연산된 (dI_x, dI_y) 쌍은 dI_x-dI_y 좌표 평면에서 하나의 변이 벡터(variation vector)로 표현될 수 있다.
- [0030] 대표 화소값 차이 연산부(230)가 영상을 구성하는 전체 8×8 단위 블록들에 대하여 수평방향과 수직방향을 따라 밝기 차이값을 연산한 결과인 (dI_x, dI_y) 의 분포(distribution)는 영상의 특징을 나타내게 된다.
- [0031] 극좌표 변환부(240)는 대표 화소값 차이 연산부(230)가 연산한 (dI_x, dI_y) 좌표를 극좌표(r, θ)로 변환한다. 극좌표의 r 은 인접하는 단위 블록 간의 밝기 변이 크기를 나타내는 것으로 원점으로부터의 거리로 표현된다. 극좌표의 θ 는 밝기 변이 방향을 의미한다. 따라서 극좌표 변환부(240)가 (dI_x, dI_y) 좌표로부터 변환한 극좌표 (r, θ)

는 극좌표에서의 변이 벡터(variation vector)로 표현될 수 있다.

- [0032] 양자화부(250)는 극좌표에서의 변이 벡터를 양자화한다. 즉, 양자화부(250)는 극좌표 평면을 양자화 영역들로 분할하고, 극좌표 평면에서의 변이 벡터가 극좌표 평면의 양자화 영역들 각각에 속하는 영역포함횟수를 원영상과 열화영상별로 산출한다. 이때 극좌표의 θ 축에 따른 양자화는 균일하게 영역을 나누어 이루어지고, 극좌표의 r 축에 따른 양자화는 불균일하게 영역을 나누어 이루어지는 것이 바람직하다. 즉, 양자화부(250)는 극좌표 평면을 r 축과 θ 축에 대하여 양자화한 양자화 영역들을 계급구간으로 하고, 양자화된 영역들 각각에 포함되는 변이 벡터의 개수를 히스토그램의 도수로 하여 벡터 양자화 히스토그램을 생성할 수 있다. 벡터 양자화 히스토그램은 얼굴인식과 같은 다양한 응용 어플리케이션에서 사용된다.
- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 양자화부(250)가 극좌표에서의 변이 벡터를 양자화하는 방법을 나타낸 것이다.
- [0034] 도 3(a)는 극좌표 평면에서 양자화된 영역들을 나타낸다. 도 3(b)는 도 3(a)의 양자화된 영역들에 대응하는 양자화 인덱스들을 테이블로 표시한 것이다.
- [0035] 도 3(a)을 참조하면, θ 축에 대한 양자화 레벨의 수는 8개이고, r 축에 대한 양자화 결정 레벨은 1, 4, 7, 12, 20, 60이다. 따라서 극좌표 평면상에서 양자화된 영역들의 총 영역의 수는 42개이다. 이와 같은 양자화 레벨 또는 양자화 결정 레벨은 본 발명의 일 실시예에 따라 경험적으로 결정된 것이며, 상황에 따라 다양하게 결정될 수 있을 것이다.
- [0036] 도 3(b)를 참조하면, $0 \leq r \leq 1$ 과 $r \geq 60$ 인 영역에서는 θ (보기 변이 방향)에 상관없이 하나의 양자화된 영역을 형성하도록 한다. 양자화부(250)가 극좌표 (r, θ) 변이 벡터를 양자화한다는 것의 의미는 극좌표 (r, θ) 변이 벡터가 극좌표 평면 상의 분할된 양자화된 영역에 포함될 때마다 양자화 영역에 대응하는 영역포함횟수를 증가시키는 것을 의미한다.
- [0037] 한편, 양자화부(250)는 양자화된 영역에 속하는 극좌표 (r, θ) 변이 벡터의 영역포함횟수를 계산하여 원영상과 열화영상에 대응하는 히스토그램을 생성할 수 있다. 원영상에 대응하는 히스토그램을 H_r , 열화영상에 대응하는 히스토그램을 H_d 로 표현하기로 한다. 도 3(b)를 참조하면, 히스토그램에는 42개의 계급구간이 나누어져 있으며, 전체 영상을 히스토그램으로 나타내기 위해서는 84바이트(42×2 바이트)의 저장공간이 필요하다. 84바이트의 저장공간은 다른 화질 평가 방법에서 사용하는 저장공간에 비하여 적은 공간이다. 이때 2바이트는 플로팅 포인트 값(floating point values)을 나타내기 위해 필요한 바이트수이다.
- [0038] 화질 평가 지수 산출부(260)는 양자화 영역별로 원영상과 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하고, 이를 이용하여 화질 평가 지수를 산출한다. 이때 양자화부(250)가 생성한 원영상의 히스토그램과 열화영상의 히스토그램 간의 차이를 이용하면, 손쉽게 영역포함횟수의 차이를 산출할 수 있다. 히스토그램 간의 총 영역포함횟수의 차이(VQH_{diff})는 다음의 수학식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

$$VQH_{diff} = \sum_{k=1}^M |H_r(k) - H_d(k)|$$

- [0039]
- [0040] 여기서, k 는 양자화된 영역을 나타내는 인덱스이고, M 은 양자화된 영역의 전체 개수이다. 본 발명의 일 실시예에서는 M 이 42이다. 수학식 2에서 볼 수 있는 바와 같이 양자화 영역별로 원영상과 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이를 산출하고, 그 결과들을 합산하여 원영상과 열화영상 간의 총 영역포함횟수의 차이(VQH_{diff})를 산출한다. 이와 같이 산출된 총 영역포함횟수의 차이(VQH_{diff})가 벡터 양자화 히스토그램 화질 지수(vector quantization histogram quality metric, VQHQM)이다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법의 흐름도이다.
- [0042] 410 단계에서 화질 평가 장치는 원영상과 열화영상 각각을 입력받고, 입력받은 원영상과 열화영상을 복수의 단위 블록들로 분할한다. 이러한 단위 블록은 8×8 단위 블록으로 하는 것이 바람직하다. 8×8 블록으로 분할하기

전이나 분할한 후에 저역 필터(Low Pass Filter)를 이용하여 영사의 노이즈를 제거하는 것이 바람직하다.

- [0043] 420 단계에서 화질 평가 장치는 410 단계에서 분할된 단위 블록들 각각의 대표 화소값을 연산한다. 이때 대표 화소값은 단위 블록 내 화소들의 밝기의 평균값인 것이 바람직하나, 대표 화소값을 결정하는 방법은 그 밖의 다양한 방법을 이용하여 결정할 수 있다.
- [0044] 430 단계에서 화질 평가 장치는 각 단위 블록별 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 연산한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 각 8×8 단위 블록별 수평방향과 수직방향의 평균 밝기값의 차이를 연산한다. 이때 상술한 수학적 식 1을 이용하여 수평방향과 수직방향 각각에 대하여 인접하는 8×8 단위 블록 사이의 평균 밝기값의 차이를 연산할 수 있다.
- [0045] 440 단계에서 화질 평가 장치는 430 단계에서 연산된 수평방향과 수직방향의 대표 화소값 차이를 $dI_x - dI_y$ 좌표에서 극좌표 평면상의 좌표(r, θ)로 변환한다. 극좌표의 r 은 인접하는 단위 블록 간의 밝기 변이 크기를 나타내는 것으로 원점으로부터의 거리로 표현되며, 극좌표의 θ 는 밝기 변이 방향을 의미한다. 따라서 수학적 식 1에 기재된 (dI_x, dI_y) 좌표로부터 변환한 극좌표 (r, θ)는 극좌표에서의 변이 벡터(variation vector)로 표현될 수 있다.
- [0046] 450 단계에서 화질 평가 장치는 440 단계에서 변환된 극좌표 평면상의 좌표(r, θ)가 극좌표 평면의 양자화된 영역별로 속하는 영역포함횟수를 원영상과 열화영상 각각에 대하여 산출한다. 이것은 극좌표에서의 변이 벡터 양자화를 의미한다. 극좌표 평면을 양자화할 때, 극좌표의 θ 축에 따른 양자화는 균일하게 영역을 나누어 이루어지고, 극좌표의 r 축에 따른 양자화는 불균일하게 극좌표 평면 영역을 나누는 것이 바람직하다. 또한 극좌표 평면의 양자화 영역들을 계급구간으로 하고, 양자화된 영역들 각각에 포함되는 변이 벡터의 개수를 히스토그램의 도수로 하여 벡터 양자화 히스토그램을 생성할 수 있다.
- [0047] 460 단계에서 화질 평가 장치는 원영상과 열화영상 간의 영역포함횟수의 차이로부터 화질 평가 지수를 산출한다. 이때 450 단계에서 생성한 원영상의 히스토그램과 열화영상의 히스토그램 간의 계급구간별 차이를 계산함으로써, 영역포함횟수의 차이를 산출할 수 있다. 히스토그램 간의 총 영역포함횟수의 차이(VQH_{diff})는 상술한 수학적 식 2와 같이 계산되며, 총 영역포함횟수의 차이(VQH_{diff})가 벡터 양자화 히스토그램 화질 지수($VQHQM$)이다.
- [0048] 이상에서 살펴본 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법은 원영상과 열화 영상 간의 차이를 연산하여 화질을 평가하는 방법의 일종이다. 화질 평가 방법은 full reference(FR), reduced reference(RR), 및 no-reference(NR)의 세 가지 카테고리가 있는데 본 발명의 일 실시예에서는 RR 화질 평가방법인 벡터 양자화 히스토그램 방법(vector quantization histogram method)을 이용한 것이다. 영상을 블록 분할한 후, 블록의 대표 화소값 변화량을 벡터로 표현하고, 극좌표 평면의 양자화한 영역에 속하는 벡터들의 수를 양자화한 영역별로 합산함으로써 히스토그램을 생성한다. 이와 같이 히스토그램을 생성하는 방법을 벡터 양자화 히스토그램 방법(vector quantization histogram method)이라 한다.
- [0049] 이러한 벡터 양자화 히스토그램은 RR 화질 평가방법을 효과적으로 하는데 사용된다. 이하에서는 LIVE(Laboratory for image and video engineering) 영상들에 대하여 본 발명의 일 실시예에 따른 화질 평가 지수($VQHQM$)와 DMOS(differential mean opinion score)의 유사도를 살펴보고, 다른 화질 평가 지수와 비교하기로 한다.
- [0050] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 사용되는 실험 영상의 예를 도시한 것이다. 도 5(a)는 빌딩 영상(768×512), 도 5(b)는 앵무새 영상(768×512), 도 5(c)는 돛단배 영상(480×720), 도 5(d)는 등대 영상(480×720), 도 5(e)는 모자 쓴 여성 영상(480×720)이다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 사용된 원영상 및 각각 다른 종류의 열화영상의 예를 도시한 것이다. 도 6(a)는 원영상이고, 도 6(b)는 원영상의 JPEG 열화 영상, 도 6(c)는 원영상의 JPEG 2000 열화 영상, 도 6(d)는 원영상의 가우시안 블러(Gaussian blur) 열화 영상, 도 6(e)는 원영상의 백색 노이즈(white noise) 열화 영상, 도 6(f)는 원영상의 패스트 페이딩(fast fading) 열화 영상이다.
- [0052] 화질을 평가하는 목적은 인간의 주관적인 화질 평가와 유사한 계량적인 데이터를 얻는 데 있다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 화질 평가 방법의 성능을 측정하기 위해 우선 실험 영상에 대한 MOS(mean opinion score) 데이터가 필요하다. MOS(mean opinion score) 데이터는 인간이 화질을 평가한 주관적인 테스트로부터 얻은 데이터이기 때문에 인간의 시각 시스템(human visual system, HVS)을 잘 반영한다. 따라서 MOS(mean opinion score) 데이터는 화질을 평가하는 기준이 될 수 있으며, 화질 평가의 성능을 비교할 때 필요하다. DMOS(differential mean opinion score)는 주관적인 화질을 의미하는 것으로, 사람이 직접 화질을 평가한 수치

인 MOS(mean opinion score)를 double-stimulus continuous quality-scale(DSCQS)방법에 적용하여 DMOS를 얻을 수 있다.

[0053] 서로 다른 화질 평가 지수의 성능을 평가하기 위해서 화질 평가 지수와 DMOS 간의 유사성을 측정하는 피어슨 상관계수(Pearson Correlation Coefficient)를 이용하여 평가한다.

[0054] 표 1은 각 열화영상에 대하여 산출한 4개의 다른 화질 평가 지수의 피어슨 상관 계수를 비교한 표이다. 4개의 화질 평가 지수는 MSE(mean squared error), SSIM(Structural Similarity Index Measurement), MSVD(Mean Singular Value Decomposition), 및 VQHQM이며, 각각의 화질 평가 지수는 5 종류의 다른 열화영상에 대하여 산출된다.

표 1

Distortion types	MSE	SSIM [4]	MSVD[5]	VQHQM
JPEG 2000	0.9083	0.9446	0.9436	<u>0.9610</u>
JPEG	0.9130	0.9504	0.9450	<u>0.9652</u>
White noise	0.8930	0.8924	0.9293	<u>0.9338</u>
Gaussian blur	0.8630	0.9016	0.8365	<u>0.9397</u>
Fast fading	0.8746	<u>0.9240</u>	0.9103	0.9057

[0055]

[0056] 표 1에서 밑줄 친 값은 5 종류의 다른 열화영상 각각에 대하여 가장 높은 피어슨 상관 계수이며, 피어슨 상관 계수가 높을수록 사람의 시각으로 평가한 척도인 DMOS와 유사함을 의미한다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 VQHQM이 가장 좋은 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 VQHQM이 JPEG 2000, JPEG, 백색 노이즈(white noise), 가우시안 블러(Gaussian blur) 열화 영상에 대해서는 가장 우수한 성능을 보이고, 패스트 페이딩(fast fading) 열화 영상에 대해서는 SSIM이 가장 우수한 성능을 나타내고 있다.

[0057] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 화질 평가 방법과 종래의 화질 평가 방법의 성능을 비교하기 위해 총 982개의 LIVE(Laboratory for Image & Video Engineering) 실험 영상을 사용한다.

[0058] 표 2는 총 982개의 LIVE 실험 영상 전부에 대하여 각 화질 평가 지수별로 피어슨 상관 계수를 산출하여 성능을 비교한 표이다.

표 2

	MSE	SSIM [4]	MSVD [5]	VQHQM
Pearson CC	0.8873	0.9171	0.8969	<u>0.9396</u>

[0059]

[0060] 표 2를 참조하면, 가장 큰 피어슨 상관 계수를 나타내는 화질 평가 지수는 본 발명의 일 실시예에 따른 VQHQM임을 알 수 있다.

[0061] 도 7은 DMOS와 4개의 다른 화질 평가 지수 간의 scatter 플롯을 도시한 것이다. 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 VQHQM이 다른 화질 평가 지수들보다 우수한 피팅 결과를 보여주고 있음을 알 수 있다.

[0062] 본 발명의 일 실시예에 따라 생성되는 VQHQM은 열화 영상의 화질을 평가하는 지수 중의 하나이다. VQHQM은 양자화된 영역에 속하는 변이 벡터의 수를 계산하여 얻은 히스토그램을 이용하여 산출된다. 각각의 화질 평가 지수와 DMOS의 피어슨 상관 계수를 성능 비교에 사용한 결과, 본 발명의 일 실시예에 따라 생성되는 VQHQM은 종래의 화질 평가 지수보다 우수한 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

[0063] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0064] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

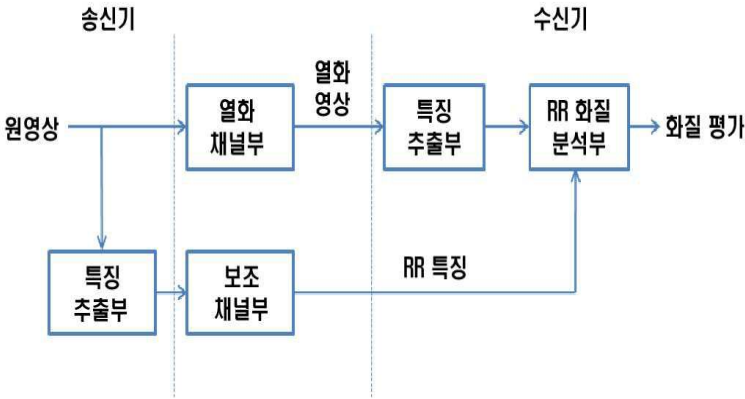
[0065] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

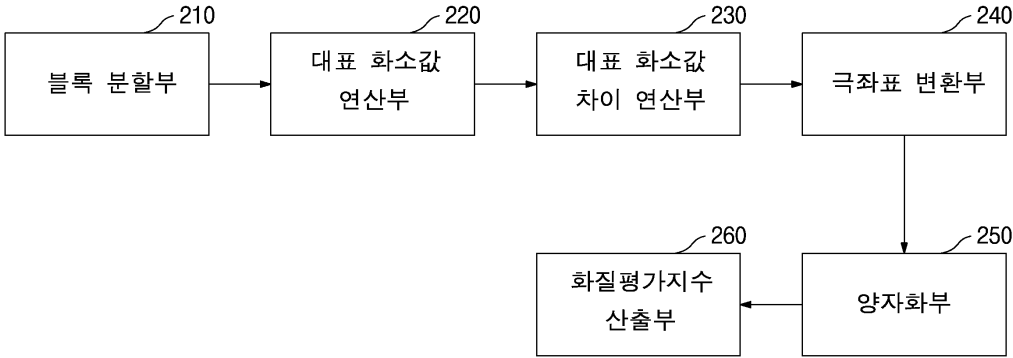
- [0066] 도 1은 종래의 RR 화질 평가 장치의 블록도이다.
- [0067] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 장치의 블록도이다.
- [0068] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 양자화부(250)가 극좌표에서의 변이 벡터를 양자화하는 방법을 나타낸 것이다.
- [0069] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 극좌표 평면 분할을 이용한 화질 평가 방법의 흐름도이다.
- [0070] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 사용되는 실험 영상의 예를 도시한 것이다.
- [0071] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 사용된 원영상 및 각각 다른 종류의 열화영상의 예를 도시한 것이다.
- [0072] 도 7은 DMOS와 4개의 다른 화질 평가 지수 간의 scatter 플롯을 도시한 것이다.

도면

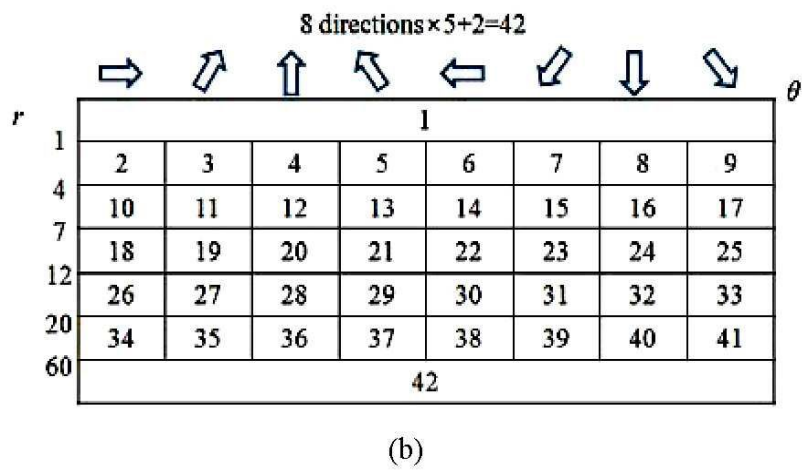
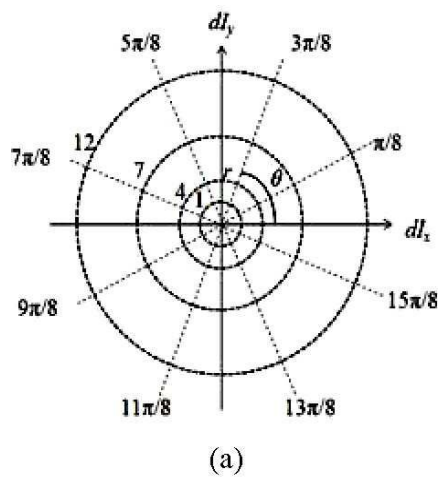
도면1



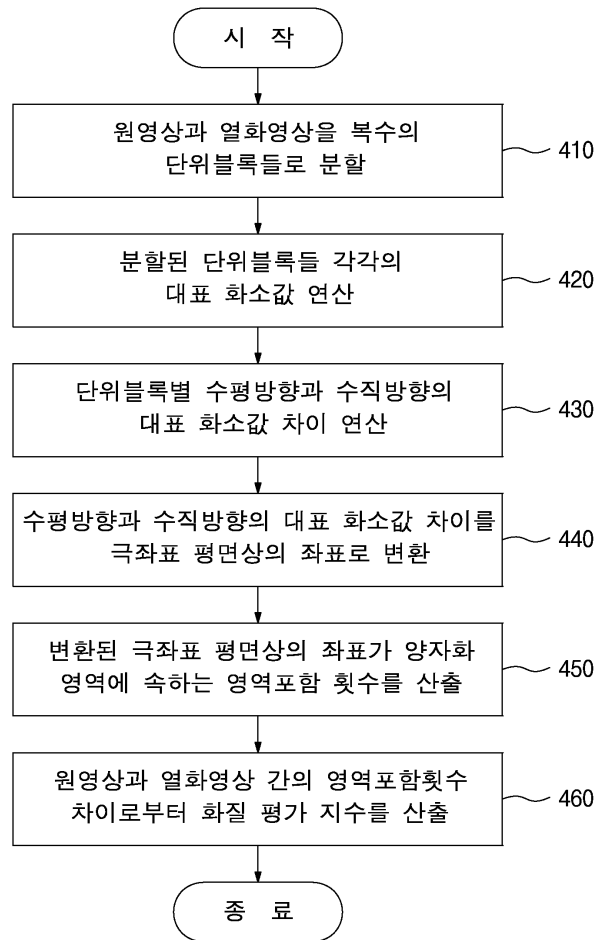
도면2



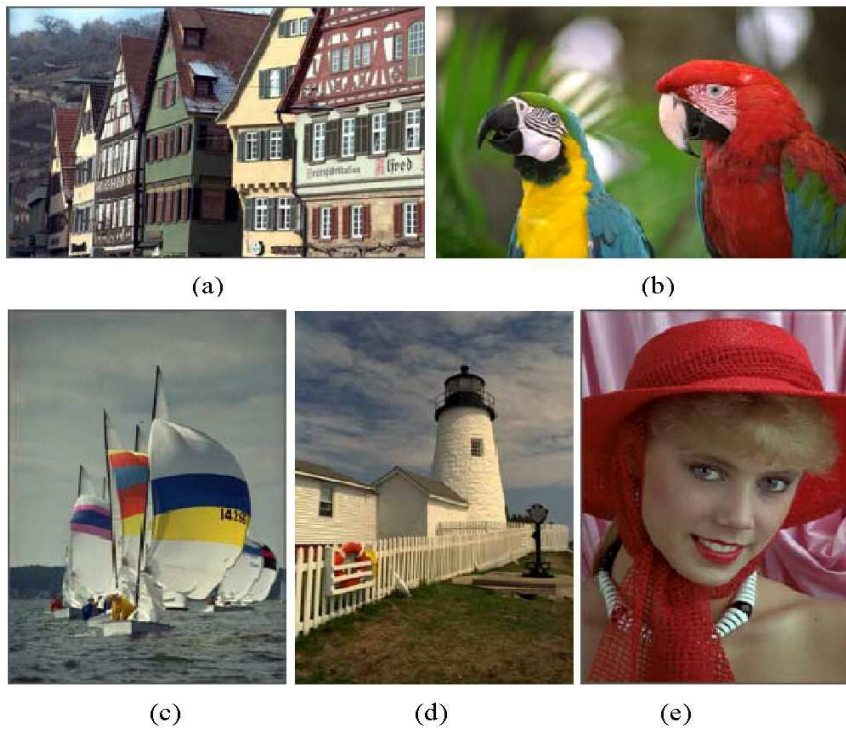
도면3



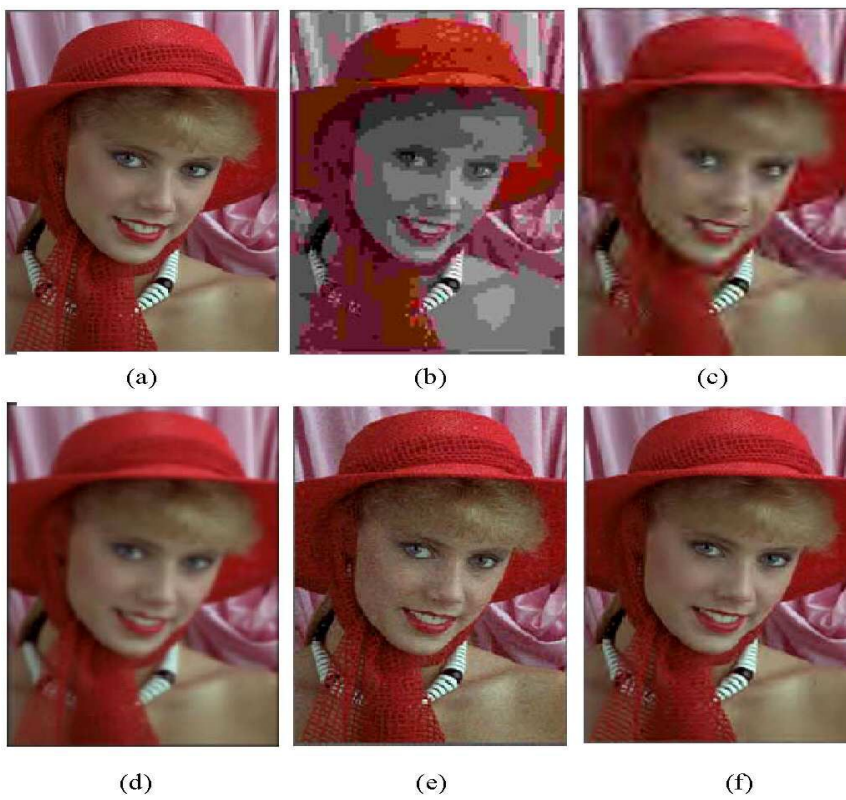
도면4



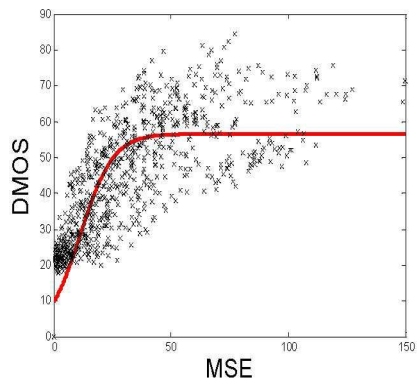
도면5



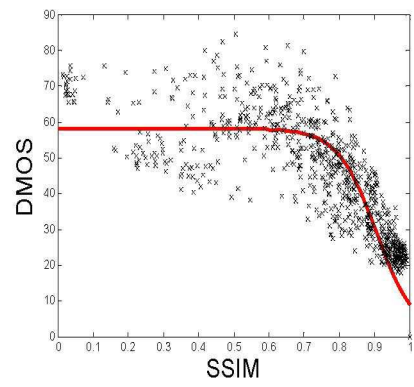
도면6



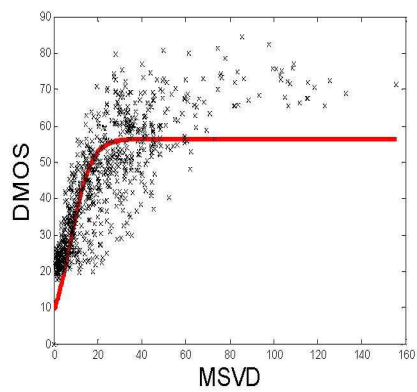
도면7



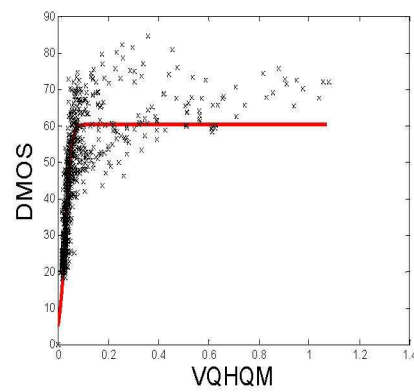
(a)



(b)



(c)



(d)