



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월29일
 (11) 등록번호 10-1031685
 (24) 등록일자 2011년04월20일

(51) Int. Cl.
 G06T 9/20 (2006.01) G06T 9/00 (2006.01)
 G06T 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7019127
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년06월04일
 심사청구일자 2009년04월03일
 (85) 번역문제출일자 2005년10월07일
 (65) 공개번호 10-2006-0018822
 (43) 공개일자 2006년03월02일
 (86) 국제출원번호 PCT/GB2004/002400
 (87) 국제공개번호 WO 2004/114216
 국제공개일자 2004년12월29일

(30) 우선권주장
 0314162.9 2003년06월18일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문헌
 Stephen Wolf, "Features for Automated Quality Assessment of Digitally Transmitted Video", NTIA Report TR-90-264, 1990.06.
 A. J. Pinho et al., "Figures of merit for quality assessment of binary edge maps", Proc. Int' Conf. Image Processing, vol. 3, pp. 591-594, 16-19 Sept. 1996.
 JP평성06125545 A
 WO200048407 A1

전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
 브리티쉬 텔레커뮤니케이션즈 파블릭 리미티드 캄퍼니
 영국 런던(우편번호 이시1에이 7에이제이) 뉴게이트 스트리트 81

(72) 발명자
 보렛 알렉상드르
 영국 서포크 입스위치 옥스포드 로드 14

(74) 대리인
 김민철, 김명신, 박장규

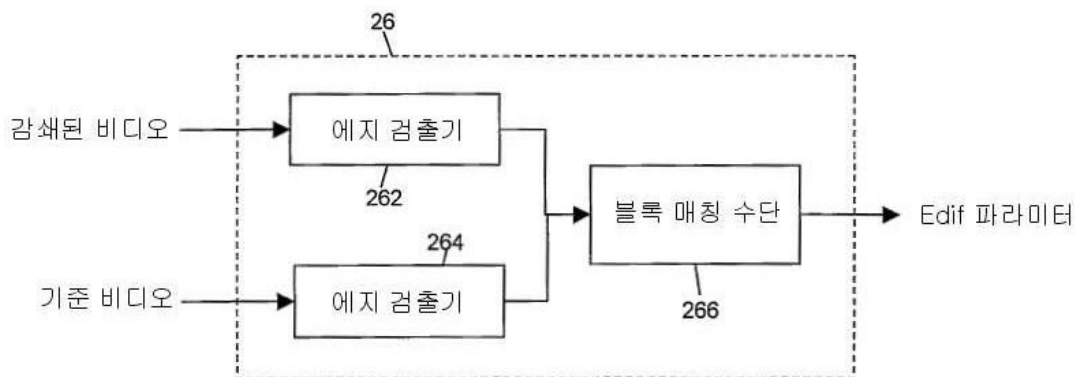
심사관 : 김홍수

(54) 비디오 품질 평가의 에지 분석

(57) 요약

본 발명은 전체 비디오 품질값에 제공되는데 사용될 수 있는 에지 파라미터값을 생성하기 위해서 테스트 비디오 필드/프레임의 에지 분석을 실행하는 에지 검출 스테이지를 기초로서 임의의 알려진 에지 검출 알고리즘을 사용하는 비디오 품질 평가 방법 및 시스템을 제공함으로써 기술분야에서 그 자체로서 알려진 것과 같은 에지 검출 기술을 자동화된 비디오 품질 평가 영역에 적용한다. 에지 검출기 스테이지의 사용은 품질 평가에 대해 인간 뷰어가 인식하는데 중요한 이미지 속성에 관한 가치있는 정보를 제공하고, 따라서 결과가 주관적인 평가를 받는 인간 뷰어에 의해 실행될 수 있는 것과 아주 유사한 자동화된 평가에 의해 제공되게 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

컴퓨터를 이용하여, 비디오로부터 에지 파라미터를 생성하는 방법에 있어서,

기준 비디오 필드 또는 프레임 및 테스트 비디오 필드 또는 프레임에 대한 각 에지 맵들을 생성하는 단계,

(i) 상기 각 에지 맵들 내에 포함된 에지들 및 (ii) 상기 각 에지 맵들의 상응하는 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들 내에 포함된 에지들에 관한 데이터를 생성하는 단계,

상기 테스트 및 기준 비디오 필드 또는 프레임들의 상기 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들 내의 에지 픽셀들을 카운팅하는 단계,

상기 테스트 및 기준 비디오 필드 또는 프레임들의 상응하는 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들의 각 카운트들 사이에서 각 차이값들을 판정하는 단계, 및

상기 차이값들의 각각에 따른 에지 파라미터값을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 에지 파라미터 생성 방법.

청구항 2

제 1 항에 따른 방법에 의해 생성된 에지 파라미터를 사용하여 비디오 품질을 평가하는 방법에 있어서,

상기 에지 파라미터값을 다른 분석 기술들로부터 얻어진 다른 파라미터값들과 함께 이산 적분하여 비디오 품질 값을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 에지 파라미터값을 다른 분석 기술들로부터 얻어진 다른 파라미터값들과 함께 이산 적분하여 비디오 품질 값을 제공하는 단계는,

미리 결정된의 가중치값들에 따라 상기 파라미터 값들에 가중치를 부여하는 단계와,

상기 가중치가 부여된 값들을 합산하는 단계를 포함하고,

상기 합산의 결과적인 합계는 상기 비디오 품질값인 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

컴퓨터로 하여금 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하도록 하는 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독가능한 저장 매체.

청구항 7

비디오로부터 에지 파라미터를 생성하는 시스템에 있어서,

기준 비디오 필드 또는 프레임 및 테스트 비디오 필드 또는 프레임에 대한 각 에지 맵들을 생성하는 에지 맵 생성 수단, 및

사용시에, (i) 상기 각 에지 맵에 포함된 에지들에 관한 데이터 및 (ii) 상기 각 에지 맵의 대응하는 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들 내에 포함된 에지들에 관한 데이터를 생성하는 에지 맵 분석 수단을 포함하고,

상기 에지 맵 분석 수단은

상기 테스트 및 기준 비디오 필드 또는 프레임들의 상기 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들 내의 에지 픽셀들을 카운팅하는 카운팅 수단,

상기 테스트 및 기준 비디오 필드 또는 프레임들의 상응하는 서브 필드 요소 또는 서브 프레임 요소들의 각 카운트들 사이에서 각 차이값들을 판정하는 차이 수단, 및

상기 차이값들에 따라 에지 파라미터값을 계산하는 파라미터 계산 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 에지 파라미터 생성 시스템.

청구항 8

제 7 항에 따른 시스템에 의해 생성된 에지 파라미터를 사용하여 비디오 품질을 평가하는 시스템에 있어서,

각각이 사용시에, 상기 기준 및 테스트 비디오 필드 또는 프레임들을 분석하고 상기 각 분석들의 상기 결과들에 관한 각 분석 파라미터값들을 생성하는 하나 이상의 추가 분석 수단, 및

생성된 상기 데이터들을 이용하여 비디오 품질값을 생성하는 비디오 품질값 결정 수단을 포함하고,

상기 비디오 품질값 결정 수단은 상기 추가 분석 수단으로부터 얻어진 다른 분석 파라미터값들과 함께 상기 에지 파라미터값을 이산 적분하여, 상기 비디오 품질값을 제공하는 이산 적분 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 이산 적분 수단은,

미리 결정된 가중치값들에 따라 상기 파라미터 값들에 가중치를 부여하는 가중치 부여 수단과,

상기 가중치가 부여된 값들을 합산하는 합산기를 포함하고,

상기 결과적인 합계가 상기 비디오 품질값인 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자동화된 비디오 품질 평가를 실행하는 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 상세하게는 에지분석 기술을 사용하는 자동화된 비디오 품질 평가를 실행하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 사람의 눈을 사용하는 비디오 품질 평가 기술은 당해 기술분야에서 오랫동안 알려져 있고, CCIR Rec. 500(ITU-R BT.500 "텔레비전 화면의 품질에 대한 주관적 평가를 위한 방법론")에 설명되어 있다. 자동화된 비디오 품질

평가 기술 또한 당해 기술분야에서 알려져 있다. 자동화된 비디오 품질 평가를 제공하는 종래 시스템의 일 예는 PQA 300이며, 미국 오리건주 비버튼의 텍트로닉스사(Tektronix Inc.)로부터 입수가 가능하다. PQA 300은 테스트 중인 시스템으로부터 생성된 테스트 비디오 시퀀스와 상응하는 기준 시퀀스를 비교하고, 테스트 비디오 시퀀스의 품질을 나타내는 양적인 값인 화면 품질 등급을 생성한다. 화면 품질 등급을 생성하기 위해서 PQA 300은 기준 시퀀스에 대한 테스트 시퀀스의 공간분석, 시간분석, 및 풀칼라(full-color) 분석을 실행한다.

[0003] 이미지 내의 에지-검출을 제공하는 것 또한 종래기술에서 알려져 있으며, 이미지에 적용될 수 있는 많은 에지 검출 알고리즘이 종래 기술에서 알려져 있다. 알려진 에지 검출 알고리즘의 예들은 라플라시안(Laplacian) 에지 검출기, 캐니(Canny) 에지 검출기, 로스웰(Rothwell) 에지 검출기이다. 캐니 에지 검출기에 대한 C 프로그래밍 언어의 소스 코드는 ftp://figment.csee.usf.edu/pub/Edge_Comparison/source_code/canny.src로부터 우선 일 전에 ftp를 통해 프리 다운로드로 입수가 가능했고, 반면 로스웰 에지 검출기에 대한 C의 소스 코드는 ftp://figment.csee.usf.edu/pub/Edge_Comparison/source_code/rothwell.src로부터 입수가 가능했다.

발명의 상세한 설명

[0004] 본 발명은 이미지 처리의 기술에서 알려진 에지 검출기 기술을 자동화된 비디오 품질 평가의 영역에 적용한다. 이를 위해 임의의 알려진 에지 검출 알고리즘을 테스트 비디오 필드/프레임의 에지 분석을 수행하는 에지 검출 스테이지의 기초로서 사용하여 에지 파라미터 값을 생성하고, 이를 전체적인 비디오 품질값에 기여하는데 사용될 수 있는 비디오 품질 평가를 위한 방법 및 시스템을 제공함으로써 이루어진다. 에지 검출기 스테이지의 사용은 인간의 눈에 시각적으로 중요한 이미지 속성에 관한 가치있는 정보를 품질 평가에 제공하고, 그리하여 자동화된 평가에 의해 제공되는 결과가 주관적인 평가를 행하는 인간의 눈에 의해 수행되는 것과 더욱 유사하게 만든다.

[0005] 상기의 관점에서, 제 1 측면으로부터, 기준 비디오 필드/프레임 및 테스트 비디오/프레임에 대한 각 에지 맵들을 생성하는 단계와, 상기 각 에지 맵들 내에 포함된 에지들에 관한 데이터를 생성하는 단계와, 비디오 품질 측정값을 생성하기 위해 상기 생성된 데이터를 사용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 방법이 제공된다.

[0006] 그러므로, 본 발명의 제 1 측면은 비디오 품질 평가 방법에서 에지 검출 기술을 사용하고, 이에 의해 동일한 테스트 시퀀스에 대해 인간의 주관적인 테스트로부터 얻어진 결과에 비해서 이러한 방법으로 얻어진 결과를 개선시킨다.

[0007] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 데이터 생성 단계는 상기 각 에지 맵들의 상응하는 서브-필드/프레임 요소들 내에 포함된 에지들에 관한 데이터를 생성하는 단계를 추가로 포함한다. 이는 에지 추출 알고리즘의 문제를 해결하는데, 이는 이미지 내에서 발생할 수 있고 결과에서 부조화를 생성할 수 있는 노이즈 및 감쇄에 알고리즘이 민감하기 때문이다. 특히, 테스트 시퀀스에서의 스무딩(smoothing) 효과로 인해 기준신호에서 추출된 에지와 비교될 때 추출된 에지가 결국 변위될 수 있다. 이러한 이유로, 에지 맵의 직접 픽셀 비교는, 비록 이러한 스무딩 효과가 주관적인 비디오 품질 평가를 실행하는 인간에 의해 거의 대부분 인지될 수 없지만, 잘못된 비디오 품질 평가값을 생성할 수 있다.

[0008] 또한, 바람직한 실시예에서, 데이터 생성 단계는 테스트 및 기준 필드/프레임들의 서브-요소들 내의 에지 픽셀들을 카운팅하는 단계와, 상기 테스트 및 기준 필드/프레임들의 상응하는 서브-필드/프레임 요소들의 각 카운트들 사이의 각 차이값들을 결정하는 단계와, 상기 차이값들에 의존하여 에지 파라미터값을 생성하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 따라서 테스트 및 기준 신호의 서브-필드/프레임 요소의 비교가 실행되고, 각 서브-필드/프레임 요소 사이의 차이를 표시하는 에지 파라미터값이 얻어진다. 그다음 에지 파라미터값은 최종 비디오 품질 평가값을 생성하기 위해 에지 데이터를 나타내는 단일값으로서 직접 사용될 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 바람직한 실시예 내에서, 상기 사용 단계는 상기 비디오 품질값을 제공하기 위해 다른 분석 기술들로부터 얻어진 다른 파라미터값들로 상기 에지 파라미터값을 이산 적분하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다. 다른 분석 기술은 바람직하게는 임의의 하나 이상의 공간 분석, 시간 분석, 및/또는 텍스처 분석을 포함할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 이산 적분 단계는 소정의 가중치값들에 따라 상기 파라미터 값들에 가중치를 부여하는 단계와, 상기 가중치가 부여된 값들을 합하는 단계를 포함하고, 상기 결과적인 합계는 상기 비디오 품질값인 것을

특징으로 한다.

- [0012] 본 발명의 제 2 측면으로부터, 기준 비디오 필드/프레임 및 테스트 비디오/프레임에 대한 각 에지 맵들을 생성하는 에지 맵 생성 수단과, 상기 각 에지 맵들 내에 포함된 에지들에 관한 데이터를 생성하는 에지 맵 분석 수단과, 비디오 품질 측정값을 생성하기 위해 상기 생성된 데이터를 사용하는 비디오 품질값 결정수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 품질 평가 시스템을 또한 제공한다.
- [0013] 제 2 측면 내에서 제 1 측면의 관점에서 이전에 설명된 것과 같은 동일한 장점들이 얻어진다. 또한, 동일한 추가 특징 및 장점이 또한 제공될 수 있다.
- [0014] 제 3 측면으로부터, 본 발명은 컴퓨터 시스템에 의해 실행되는 경우 상기 시스템이 제 1 측면의 방법을 실행하게끔 구성되는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 또는 한 조의 프로그램들을 또한 제공한다. 컴퓨터 프로그램 또는 프로그램들은 예컨대 인터넷과 같은 네트워크를 통해 운반되는 신호와 같이 상기 컴퓨터 프로그램 또는 상기 한 조의 프로그램들 중 적어도 하나에 상응하는 데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 변조된 캐리어 신호에 의해 구체화될 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 추가 측면으로부터, 본 발명은 제 3 측면에 따른 상기 컴퓨터 프로그램 또는 상기 한 조의 프로그램들 중 적어도 하나를 저장하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터로 판독가능한 저장 매체를 또한 제공한다. 컴퓨터로 판독가능한 저장 매체는 임의의 마그네틱, 광학, 마그네토-광학, 솔리드-스테이트, 또는 컴퓨터에 의해 판독될 수 있는 다른 저장 매체일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 추가적인 특징 및 장점은 예를 통해 및 첨부된 도면을 참조하여 나타난 다음의 실시예의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이며, 동일한 부호는 동일한 구성을 지칭한다.

실시예

- [0028] 본 발명의 실시예들이 지금부터 설명될 것이다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예들의 일반적인 구성의 전체적인 시스템 블록도이다. 도 1에서 기준 시퀀스 필드/프레임을 포함하는 기준 시퀀스는 검출기 모듈(2)로 입력된다. 유사하게, 비디오 필드/프레임(8)의 테스트 시퀀스(테스트 시퀀스, 또는 감쇄된 시퀀스 중의 어느 하나로 참조됨) 역시 검출기 모듈(2)로 입력된다. 상기 테스트 시퀀스는, 테스트되는 시스템(예컨대, 비디오 기록 장치, 브로드캐스트 시스템, 또는 비디오 코덱)에 기준 시퀀스를 입력한 다음, 테스트 중인 시스템의 출력을 테스트 시퀀스로 취함으로써 얻어진다. 검출기 모듈(2)은 입력 기준 및 테스트 비디오 필드/프레임의 다양한 비디오 특징을 검출하기 위해 동작하고, 그 다음 이산 적분 모듈(4)로 출력되는 비디오 특징값을 생성한다. 이산 적분 모듈(4)은 비디오 특징값을 모두 이산적분하여 예상 비디오 품질값(10)을 출력한다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 실시예의 더욱 상세한 구성을 나타낸다. 여기서 기준 및 테스트 비디오 시퀀스는 각각 공간 주파수 분석기(22), 휘도(Y)(luminance) 및 색상(U, V)(chrominance) PSNR(power signal to noise ratio) 분석기(24), 에지 분석기(26), 및 텍스처 분석기(28)인 4개의 분석기로 입력되는 것으로 나타나 있다. 각 분석기는 각각 실행하는 분석의 각 형태의 결과로서 다양한 비디오 특징값을 생성하기 위해 동작하고, 비디오 특징값은 이산 적분 모듈(4)로 입력된다. 그 다음 이산 적분 모듈은 본 발명의 실시예에 의해 평가되는 테스트 비디오 품질에 관한 양적인 값인 비디오 품질값 *PDMOS*(10)을 생성하기 위해 개별적인 비디오 특징값을 합성한다.
- [0031] 이제 4개의 분석기 모듈(22 ~ 28) 각각에 대해 간단히 고찰하면, 공간 주파수 분석기(22)는 입력 테스트 비디오 필드/프레임 및 기준 비디오 필드/프레임을 분석하여, 입력 기준 필드/프레임 및 테스트 필드/프레임의 피라미드 분석으로부터 피라미드 SNR 값인 $P_{ySNR}(a, b)$ 을 생성한다. 추가로, 휘도 및 색상 PSNR 분석기(24)는 입력 기준 필드/프레임과 입력 테스트 필드/프레임을 비교하여 휘도 및 색상 PSNR 값을 생성하여 출력한다. 유사하게, 에지 검출 분석기(26)는 입력 기준 필드/프레임 및 입력 테스트 필드/프레임을 분석하여 단일 에지 검출기 값 *EDif*를 출력한다. 최종적으로, 텍스처 분석기(26)는 테스트 필드/프레임 및 기준 필드/프레임을 분석하여 현재의 테스트 필드/프레임 내의 텍스처를 나타내는 파라미터인 *TextureDeg*, 및 현재의 기준 필드/프레임 내의 텍스처를 나타내는 파라미터인 *TextureRef*를 계산한다. 여하튼, 이러한 공간 분석기(22), 휘도 및 색상 PSNR 분석기(24), 에지 검출기 분석기(26), 및 텍스처 분석기(28)는 이후에 더욱 상세히 설명될 것이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 각 분석기(22 ~ 28)로부터의 출력은 이산적분모듈(4)로 각각 입력되며, 이 모듈은 값들을 함께 이산적분하여 예상 비디오 품질값(10)을 생성하는 것을 알 수 있다. 이산적분기(4)의 동작도 이후에 상세히 설명될 것이다.

- [0033] 도 2를 참조하면, 도시된 각 개별 모듈 및 분석기의 동작이 도 3 ~ 도 10을 참조하여 이제부터 설명될 것이다.
- [0034] 먼저 공간 주파수 분석기(22)를 참조하면, 공간 주파수 분석기(22)의 내부 구성이 도 3에 도시된다. 여기서, 공간 주파수 분석기(22)는 입력으로서 테스트 비디오 필드/프레임을 수신하도록 구성되는 제 1 피라미드 변환 제너레이터(222)를 내부적으로 포함한다. 추가적으로 입력으로서 기준 비디오 필드/프레임을 수신하는 제 2 피라미드 변환 제너레이터(224)가 제공된다. 2 개의 피라미드 변환 제너레이터(222, 224) 각각은 동일하게 동작하여 각 입력 필드/프레임에 대한 피라미드 어레이를 생성하며, 이것은 각각의 상응하는 테스트 비디오 필드/프레임과 기준 비디오 필드/프레임 사이의 피라미드 SNR 측정치를 생성하기 위해 피라미드 SNR 계산기(226)로 제공된다. 피라미드 SNR 측정치를 생성하는 공간 주파수 분석기(22)의 동작이 도 4 ~ 도 6을 참조하여 다음에 설명될 것이다.
- [0035] 먼저, 도 5를 참조하면, 도 5는 각각의 피라미드 어레이를 생성하는데 있어서 피라미드 변환 제너레이터(222 또는 224)의 어느 하나에 의해 실행되는 단계를 나타내는 흐름도이다. 그러므로, 먼저 단계(S. 8.2)에서 피라미드 변환 제너레이터는 각 시퀀스(즉, 테스트 시퀀스 또는 기준 시퀀스)로부터 입력 필드/프레임을 수신한다. 그 다음, 단계(S. 8.4)에서 카운터 *stage*는 0으로 초기화되고 처리루프가 피라미드 어레이를 생성하기 위해 개시된다. 피라미드 어레이를 생성하기 위해 이어지는 일반적인 과정은 3개 스테이지, 2단계 절차이며, 여기서 각 스테이지 0 ~ 2에 대해 수평 분석이 실행되고 수직 분석이 뒤따른다. 다음에 수평 및 수직 분석의 하나의 특정 스테이지에 포함된 단계들이 단계(S. 8.6 ~ S. 8.20)에 관하여 설명된다.
- [0036] 일단 단계(S. 8.4)에서 개시된 처리루프 내에서, 피라미드 프로세싱의 특정 스테이지에 대해 단계(S. 8.6)에서 실행된 제 1 단계는, 처리되는 현재의 필드/프레임이 *temp* 어레이로 다음과 같이 복사되는 것이다.

수학식 8-1

[0037]
$$PTemp(x,y)=P(x,y) \quad x=0...X-1, \quad y=0...Y-1$$

[0038] 그 다음, 단계 S.8.8에서 수평 분석 리미트는 다음과 같이 스테이지 파라미터의 현재 값의 함수로서 계산된다.

수학식 8-2

[0039]
$$Tx=X/2^{(stage+1)}$$

수학식 8-3

[0040]
$$Ty=Y/2^{(stage)}$$

[0041] 그 다음, 계산된 리미트 내에서 수평분석이 실행되는데, 템프(temporary) 어레이의 수평 요소 쌍의 평균 및 차이가 다음과 같이 피라미드 어레이를 업데이트하기 위해 사용된다.

수학식 8-4

[0042]
$$P(x,y)=0.5*(PTemp(2x,y)+PTemp(2x+1,y)) \quad x=0...Tx-1, \quad y=0...Ty-1$$

수학식 8-5

[0043]
$$P(x+Tx,y)=PTemp(2x,y)-PTemp(2x+1,y) \quad x=0...Tx-1, \quad y=0...Ty-1$$

[0044] 그리고, 단계(S. 8.12)에서 입력 필드/프레임 값이 수평 분석의 결과로 덮여 쓰여진다.

[0045] 그 다음 단계(S. 8.14)에서 개시되는, 현재 스테이지의 프로세싱에 대한 수직분석이 실행되며, 여기서 입력 필드/프레임이 다시 템프 어레이로 복사된다. 그러나, 이때 입력 필드/프레임 내의 값들은 단계(S. 8.12)에서 수평 분석의 결과로 덮여 쓰여지는 것을 유의해야 하며, 따라서 현재 스테이지의 수직분석의 입력은 직전의 현재 스테이지의 수평분석으로부터의 출력인 것을 알 수 있다.

[0046] 그 다음, 단계(S. 8.16)에서 수직 분석 리미트가 다음과 같이 스테이지 값의 함수로서 계산된다.

수학식 8-6

$$Tx = X / 2^{(stage)}$$

[0047]

수학식 8-7

$$Ty = Y / 2^{(stage+1)}$$

[0048]

[0049]

그 다음 수직 분석이 다음에 따라 상기 계산된 리미트 내에서 실행되는데, 단계(S. 8.18)에서 템프 어레이의 수직요소 쌍의 평균 및 차이가 다음에 따라 피라미드 어레이를 업데이트하는데 사용된다.

수학식 8-8

$$P(x,y) = 0.5 * (PTemp(x,2y) + PTemp(x,2y+1)) \quad x=0...Tx-1, \quad y=0...Ty-1$$

[0050]

수학식 8-9

$$P(x,y+Ty) = PTemp(x,2y) - PTemp(x,2y+1) \quad x=0...Tx-1, \quad y=0...Ty-1$$

[0051]

[0052]

단계(S. 8.20)에서, 입력 필드/프레임은, 입력 필드/프레임 어레이 내의 값이 공간 분석의 제 1 스테이지의 결과에 상응하게끔, 단계(S. 8.18)에서 실행된 수직 분석의 결과로 덮여 쓰여진다. 단계(S. 8.22)에서, 피라미드 어레이를 생성하기 위한 공간 분석의 각 스테이지가 실행되었는가의 여부를 판정하기 위해 평가가 실행되고, 만약 실행되지 않았다면 단계(S. 8.4)로 되돌아가고, stage 값은 증가하고, 단계(S. 8.6 ~ S. 8.20)는 다시 한번 반복된다. 각 스테이지에서 수평 및 수직 분석의 각 단계에 대해 입력 필드/프레임 어레이 내의 값은, 프로세싱이 각 스테이지를 통해 점차로 진행되면서 입력 필드/프레임 어레이 내에 유지된 값이 각 레벨에서 각각 4개의 쿼드란트를 갖는 피라미드 구조로 변환되게끔, 계산된 수직 및 수평 리미트로 덮여 쓰여지는 것을 유의해야 한다. 따라서, 스테이지 0 ~ 2 각각이 완료되어, 단계(S. 8.22)에서의 평가가 처리루프를 종료할 때까지, 단계(S. 8.24)에서 출력될 수 있는 피라미드 어레이가 구성된다.

[0053]

각 프로세싱 스테이지의 종료에서 상기 구성된 피라미드 어레이의 포맷은 도 4에 도시된다. 더욱 상세하게는, 도 4의 (a)는 스테이지 0 프로세싱의 종료 이후에 입력 필드/프레임 어레이의 콘텐츠를 나타내며, 여기서 수직 분석 단계가 이어진 수평분석 단계는 어레이를 4개의 쿼드란트(quadrant) $Q(stage, 0 \sim 3)$ 으로 분할하고, 여기서 $Q(0, 0)$ 는 입력 필드/프레임의 4개의 픽셀 블록의 평균에 상응하는 값을 포함하며, $Q(0, 1)$ 는 4개의 픽셀 블록의 수평 차이에 상응하는 값을 포함하고, $Q(0, 2)$ 는 4개의 픽셀 블록의 수직 차이에 상응하는 값을 포함하며, $Q(0, 3)$ 은 4개의 픽셀 블록의 대각선 차이에 상응하는 값을 포함한다.

[0054]

그 다음 도 4의 (a)에 도시된 것과 같은 스테이지 0 분석으로부터 출력된 쿼드란트 $Q(0, 0)$ 는 스테이지 1 프로세싱을 실행하기 위해 FOR 루프의 제 2 반복에의 입력으로서 사용되고, 그 결과는 도 4의 (b)에 도시된다. 여기서 쿼드란트 $Q(0, 0)$ 은 4×4 픽셀 블록의 분석과 관련된 결과 $Q(1, 0 \sim 3)$ 에 의해 덮여 쓰여지지만, 여기서 각 쿼드란트 $Q(1, 0 \sim 3)$ 는 스테이지 0 출력에 관하여 이전에 설명된 것과 같이 평균, 수평 차이, 수직 차이, 및 대각선 차이와 관련된 값을 포함한다는 것을 알 수 있다.

[0055]

도 4의 (b)에 나타난 것과 같은 스테이지 1 분석의 출력은, 도 4의 (c)에 나타난 결과를 제공하기 위해, 도 5의 FOR 루프의 제 3 반복에서의 스테이지 2 분석으로서의 입력으로서 사용되고, 도 4의 (c)에서 쿼드란트 $Q(1, 0)$ 은 쿼드란트 $Q(2, 0 \sim 3)$ 에 의해 덮여 쓰여지며, 쿼드란트 $Q(2, 0 \sim 3)$ 의 각각은 이전에 설명한 것과 같이 각각 블록의 평균, 블록의 수평 차이 등과 관련된다. 3개의 분석 스테이지 이후에, 도 4의 (c)에 도시된 것과 같은 결과적인 피라미드 어레이는 스테이지 0(2×2 픽셀) 분석으로부터의 3개의 블록 $Q(0, 1 \sim 3)$, 스테이지 1(4×4 픽셀) 분석으로부터의 3개의 쿼드란트 $Q(1, 1 \sim 3)$, 스테이지 2(8×8 픽셀) 분석으로부터의 4개의 쿼드란트 $Q(2, 0 \sim 3)$ 인 총 10개 블록의 결과를 갖는다. 도 4에 도시된 것과 같은 피라미드 어레이를 생성하는 도 5의 과정은 피라미드 변환 제너레이터(222 및 224) 각각에 의해 실행되어 각각의 피라미드 어레이 *pref* 및 *pdeg*를 생성하고, 이것은 SNR 계산기(226)로 입력된다는 것을 유의해야 한다. 피라미드 SNR 계산기(226)의 동작은 도 6에 도시된다.

[0056] 도 6을 참조하면, 먼저 단계(S. 9.2)에서 피라미드 SNR 계산기(226)는 피라미드 변환 제너레이터(224 및 222) 각각으로부터 기준 및 감쇄된 피라미드 어레이를 수신한다. 그 다음, 단계(S. 9.4)에서 0 ~ 2의 카운터 *stage*의 각 값을 처리하는 처리루프가 개시된다. 이에 이어서, 1 ~ 3의 값 사이의 카운터 값 *quadrant*를 처리하는 제 2의 하위(nested) 처리루프가 단계(S. 9.6)에서 개시된다. 이들 하위처리루프 내 단계(S. 9.8)에서, 제공 에러 측정값 $E(\text{stage}, \text{quadrant})$ 는 다음식에 따라 기준과 감쇄 피라미드 어레이 사이에서 계산된다.

수학식 9-1

[0057]
$$E(s,q) = (1/XY^2) \sum_{x=x1(s,q)}^{x2(s,q)} \sum_{y=y1(s,q)}^{y2(s,q)} (\text{Pref}(x,y) - \text{Pdeg}(x,y))^2 \quad s=0..2 \quad q=1..3$$

[0058] 여기서 $x1$, $x2$, $y1$ 및 $y2$ 는 피라미드 어레이 내의 쿼드란트의 수평 및 수직 리미트를 정의하고, 다음에 따라 계산된다.

수학식 9-2

[0059]
$$x1(s,1) = X/2^{(s+1)} \quad x2(s,1) = 2 * x1(s,1) \quad y1(s,1) = 0 \quad y2(s,1) = Y/2^{(s+1)}$$

수학식 9-3

[0060]
$$x1(s,2) = 0 \quad x2(s,2) = X/2^{(s+1)} \quad y1(s,2) = Y/2^{(s+1)} \quad y2(s,2) = 2 * y1(s,2)$$

수학식 9-4

[0061]
$$x1(s,3) = X/2^{(s+1)} \quad x2(s,3) = 2 * x1(s,3) \quad y1(s,3) = Y/2^{(s+1)} \quad y2(s,3) = 2 * y1(s,3)$$

[0062] 그 다음 각 계산된 에러 측정치 $E(\text{stage}, \text{quadrant})$ 는 단계(S. 9.10)에서 저장되고, 그 다음 단계(S. 9.12 및 S. 9.14)에서 *quadrant* 및 *stage* 카운터의 값이 처리루프에 적절히 업데이트된다. 단계(S. 9.4 ~ S. 9.14) 및 단계(S. 9.6 ~ S. 9.12)의 처리루프의 동작은 카운터 *stage* 및 카운터 *quadrant*의 각 값에 대한 에러 측정값을 계산하는 것이다.

[0063] 제공 에러 측정값을 계산한 이후에, 단계(S. 9.16)에서 0 ~ 2까지의 카운터 *stage*의 모든 이용가능한 값을 처리하는 추가 처리루프가 개시되고, 그 다음 단계(S. 9.18)에서 *quadrant* 카운터 1 ~ 3의 값을 처리하는 하위 처리루프가 개시된다. 이들 하위 처리루프 내 단계(S. 9.20)에서 PSNR 측정치 $PySNR(\text{stage}, \text{quadrant})$ 가 다음에 따라 계산되고, 다음에 단계(S. 9.22)에서 저장된다.

수학식 9-5

[0064]
$$\text{if}(E > 0.0) \quad PySNR(s,q) = 10.0 * \log_{10}(255^2/E(s,q)) \quad \text{else} \quad SNR = 10.0 * \log_{10}(255^2 * XY^2)$$

[0065] 단계(S. 9.24) 및 다음 단계(S. 9.26)에서, 카운터 *stage* 및 *quadrant*의 값은 처리루프에 대해 적절히 증가되는데, 하위 처리루프의 효과가 *stage*의 각 값 및 *quadrant*의 각 값에 대한 PSNR 측정치를 계산 및 저장한다. 파라미터 *stage*가 0 ~ 2의 값을 취할 수 있고, 파라미터 *quadrant*가 1 ~ 3의 값을 취할 수 있다면, 전체 9개의 PSNR 측정치가 피라미드 SNR 계산기(226)에 의해 생성되며, 이들 모두는 이산 적분 스테이지(4)로 출력될 수 있다.

[0066] 도 7 및 도 8에 대해 에지 분석기(26)의 동작이 지금부터 설명될 것이다.

[0067] 도 7은 에지 분석기(26)의 내부 구성을 나타낸다. 더욱 상세하게는, 에지 분석기(26)는 비디오 필드/프레임을 수신 및 테스트하고, 에지를 검출하도록 구성된 제 1 에지 검출기(262), 매칭 모듈(30)로부터 출력된 기준 비디오 필드/프레임을 수신하고, 에지를 검출하도록 구성된 제 2 에지 검출기(264)를 포함한다. 두 개의 에지 검출기(262, 264)는 바람직하게는 알려진 에지 검출 알고리즘에 따라 동작하고, 당해 기술 분야에서 이미 알려진 방식으로 에지 맵을 생성한다. 예컨대, 알려진 에지 검출 알고리즘의 예는 라플라시안(Laplacian) 에지 검출기, 캐니(Canny) 에지 검출기, 및 로스웰(Rothwell) 에지 검출기이다. 캐니 에지 검출기에 대한 C 프로그래밍 언어

의 소스 코드는 ftp://figment.csee.usf.edu/pub/Edge_Comparison/source_code/canny.src로부터 우선일 전에 ftp를 통해 프리 다운로드로 입수가 가능했고, 반면 로스웰 에지 검출기에 대한 C의 소스 코드는 ftp://figment.csee.usf.edu/pub/Edge_Comparison/source_code/rothwell.src로부터 입수가 가능했다.

[0068] 에지 검출기(262 및 264)의 각각에 의해 생성된 각 에지 맵은 블록 매칭 수단(266)으로 입력되며, 이 매칭 수단은 설명되는 방식으로 각 에지 맵을 비교하고, 상기 비교를 나타내는 출력 파라미터 *EDif*를 생성한다. 에지 분석기(26)의 동작은 도 8에 더욱 상세히 나타난다.

[0069] 도 8을 참조하면, 단계(S. 11.2)에서 각 에지 검출기(262, 264)는 각 기준 및 감쇄된 에지 맵을 계산한다. 상기에서 언급한 바와 같이, 에지 검출기(262, 264)에 의해 사용된 에지 검출 알고리즘은 캐니 에지 검출기와 같이 기술분야에서 알려진 것이 바람직하다. 에지 검출기(262, 264)는 블록 매칭 수단(266)으로 기준 및 감쇄된 에지 맵을 출력하고, 여기서 단계(S. 11.4)에서 기준 및 감쇄된 에지 맵의 각각은 $n \times m$ 블록으로 분할된다. 그 다음, 블록 매칭 수단(266)은 기준 및 감쇄된 에지 맵 양자의 각 블록 내의 에지의 일부를 형성하는 각 픽셀을 카운트한다. 따라서, 단계(S. 11.6) 이후에 블록 매칭 수단(266)은 기준 및 감쇄된 에지 맵의 각각의 각 블록에 대한 에지 픽셀의 카운트를 얻는다.

[0070] 카운팅 단계 다음에, 단계(S. 11.8)에서 블록 매칭 수단(266)은 기준 에지 맵과 감쇄된 에지 맵의 상응하는 블록 사이에 각 픽셀 카운트의 차이를 계산한다. 그러므로, 단계(S. 11.8) 이후에 기준 또는 감쇄된 에지 맵 중의 하나에 블록이 존재하는 만큼 많은 차이값이 얻어질 것이다.

[0071] 단계(S. 11.8) 다음에, 단계(S. 11.10)에서 블록 매칭 수단(266)은 각 차이값을 파워 Q에 놓고, 단계(S. 11.12)에서 결과 값이 합해진다. 그러므로, 단계(S. 11.10) 이후에, 기준 또는 감쇄된 에지 맵 중의 하나에 블록이 존재하는 만큼 많은 값이 여전히 존재하나, 단계(S. 11.12) 이후에 단일 결과가 단계(S. 11.10)에서 계산된 값의 합계에 상응하여 얻어진다. 단계(S. 11.14)에서, 결과적인 합계값이 파워 1/Q에 놓여지고, 단계(S. 11.16)에서 이 계산의 결과가 *EDif* 파라미터로서 블록 매칭 수단(266)으로부터 출력된다. 도 2에 나타난 바와 같이, *EDif* 파라미터는 에지 분석기(26)으로부터 이산 적분 스테이지(4)로 출력된다. 이산 적분 스테이지 내의 *EDif* 파라미터의 사용은 이후에 설명될 것이다.

[0072] 어떤 경우에는 에지 차이 획득 단계(S. 11.6 ~ S. 11.16)에서 필드/프레임 에지로부터 분석 오프셋을 고려하는 것이 유용할 수 있고, 이 경우의 프로세싱은 다음과 같이 된다.

[0073] 각 에지 맵을 생성한 이후에, 블록 매칭 수단은 각 분석 블록 내의 에지-표시된 픽셀의 개수의 측정을 계산하고, 여기서 nX 및 nY 는 수평 및 수직 방향으로 분석되는 겹쳐지지 않는(non-overlapping) 블록의 개수를 정의하고 $X1$ 및 $Y1$ 은 필드 에지로부터 분석 오프셋을 정의한다.

수학식 11-1

[0074]
$$Bref(x,y) = \sum_{i=i1}^{i2} \sum_{j=j1}^{j2} EMapRef(Nx+X1+i, My+Y1+j) \quad x=0..nX-1, y=0..nY-1$$

수학식 11-2

[0075]
$$BDeg(x,y) = \sum_{i=i1}^{i2} \sum_{j=j1}^{j2} EMapDeg(Nx+X1+i, My+Y1+j) \quad x=0..nX-1, y=0..nY-1$$

[0076] 합계 리미트는 다음에 따라 판정된다.

수학식 11-3

[0077]
$$i1 = -(N \text{ div } 2) \quad i2 = (N-1) \text{ div } 2$$

수학식 11-4

[0078]
$$j1 = -(M \text{ div } 2) \quad j2 = (M-1) \text{ div } 2$$

[0079] 여기서 "div" 연산자는 정수 나눗셈(integer division)을 나타낸다.

[0080] 그 다음, 전체 필드에 대한 차이의 측정은 다음에 따라 계산된다.

수학식 11-5

$$EDif = (1/N * M * nX * nY) * \left(\sum_{x=0}^{nX-1} \sum_{y=0}^{nY-1} ((BRef(x,y) - BDeg(x,y))^2) \right)^{1/2}$$

[0081]

[0082] 625 브로드캐스트 비디오에 대한 720 × 288 픽셀 필드에 대해:

수학식 11-6

$$N=4, X1=6, nX=178, M=4, Y1=10, nY=69$$

[0083]

[0084] 반면에 525 브로드캐스트 비디오에 대한 720 × 243 픽셀 필드에 대해:

수학식 11-7

$$N=4, X1=6, nX=178, M=4, Y1=10, nY=58$$

[0085]

[0086] 수학식 11-1 ~ 수학식 11-7에 의해 표시된 상기 프로세싱은, 필드/프레임 에지로부터의 분석 오프셋이 고려되는 차이에도 불구하고, 도 11에 관하여 이미 설명된 것과 실질적으로 동일함을 유의해야 한다. 수학식 11-5에 의해 구해진 파라미터 EDif는 이전에 설명한 것과 동일한 방식으로 이산 적분 스테이지(4)로 출력된다.

[0087]

이제부터 도 9에 관한 텍스처 분석기(28)의 동작이 설명될 것이다.

[0088]

디지털 비디오 압축은 코딩 처리 내에서 사용된 DCT 계수의 양자화에 의해 이미지 내에서 텍스처 또는 상세를 감소시키는 경향이 있다. 그러므로 텍스처 분석은 이러한 압축에 대한 중요한 정보를 산출할 수 있고, 비디오 특징값 TextureDeg 및 TextureRef를 제공하기 위해 본 실시예 내에서 사용될 수 있다. 더욱 상세하게는, 텍스처 파라미터 값 TextureDeg 및 TextureRef는 수평 그림 라인을 따라서 강도 신호의 전환점(turning point)의 개수를 기록함으로써 측정된다. 이는 도 9에 도시된 것과 같이 실행된다.

[0089]

도 9를 참조하면, 먼저 단계(S. 12.2)에서 텍스처 분석기(28)는 처리할 현재의 테스트 필드/프레임을 수신한다. 도 2로부터 텍스처 분석기(28)가 테스트 비디오 필드/프레임, 및 본래의 기준 필드/프레임을 수신하는 것이 상기될 것이다. 그러나, 다른 실시예에서 텍스처 분석기(28)는 기준 필드/프레임 또는 테스트 필드/프레임 중의 하나만을 수신할 수 있으며, 이 경우 단지 하나의 TextureDeg 또는 TextureRef 파라미터가 적절하게 계산된다.

[0090]

단계(S. 12.2) 다음에, 단계(S. 12.4)에서 전환점 카운터 sum은 0으로 초기화된다. 그 다음, 단계(S. 12.6)에서 처리루프는 리미트 루프 = 0 ~ Y-1 내에서 입력 비디오 필드/프레임 루프 내의 각 라인에 대해 개시되고, 여기서 Y는 비디오 필드/프레임 내의 라인의 개수이다. 처리루프 내의 단계(S. 12.8)에서 값 last_pos, 및 last_neg 양자는 0으로 초기화된다. 그 다음, 단계(S. 12.10)에서 제 2, 하위, 처리루프는 각 라인 y 내의 각 픽셀 x을 처리하기 위해 개시되고, 여기서 x는 0 ~ X-2의 값을 취하고, X는 입력 비디오 필드/프레임의 라인에서 픽셀의 개수이다.

[0091]

하위 처리루프 내의 단계(S. 12.12)에서, 위치 x에서의 픽셀값과 위치 x+1에서의 픽셀값 사이에서 차이값이 계산된다. 그 다음, 단계(S. 12.14)에서 계산된 차이값이 0보다 큰지의 여부, 및 또한 값 last_neg가 값 last_pos 보다 큰지의 여부에 관해 판정하기 위해 평가가 실행된다. 이러한 논리적인 조건이 충족되면, 카운터 값 sum는 증가된다. 단계(S. 12.14) 다음에, 단계(S. 12.16)에서는 단계(S. 12.12)에서 계산된 차이값이 0보다 작은지의 여부, 및 값 last_neg가 값 last_pos 보다 작은지의 여부에 관해 판정하기 위해 제 2 평가가 실행된다. 이런 경우라면, 카운터 값 sum은 증가된다. 단계(S. 12.14) 및 단계(S. 12.16)의 평가는 상호 배타적이고, 카운터 값 sum가 임의의 단일 특정 픽셀에 대해 두 배 증가되는 것은 불가능한 것을 유의해야 한다. 단계(S.12.6) 이후, 단계(S.12.18)에서는 계산된 차이값이 0보다 큰지의 여부에 관하여 추가 평가가 판정되며, 이 경우 값 last_pos가 현재 픽셀 x의 개수로 설정된다. 선택적으로, 단계(S. 12.20)에서는 상기 계산된 차이값이 0보다 작은지의 여부에 관하여 평가하는 제 2 평가가 실행되며, 이 경우 카운터값 last_neg가 현재의 픽셀 개수

x로 설정된다.

[0092] 단계(S. 12.20) 다음에, 단계(S. 12.22)에서 현재의 라인 내의 모든 픽셀 x가 처리되었는지의 여부를 판정하기 위해 평가가 실행되고, 만약 처리되지 않았다면, 단계(S. 12.10)로 되돌아 진행하며, 여기서 다음 픽셀이 처리된다. 그러나, 모든 픽셀이 처리되었다면, 프로세싱은 단계(S. 12.24)로 진행하고, 여기서 모든 라인 y가 현재의 입력 프레임 내에서 처리되었는지의 여부를 판정하기 위해 평가가 이루어지고, 만약 처리되지 않았다면, 프로세싱은 단계(S. 12.6)로 진행하며, 그 때 다음 라인의 프로세싱이 개시된다. 이들 하위 처리루프의 결과 각 라인 상의 각 픽셀이 처리되고, 단계(S. 12.14) 및 단계(S. 12.16)의 평가가 '예'를 반환할 때마다, 카운터 sum는 증가한다. 그러므로, 처리루프가 완료된 이후에, 카운터 sum는 입력 필드/프레임 내의 텍스처 전환점을 나타내는 특정 값을 포함할 것이다.

[0093] 카운터 sum 내에 수용된 이 값을 사용하여, 단계(S. 12.26)에서 텍스처 파라미터는 다음과 같이 카운터 sum 내에 수용된 값의 함수로서 계산된다.

수학식 12-1

$$Texture = sum * 100 / XY$$

[0094]

[0095] 이같이 계산된 텍스처 파라미터는 텍스처 분석기(28)로부터 이산 적분 스테이지(4)로 단계(S. 12.28)에서 출력될 수 있다.

[0096] 휘도 및 색상 PSNR 분석기(24)의 동작이 이제부터 설명될 것이다.

[0097] 도 2에 도시된 바와 같이, 휘도 및 색상 PSNR 분석기(24)는 매칭된 기준 비디오 필드/프레임 및 감쇄된 비디오 필드/프레임을 입력으로서 수신한다. 그 다음 이들은 다음에 따라 강도 및 색상 신호대잡음비 측정에서 사용될 수 있고, 여기서 RefY 및 DegY는 기준 및 감쇄된 강도의 필드이고, RefU, DegU, RefV 및 DegV는 YUV 표준 색상 포맷에 따른 색상의 필드이다.

수학식 2-1

$$YPSNR = 10.0 * \log_{10} (255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefY(x,y) - DegY(x,y))^2))$$

[0098]

수학식 2-2

$$UPSNR = 10.0 * \log_{10} (255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefU(x,y) - DegU(x,y))^2))$$

[0099]

수학식 2-3

$$VPSNR = 10.0 * \log_{10} (255^2 * XY / (\sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} (RefV(x,y) - DegV(x,y))^2))$$

[0100]

[0101] 물론, RGB, 및 YCbCr과 같은 YUV 색상 모델을 사용하지 않는 본 발명의 다른 실시예에서, 물론 유사한 상응하는 측정치가 기술분야의 통상의 지식인에게 명백한 것처럼 계산될 것이다.

[0102] 도 1을 참조하면, 검출기 모듈(2) 내의 매칭 모듈 및 분석기로부터의 다양한 출력은 이산 적분 스테이지(4)로 제공되고, 여기서 다양한 값이 함께 이산 적분되어 비디오 품질값(10)을 제공한다. 도 10에 관한 이산 적분 스테이지(4)의 동작이 이제부터 설명될 것이다.

[0103] 일반적으로, 이산 적분 스테이지의 동작은 분석기(22 ~ 28)에 의해 생성된 비디오 특징 파라미터값 선택에 적절한 가중치를 가함으로써 테스트 비디오 시퀀스의 인지된 비디오 품질의 평가를 생성하는 것이다. 사용된 파라미터 값의 특정 세트 및 상응하는 가중치 인자의 값은 테스트 되고 있는 비디오의 특정 형태에 의존하고, 사전 교정에 의해 미리 판정된다. 상기 교정은 알려진 주관적인 스코어를 갖는, 그리고 바람직하게는 테스트 되는

감쇄된 시퀀스와 유사한 성질을 갖는 큰 세트의 비디오 시퀀스에 대해 실행된다.

[0104] 이산 적분 과정의 일반적인 형태는 먼저 필드/프레임 검출 파라미터에 의해 필드/프레임에 먼저 시간 가중치를 가하고, 그 다음 시간-가중치가 부여된 값과 평균값을 결합하여 전체 비디오 품질값인 예상된 품질 스코어를 제공한다. 이를 얻기위한 처리는 도 10에서 도시된다.

[0105] 먼저, 이산 적분 스테이지(4)는 단계(S. 13.2)에서 다양한 검출기 및 분석기로부터 출력된 파라미터 값을 수신하고, 그것을 저장한다. 이전에 설명한 바와 같이, 공간 주파수 분석기(22)는 *PySNR* 값을 출력하고, 반면에 휘도 및 색상 PSNR 분석기(24)는 사용중인 색상 모델에서 휘도 및 색상 특징의 각각에 대한 PSNR 값을 출력한다. 또한, 에지 분석기(26)는 이전에 설명한 바와 같이 *EDif* 파라미터를 출력하고, 반면에 텍스처 분석기(28)는 적어도 값 *TextureDeg*를 제공하나, 적절하다면 값 *TextureRef* 및 *TextureMref*도 출력할 수 있다. 특정 테스트 비디오 필드/프레임에 관해서 선행하는 스테이지 각각에 의해 어떤 파라미터 및 값이 출력되었다 하더라도, 이산 적분 스테이지는 출력 정보를 수신하고 이를 저장한다.

[0106] 그 다음, 단계(S. 13.4)에서 이산 적분 스테이지는 비디오 형태를 선택하고, 결과로서 비디오 형태에 의존하여 일 세트의 이산 적분 파라미터를 선택한다. 예컨대, 초당 1 Mbits와 초당 5 Mbits 사이에서 MPEG 인코딩되고 사전 교정에 의해 판정될 수 있는 필드당 720 × 288 픽셀의 625 브로드캐스트 비디오에 대한 일 세트의 이산 적분 파라미터는 아래와 같이 주어진다.

수학식 4-1

$$N=400, K=6, \text{offset}=176.486$$

[0107]

표 1

[0108]

K	파라미터 이름	W	Mnk
0	TextDeg	-0.68	1.0
1	PySnr(3,3)	-0.57	1.0
2	EDif	58913.294	1.0
3	YPSNR	-0.928	1.0

[0109] 625 브로드캐스트 비디오에 대한 이산 적분 파라미터

[0110] 반면에 525 라인 비디오에 대한 가중치 값은 다음과 같다.

표 2

[0111]

K	파라미터 이름	W
0	TextureDeg	+0.043
1	PySNR(3,3)	-2.118
2	EDif	+60865.164
오프셋	+260.773	
N	480	

[0112] 525 브로드캐스트 비디오에 대한 이산 적분 파라미터

[0113] 다양한 가중치 인자의 정밀한 값은 설명한 바와 같이 교정에 의해 미리 결정된다. 또한, 이산 적분 파라미터의 각 세트는 이산 적분 스테이지(4)에서 룩-업(look-up) 테이블 등에 저장된다.

[0114] 비디오 형태를 선택하고 상기 저장된 룩-업 표로부터 이산 적분 파라미터를 설정하면, 단계(S. 13.6)에서 값 0 ~ K-1 내의 각 이산 적분 파라미터 형태 k를 처리하기 위해 처리루프가 개시되며, 여기서 각 파라미터(k)는 다양한 분석기 또는 매칭 모듈로부터 수신된 파라미터의 특정된 하나이다. 처리루프 내의 단계(S. 13.8)에서 먼저 파라미터 값의 시간 가중치가 부여된 평균 $AvD(k)$ 가 다음에 따라서 계산된다.

수학식 13-1

$$AvD(k) = (1/N) * \left(\sum_{n=0}^{N-1} D(k,n)^{mnk} \right)^{1/mnk}$$

[0115]

[0116]

여기서 n은 필드의 개수이고, D(k,n)는 k번째 검출 파라미터의 n번째 필드이고, mnk는 "minkowski" 가중치 인자이다. 그 다음, 단계(S. 13.10)에서 시간 가중치가 부여된 평균값 AvD(k)에 적절한 가중치 인자 w(k)가 곱해지고, 그 결과가 저장된다. 상기 적절한 가중치 인자 w(k)는 이산 적분 스테이지(4)에서 저장된 비디오 형태에 대한 적절한 룩-업 테이블로부터 읽혀진다.

[0117]

단계(S. 13.12)에서 모든 이산 적분 파라미터 (k)가 처리되었는가의 여부를 판정하기 위해 평가가 실행되고, 만약 처리되지 않았다면, 단계(S. 13.6)의 처리루프는 모든 파라미터가 처리될 때까지 다시 실행된다. 일단 모든 파라미터가 처리되었다면, 적절하게 가중치가 부여된 시간 가중치가 부여된 평균값이 파라미터 k의 각 형태에 대해 이용가능하게 될 것이고, 다음에, 단계(S. 13.14)에서 다음과 같이 오프셋값과 합해져, 최종 비디오 품질값 PDMOS를 제공하며, 이것은 단계(S. 13.16)에서 출력된다.

수학식 13-2

$$PDMOS = offset + \sum_{k=0}^{K-1} AvD(k) * W(k)$$

[0118]

[0119]

출력 비디오 품질값 PDMOS는 다수의 용도에 이용될 수 있다. 특히, 충분한 품질을 보장하기 위해 기존 비디오 서비스의 품질을 평가하는데 사용될 수 있고, 또는 선택적으로 다른 비디오 코덱의 성능을 테스트하는데 사용될 수 있다. 추가로, 비디오 품질값은 인터넷을 통한 광대역-스타일 비디오 서비스와 같은 새로운 비디오 서비스의 품질을 평가하는데 사용될 수 있다.

[0120]

상세한 설명 및 청구의 범위 전체에 걸친 문맥이 명백히 다른 것을 요구하지 않는다면, 단어 "포함한다", "포함하는" 등은 독점적이거나 또는 철저한 것과는 반대되는 포괄적인 의미로, 말하자면, "포함하고 있으나 한정되지 않는" 의미로 해석되어야 한다.

[0121]

더욱이, 의문을 피하기 위해서, 참조문헌은 전체적이든지 또는 부분적이든지 예상된 독자에 의해 본 발명의 임의의 실시예의 동작 또는 실행을 이행하는데 필요한 종래 기술의 문서 또는 개시의 내용에 제공되고, 상기 내용은 상기 참조문헌에 의해 여기에 첨부되는 것으로서 고려되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0017]

도 1은 본 발명의 실시예의 구성요소를 나타내는 시스템 블록도이고, 신호는 구성요소들 사이를 흐르고,

[0018]

도 2는 본 발명의 실시예에서 사용된 다양한 검출기 모듈을 더욱 상세히 나타낸 시스템 블록도이며,

[0019]

도 3은 본 발명의 실시예의 공간 분석기의 블록도이고,

[0020]

도 4는 본 발명의 실시예 내의 공간 분석기에 의해 생성된 피라미드 어레이를 도시하며,

[0021]

도 5는 본 발명의 실시예 내의 피라미드 어레이의 생성을 나타내는 흐름도이고,

[0022]

도 6은 본 발명의 실시예 내의 피라미드 SNR 값의 계산을 나타내는 흐름도이며,

[0023]

도 7은 본 발명의 실시예의 에지 분석기를 나타내는 블록도이고,

[0024]

도 8은 본 발명의 실시예의 에지 분석기의 동작을 나타내는 흐름도이며,

[0025]

도 9는 본 발명의 실시예의 텍스처 분석기의 동작을 나타내는 흐름도이고,

[0026]

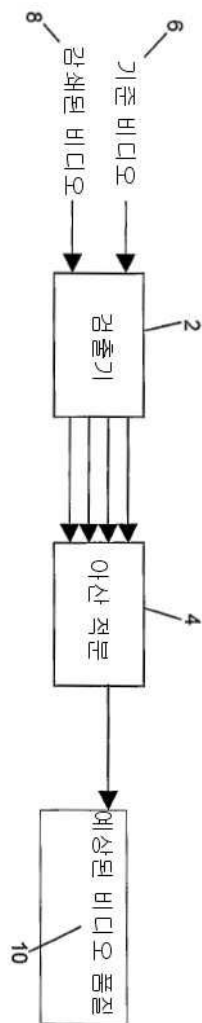
도 10은 본 발명의 실시예의 이산 적분기 단계의 동작을 나타내는 흐름도이며,

[0027]

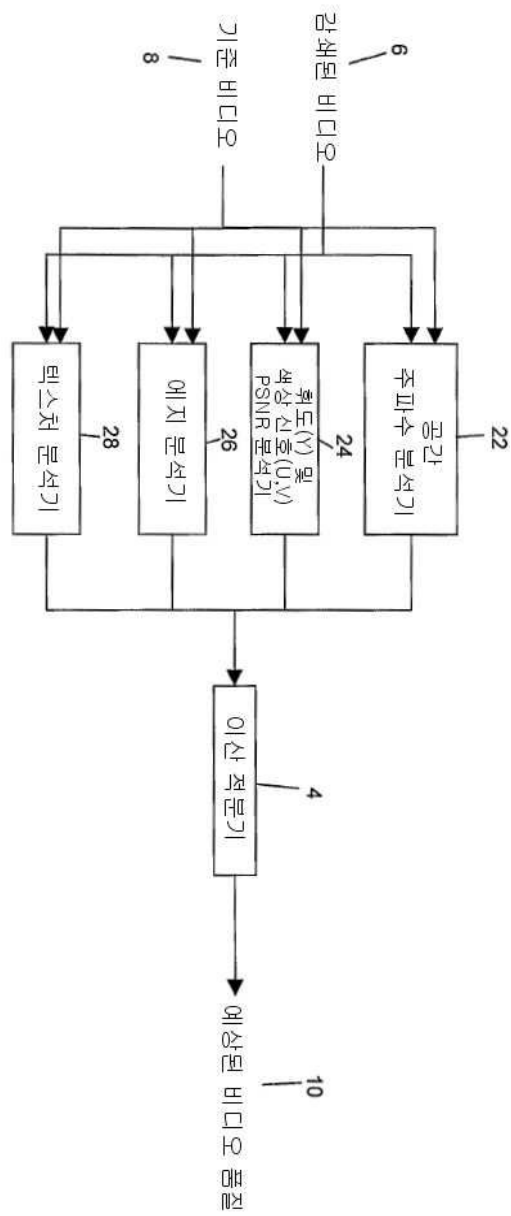
도 11은 본 발명의 제 2 실시예의 블록도이다.

도면

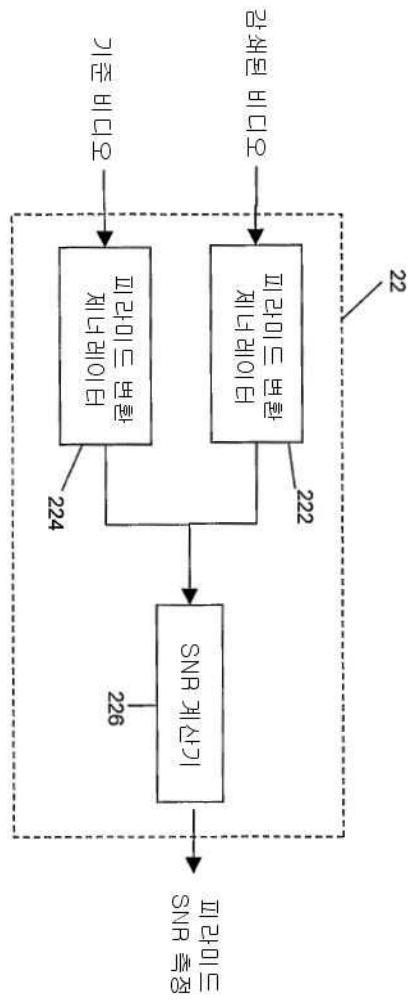
도면1



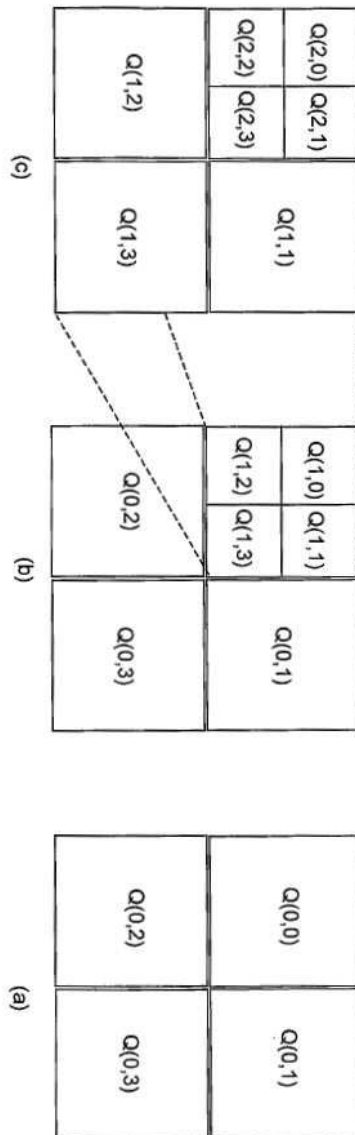
도면2



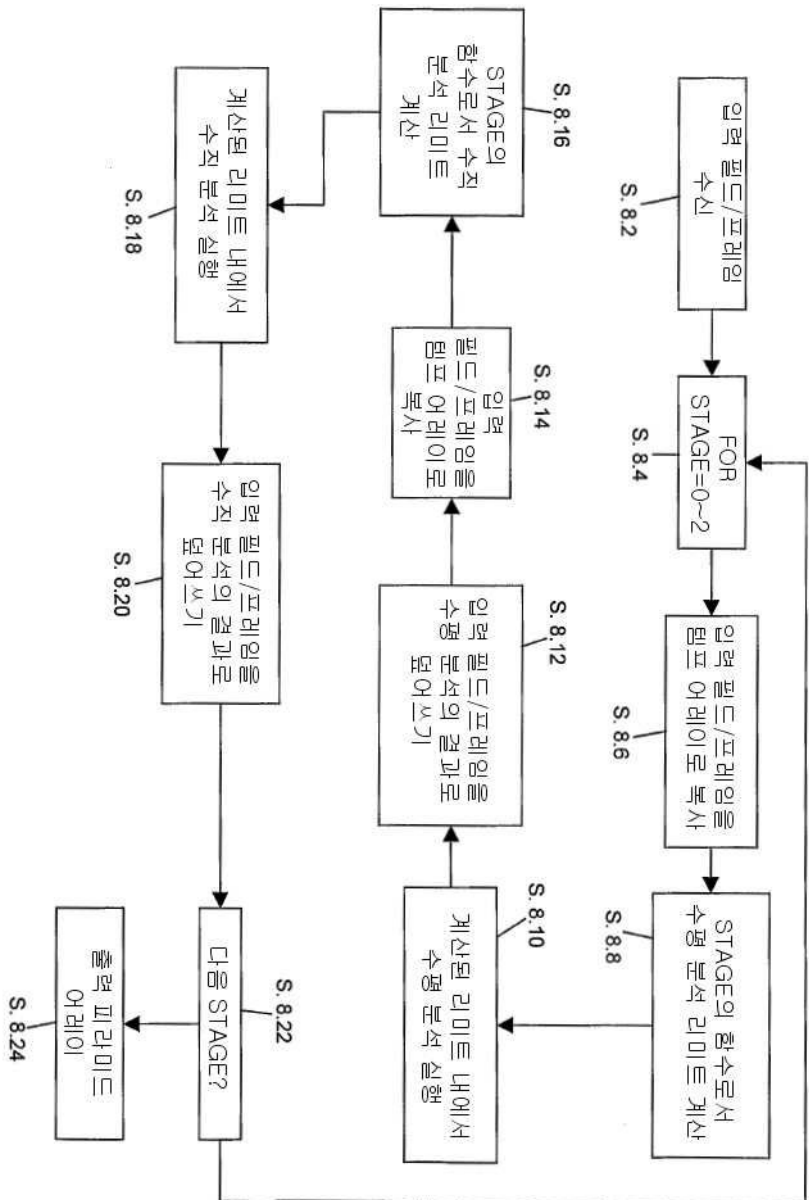
도면3

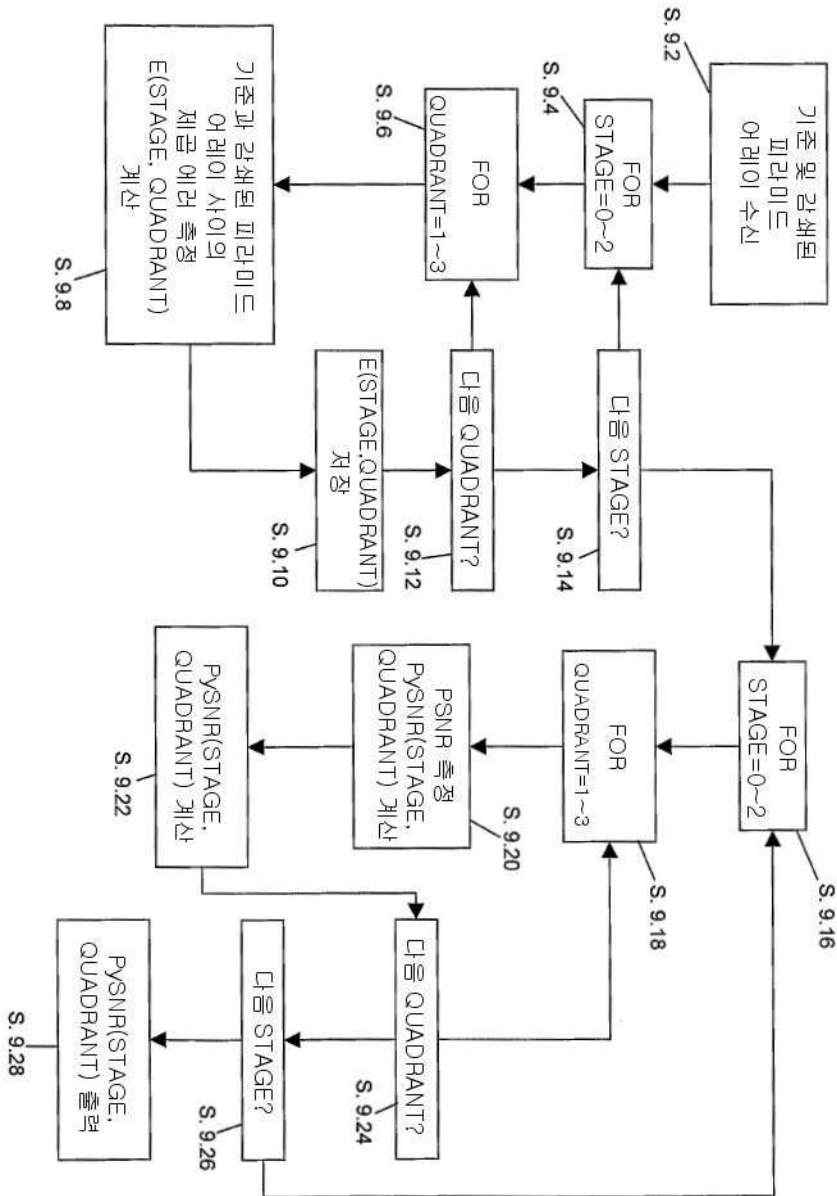


도면4



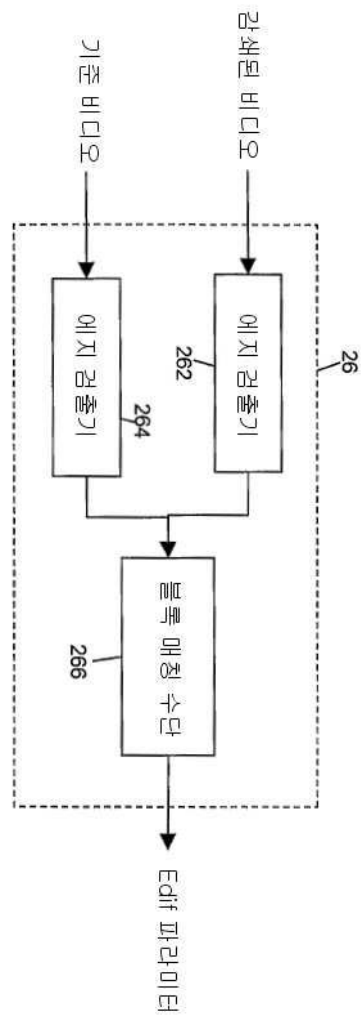
도면5



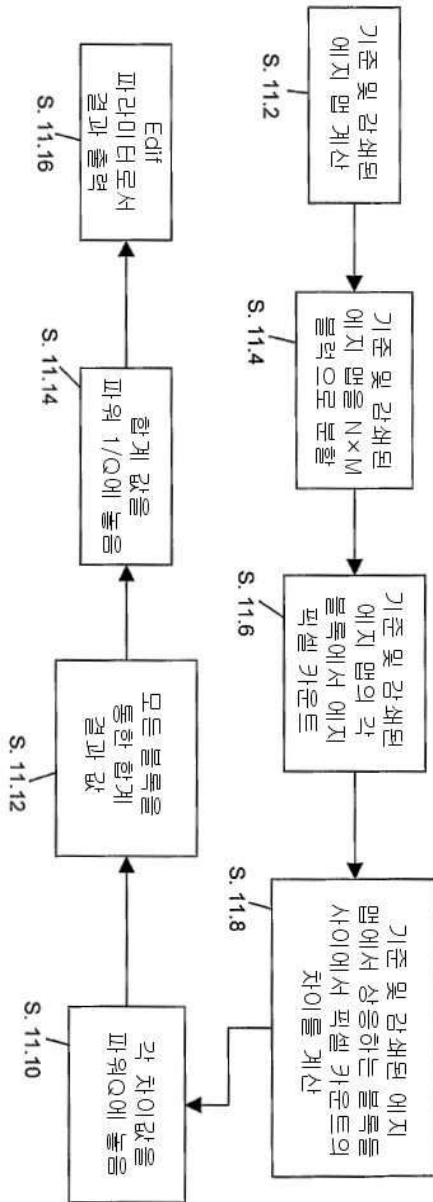


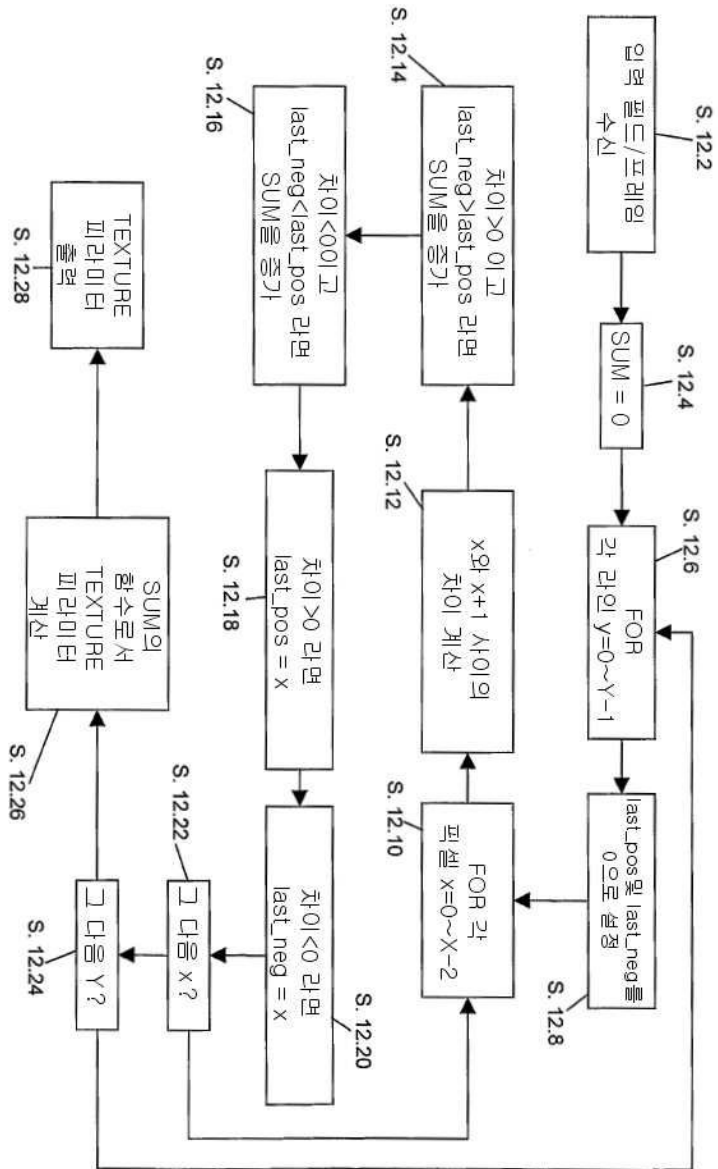
도면6

도면7



도면8





도면9

도면11

