



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0096520
(43) 공개일자 2010년09월02일

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01) H04N 5/208 (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0015429
(22) 출원일자 2009년02월24일
심사청구일자 2009년02월24일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
중앙대학교 산학협력단
서울 동작구 흑석동 221

(72) 발명자

고성제
서울특별시 서초구 방배동 725 신삼호아파트
나-304
한중우
서울특별시 동대문구 이문3동 현대아파트
101-2503
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

송경근

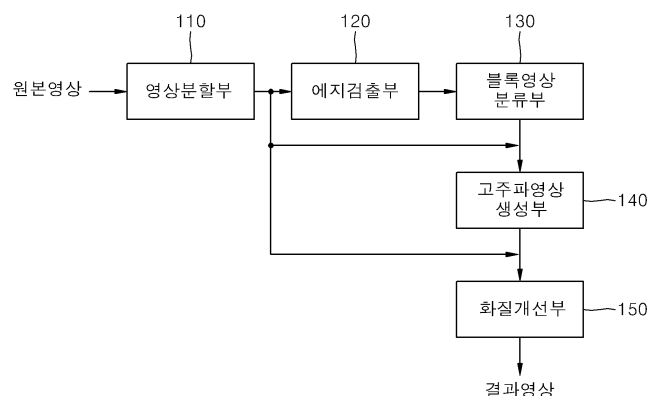
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치 및 방법

(57) 요약

고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치 및 방법이 개시된다. 영상분할부는 입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할한다. 에지검출부는 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출한다. 블록영상 분류부는 각각의 블록영상에 포함된 에지의 개수를 기준으로 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류한다. 고주파영상 생성부는 고역통과필터에 의해 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성한다. 화질개선부는 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하게 설정된 가중치를 부여하고, 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성한다. 본 발명에 따르면, 블록영상에 포함된 에지의 개수에 따라 고주파 성분에 서로 다른 가중치를 부여하여 블록영상에 합산함으로써 링잉 현상에 의한 화질 열화를 최소화하면서 복원된 영상의 화질을 개선할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

황민철

서울특별시 성북구 상월곡동 101번지 동아에코빌아
파트 115동 1701호

김준형

서울특별시 성북구 길음동 길음뉴타운 대우푸르지
오 227동 1202호

왕태식

경기도 성남시 분당구 야탑동 탑마을기산아파트
307-2201

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10570C0211613

부처명 서울특별시

연구관리전문기관

연구사업명 기술기반구축사업

연구과제명 시네마/애니메이션/게임을 위한 미래형콘텐츠컨버전스 클러스터(3차년도)

기여율

주관기관 중앙대학교 산학협력단

연구기간 2007년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할하는 영상분할부;

상기 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출하는 에지검출부;

상기 각각의 블록영상에 포함된 상기 에지의 개수를 기준으로 상기 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류하는 블록영상 분류부;

고역통과필터에 의해 상기 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성하는 고주파영상 생성부; 및

상기 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하하게 설정된 가중치를 부여하고, 상기 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성하는 화질개선부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 블록영상 분류부는 상기 에지검출부에 의해 검출된 에지가 상기 블록영상의 가장자리와 교차하는 지점인 교차지점이 사전에 설정된 제1기준개수 이하인 블록영상을 제1그룹, 상기 교차지점이 상기 제1기준개수와 상기 제1기준개수보다 큰 값으로 사전에 설정된 제2기준개수 사이인 블록영상을 제2그룹, 그리고 상기 교차지점이 상기 제2기준개수 이상인 블록영상을 제3그룹으로 분류하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 가중치는 상기 제1그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 사전에 설정된 제1가중치, 상기 제3그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 상기 제1가중치보다 큰 값으로 사전에 설정된 제2가중치, 그리고 상기 제2그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 상기 제1가중치와 상기 제2가중치 사이의 값을 가지며 상기 검출된 에지의 화소값의 합에 비례하는 값으로 설정되는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 에지검출부는 캐니 에지 검출방법에 의해 상기 원본영상으로부터 에지를 검출하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치.

청구항 5

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고주파영상 생성부는 상기 고역통과필터에 의해 상기 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분에 비선형필터 및 대역통과필터를 적용하여 상기 고주파영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 고주파영상 생성부는 하기 수학식 A 및 수학식 B에 의해 상기 고주파영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 장치:

[수학식 A]

$$\hat{F}_H^0(u,v) = BPF(s \cdot B(F_H^1(u,v)))$$

여기서, $\hat{F}_H^0(u,v)$ 는 상기 고주파영상에서 (u,v)의 좌표를 가지는 화소의 화소값, BPF()는 상기 대역통과필터, s는 사전에 설정된 비례상수, B()는 상기 비선형 필터, 그리고 $F_H^{-1}(u,v)$ 는 상기 고역통과필터에 의해 상기 블록 영상으로부터 추출된 고주파성분이다.

[수학식 B]

$$B(x) = \begin{cases} T, & \text{if } T < x \\ x, & \text{if } -T < x < T \\ -T, & \text{if } x < -T \end{cases}$$

여기서, B(x)는 상기 비선형 필터, x는 상기 비선형 필터를 적용하고자 하는 영상을 구성하는 화소의 화소값, 그리고 T는 사전에 설정된 임계치이다.

청구항 7

입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할하는 영상분할단계;

상기 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출하는 에지검출단계;

상기 각각의 블록영상에 포함된 상기 에지의 개수를 기준으로 상기 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류하는 블록영상 분류단계;

고역통과필터에 의해 상기 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성하는 고주파영상 생성단계; 및

상기 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하게 설정된 가중치를 부여하고, 상기 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성하는 화질개선단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 블록영상 분류단계에서, 상기 에지검출부에 의해 검출된 에지가 상기 블록영상의 가장자리와 교차하는 지점인 교차지점이 사전에 설정된 제1기준개수 이하인 블록영상을 제1그룹, 상기 교차지점이 상기 제1기준개수와 상기제1기준개수보다 큰 값으로 사전에 설정된 제2기준개수 사이인 블록영상을 제2그룹, 그리고 상기 교차지점이 상기 제2기준개수 이상인 블록영상을 제3그룹으로 분류하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 가중치는 상기 제1그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 사전에 설정된 제1가중치, 상기 제3그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 상기 제1가중치보다 큰 값으로 사전에 설정된 제2가중치, 그리고 상기 제2그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 상기 제1가중치와 상기 제2가중치 사이의 값을 가지며 상기 검출된 에지의 화소값의 합에 비례하는 값으로 설정되는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법.

청구항 10

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 에지검출단계에서, 캐니 에지 검출방법에 의해 상기 원본영상으로부터 에지를 검출하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법.

청구항 11

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고주파영상 생성단계에서, 상기 고역통과필터에 의해 상기 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분에 비선형

필터 및 대역통과필터를 적용하여 상기 고주파영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 고주파영상 생성단계에서, 하기 수학식 A 및 수학식 B에 의해 상기 고주파영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 복원 방법:

[수학식 A]

$$\hat{F}_H^0(u,v) = BPF(s \cdot B(F_H^1(u,v)))$$

여기서, $\hat{F}_H^0(u,v)$ 는 상기 고주파영상에서 (u,v)의 좌표를 가지는 화소의 화소값, BPF()는 상기 대역통과필터, s는 사전에 설정된 비례상수, B()는 상기 비선형 필터, 그리고 $F_H^1(u,v)$ 는 상기 고역통과필터에 의해 상기 블록 영상으로부터 추출된 고주파성분이다.

[수학식 B]

$$B(x) = \begin{cases} T, & \text{if } T < x \\ x, & \text{if } -T < x < T \\ -T, & \text{if } x < -T \end{cases}$$

여기서, B(x)는 상기 비선형 필터, x는 상기 비선형 필터를 적용하고자 하는 영상을 구성하는 화소의 화소값, 그리고 T는 사전에 설정된 임계치이다.

청구항 13

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 기재된 영상 복원 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 열화된 영상에 존재하는 고주파성분을 이용하여 열화된 영상을 복원하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 영상획득 기술의 발전 및 이동단말의 개발에 따른 사용자의 이동성 증가에 따라 휴대폰, 카메라 및 캠코더 등과 같은 이동단말에서의 고화질 영상획득 기술에 관한 요구가 증가하고 있다.

[0003] 영상의 흐림현상(blurring)을 제거하는 가장 대표적인 방법인 역컨벌루션 기법은 왜곡된 영상을 원래의 선명한 영상 및 점확산함수(point spread function : PSF)로 표현되는 흐림현상의 컨벌루션으로 모델링하고, 이를 역컨벌루션을 이용하여 영상의 화질을 복원하는 기법이다. 이러한 역컨벌루션 기법은 PSF를 알고 있다는 가정으로 시작한다. 그러나 실제 환경에서는 어떤 PSF에 의해 영상의 흐림현상이 발생하였는지 알기 어렵다. 따라서 역컨벌루션을 이용한 영상복원을 위해서는 PSF 예측 단계가 필요하지만, 이러한 PSF의 예측 방법에 의해서도 정확한 PSF를 예측하기 힘들고, PSF를 예측하기 위해 부가적인 계산과정이 발생하게 된다.

[0004] 영상을 복원하기 위한 또 다른 기법으로는 원영상의 고주파 성분을 예측하여 영상을 복원하는 외삽법(extrapolation)이 있다. 외삽법은 흐림현상이 영상의 고주파 성분의 손실에 의해 발생한다고 가정하고 손실된 고주파 성분을 예측하여 선형(linear) 또는 비선형(nonlinear) 외삽법을 적용함으로써 영상의 화질을 복원한다. 영상은 주파수 영역에서 계단현상(aliasing)이나 중첩이 없는 저주파성분과 고주파 성분의 합으로 나타낼 수 있다. 따라서 흐림현상으로 인해 열화된 영상을 원영상에 저역통과필터를 적용한 결과라고 가정하면, 손실된 고주

과 성분을 정확하게 예측함으로써 영상을 복원할 수 있다.

[0005] 대표적인 기존의 선형 외삽법은 언샤프 마스크(unsharp masking)이다. 도 1에는 일반적으로 사용되는 언샤프 마스크의 알고리즘이 도시되어 있다.

[0006] 도 1을 참조하면, 고역통과필터(high pass filter : HPF)에 의해 입력영상의 고주파 성분이 추출되고, 입력영상에 이렇게 추출된 고주파 성분이 더해지면 영상의 경계 및 세부정보의 선명도가 증가하여 화질이 개선된 출력영상을 얻을 수 있다. 이때 λ 는 출력영상에서 입력영상의 고주파 성분이 강조되는 정도를 조절하는 계수이다. 이와 같이 언샤프 마스크를 영상 복원에 적용하면 잃어버린 고주파 성분을 일정 정도 보상해 주는 효과를 얻을 수 있다. 그러나 흐림현상에 의해 열화된 영상에서 추출한 고주파 성분이 반드시 원본영상의 고주파 성분과 일치하는 것은 아니므로 단순히 고주파 성분을 강조하는 정도로는 고화질의 영상을 획득하기 힘들다.

[0007] 도 2는 기존의 언샤프 마스크 기법과 그린스팬(Greenspan)의 기법의 수행 결과를 1차원 스텝 경계를 이용하여 비교한 결과를 도시한 그래프이다. 도 2를 참조하면, 기존의 언샤프 마스크 기법은 흐려진 영상의 고주파 성분을 강조함으로써 복원된 영상의 값이 원본영상의 값보다 커지게 되어 오버슈트(overshoot)가 발생한다. 반면, 그린스팬의 기법은 기존의 언샤프 마스크 기법에 비해 복원된 영상이 원본영상에 가깝다는 장점이 있으나, 영상에 따라 링잉(ringing) 현상이 발생한다는 단점이 있다. 특히, 한 개의 경계를 포함한 영역에서 링잉 현상이 두드러지게 나타난다.

[0008] 이와 같이 복원된 영상에 발생하는 링잉 현상에 의해 영상이 열화되는 것을 방지하면서 적은 계산량으로 손실된 영상의 고주파 성분을 정확하게 예측하여 영상을 복원할 수 있도록 하는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 영상의 고주파 성분을 정확하게 예측하고, 복원된 영상에서 링잉 현상을 억제할 수 있는 영상 복원 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 영상의 고주파 성분을 정확하게 예측하고, 복원된 영상에서 링잉 현상을 억제할 수 있는 영상 복원 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0011] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용한 영상 복원 장치는, 입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할하는 영상분할부; 상기 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출하는 에지검출부; 상기 각각의 블록영상에 포함된 상기 에지의 개수를 기준으로 상기 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류하는 블록영상 분류부; 고역통과필터에 의해 상기 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성하는 고주파영상 생성부; 및 상기 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하게 설정된 가중치를 부여하고, 상기 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성하는 화질개선부;를 구비한다.

[0012] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용한 영상 복원 방법은, 입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할하는 영상분할단계; 상기 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출하는 에지검출단계; 상기 각각의 블록영상에 포함된 상기 에지의 개수를 기준으로 상기 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류하는 블록영상 분류단계; 고역통과필터에 의해 상기 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성하는 고주파영상 생성단계; 및 상기 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하게 설정된 가중치를 부여하고, 상기 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 상기 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성하는 화질개선단계;를 갖는다.

효과

[0013] 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용한 영상 복원 장치 및 방법에 의하면, 블록영상에 포함된 에지의 개수에 따라 고주파 성분에 서로 다른 가중치를 부여하여 블록영상에 합산함으로써 링잉 현상에 의한 화질 열화를 최소화하면서 복원된 영상의 화질을 개선할 수 있다. 또한 고역통과필터에 의해 추출된 고주파 성분에 대역통과필터 및 비선형 필터를 적용함으로써 영상의 세부정보를 보다 명확하게 추출할 수 있다. 나아가 블록영상에 포함된

에지의 개수를 파악할 때 블록영상의 가장자리와 에지가 교차하는 지점만을 고려함으로써 계산량이 감소하여 영상의 처리속도가 빨라질 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0015] 도 3은 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0016] 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 영상 복원 장치는, 영상분할부(110), 에지검출부(120), 블록영상 분류부(130), 고주파영상 생성부(140) 및 화질개선부(150)를 구비한다.
- [0017] 영상분할부(110)는 입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할한다. 영상을 분할하는 것은 손상된 영상을 복원할 때 각각의 블록영상의 특성, 즉 블록영상에 포함된 에지의 개수에 따라 적응적으로 고역통과필터링을 수행함으로써 영상의 에지를 명확하게 복원하여 영상 복원의 성능을 개선하기 위함이다. 이때 블록영상의 화질개선을 위해 사용되는 고역통과필터 마스크의 크기를 고려하여 복수의 블록영상의 크기가 모두 동일하게 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0018] 에지검출부(120)는 각각의 블록영상으로부터 에지를 검출한다. 검출된 에지는 영상분할부(120)에 의해 생성된 블록영상들을 그룹으로 분류하기 위해 사용된다. 이때 영상분할부(110)에 의해 원본영상이 분할되기 이전에 에지검출부(120)가 원본영상으로부터 에지를 검출하고, 그 이후에 영상분할부(110)가 원본영상을 분할하는 것도 가능하다.
- [0019] 영상분할부(110)에 의해 원본영상이 분할되어 생성된 블록영상들은 뒤에 에지검출부(120)에 의해 검출된 에지의 개수를 기준으로 복수의 그룹으로 분류된 후, 각각의 블록영상이 속한 그룹에 따라 서로 다른 가중치가 부여된 고역통과필터에 의해 화질개선의 과정을 거치게 된다.
- [0020] 에지검출을 위해 종래의 에지검출 기법이 사용될 수 있으나, 에지를 명확하게 검출하기 위해서 캐니(Canny) 에지검출 방법을 사용하는 것이 바람직하다. 캐니 에지검출 방법은 소벨(Sobel) 에지검출 방법에 보다 정확한 에지 위치의 파악을 위해 후처리 단계가 추가된 방법이다.
- [0021] 도 4a 내지 도 4c는 각각 원본영상, 원본영상에 소벨 에지검출 방법을 적용하여 얻어진 영상 및 원본영상에 캐니 에지검출 방법을 적용하여 얻어진 영상을 도시한 도면이다. 도 4b에 도시된 바와 같이 소벨 에지검출 방법을 사용하는 경우에는 에지가 존재할 것이라고 판단되는 위치가 광범위하게 검출되어 에지의 정확한 위치를 판별하기 어렵다. 그러나 도 4c에 도시된 바와 같이 캐니 에지검출 방법을 사용하는 경우에는 검출된 에지의 두께가 소벨 에지검출 방법을 사용하는 경우에 비해 감소되어 보다 명확한 에지검출이 가능해진다. 이하에서는 에지검출부(120)가 캐니 에지검출 방법에 의해 원본영상으로부터 에지를 검출하는 경우를 본 발명에 관한 일 실시예로 하여 설명한다.
- [0022] 다음으로 블록영상 분류부(130)는 각각의 블록영상에 포함된 에지의 개수를 기준으로 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류한다. 구체적으로는, 블록영상들은 화소값을 이용하여 영상의 복잡도, 즉 에지의 개수에 따라 단순한 영상을 포함한 블록, 한 개의 물체 경계를 포함한 블록 및 복잡한 영상을 포함한 블록으로 구분될 수 있다.
- [0023] 이때 각각의 블록영상에 포함된 에지의 개수를 모두 파악하기 위해서는 각 화소의 화소값을 모두 고려해야 하므로 많은 계산량을 필요로 한다. 따라서 블록영상의 가장자리에 위치하는 화소들만을 고려하여 블록영상에 포함된 에지의 개수를 파악하는 방법을 사용할 수 있다. 즉, 블록영상 분류부(130)는 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류하기 위한 기준이 되는 에지의 개수를 결정하고, 에지검출부(120)에 의해 검출된 에지가 블록영상의 가장자리와 교차하는 지점인 교차지점이 사전에 설정된 제1기준개수 이하인 블록영상을 제1그룹, 교차지점이 제1기준개수와 제1기준개수보다 큰 값으로 사전에 설정된 제2기준개수 사이인 블록영상을 제2그룹, 그리고 교차지점이 제2기준개수 이상인 블록영상을 제3그룹으로 분류할 수 있다. 교차지점은 블록영상에 포함된 에지가 블록영상의 가장자리와 교차하는 지점에 위치한 화소를 말한다. 위에서 제1기준개수를 한 개, 제2기준개수를 두 개로 설정할 수 있으나, 기준개수가 반드시 이와 같이 설정되어야 하는 것은 아니고 원본영상의 복잡도에 따라 적절한 값으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 원본영상이 매우 복잡한 영상인 경우에는 교차지점이 5개 또는 10개인 경우를 블록영상의 분류기준으로 설정할 수 있다.

- [0024] 다만, 이와 같이 블록영상의 가장자리만을 고려하여 그룹을 분류할 때 블록영상의 크기가 지나치게 큰 경우에는 블록영상의 내부에는 포함되어 있으나 블록영상의 가장자리와 교차하지 않는 에지가 누락될 수 있다. 영상분할부(110)에 의해 원본영상이 분할될 때 원본영상에 포함된 에지의 길이 등의 특성을 고려하여 블록영상의 크기를 적절하게 설정할 필요성이 있다.
- [0025] 도 5a 내지 도 5d는 교차지점의 개수에 따라 블록영상을 분류하는 일 예를 도시한 도면이다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 블록영상에는 교차지점이 각각 0개 및 1개 포함되어 있다. 따라서 도 5a 및 도 5b에 도시된 블록영상들은 제1그룹에 속하게 된다. 도 5c에 도시된 블록영상은 한 개의 에지를 포함하여 블록영상의 가장자리와 에지가 교차하는 교차지점을 2개 포함하고 있으며, 따라서 제2그룹에 속하는 블록영상에 해당한다. 또한 도 5d에 도시된 블록영상에는 에지가 두 개, 즉 교차지점이 네 개 포함되어 있으며, 따라서 도 5d에 도시된 블록영상은 제3그룹에 속하게 된다.
- [0026] 도 6a 내지 도 6d는 각각 원본영상, 캐니 에지검출 방법에 의해 원본영상으로부터 검출된 에지로 구성된 영상, 생성된 복수의 블록영상에 검출된 에지를 나타낸 영상, 블록영상들을 세 개의 그룹으로 분류하여 나타낸 영상을 도시한 도면이다. 도 6d를 참조하면, 에지가 거의 존재하지 않는 배경 부분에 위치하는 블록영상들은 제1그룹에 속하며, 피사체가 위치하는 부분의 블록영상들은 제2그룹이나 제3그룹에 속하는 것을 확인할 수 있다.
- [0027] 이와 같이 블록영상들이 분류되어 속한 각각의 그룹은 영상의 화질을 개선하기 위해 고역통과필터를 적용할 때 각각의 블록영상이 속한 그룹에 따라 고주파 성분의 강조 정도를 결정하는 기준이 된다.
- [0028] 고주파영상 생성부(140)는 고역통과필터에 의해 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성한다. 생성된 고주파영상의 개수는 영상분할부(110)에 의해 생성된 블록영상의 개수와 동일하다.
- [0029] 영상에 고역통과필터링을 수행하는 이유는 추출된 고주파 성분이 손상되기 전 영상으로부터 손실된 고주파 성분인 것으로 예측하여 이를 원본영상에 더해줌으로써 영상을 복원하기 위해서이다. 즉, 흐림 현상으로 인해 열화된 영상을 손상이 없는 영상에 대한 저역통과필터링 결과라고 가정할 때, 손실된 고주파 성분을 정확하게 예측하면 영상을 복원할 수 있다. 그러나 이미 열화된 영상으로부터 추출된 고주파 성분이 손실된 고주파 성분과 정확하게 일치한다고 할 수 없으므로 단순히 고주파 성분을 추출하여 원본영상에 더해주는 방식으로는 영상의 화질개선에 한계가 있다.
- [0030] 따라서 보다 정확한 고주파 성분의 예측을 위해서 비선형 외삽법(non-linear extrapolation)이 제안되었다. 비선형 외삽법은 손실된 고주파 성분을 예측하기 위하여 라플라시안 피라미드(Laplacian pyramid)를 응용하여 구현된다.
- [0031] 도 7은 비선형 외삽법에서 사용되는 라플라시안 피라미드를 도시한 도면이다. 도 7에서 F_L^n 과 F_H^n 은 각각 n번째 단계의 저역통과필터 및 고역통과필터 적용의 결과이다. 흐림 현상으로 인해 열화된 영상을 F_L^0 라 하면, 언샤프 마스킹 기법에서는 열화된 영상에 고역통과필터를 적용하여 얻어진 F_H^1 을 그대로 F_H^0 으로 가정하여 영상을 복원한다. 그러나 비선형 외삽법에서는 F_H^1 을 이용하여 보다 정확한 F_H^0 을 예측하게 된다. 즉, 비선형 외삽법에서는 다음의 수학적 식 1에 의해 F_H^1 의 파형을 그대로 유지한 채 비선형 연산자와 대역통과필터(band pass filter : BPF)를 이용해 F_H^0 를 예측한다.

수학적 식 1

$$\hat{F}_H^0(u,v) = BPF(s \cdot B(F_H^1(u,v)))$$

[0032]

[0033] 여기서, $\hat{F}_H^0(u,v)$ 는 예측된 F_H^0 , BPF()는 대역통과필터, s는 사전에 설정된 비례상수, 그리고 B()는 비선형 필터이다.

[0034] 위 수학적 식 1의 비선형 필터인 B()는 다음의 수학적 식 2와 같이 정의된다.

수학식 2

$$B(x) = \begin{cases} T, & \text{if } T < x \\ x, & \text{if } -T < x < T \\ -T, & \text{if } x < -T \end{cases}$$

[0035]

[0036] 여기서, B(x)는 비선형 필터, T는 사전에 설정된 임계치이다.

[0037]

고주파영상 생성부(140)는 이와 같이 고역통과필터에 의해 추출된 고주파 성분에 비선형 필터 및 대역통과필터를 적용하여 복수의 고주파영상을 생성할 수 있다. 이에 의하여 원본영상으로부터 고주파 성분이 보다 정확히 복원될 수 있다.

[0038]

화질개선부(150)는 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 블록영상이 속하는 그룹별로 상이하게 설정된 가중치를 부여하고, 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 가중치가 부여된 화소값을 합산하여 결과영상을 생성한다.

[0039]

제1그룹에 속하는 블록영상들은 고주파 성분을 거의 가지고 있지 않으므로 고주파 성분을 추출하여 블록영상의 화소값에 합산하여도 영상의 세부정보가 강조되는 정도가 미미하다. 하나의 에지를 포함하는 제2그룹에 속하는 블록영상들로부터는 높은 고주파 성분이 검출되지만, 이를 그대로 블록영상의 화소값에 합산하게 되면 블록영상의 경계 근처에서 링잉 현상이 발생할 가능성이 있다. 또한 많은 에지를 포함하고 있는 제3그룹에 속하는 블록영상에는 평평한 부분이 거의 존재하지 않으므로 추출된 고주파 성분을 블록영상의 화소값에 합산하여도 링잉 현상이 발생하는 빈도가 낮다. 따라서 각 고주파영상에 대응하는 블록영상이 속하는 그룹에 따라 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 서로 다른 가중치를 부여하는 것이 바람직하다.

[0040]

화질개선부(150)는 각각의 블록영상이 속하는 그룹의 특성에 기초하여 각 블록영상으로부터 고주파영상 생성부(140)에 의해 추출된 고주파 성분에서 서로 다른 가중치를 부여하여 블록영상의 화소값에 합산한다. 이는 다음의 수학식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

$$\tilde{F}(u,v) = F_L^0(u,v) + \omega \cdot \hat{F}_H^0(u,v)$$

[0041]

[0042] 여기서, $\tilde{F}(u,v)$ 는 결과영상, $F_L^0(u,v)$ 는 블록영상, ω 는 고주파 성분에 곱해지는 가중치, 그리고 $\hat{F}_H^0(u,v)$ 는 추출된 고주파 성분이다.

[0043]

앞에서 설명한 바와 같이 고주파 성분에 곱해지는 가중치는 고주파영상에 대응하는 블록영상이 속하는 그룹에 따라 달라진다. 예를 들면, 위와 같이 블록영상들이 세 개의 그룹으로 분류된 경우에는 고주파 성분에 부여되는 가중치로서 제1가중치 및 제1가중치보다 큰 값을 가지는 제2가중치 두 개의 값을 설정하여 제1그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 제1가중치, 제3그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 제2가중치, 그리고 제2그룹에 속하는 블록영상으로부터 생성된 고주파영상에 대하여는 제1가중치와 제2가중치 사이의 값을 부여할 수 있다.

[0044]

구체적으로는, 제1그룹에 속하는 블록영상에 대응하는 고주파영상의 경우, 블록영상이 평평하여 흐림 현상에 의한 열화가 거의 나타나지 않기 때문에 ω 의 값을 0으로 하며, 제3그룹에 속하는 블록영상에 대응하는 고주파영상의 경우에는 복잡한 영상에서는 링잉 현상이 두드러지지 않기 때문에 영상의 선명도를 최대한 높일 수 있도록 ω 의 값을 1로 한다. 또한 제2그룹에 속하는 블록영상에 대응하는 고주파영상의 경우에는 블록영상의 경계에서 링잉 현상이 발생할 수 있기 때문에 블록영상에 포함된 에지의 비율에 따라 가중치를 조절하여 링잉 현상을 최소화시켜야 한다. 즉, ω 의 값은 다음의 수학식 4에 의해 결정될 수 있다.

수학식 4

$$\omega = \begin{cases} 0 & \text{if } C_{\Omega} < 2 \\ \alpha \cdot \sum C_{\Phi} & \text{if } C_{\Omega} = 2 \\ 1 & \text{if } C_{\Omega} > 2 \end{cases}$$

[0045]

[0046]

여기서, ω 는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 부여되는 가중치, α 는 비례상수, C_{Φ} 는 블록영상에 포함된 에지 검출값, 그리고 C_{Ω} 는 블록영상의 가장자리에 포함된 에지 검출값이다.

[0047]

비례상수 α 는 실험에 따라 정해지며, 영상을 구성하는 화소들의 화소값의 편차에 따라 결정되는 값이다.

[0048]

도 8은 도 6a에 도시된 원본영상에 본 발명에 따른 영상 복원 장치를 적용하여 화질개선후(150)에 의해 생성된 결과영상을 도시한 도면이다. 도 8을 참조하면, 도 6a의 원본영상에 비해 영상의 에지 등의 세부정보가 보다 명확하게 나타나 고화질의 결과영상을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0049]

도 9는 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 방법의 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

[0050]

도 9를 참조하면, 먼저 영상분할부(110)는 입력받은 원본영상을 복수의 블록영상으로 분할한다(S910). 이때 생성된 블록영상들이 모두 동일한 크기를 가지도록 하는 것이 바람직하다. 다음으로 에지검출부(120)는 블록영상으로부터 에지를 검출하고(S920), 블록영상 분류부(130)는 각각의 블록영상에 포함된 에지의 개수를 기준으로 블록영상들을 복수의 그룹으로 분류한다(S930). 에지를 검출할 때에는 캐니 에지검출 방법을 사용하면 영상의 에지를 보다 명확하게 검출할 수 있으며, 블록영상들을 분류할 때 각각의 블록영상에서 검출된 에지가 블록영상의 가장자리와 교차하는 지점인 교차지점의 개수를 기준으로 분류할 수 있다.

[0051]

고주파영상 생성부(140)는 고역통과필터에 의해 각각의 블록영상으로부터 추출된 고주파 성분으로 이루어진 고주파영상을 생성한다(S940). 이때 추출된 고주파 성분에 비선형 필터와 대역통과필터를 적용하여 손실된 고주파 성분을 정확하게 예측할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 마지막으로 화질개선후(150)는 각각의 블록영상에 대응하는 고주파영상을 구성하는 화소의 화소값에 블록영상이 속하는 그룹에 따라 각각 다른 가중치를 부여하고, 블록영상을 구성하는 화소의 화소값에 합산하여 결과영상을 생성한다(S950). 부여되는 가중치는 에지가 거의 없는 블록영상에 대응하는 고주파영상에 대하여는 0, 매우 복잡한 블록영상에 대응하는 고주파영상에 대하여는 1, 그리고 나머지 블록영상에 대응하는 고주파영상에 대하여는 검출된 에지의 화소값의 합에 비례하는 값으로 설정될 수 있다.

[0052]

본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치 및 방법의 성능을 평가하기 위한 실험을 수행하였다. 영상의 흐림 현상은 가우시안 19×19 필터($\sigma=0.92$)에 의해 구현되었고, 고주파영상 생성부(140)에 의해 사용되는 고역통과필터로는 가우시안 5×5 마스크($\sigma=1$)이 사용되었다. 또한 고주파영상을 생성하는 수학식 1에서 비례상수 s 는 5로 설정되고, 비선형 필터의 임계치인 T 는 $0.4 \cdot H_{\max}$ 로 설정되었다. 여기서 $H_{\max}$ 는 H_1 의 성분 중에서 최대값을 나타낸다. 또한 블록영상의 크기는 8×8 로 설정되었다.

[0053]

도 10a 및 도 10b는 각각 도 6a에 도시된 원본영상에 기존의 그린스펀의 기법 및 본 발명에 의한 방법을 적용하였을 때 얻어진 결과영상의 일부를 확대하여 나타낸 도면이다. 도 10a에 도시된 바와 같이 그린스펀의 기법을 사용하여 원본영상을 복원하면 피사체와 배경 사이의 경계에서 심한 링잉현상이 발생하지만, 도 10b에 도시된 바와 같이 본 발명을 적용한 경우에는 링잉현상이 크게 완화될 수 있다.

[0054]

도 11a 및 도 11b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 일 실시예를 나타낸 도면이다. 도 11a 및 도 11b의 오른쪽 영상은 박스로 표시된 모자의 깃털 부분을 확대한 영상이며, 도 11b의 오른쪽 영상을 참조하면, 깃털 부분의 에지가 강조되어 선명한 결과영상이 생성되었음을 확인할 수 있다.

[0055]

도 12a 및 도 12b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 다른 실시예를 나타낸 도면이다. 영상의 글씨 부분을 확대한 오른쪽 영상을 비교하여 살펴보면, 본 발명에 의해 얻어진 결과영상의 화질이 원본영상에 비해 크게 개선되었음을 확인할 수 있다.

[0056]

도 13a 및 도 13b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 또 다른 실시예를 나타낸 도면이다. 도 13a와 도 13b의 오른쪽 영상을 비교하면 본 발명에 의해 복원된 영상이 에지 등의 세부정보를 명확하게 강조

하여 표현하고 있음을 확인할 수 있다.

도 6a, 도 11a, 도 12a 및 도 13a에 도시된 원본영상에 본 발명을 적용하여 얻어진 결과영상에 대해 본 발명의 성능을 평가하기 위해 SNR 및 ISNR을 측정하였다. SNR은 다음의 수학적 식 5에 의해 측정할 수 있으며, ISNR은 다음의 수학적 식 6에 의해 측정할 수 있다.

수학적 식 5

$$SNR=10\log\frac{\|F\|}{\|F-\tilde{F}\|}$$

수학적 식 6

$$ISNR=10\log\frac{\|F-F_L^0\|}{\|F-\tilde{F}\|}$$

여기서, F는 손상되지 않은 영상, F_L^0 는 원본영상, $\tilde{F}$ 는 복원된 영상, 그리고 $\|\cdot\|$ 는 L2 놈(norm)을 나타낸다.

다음의 표 1에 도 6a, 도 11a, 도 12a 및 도 13a에 도시된 원본영상에 대해 종래의 언샤프 마스킹 방법, 그린스펀의 방법 및 본 발명을 적용하였을 때 측정된 ISNR과 SNR 값을 나타내었다. ISNR과 SNR 값의 단위는 dB이다.

표 1

	도 6a		도 11a		도 12a		도 13a	
	ISNR	SNR	ISNR	SNR	ISNR	SNR	ISNR	SNR
언샤프 마스킹	2.94	26.01	3.37	29.29	5.05	36.44	3.04	30.95
그린스펜 방법	3.37	26.44	3.77	29.69	5.7	37.08	3.38	31.29
본 발명	3.62	26.78	3.93	29.84	5.81	37.20	3.55	31.46

표 1을 참조하면, 본 발명에 의해 영상을 복원한 경우에 종래의 언샤프 마스킹 방법과 비교하면 ISNR이 약 0.6dB, SNR이 약 0.7dB 정도 증가하였으며, 그린스펜의 방법과 비교하면 ISNR이 약 0.3dB, SNR이 약 0.25dB 증가하였다.

도 14a 내지 도 14c는 각각 손상이 없는 영상, 열화된 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상을 주파수 영역에서 분석한 결과를 도시한 도면이다.

도 14b를 참조하면, 가운데 부분의 저주파 성분은 열화되지 않은 영상과 유사하지만, 외곽 지역으로 갈수록 밝기가 감소하여 가우시안 흐림 효과에 의해 영상의 고주파 성분이 많이 손실되었음을 확인할 수 있다. 그러나 본 발명에 의해 원본영상이 복원되어 생성된 결과영상에 관한 도 14c를 참조하면, 손실된 고주파 성분들이 복원되어 도 14a와 거의 유사한 결과영상이 생성되었음을 확인할 수 있다.

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.

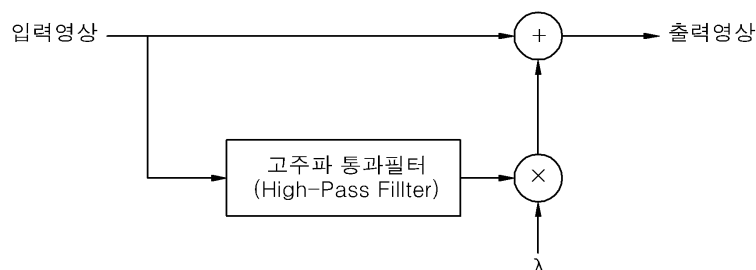
이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

도면의 간단한 설명

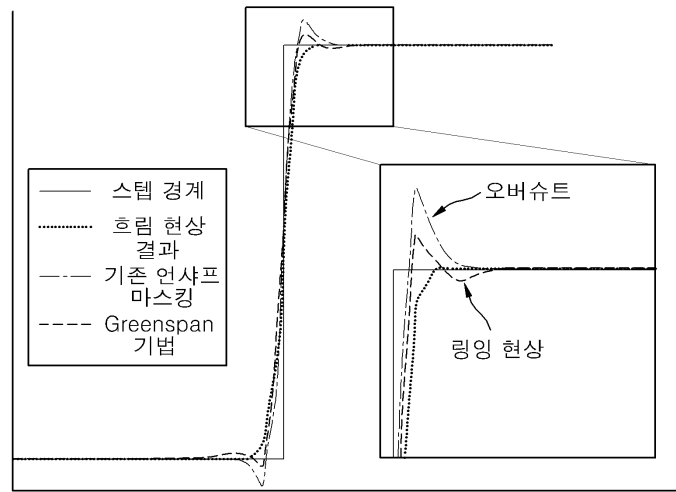
- [0068] 도 1은 일반적으로 사용되는 언샤프 마스크의 알고리즘을 도시한 도면,
- [0069] 도 2는 기존의 언샤프 마스크 기법과 그린스팬(Greenspan)의 기법의 수행 결과를 1차원 스텝 경계를 이용하여 비교한 결과를 도시한 그래프,
- [0070] 도 3은 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도,
- [0071] 도 4a 내지 도 4c는 각각 원본영상, 원본영상에 소벨 에지검출 방법을 적용하여 얻어진 영상 및 원본영상에 캐니 에지검출 방법을 적용하여 얻어진 영상을 도시한 도면,
- [0072] 도 5a 내지 도 5d는 교차지점의 개수에 따라 블록영상을 분류하는 일 예를 도시한 도면,
- [0073] 도 6a 내지 도 6d는 각각 원본영상, 캐니 에지검출 방법에 의해 원본영상으로부터 검출된 에지로 구성된 영상, 생성된 복수의 블록영상에 검출된 에지를 나타낸 영상, 블록영상들을 세 개의 그룹으로 분류하여 나타낸 영상을 도시한 도면,
- [0074] 도 7은 비선형 외삽법에서 사용되는 라플라시안 피라미드를 도시한 도면,
- [0075] 도 8은 도 6a에 도시된 원본영상에 본 발명에 따른 영상 복원 장치를 적용하여 화질개선후에 의해 생성된 결과영상을 도시한 도면,
- [0076] 도 9는 본 발명에 따른 고역통과필터를 이용하는 영상 복원 방법의 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,
- [0077] 도 10a 및 도 10b는 각각 도 6a에 도시된 원본영상에 기존의 그린스팬의 기법 및 본 발명에 의한 방법을 적용하였을 때 얻어진 결과영상의 일부를 확대하여 나타낸 도면,
- [0078] 도 11a 및 도 11b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 일 실시예를 나타낸 도면,
- [0079] 도 12a 및 도 12b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 다른 실시예를 나타낸 도면,
- [0080] 도 13a 및 도 13b는 각각 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상에 대한 또 다른 실시예를 나타낸 도면, 그리고,
- [0081] 도 14a 내지 도 14c는 각각 손상이 없는 영상, 열화된 원본영상 및 본 발명에 의해 복원된 영상을 주파수 영역에서 분석한 결과를 도시한 도면이다.

도면

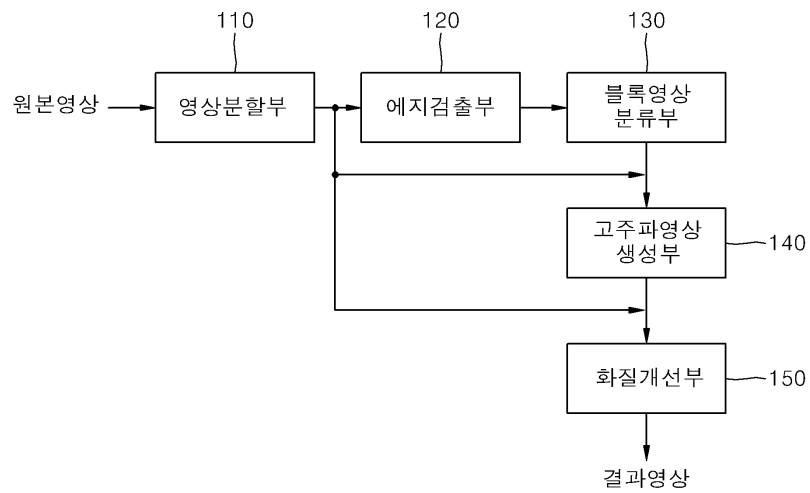
도면1



도면2



도면3



도면4a



도면4b



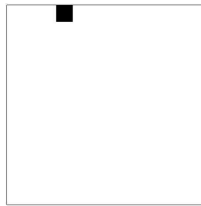
도면4c



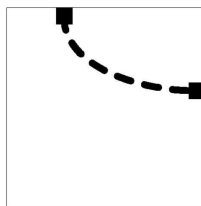
도면5a



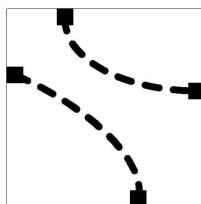
도면5b



도면5c



도면5d



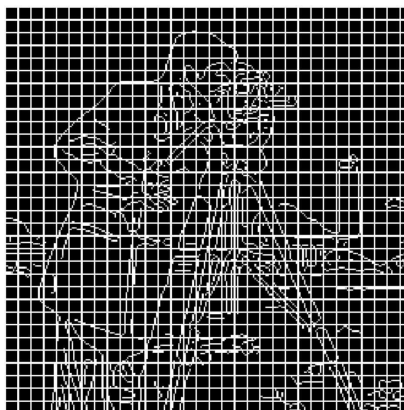
도면6a



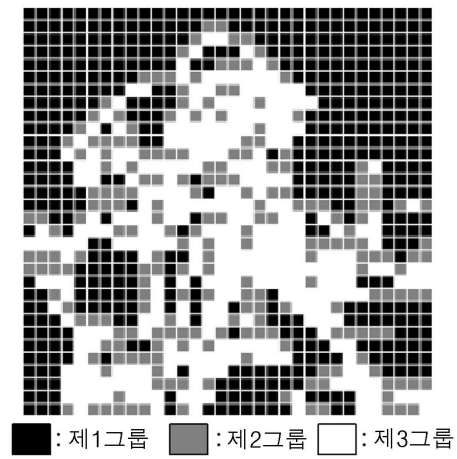
도면6b



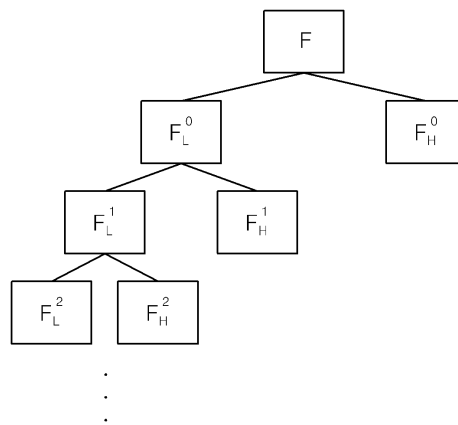
도면6c



도면6d



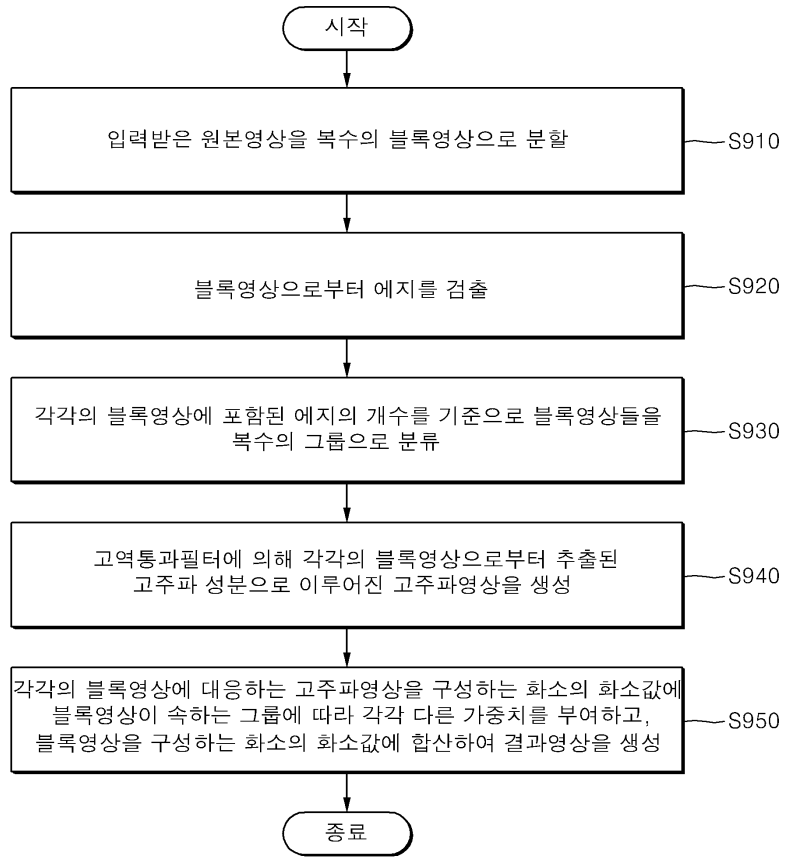
도면7



도면8



도면9



도면10a



도면10b



도면11a



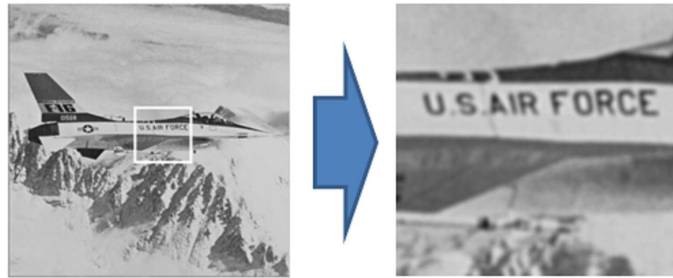
도면11b



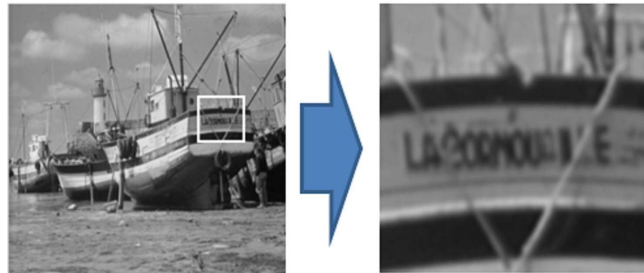
도면12a



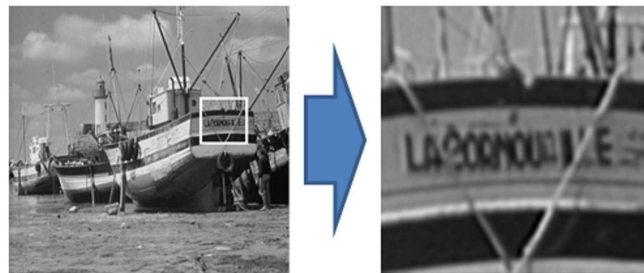
도면12b



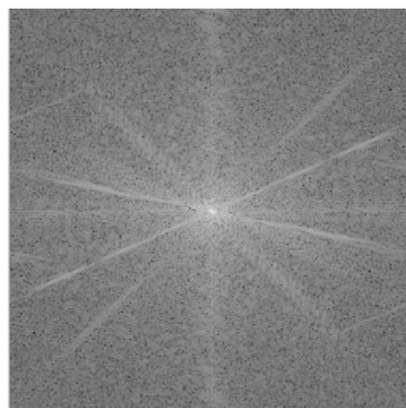
도면13a



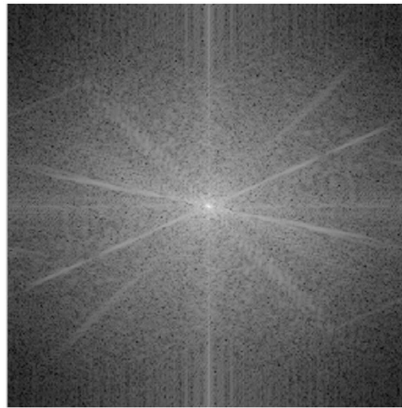
도면13b



도면14a



도면14b



도면14c

