(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월08일
(11) 등록번호 10-0828194
(24) 등록일자 2008년04월30일

(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2006.01) *H04N 5/21* (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0113434
(22) 출원일자 2006년11월16일
심사청구일자 2006년11월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020020032595 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 윤텔
서울특별시 송파구 가락본동 78 IT벤처타워 동관 5층
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
신윤복
서울특별시 강동구 둔촌동 주공아파트 406동 705호
김형중
서울특별시 서초구 반포본동 반포아파트 86동 501호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김국현, 김동진, 정상빈

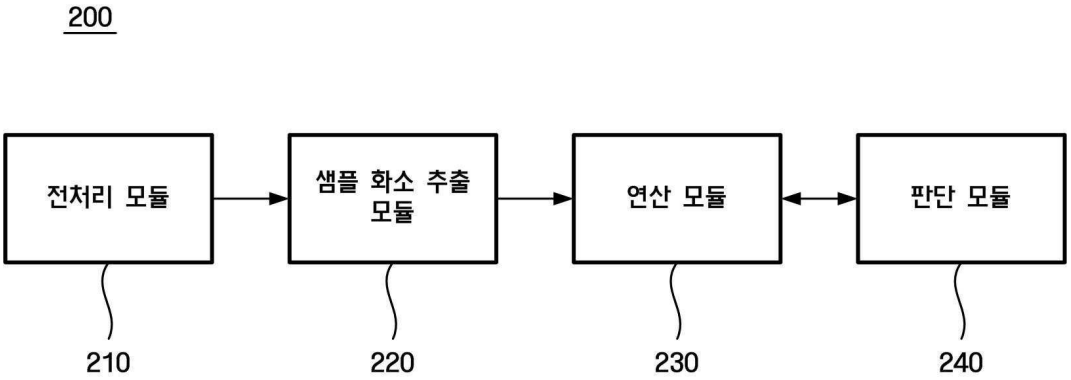
전체 청구항 수 : 총 24 항 심사관 : 이재훈

(54) 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치와 방법 및 이를이용한 이미지 처리 시스템

(57) 요 약

본 발명은 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치와 방법 및 이를 이용한 이미지 처리 시스템에 관한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치는 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하는 샘플 화소 추출 모듈과, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하는 연산 모듈 및 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 판단 모듈을 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

임종인

서울특별시 종로구 내수동 95 삼성파크팰리스 101-901

엘레나 트소므코

강원도 춘천시 효자2동 강원대학교 제3기숙사 한서관 130호

(56) 선행기술조사문헌

JP05110928 A

JP05115031 A

KR1020060046418 A

WO2005069217 A2

JP2002258351 A

특허청구의 범위

청구항 1

디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하는 샘플 화소 추출 모듈;

상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하는 연산 모듈; 및

상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 판단 모듈을 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이웃하는 화소는 상기 샘플 화소의 이전 화소인, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 샘플 화소는 회색 레벨(grey level)의 값을 갖는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 디지털 화상은 기설정된 해상도를 갖는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 5

디지털 화상이 저장된 디지털 화상 저장 모듈;

상기 저장된 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하여, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하고, 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 경계 흐림 판별 모듈; 및

상기 판단 결과를 출력하는 판별 결과 출력 모듈을 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 판별 결과 출력 모듈은 시각적 또는 청각적 요소를 수반하여 상기 판단 결과를 출력하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 판별 결과 출력 모듈은 상기 판단 결과를 기록 매체로 출력하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 이웃하는 화소는 상기 샘플 화소의 이전 화소인, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 경계 흐림 판별 모듈은 상기 저장된 디지털 화상을 기설정된 해상도로 변환하여 샘플 화소를 추출하는, 디

지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 경계 흐림 판별 모듈은 상기 저장된 디지털 화상을 구성하는 화소값을 회색 레벨값으로 변환한 후 샘플 화소를 추출하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 11

디지털 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제1 분산을 연산하는 연산 모듈; 및

상기 연산된 제1 분산이 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 판단 모듈을 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 분산이 상기 제1 문턱값 이하인 경우,

상기 연산 모듈은, 상기 디지털 화상을 분할하고, 각각의 분할된 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제2 분산을 연산하고,

상기 판단 모듈은, 상기 분할된 모든 화상에 대하여 상기 연산된 제2 분산이 제2 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 판단 모듈은, 적어도 하나의 분할된 화상에 대하여 상기 연산된 제2 분산이 상기 제2 문턱값보다 큰 경우, 상기 디지털 화상이 국부적으로 선명한 것으로 판단하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 장치.

청구항 14

디지털 화상을 획득하는 화상 입력 모듈;

상기 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하여, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하고, 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 화상 에러 검사 모듈; 및

상기 판단에 따라 상기 디지털 화상을 처리하는 화상 처리 제어 모듈을 포함하는 이미지 처리 시스템.

청구항 15

디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하는 (a) 단계;

상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하는 (b) 단계; 및

상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 (c) 단계를 포함하는 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 이웃하는 화소는 상기 샘플 화소의 이전 화소인, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 샘플 화소는 회색 레벨(grey level)의 값을 갖는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 디지털 화상은 기설정된 해상도를 갖는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 판단 결과를 출력하는 (d) 단계를 더 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 (d) 단계는 시각적 또는 청각적 요소를 수반하여 상기 판단 결과를 출력하는 단계인, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 판단 결과를 기록 매체로 출력하는 단계인, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 22

디지털 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제1 분산을 연산하는 (a) 단계; 및

상기 연산된 제1 분산이 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 (b) 단계를 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 제1 분산이 상기 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상을 분할하는 (c) 단계;

각각의 분할된 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제2 분산을 연산하는 (d) 단계; 및

상기 분할된 모든 화상에 대하여 상기 연산된 제2 분산이 제2 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 (e) 단계를 더 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

적어도 하나의 분할된 화상에 대하여 상기 연산된 제2 분산이 상기 제2 문턱값보다 큰 경우, 상기 디지털 화상이 국부적으로 선명한 것으로 판단하는 (f) 단계를 더 포함하는, 디지털 화상에 대한 경계 흐림 판단 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<17> 본 발명은 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이웃하는 화소 간의 예

측 잔류값(prediction residue)에 대한 분산(variance)을 이용하여 디지털 화상에 경계 흐림(blurriness)이 발생하였는지 여부를 판단하는 장치 및 판단 방법, 그리고 이를 이용한 이미지 처리 시스템에 관한 것이다.

<18> 일반적으로 사용자가 디지털 카메라를 이용하여 원하는 피사체를 촬영하는 경우에 손떨림이나 피사체의 움직임 등에 의하여 촬영된 피사체의 경계가 흐리게 되는 현상이 발생하게 되는데, 이러한 현상을 일반적으로 '경계 흐림(blurriness)'이라고 한다.

<19> '경계 흐림(blurriness)' 현상은 촬영된 화상에 특수한 효과를 부여하기 위하여 인위적으로 부여되기도 하지만, 촬영된 피사체 경계에 대한 선명도(sharpness)가 높아야만 하는 상황에서는 '경계 흐림(blurriness)' 현상은 바람직하지 않은 현상이다.

<20> 경계 흐림(blurriness) 현상이 발생한 경우에 사용자는 다시 재촬영을 하게 되는데, 이 때, 디지털 카메라는 촬영된 화상에 경계 흐림 현상이 발생되었음을 판단하고, 이를 사용자에게 알려줄 필요가 있다.

<21> 촬영된 화상에 대하여 경계 흐림 현상의 발생 여부를 판단하는 방법으로서, 종래에는 디지털 화상을 구성하는 화소들의 고주파 성분(high frequency component)과 저주파 성분(low frequency component)의 비(ratio)를 이용하는 방법, 자기 상관(auto-correlation)을 이용하는 방법, 기울기(gradient)를 이용하는 방법. 웨이브릿 변환(Wavelet transformation)을 이용하는 방법, 분산(variance) 측정에 의한 방법 등이 제안되었다.

<22> 위와 같은 종래의 방법 중에서, 분산 측정에 의한 방법이 비교적 효과적인 방법으로서 여겨지고 있으나, 분산 측정에 의한 방법은 경계 흐림 여부를 판단하기 위한 컴퓨팅 시간(computing time)이 많이 소요되는 문제가 있다. 즉, CPU, 메모리 등이 제한된 기기에서는 리소스(resource) 문제가 발생할 수 있는 것이다.

<23> 따라서, 컴퓨팅 시간을 줄이면서 제한된 리소스를 갖는 기기에서도 보다 효과적으로 경계 흐림 발생 여부를 판단하는 방법이 필요하게 되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<24> 본 발명은 디지털 화상으로부터 효율적으로 경계 흐림의 발생 여부를 판단하는 것을 목적으로 한다.

<25> 또한, 본 발명은 디지털 화상들의 이웃하는 화소 간의 예측 잔류값(prediction residue) 및 분산(variance)을 연산함으로써 경계 흐림의 발생 여부를 판단하는 방법을 제공하는 것으로 목적으로 한다.

<26> 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

<27> 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치는 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하는 샘플 화소 추출 모듈과, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하는 연산 모듈 및 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 판단 모듈을 포함한다.

<28> 또한 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치는 디지털 화상이 저장된 디지털 화상 저장 모듈과, 상기 저장된 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하여, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하고, 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 경계 흐림 판별 모듈 및 상기 판단 결과를 출력하는 판별 결과 출력 모듈을 포함한다.

<29> 또한 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치는 디지털 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제1 분산을 연산하는 연산 모듈 및 상기 연산된 제1 분산이 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 판단 모듈을 포함한다.

<30> 또한, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 이미지 처리 시스템은 디지털 화상을 획득하는 화상 입력 모듈과, 상기 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하여, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하고, 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 화상 에러 검사 모듈 및 상기 판단에 따라 상기 디지

털 화상을 처리하는 화상 처리 제어 모듈을 포함한다.

<31> 또한, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 방법은 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출하는 (a) 단계와, 상기 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 분산을 연산하는 (b) 단계 및 상기 연산된 분산이 기설정된 범위에 속하는 경우 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 (c) 단계를 포함한다.

<32> 또한, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 방법은 디지털 화상으로부터 추출된 샘플 화소와 상기 샘플 화소에 대하여 이웃하는 화소의 차이에 대한 제1 분산을 연산하는 (a) 단계 및 상기 연산된 제1 분산이 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 디지털 화상에 경계 흐림이 존재하는 것으로 판단하는 (b) 단계를 포함한다.

<33> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

<34> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

<35> 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 디지털 화상의 경계 흐림을 판단하는 장치와 방법 및 이를 이용한 이미지 처리 시스템을 설명하기 위한 블록도 또는 처리 흐름도에 대한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다. 이 때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑제되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

<36> 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

<37> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 경계 흐림 판단 장치의 구조를 나타내는 블록도이다.

<38> 도 1을 참조하면, 경계 흐림 판단 장치(100)는 디지털 화상을 저장하는 디지털 화상 저장 모듈(110)과 디지털 화상의 경계 흐림 여부를 판별하는 경계 흐림 판별 모듈(200) 및 경계 흐림 판별 모듈(200)에 의한 판별 결과를 출력하는 판별 결과 출력 모듈(130)을 포함한다.

<39> 이 때, 본 발명에 따라 디지털 화상의 경계 흐림 여부를 판별하는 기능을 제공하는 장치라면 도 1에 도시된 경계 흐림 판단 장치(100)에 해당하는 것으로 이해될 수 있다.

<40> 예를 들어, 경계 흐림 판단 장치(100)는 디지털 카메라, 캠코더, 전자 현미경 등과 같이 촬상 소자를 구비하여 외부의 물체를 촬영할 수 있는 장치가 될 수 있다. 이 경우, 디지털 화상 저장 모듈(110)은 촬영된 디지털 화상을 임시로 저장하는 버퍼이거나 플래시 메모리와 같은 비휘발성 메모리로의 형태로 구현될 수 있다.

<41> 또다른 실시예로서, 경계 흐림 판단 장치(100)는 디지털 화상을 처리할 수 있는 어플리케이션 프로그램이 탑재된 컴퓨터가 될 수도 있다. 이 경우, 디지털 화상 저장 모듈(110)은 촬영된 디지털 화상이 저장되어 있는 대용

량의 하드디스크로 구현되거나, 디지털 화상이 저장되어 있는 이동형 저장 기기의 형태로 구현될 수 있으며, 디지털 화상이 저장된 유선 또는 무선 네트워크 상의 저장 매체로 구현될 수도 있다.

<42> 따라서, 디지털 화상 저장 모듈(110)은 경계 흐림 판단 장치(100)의 종류에 따라 다양한 형태로 구현될 수 있음은 당업자에 의해 용이하게 이해될 수 있다.

<43> 경계 흐림 판별 모듈(200)은 디지털 화상 저장 모듈(110)에 저장된 임의의 디지털 화상에 대하여 경계 흐림이 발생하였는지 여부를 판별한다. 경계 흐림 판별 모듈(200)의 구체적인 동작에 대해서는 후술하기로 한다.

<44> 판별 결과 출력 모듈(130)은 경계 흐림 판별 모듈(200)에 의한 판별 결과를 출력하는데, 이 때 출력하는 형태는 시각적 또는 청각적 요소를 수반할 수 있다.

<45> 시각적 요소의 예로서, 만일 디지털 화상에 경계 흐림 현상이 발생된 경우 경계 흐림 판단 장치(100)의 디스플레이 화면(미도시)에 그래픽 또는 텍스트의 형태로 그 결과를 사용자에게 알려줄 수 있다.

<46> 또한, 청각적 요소의 예로서 디지털 화상에 경계 흐림 현상이 발생된 경우 경계 흐림 판단 장치(100)에 탑재된 또는 연결된 스피커를 통하여 그 결과를 사용자에게 알려줄 수 있다.

<47> 또한, 판별 결과 출력 모듈(130)은 그 결과를 별도의 저장 매체에 저장하거나, 경계 흐림 판별을 수행한 디지털 화상에 대한 부가 정보로서 그 결과를 기록할 수도 있다.

<48> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 경계 흐림 판별 모듈의 구조를 나타내는 블록도로서, 경계 흐림 판별 모듈(200)은 전처리 모듈(210), 샘플 화소 추출 모듈(220), 연산 모듈(230) 및 판단 모듈(240)을 포함한다.

<49> 전처리 모듈(210)은 디지털 화상 저장 모듈(110)에 저장된 디지털 화상을 순차적으로 입력받거나 사용자에 의해 선택된 임의의 디지털 화상을 입력받는다.

<50> 그리고 나서, 입력받은 디지털 화상의 해상도가 M*N 보다 큰 경우에는 M*N으로 조절한다. 또한, 입력받은 디지털 화상의 화소 정보가 RGB값으로 표현되는 경우에는 회색 레벨(grey-level)로 변환한다.

<51> 즉, 전처리 모듈(210)은 경계 흐림 판별을 위하여 다양한 형태의 디지털 화상을 "M*N의 해상도를 갖고 회색 레벨의 화소 정보를 갖는 디지털 화상"의 일정한 형태로 변환하는 것이다.

<52> 샘플 화소 추출 모듈(220)은 전처리 모듈(210)에 의해 제공되는 디지털 화상으로부터 샘플 화소를 추출한다.

<53> 연산 모듈(230)은 샘플 화소 추출 모듈(220)에 의해 추출된 샘플 화소를 기초로 하여 경계 흐림 판별을 위한 파라미터 즉, 예측 잔류값(prediction residue)과 예측 잔류값에 대한 분산(variance)을 연산한다.

<54> 판단 모듈(240)은 연산 모듈(230)에 의해 연산된 파라미터를 기초로 하여 디지털 화상에서의 경계 흐림 여부를 판단하게 된다.

<55> 이하, 도 2 내지 도 4를 기초로 하여 경계 흐림 판별 모듈(200)에 의해 경계 흐림을 판별하는 방법을 구체적으로 설명하도록 한다.

<56> 전처리 모듈(210)에 의해 전처리 과정이 수행된 후(S410), 샘플 화소 추출 모듈(220)이 샘플 화소를 선택한다(S420). 예를 들어, 하나의 디지털 화상이 M*N 개의 화소(pixel)로 구성될 경우에, 샘플 화소 추출 모듈(220)은 P 개의 샘플 화소(이 때, 0 < P ≪M*N)를 선택하게 되는 것이다.

<57> 그리고 나서, 연산 모듈(230)은 선택된 샘플 화소에 대한 예측 잔류값(prediction residue)을 연산한다(S430).

<58> 이 때, 예측 잔류값(prediction residue)은 현재의 디지털 화상을 구성하는 화소 정보와 현재의 디지털 화상을 기초로 하여 예측되는 디지털 화상을 구성하는 화소 정보와의 차이(difference)를 나타내는 것으로서 '예측 에러(prediction error)'라고도 칭할 수 있다.

<59> 예를 들어, 도 3에서 도시된 바와 같이 M*N 개의 화소로 이루어지는 디지털 화상에서 화소 g(x,y)(310)가 샘플 화소로서 선택된 경우를 가정한다.

<60> 이 때, g(x,y)(310)에 대응하는 예측 디지털 화상의 화소를 g(x,y)의 이전 화소에 해당하는 g(x, y-1)(320)로 선택하게 되면, 예측 잔류값은 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

<61> e(x,y) = g(x,y)-g(x,y-1) (단, 0<x<M, 0<y<N)

<62> 따라서, 연산 모듈(230)은 디지털 화상에 대한 P개의 샘플된 화소에 대하여 수학식 1에 의해 예측 잔류값을 연산할 수 있다.

<63> 한편, 본 발명에 대한 설명에 있어서, g(x,y)(310)에 대한 예측 화소를 이전 화소에 해당하는 g(x,y-1)(320)로 하였으나, 이는 발명의 내용을 용이하게 설명하기 위한 것으로서 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, g(x,y)(310)에 대한 예측 화소로서 g(x,y)(310)와 인접하는 다른 화소를 선택할 수도 있다.

<64> 연산 모듈(230)에 의한 예측 잔류값 연산 후에, 연산 모듈(230)은 연산된 예측 잔류값들에 대한 분산(variance) σ_p^2를 수학식 2를 기초로 하여 연산한다(S440).

수학식 2

<65>
$$\sigma_p^2 = \frac{1}{M(N-1)} \sum_{x=1}^{M} \sum_{y=1}^{N-1} [e(x,y) - \bar{e}]^2$$

<66> 이 때, $\bar{e}$는 e(x,y)의 평균을 나타낸다.

<67> 종래의 경우, 분산 측정에 의한 방법은 하나의 디지털 화상을 구성하는 모든 화소 값에 대하여 분산을 연산하였으나, 본 발명에서는 수학식 2에서와 같이 샘플된 화소에 대한 예측 잔류값에 대하여 분산을 연산하므로 컴퓨팅 시간을 단축시킬 수 있게 된다.

<68> 또한, 수학식 2에 의한 연산을 수행할 경우 연산된 분산에 의해 디지털 화상의 경계 흐림을 보다 효율적으로 판단할 수 있는데, 이에 대해서는 도 5a, 도 5b, 도 6a 및 도 6b를 이용하여 설명하도록 한다.

<69> 앞서 언급한 바와 같이 종래의 경우에는 하나의 디지털 화상을 구성하는 모든 화소 값에 대하여 분산을 연산하였는데, 이는 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

<70>
$$\sigma_v^2 = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^{M} \sum_{y=1}^{N} [g(x,y) - \bar{g}]^2$$

<71> 이 때, $\bar{g}$는 g(x,y)의 평균을 나타낸다.

<72> 종래와 같이 하나의 화상을 구성하는 모든 화소값을 고려하는 경우와 본 발명에서와 같이 샘플된 화소에 대한 예측 잔류값을 고려하는 경우를 비교하기 위하여 우선, 도 5a에 도시된 원 화상(original picture)에 경계 흐림 효과를 부여하여 도 5b에 도시된 변환된 화상을 얻는다.

<73> 그리고 나서, 도 5a 및 도 5b에 도시된 각각의 화상에 대하여 모든 화소값에 대한 히스토그램(histogram)을 나타내면 도 6a와 같이 표현될 수 있다.

<74> 도 6a에서 가로축은 회색 레벨의 화소값을 나타내고, 세로축은 각각의 화소값에 대한 돗수를 나타낸다. 도 6a를 참조하면, 도 5a와 같이 선명한 화상에 대한 히스트그램(610)이 도 5b와 같이 경계 흐림이 있는 화상에 대한 히스토그램(620)보다 편평함을 알 수 있다. 그리고, 선명한 화상에 대한 표준 편차(standard deviation)는 1808이고, 경계 흐림이 있는 화상에 대한 표준 편차는 1022로서, 두 화상의 표준 편차는 차이가 많이 나지만 그 비(ratio)는 약 1.8정도에 불과하다.

<75> 한편, 도 5a 및 도 5b에 도시된 각각의 화상에 대하여 샘플된 화소에 대한 예측 잔류값에 대한 결과의 히스토그램(histogram)을 나타내면 도 6b와 같이 표현될 수 있다.

<76> 도 6b에서 가로축은 샘플된 화소에 대한 예측 잔류값을 나타내고, 세로축은 각각의 화소값에 대한 돗수를 나타

낸다. 도 6b를 참조하면, 도 5a와 같이 선명한 화상에 대한 히스트그램(630)이 도 5b와 같이 경계 흐림이 있는 화상에 대한 히스토그램(640)보다 훨씬 편평함을 알 수 있다.

<77> 그리고, 선명한 화상에 대한 표준 편차(standard deviation)는 967이고, 경계 흐림이 있는 화상에 대한 표준 편차는 15로서, 두 화상의 표준 편차는 차이가 많이 날뿐만 아니라, 그 비(ratio)도 약 64.5로서 도 6a에 비하여 매우 큰 값을 갖게 됨을 알 수 있다.

<78> 도 6a와 도 6b를 비교하게 되면, 본 발명에 따른 분산 σ_p^2을 이용함으로써 문턱값 T에 의해 선명한 화상과 경계 흐림이 있는 화상과의 구별을 더욱 용이하게 할 수 있음을 알 수 있다.

<79> 더구나, 도 6b의 경우에는 가우시안 분포(Gaussian Distribution) 또는 라플라시안 분포(Laplacian Distribution)와 같은 형태로 표현될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 분산 σ_p^2는 예측 잔류값을 가우시안 분포(Gaussian Distribution) 또는 라플라시안 분포(Laplacian Distribution)로 표현함에 있어서 의미있는 파라미터로 이용될 수 있다.

<80> 예컨대, u를 예측 잔류값 벡터(prediction residue vector)라고 가정하면, 예측 잔류값 벡터는 라플라시안 분포와 같은 형태로 수학식 4와 같이 모델링될 수 있다.

수학식 4

<81>
$$f_u(u)=\frac{1}{2\sigma_p}e^{-|u|/\sigma_p}$$

<82> 도 6b를 참조하면, 일반적으로 발명에 따른 분산 σ_p^2이 작을수록 디지털 화상에 경계 흐림이 존재할 가능성이 높게 됨을 알 수 있다.

<83> S440 단계를 수행한 후, 판단 모듈(240) 연산된 분산 σ_p^2를 기설정된 문턱값(threshold value) T와 비교하고(S450), 전처리 모듈(210)에 의해 제공된 디지털 화상에 경계 흐림이 발생되었는지 여부를 판단한다(S460).

<84> 이 때, 판단 방법의 예로서, 분산 σ_p^2이 문턱값 T보다 큰 경우에는 경계 흐림이 발생되지 않았다고 판단하고, 문턱값 T보다 작은 경우에는 경계 흐림이 발생되었다고 판단할 수 있다.

<85> 판단 모듈(240)에 의한 판단 결과는 판별 결과 출력 모듈(130)로 제공된다(S470).

<86> 도 7은 본 발명의 본 발명의 다른 실시예에 따른 경계 흐림을 판단하는 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

<87> 전처리 모듈(210)에 의해 M*N의 해상도를 갖는 회색 레벨의 디지털 화상이 제공되면, 샘플 화소 추출 모듈(220)은 P_1개의 샘플 화소를 선택한다(S705). 이 때, 샘플 간격은 $M*N/P_1$으로 하는 것이 바람직하다.

<88> 연산 모듈(230)은 샘플된 P_1개의 화소에 대하여 예측 잔류값 및 예측 잔류값에 대한 분산 σ_1^2를 연산한다(S710).

<89> 판단 모듈(240)은 연산된 분산 σ_1^2을 기설정된 문턱값 T_1와 비교하여(S715), 만일 분산 σ_1^2이 T_1보다 큰 경우에는 전체 화상이 선명하다고 판단한다(S720).

<90> 그러나, 분산 σ_1^2이 T_1보다 크지 않은 경우에는 연산 모듈(230)이 전체 화상을 M_1*N_1 ($0<M_1<M$, $0<N_1<N$) 크기의 서브 화상으로 분할한다(S725). 이 때, 분할된 각각의 서브 화상은 겹치지 않도록 하는 것이 바람직하다.

<91> 그리고 나서, 연산 모듈(230)은 서브 화상에 대하여 P_2개의 샘플 화소를 선택한다(S730). 이 때, 샘플 간격은 $M*N/P_2$으로 하는 것이 바람직하다.

<92> 연산 모듈(230)은 샘플된 P_2개의 화소에 대하여 예측 잔류값 및 예측 잔류값에 대한 분산 σ_2^2를 연산한다(S735).

<93> 판단 모듈(240)은 연산된 분산 σ_2^2을 기설정된 문턱값 T_2와 비교하여(S740), 만일 분산 σ_2^2이 T_2보다 큰 경우에는 해당하는 서브 화상이 선명하다고 판단한다(S745). 이는 전체적으로 선명한 것이 아니라 국부적으로 선명한 것을 의미하며 이러한 화상의 예로서, 안개 또는 어두운 배경을 갖는 선명한 피사체를 나타내는 화상이 있다.

<94> 그러나, 분산 σ_2^2이 T_2보다 크지 않은 경우에 연산 모듈(240)은 모든 서브 화상에 대하여 분산 σ_2^2와 T_2의 비교를 수행하였는지를 판단하여(S750), 아직 남아있는 서브 화상이 존재하는 경우에는 남아 있는 서브 화상에 대하여 S730 단계를 반복하여 수행한다.

<95> 만일 모든 서브 화상에 대하여 분산 σ_2^2와 T_2의 비교가 수행된 경우에는 판단 모듈(240)이 입력된 디지털 화상에 경계 흐림이 발생하였다고 판단하게 된다(S740). 즉, 다수의 서브 화상 중에서 적어도 하나의 서브 화상이라도 σ_2^2이 T_2보다 크다면 국부적으로 선명하다고 판단하지만, 모든 서브 화상에 대하여 σ_2^2이 T_2보다 크지 않다면 입력된 디지털 화상에 경계 흐림이 발생하였다고 판단하는 것이다.

<96> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 처리 시스템을 나타내는 블록도로서, 이미지 처리 시스템(800)은 화상 입력 모듈(810), 화상 에러 검사 모듈(820), 화상 처리 제어 모듈(830), 화상 출력 모듈(840) 및 저장 모듈(850)을 포함한다.

<97> 화상 입력 모듈(810)은 카메라 혹은 이미지 센서와 같이 외부 물체의 영상을 획득하여 입력받는다. 입력된 화상은 저장 모듈(850)에 저장될 수 있다.

<98> 화상 에러 검사 모듈(820)은 입력된 화상에 에러가 발생했는지 여부를 검사한다. 화상 에러에 대한 예로서, 초점이 잘못 맞추어진 경우, 조명이 너무 어둡거나 너무 밝은 경우, 경계 흐림 현상이 발생한 경우 등이 있으며, 특히 화상 에러 검사 모듈(820)은 본 발명에 따라 경계 흐림 현상이 발생했는지 여부를 검사하게 된다. 이를 위하여 화상 에러 검사 모듈(820)은 도 1에 도시된 것과 같은 구성을 갖을 수 있다.

<99> 화상 처리 제어 모듈(830)은 화상 에러 검사 모듈(820)에 의한 검사 결과에 따라 대응하는 제어를 수행하게 된다.

<100> 예를 들어 입력된 화상이 저장 모듈(850)에 저장된 경우, 경계 흐림 현상이 발생되지 않은 경우에는 화상 처리 제어 모듈(830)은 화상 출력 모듈(840)을 통하여 입력된 화상을 출력하거나, 저장 모듈(850)에 계속 저장되도록 유지할 수 있다.

<101> 그러나, 경계 흐림 현상이 발생된 경우, 화상 처리 제어 모듈(830)은 입력된 화상에 대하여 경계 흐림을 제거하는 화상 보정을 수행하고, 보정된 화상을 화상 출력 모듈(840)을 통하여 출력하거나, 저장 모듈(850)에 저장할 수 있다. 이 때, 화상 보정은 이미 개시된 화상 보정 방법을 이용할 수 있다.

<102> 또한, 경계 흐림 현상이 발생된 경우 화상 처리 제어 모듈(830)은 입력된 화상을 저장 모듈(850)에서 제거할 수

도 있다.

<103> 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

<104> 본 발명에 대한 실험으로서, 우선 960*1280의 해상도를 갖는 디지털 카메라를 사용하여 140장의 사진을 촬영하였다. 실험을 위해 그 중에서 70장은 경계 흐림 현상이 발생하도록 촬영하였고, 70장은 선명하게 촬영하였다. 또한, 하나의 디지털 화상에 대하여 샘플 화소의 개수는 300으로 하였다.

<105> 그리고 나서, 140장의 사진에 대하여 수학식 2를 적용하여 예측 잔류값에 대한 분산을 연산하였고, 그 결과가 도 9a에 도시되고 있다.

<106> 도 9a에서, 가로축은 사진 번호를 나타내고, 세로축은 각각의 사진에 대한 분산값을 나타내는데, 선명한 사진들에 대한 분산 값(910)이 경계 흐림이 있는 사진들에 대한 분산 값(920)보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

<107> 한편, 1536*2048의 해상도를 갖는 선명한 사진 200장을 960*1280의 해상도를 갖도록 변환시키고, 가우시안 필터(Gaussian filter) 및 모션 필터(Motion filter)에 의해 경계 흐림 현상이 나타나도록 인위적으로 조작하여 경계 흐림이 있는 400장의 사진을 생성하였다. 경계 흐림을 위해 MATLAB® fspecial 함수를 이용하였다. 마찬가지로 하나의 디지털 화상에 대하여 샘플 화소의 개수는 300으로 하였다.

<108> 그리고 나서, 600장의 사진에 대하여 수학식 2를 적용하여 예측 잔류값에 대한 분산을 연산하였고, 그 결과가 도 9b에 도시되고 있다.

<109> 도 9b에서, 가로축은 사진 번호를 나타내고, 세로축은 각각의 사진에 대한 분산값을 나타내는데, 선명한 사진들에 대한 분산 값(930)이 경계 흐림이 있는 사진들에 대한 분산 값(940, 950)보다 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

<110> 이와 같이 본 발명에 대한 실험을 위해 총 740장의 사진(270장은 선명한 사진, 470장은 경계 흐림이 있는 사진)을 준비하였고, 도 7에 도시된 방법에 따라 740장의 사진에 대하여 경계 흐림 여부를 검사한 결과, 470장의 경계 흐림 사진 중에서 465장의 사진을 검출하였다. 즉, 본 발명에 따라 실험한 결과 470장의 경계 흐림 사진 중에서 단지 5개의 사진만이 선명한 사진으로 판별한 것이다.

<111> 한편, 종래의 분산 측정에 의한 경계 흐림 판별 방법을 도 9b와 연관된 600개의 사진에 대하여 실험한 결과가 도 9c에 도시되고 있다.

<112> 도 9c에서, 가로축은 사진 번호를 나타내고, 세로축은 각각의 사진에 대한 분산값을 나타내는데, 선명한 사진들에 대한 분산 값(960)이 경계 흐림이 있는 사진들에 대한 분산 값(970, 980)에 비하여 그다지 크지 않다는 것을 알 수 있다. 따라서, 도 9c의 경우에는 선명한 사진과 경계 흐림이 있는 사진을 판별하는 기준이 되는 문턱값을 정하기가 매우 어렵게 된다. 실험 결과, 종래 기술에 따를 경우 400장의 경계 흐림 사진 중에서 116개의 사진이 선명한 사진으로 판별되었다.

<113> 즉, 분산을 이용하여 경계 흐림 여부를 판별하더라도 종래와 같이 하나의 디지털 화상을 구성하는 모든 화소에 대하여 분산을 구하는 것보다 샘플된 화소의 예측 잔류값에 대한 분산을 구하여 판별하는 것이 보다 효율적인 것이다.

<114> 한편, 본 발명에서 사용되는 '모듈'이라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, 모듈은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 모듈은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. 모듈은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 모듈은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 모듈들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 모듈들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 모듈들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 모듈들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

<115> 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

발명의 효과

<116> 상기한 바와 같은 본 발명에 의하면 디지털 화상으로부터 보다 효율적으로 경계 흐림의 발생 여부를 판단할 수 있는 효과가 제공된다.

<117> 또한, 본 발명에 의하면 컴퓨팅 시간을 적게 소비하면서 디지털 화상의 경계 흐림 여부를 판별할 수 있는 효과가 제공된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 경계 흐림 판단 장치의 구조를 나타내는 블록도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 경계 흐림 판별 모듈의 구조를 나타내는 블록도이다.

<3> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 예측 잔류값을 계산하기 위한 샘플된 화소를 나타내는 도면이다.

<4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 경계 흐림을 판단하는 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

<5> 도 5a 및 도 5b는 원 화상 및 원 화상에 대하여 경계 흐림 효과를 부여한 변환된 화상을 나타내는 도면이다.

<6> 도 6a 및 도 6b는 종래 기술과 본 발명에 따른 분산 연산 결과를 나타내는 도면이다.

<7> 도 7은 본 발명의 본 발명의 다른 실시예에 따른 경계 흐림을 판단하는 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

<8> 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 처리 시스템을 나타내는 블록도이다.

<9> 도 9a 내지 도 9c는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

<10> <도면의 주요 부분에 관한 부호의 설명>

<11> 100: 경계 흐림 판단 장치

<12> 200: 경계 흐림 판별 모듈

<13> 210: 전처리 모듈

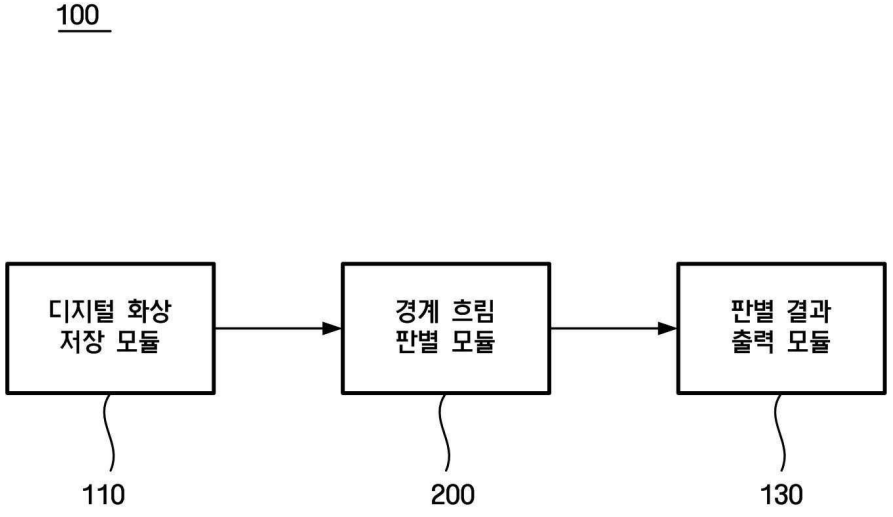
<14> 220: 샘플 화소 추출 모듈

<15> 230: 연산 모듈

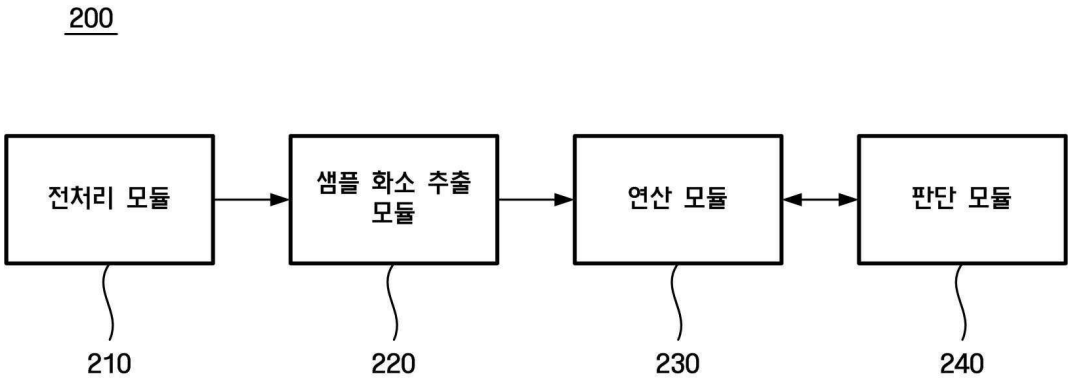
<16> 240: 판단 모듈

도면

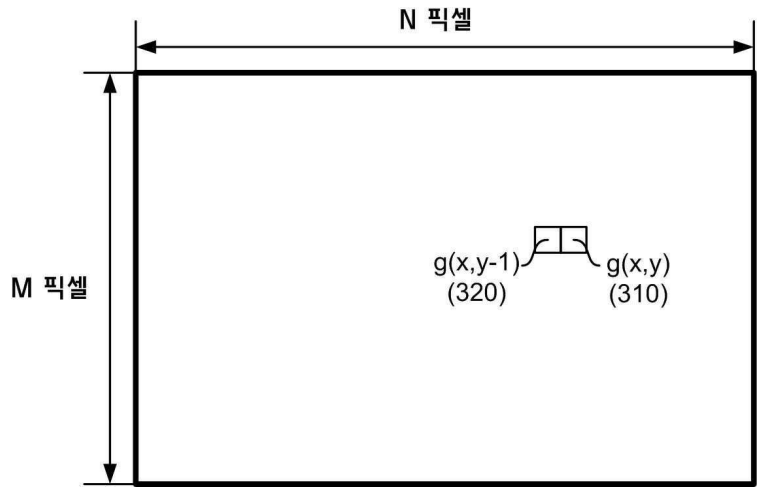
도면1



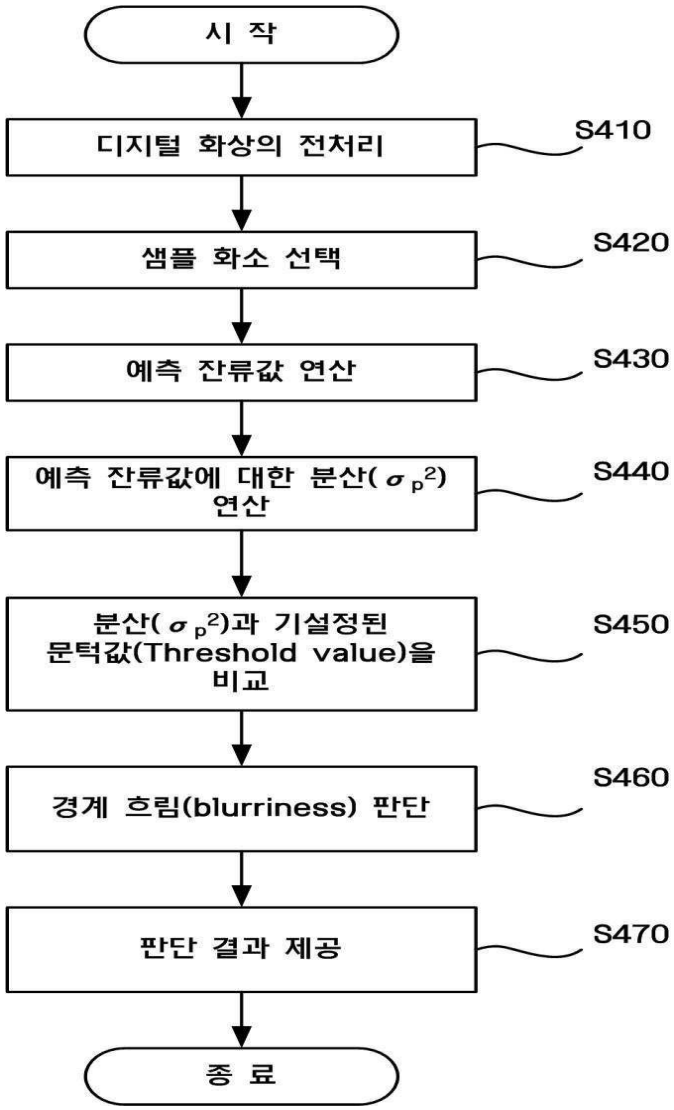
도면2


200
전처리 모듈
샘플 화소 추출 모듈
연산 모듈
판단 모듈
210
220
230
240

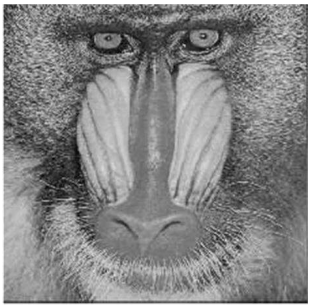
도면3


N 픽셀
M 픽셀
g(x,y-1)
(320)
g(x,y)
(310)

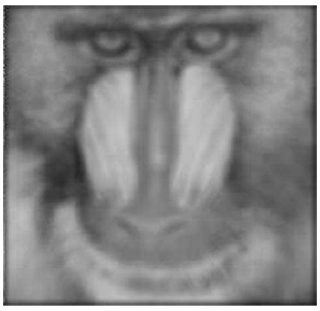
도면4


시 작
디지털 화상의 전처리
S410
샘플 화소 선택
S420
예측 잔류값 연산
S430
예측 잔류값에 대한 분산(σ_p^2) 연산
S440
분산(σ_p^2)과 기설정된 문턱값(Threshold value)을 비교
S450
경계 흐림(blurriness) 판단
S460
판단 결과 제공
S470
종 료

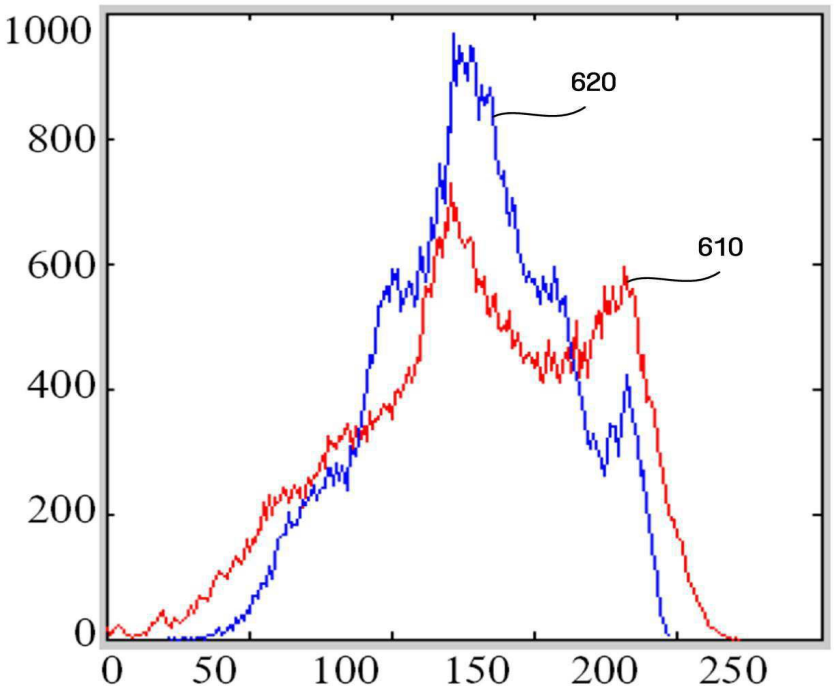
도면5a



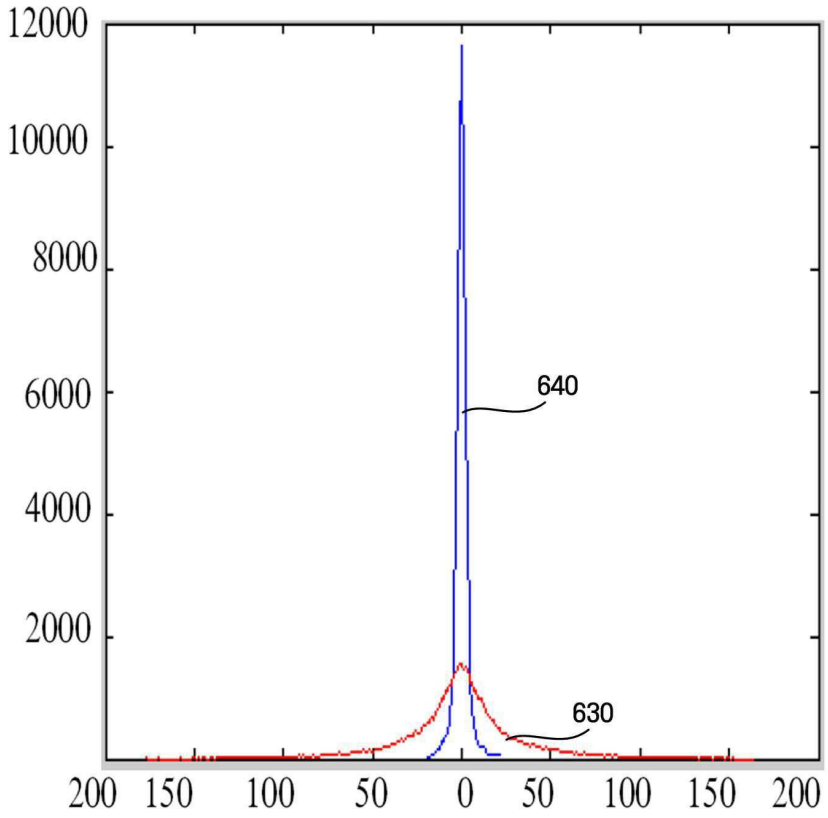
도면5b



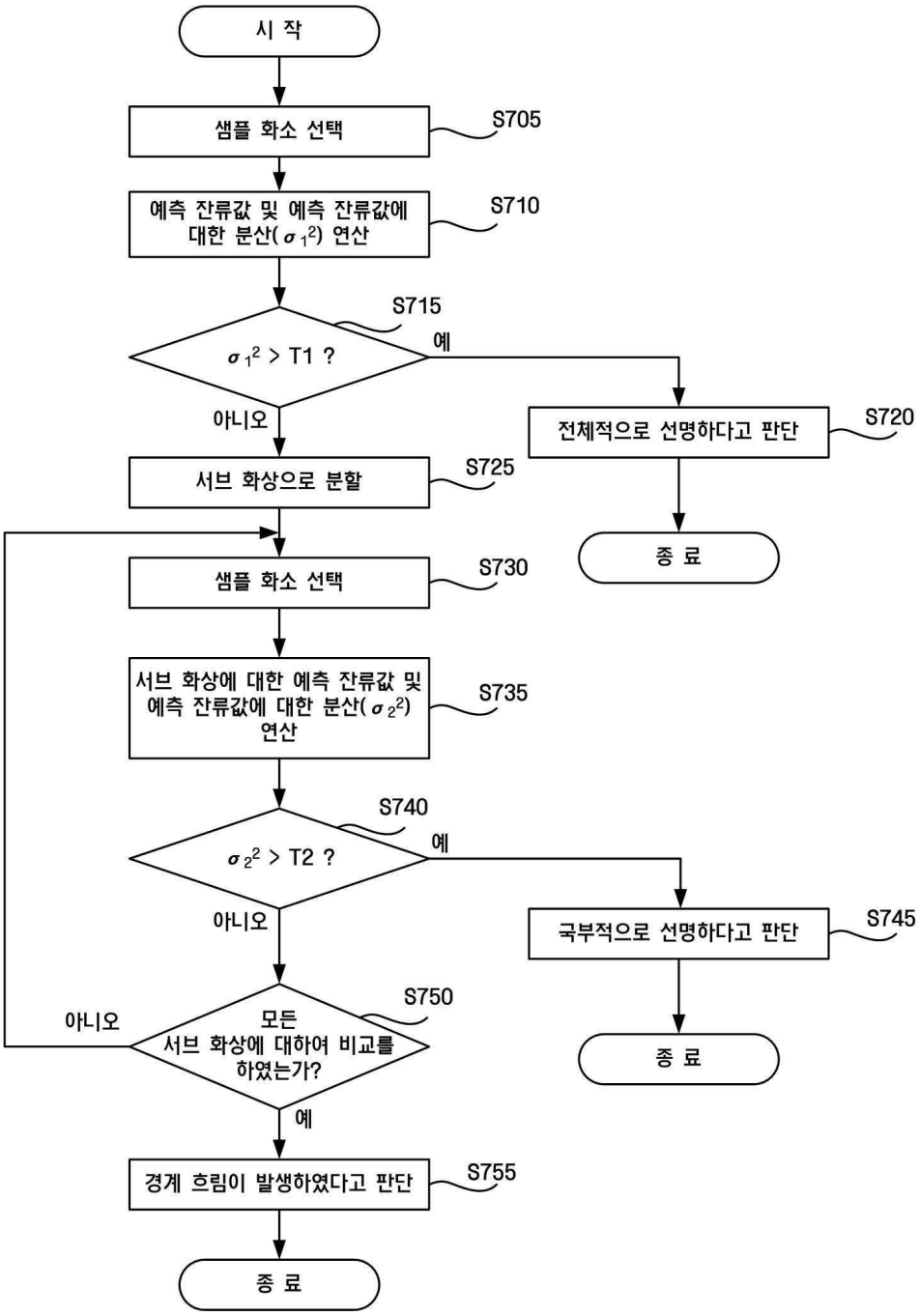
도면6a



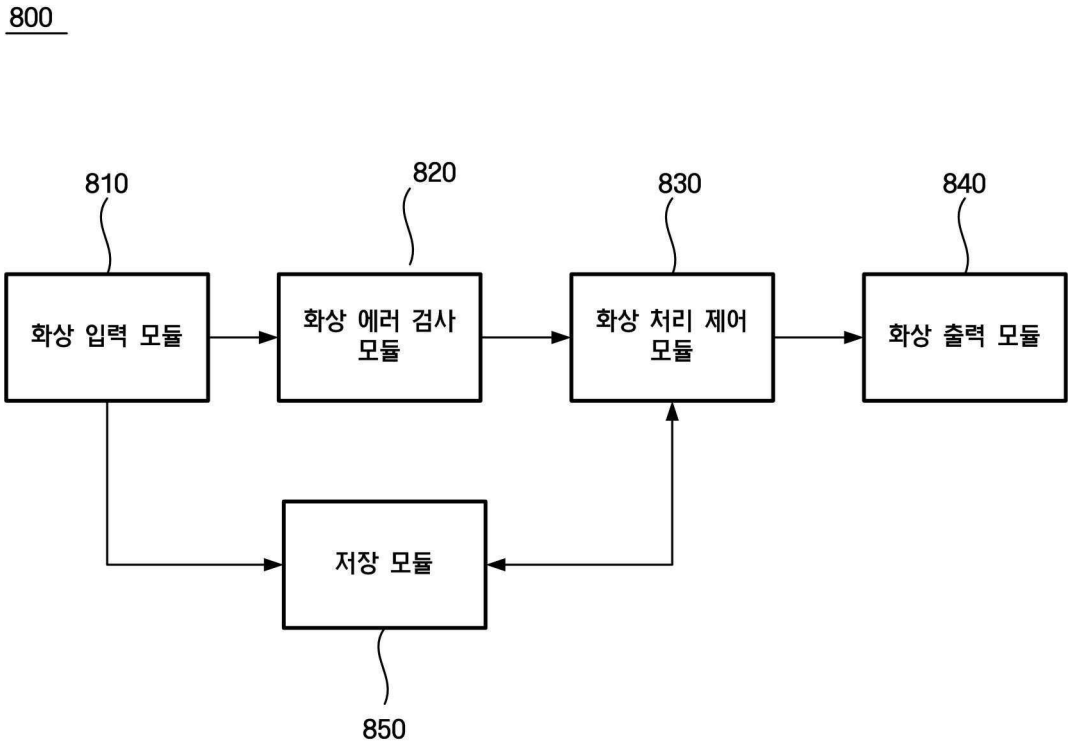
도면6b


12000
10000
8000
6000
4000
2000
640
630
200
150
100
50
0
50
100
150
200

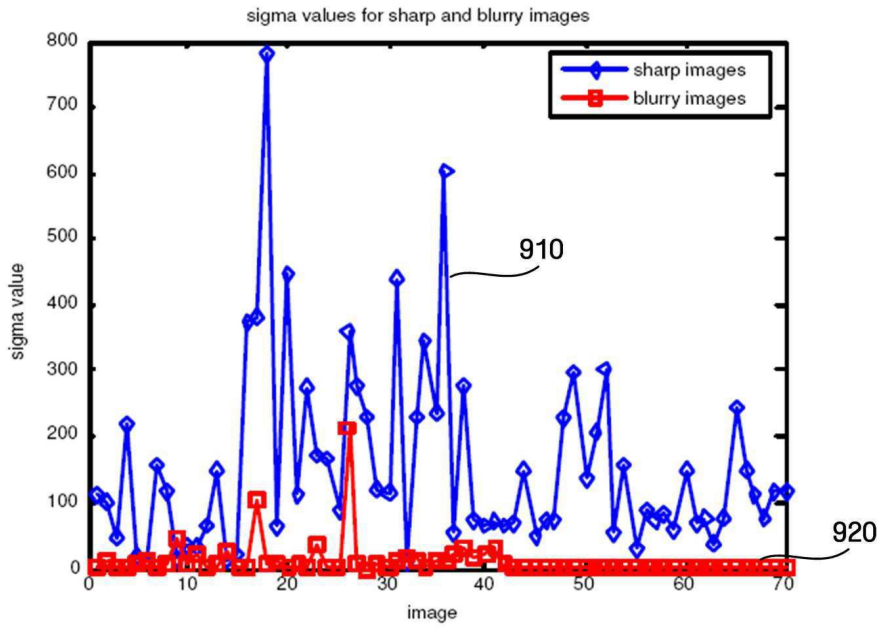
도면7


시 작
샘플 화소 선택
S705
예측 잔류값 및 예측 잔류값에 대한 분산(σ_1^2) 연산
S710
S715
σ_1^2 > T1 ?
예
아니오
전체적으로 선명하다고 판단
S720
서브 화상으로 분할
S725
종 료
샘플 화소 선택
S730
서브 화상에 대한 예측 잔류값 및 예측 잔류값에 대한 분산(σ_2^2) 연산
S735
S740
σ_2^2 > T2 ?
예
아니오
국부적으로 선명하다고 판단
S745
종 료
S750
아니오
모든 서브 화상에 대하여 비교를 하였는가?
예
경계 흐림이 발생하였다고 판단
S755
종 료

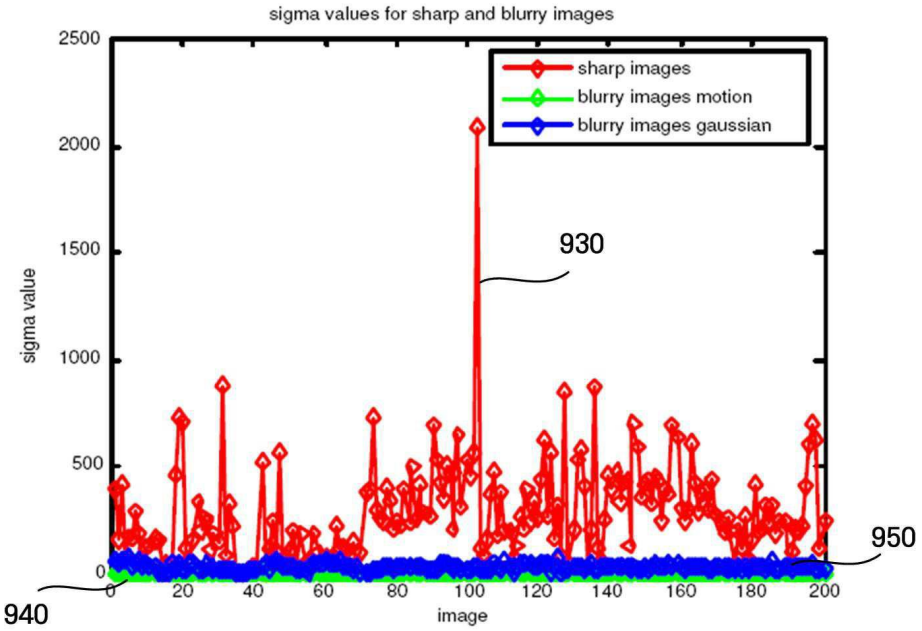
도면8


800
810
820
830
840
화상 입력 모듈
화상 에러 검사 모듈
화상 처리 제어 모듈
화상 출력 모듈
저장 모듈
850

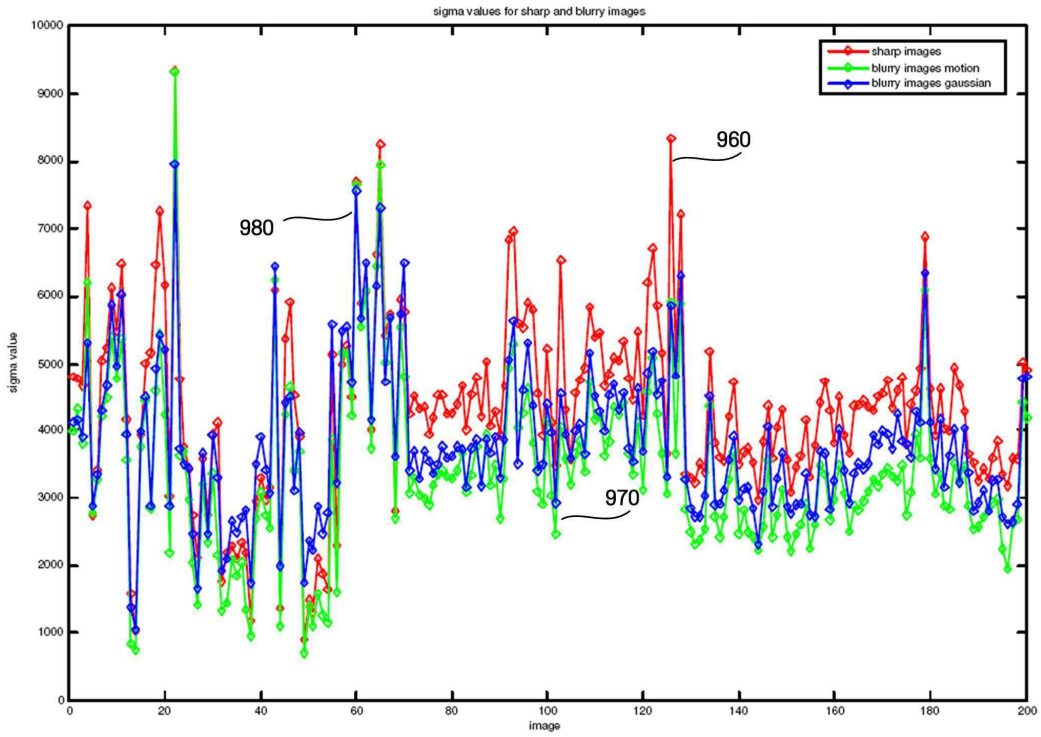
도면9a


sigma values for sharp and blurry images
sharp images
blurry images
sigma value
image
910
920
0
100
200
300
400
500
600
700
800
10
20
30
40
50
60
70

도면9b


sigma values for sharp and blurry images
sharp images
blurry images motion
blurry images gaussian
sigma value
image
930
940
950

도면9c


sigma values for sharp and blurry images
sharp images
blurry images motion
blurry images gaussian
sigma value
image
960
980
970