



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0111768

(43) 공개일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 19/117 (2014.01)

(21) 출원번호 10-2014-0035540

(22) 출원일자 2014년03월26일

심사청구일자 2014년03월26일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)

(72) 발명자

권오설

경상남도 김해시 율하2로 87, 511동 1003호 (율하동, 모아미래도 아파트)

(74) 대리인

김종선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치 및 방법

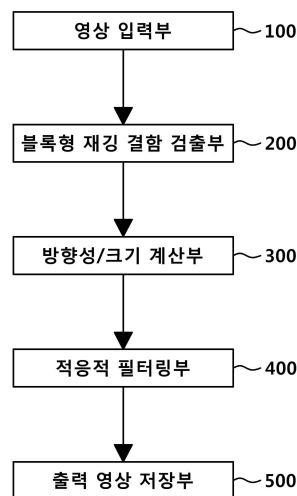
(57) 요약

본 발명은 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 장치는 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 블록형 재깅 결함 검출부와, 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 방향성/크기 계산부 및 상기 계산된 방향성과 크기에 따라 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 제거하는 적응적 필터링부를 포함하여 구성된다.

본 발명에 따르면, 양한 코덱에 대한 압축 및 해상도 변경시 발생하는 블록형 결함을 효과적으로 제거할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345192644

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원

연구과제명 차세대 OLED 디스플레이 기반 3D 스마트 TV를 위한 화질 개선 알고리즘 개발

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013-E-7232-010108

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업

연구과제명 차량용 카메라의 화질 평가 알고리즘 및 시스템 개발

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 LINC사업단

연구기간 2013.05.09 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model)과 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치에 있어서,

입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 블록형 재깅 결함 검출부;

상기 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 방향성/크기 계산부; 및

상기 계산된 방향성과 크기에 따라 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 제거하는 적응적 필터링부를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 블록형 재깅 결함 검출부는

상기 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 상기 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 압축 방법 검출부;

상기 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 상기 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 은닉 마코프 모델 적용부;

상기 은닉 마코프 모델 적용부에 의해 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 나타내는 맵 추정부; 및

상기 맵 추정부에 의해 추정된 맵 형태로 상기 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 저장하는 블록형 재깅 결함 영역 저장부를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 방향성/크기 계산부는

상기 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 주성분 분석부;

상기 적용된 주성분 분석을 통해 상기 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 방향/고유값 계산부; 및

상기 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블을 이용하여 변환하는 룩업 테이블 변환부를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 적응적 필터링부는

상기 룩업 테이블을 참조하여 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 룩업 테이블 적용부;

상기 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을 적용하여 블록형 재깅 결함을 제거하는 블록형 재깅 결함 제거부; 및

상기 적응적 필터링의 결과에 따라 출력 영상을 생성하는 출력 영상 생성부를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 적응적 필터링에 적용되는 필터의 크기는 상기 압축 방법에 따라 가변적으로 적용되는 것을 특징으로 하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치.

청구항 6

은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model)과 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법에 있어서,

입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 블록형 재깅 결함 검출 단계;

상기 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 방향성/크기 계산 단계; 및
상기 계산된 방향성과 크기에 따라 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 제거하는 적응적 필터링 단계를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 블록형 재깅 결함 검출 단계는

상기 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 상기 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 압축 방법 검출 단계;

상기 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 상기 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 은닉 마코프 모델 적용 단계;

상기 은닉 마코프 모델 적용 단계에서 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 나타내는 맵 추정 단계; 및

상기 맵 추정 단계에서 추정된 맵 형태로 상기 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 저장하는 블록형 재깅 결함 영역 저장 단계를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 방향성/크기 계산 단계는

상기 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 주성분 분석 단계;

상기 적용된 주성분 분석을 통해 상기 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 방향/고유값 계산 단계; 및

상기 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블을 이용하여 변환하는 룩업 테이블 변환 단계를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적응적 필터링 단계는

상기 룩업 테이블을 참조하여 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 룩업 테이블 적용 단계;

상기 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을 적용하여 블록형 재깅 결함을 제거하는 블록형 재깅 결함 제거 단계; 및

상기 적응적 필터링의 결과에 따라 출력 영상을 생성하는 출력 영상 생성 단계를 포함하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적응적 필터링에 적용되는 필터의 크기는 상기 압축 방법에 따라 가변적으로 적용되는 것을 특징으로 하는, 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 영상의 블록형 재깅 결함을 제거하는 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 다양한 코덱에 대한 압축 및 해상도 변경시 발생하는 블록형 결함을 제거함으로써 영상의 화질을 향상하는 방법에 관한 것으로서, 은닉 마코프 모델을 이용하여 블록형 결함을 검출하고 이에 따라 검출된 블록형 결함을 주성분 분석에 기반한 적응적인 필터링 방법을 이용하여 제거함으로써 화질을 향상시키는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

초고속인터넷과 같은 고속통신망을 통해 기존의 방송신호와 같은 멀티미디어 콘텐츠를 수동적으로 받아들이던 시대를 지나, 최근 일반 사용자가 직접 사용자 제작 콘텐츠(User-Created Contents, UCC)로 생산 및 배포하는 경향이 뚜렷해지고 있다. 그러나 데이터의 저장 및 전송의 문제로 인해 재생산되는 UCC 콘텐츠들은 제한된 해상도를 가지고 있으며, 이는 원영상에 비해 작은 정보량을 포함한다. 이를 원 영상으로 복원할 때, 일부 에지(edge) 영역에서 계단 모양의 결함이 발생하는데 이를 블록형 결함(Jagged-Blocking Artifacts)라고 한다. 이를 보상하기 위하여 텔레비전 및 영상시스템에서는 보간법과 같은 방법을 이용함으로써 이러한 결함을 보정을 하였다. 도 1에 해상도 변환 과정에서 발생하는 재깅 결함이 개시되어 있다.

[0003]

블록형 결함을 보정하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다. 방향성 보간법(Directional interpolation)은 가로 방향과 세로 방향을 함께 고려하는 2차원 보간법으로써, 영상에서 에지(edge)의 방향을 고려하여 재깅 결함을 억제하면서 해상도를 변화시키는 방법이다. Li는 지역적인 공분산을 이용하여 보간 계수를 계산하였으며, Morse는 화소값을 변화시키면서 윤곽선을 부드럽게 하는 Level Set 알고리즘 제안하였다. 또한 Kwon은 방향성 및 크기를 주성분 분석을 통해 재깅 결함을 제거하는 방법(Jagging Artifacts Free Interpolation, JAFI)을 제안하였다. 그러나, 이러한 방법들은 해상도 변환에 의해서 발생하는 재깅 결함을 제거할 수 있을 뿐이고, 해상도 변화 뿐만 아니라 다양한 코덱 기반의 영상에서 발생하는 블록 형태의 결함을 처리하는데 한계를 나타낸다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004]

(특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2011-0127798호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

본 발명은 다양한 코덱에 대한 압축 및 해상도 변경시 발생하는 블록형 결함을 효과적으로 제거할 수 있는 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0006]

보다 구체적으로, 본 발명은 블록형 재깅 결함을 검출하기 위해 은닉 마코프 모델을 이용하고, 이와 함께 검출된 블록형 결함을 제거하기 위하여 방향성에 따른 적응적 필터링을 적용함으로써 압축 및 해상도 변환시 발생하는 화질 열화를 방지하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0007]

이러한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model)과 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치는 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용

하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 블록형 재깅 결함 검출부와, 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 방향성/크기 계산부 및 상기 계산된 방향성과 크기에 따라 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 제거하는 적응적 필터링부를 포함하여 구성된다.

[0008] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치에 있어서, 상기 블록형 재깅 결함 검출부는 상기 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 상기 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 압축 방법 검출부와, 상기 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 상기 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 은닉 마코프 모델 적용부와, 상기 은닉 마코프 모델 적용부에 의해 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 나타내는 맵 추정부 및 상기 맵 추정부에 의해 추정된 맵 형태로 상기 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 저장하는 블록형 재깅 결함 영역 저장부를 포함하여 구성된다.

[0009] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치에 있어서, 상기 방향성/크기 계산부는 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 주성분 분석부와, 상기 적용된 주성분 분석을 통해 상기 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 방향/고유값 계산부 및 상기 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블을 이용하여 변환하는 룩업 테이블 변환부를 포함하여 구성된다.

[0010] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치에 있어서, 상기 적응적 필터링부는 상기 룩업 테이블을 참조하여 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 룩업 테이블 적용부와, 상기 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을 적용하여 블록형 재깅 결함을 제거하는 블록형 재깅 결함 제거부 및 상기 적응적 필터링의 결과에 따라 출력 영상을 생성하는 출력 영상 생성부를 포함하여 구성된다.

[0011] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치에 있어서, 상기 적응적 필터링에 적용되는 필터의 크기는 상기 압축 방법에 따라 가변적으로 적용되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model)과 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법은 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 블록형 재깅 결함 검출 단계와, 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 방향성/크기 계산 단계 및 상기 계산된 방향성과 크기에 따라 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 제거하는 적응적 필터링 단계를 포함하여 구성된다.

[0013] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법에 있어서, 상기 블록형 재깅 결함 검출 단계는 상기 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 상기 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 압축 방법 검출 단계와, 상기 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 상기 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 은닉 마코프 모델 적용 단계와, 상기 은닉 마코프 모델 적용 단계에서 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 나타내는 맵 추정 단계 및 상기 맵 추정 단계에서 추정된 맵 형태로 상기 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 저장하는 블록형 재깅 결함 영역 저장 단계를 포함하여 구성된다.

[0014] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법에 있어서, 상기 방향성/크기 계산 단계는 상기 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 주성분 분석 단계와, 상기 적용된 주성분 분석을 통해 상기 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 방향/고유값 계산 단계 및 상기 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블을 이용하여 변환하는 룩업 테이블 변환 단계를 포함하여 구성된다.

[0015] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법에 있어서, 상기 적응적 필터링 단계는 상기 룩업 테이블을 참조하여 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 룩업 테이블 적용 단계와, 상기 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을 적용하여 블록형 재깅 결함을 제거하는 블록형 재깅 결함 제거 단계 및 상기 적응적 필터링의 결과에 따라 출력 영상을 생성하는 출력 영상 생성 단계를 포함하여 구성된다.

[0016] 본 발명에 따른 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 방법에 있어서, 상기 적응적 필터링에 적용되는 필터의 크기는 상기 압축 방법에 따라 가변적으로 적용되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 다양한 코덱에 대한 압축 및 해상도 변경시 발생하는 블록형 결함을 효과적으로 제거할 수

있는 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치 및 방법이 제공되는 효과가 있다.

[0018] 보다 구체적으로, 블록형 재깅 결함을 검출하기 위해 은닉 마코프 모델을 이용하고, 이와 함께 검출된 블록형 결함을 제거하기 위하여 방향성에 따른 적응적 필터링을 적용함으로써 압축 및 해상도 변환시 발생하는 화질 열화를 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 재깅 결함 제거를 위한 종래의 방식에 따르면, 블록형 재깅 결함을 검출하는 과정이 생략됨으로써 필터링 과정시 불필요한 화질 열화가 발생하는 문제가 있었다.

[0020] 그러나 본 발명에 따르면, 블록형 재깅 검출 과정을 통해 불필요한 영역에서 필터링을 수행할 필요가 없으며 하드웨어 구현시 연산처리를 위한 시간이 단축되는 효과가 있다.

[0021] 또한 본 발명에 따르면, 블록형 재깅 검출 후 검출된 영역에 대해 방향성에 기반한 적응적인 필터링을 수행함으로써 블록형 결함 제거의 정확도를 높이고 더 나아가 화질을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 해상도 변환 과정에서 발생하는 재깅 결함을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치에 포함된 블록형 재깅 결함 검출부의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치에 포함된 방향성/크기 계산부의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치에 포함된 적응적 필터링부의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법에 포함된 블록형 재깅 결함 검출 단계의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법에 포함된 방향성/크기 계산 단계의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법에 포함된 적응적 필터링 단계의 구성의 예를 나타낸 도면이다.

도 10과 도 11은 Morse 방법, 선형보간법 및 본 실시 예에 따른 방법에 있어서의 재깅 결함 제거 결과를 상호 비교하여 나타낸 도면이다.

도 12과 도 13은 입력 영상 및 이 입력 영상에 대하여 본 실시 예가 적용된 출력 영상을 상호 비교하여 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명의 실시 예를 설명하기에 앞서 본 발명의 주요 부분인 주성분 분석(principal component analysis)을 통한 재깅 결함 제거 및 은닉 마코프 모델(hidden markov model)을 이용한 블록 재깅 결함 검출에 대하여 설명한다.

[0024] <주성분 분석을 이용한 재깅 결함 제거>

[0025] 주성분 분석 방법은 데이터 분석과 압축에 널리 이용되는 통계적인 방법이다. 이 방법에 의하면 고차원의 데이터를 정사(projection)를 통해 저차원의 데이터로 변환할 수 있다.

[0026] 만약 어떤 문제에 대한 차원을 감소시키려면 많은 정보를 소실하지 않으면서 변수들의 수를 감소시키기를 원할 것이다. 이것은 몇 개의 중요한 성분만을 사용함으로써 가능하다. 주성분 분석은 변수의 수를 감소시킬 뿐만 아니라 주성분들 간의 상호 연관성이 없으므로 매우 유용하게 사용된다. 그러므로 주성분 분석을 이용할 경우 복잡한 상호연관성을 가지는 많은 수의 원시변수들을 분석하는 대신에, 상호연관성이 없는 적은 수의 주성분을 분

석함으로써 문제를 해결할 수 있다.

[0027] 주어진 자료를 X 라 놓고, n 개의 관찰된 표본이 있다면 X 를 다음 수학식 1과 같이 정의할 수 있다.

수학식 1

[0028]
$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$$

[0029] 이때 X 의 각 표본 x_i 는 다음 수학식 2와 같이 해당 표본을 구성하는 m 개의 데이터로 구성된다.

수학식 2

[0030]
$$x_i = [x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(m)]^T$$

[0031] 이때 T 는 행렬의 전치(Transpose)를 나타낸다. 영상의 경우, 이때의 m 의 값은 해당 화소 수가 될 것이며 1차원 벡터로 표현할 수 있다. 다음으로 X 의 평균을 구한 후 X 의 각 행의 값의 평균을 0으로 만들어 준다.

수학식 3

[0032]
$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

수학식 4

[0033]
$$\Phi = X - \bar{X}$$

[0034] 이때 주요 축들은 공분산 행렬의 고유 벡터값들이며, 해당 고유값들은 각 축의 분산을 나타낸다. 첫째 주요 축은 최대의 분산값을 가지고, 두 번째 주요 축은 첫 번째 축에 수직하며 그 다음으로 큰 값을 가진다. 이러한 방법으로 나머지 축들이 구성된다. 따라서 공분산 행렬 C 의 고유벡터와 고유값을 구한 후에 고유값을 크기에 따라 정렬하고 고유벡터도 해당 고유값의 위치대로 정렬한다. 일반적으로 후 순위의 작은 값을 가지는 고유값들은 기여도가 낮기 때문에 이를 버릴 수 있다. 이를 통해 입력 데이터의 차원을 줄일 수 있다.

수학식 5

[0035]
$$C = \frac{1}{n} \Phi \Phi^T$$

[0036] 주성분 분석을 통해 데이터를 표현하는 방법은 다음과 같다. 먼저 주성분 분석을 이용하여 표현되는 데이터를 R 이라 하면, R 의 각 행이 원래 데이터의 표본에 매칭된다. 위에서 언급한 고유벡터가 열에 들어있는 행렬을 V 라고 하였을 때 데이터 R 은 다음 수학식 6을 통해 구할 수 있다.

수학식 6

$$R = X^T V$$

[0037]

[0038] 고유벡터 V 가 대칭적이고, 직교 정규화되어 있으므로 $V^T V = I$ 의 성질을 가지며, 역으로 데이터를 변환하는 것은 다음 수학식 7과 같이 구할 수 있다.

수학식 7

$$X^T = R V^T$$

[0039]

[0040] 이후 상세히 설명하겠지만 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깁 결함 제거 방법을 나타낸다. 도 6을 참조하여 본 실시 예를 간략히 설명하면, 먼저 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록 결함 발생이 예상되는 영역을 검출한다. 검출된 영역에 대하여 그래디언트(gradient)와 2차원 특징(features)을 추출한다. 추출된 2차원 특징을 SVD(Singular Value Decomposition)를 적용함으로써 방향성과 그에 해당하는 방향성의 크기를 계산한다. 마지막으로 결함 방향에 따라 가중치를 두어 새로운 화소를 계산한다. 다음으로 블로 결함을 검출하기 위한 은닉 마코프 모델 방법을 설명한다.

[0041] <은닉 마코프 모델을 이용한 블록 재깁 결함 검출>

[0042] HMMF(Hidden Markov Random Field)는 관측이 불가능한 상태를 관측이 가능한 상태로 추정하는 이중 확률처리 모델이고, EM(Expectation Maximization) 알고리즘은 보이지 않는 잠재변수에 의존하는 확률모델에서 변수의 최대 우도 추정치를 찾는 알고리즘이다. 기존의 방법에는 따르면, 영상의 해상도를 변경하거나 블록 코딩을 하는 과정에서, 영상에 블록 결함이 발생한다. 이때 경계면 영역에서 HMMF-EM 알고리즘을 적용하여 블록 현상을 미리 검출할 수 있다. 본 발명에 적용된 HMMF-EM 알고리즘은 다음과 같다.

[0043] y_i 를 각 화소의 밝기로 하는 입력 영상 $y = (y_1, \dots, y_N)$ 이 있다. HMMF를 이용해 labels $x = (x_1, \dots, x_n)$ 의 배열을 추론한다. $x_i \in L$ 이며 L 은 labels의 모든 가능한 수이다.

수학식 8

$$x^* = \underset{\chi}{\operatorname{argmax}} [P(y|x, \Theta)P(x)]$$

[0044]

[0045] 사전 확률 $P(x)$ 는 Gibbs 분포이며, 공동 우도 확률은 다음 수학식 9와 같이 표현된다.

수학식 9

$$\begin{aligned} P(y|x, \Theta) &= \prod_i P(y_i | \chi, \Theta) \\ &= \prod_i P(y_i | x_i, \Theta_{x_i}) \end{aligned}$$

[0046]

[0047] 수학식 9에서 $P(y_i | x_i, \Theta_{x_i})$ 는 변수 $\Theta_{x_i} = (\mu_{x_i}, \sigma_{x_i})$ 의 가우시안 분포이다. $\Theta = [\Theta_l | l \in L]$ 은

EM 알고리즘을 이용해 얻은 변수 집합이다. 변수 집합을 구한 후, $\Theta_l = (\mu_l, \sigma_l)$ 변수를 이용해 가우시안 분포 함수 $G(z; \Theta_l)$ 를 나타내면 다음 수학적 식 10과 같다.

수학적 식 10

$$G(z; \Theta_l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_l^2}} \left(-\frac{(z - \mu_l)^2}{2\sigma_l^2} \right)$$

HMMF-EM 알고리즘을 적용하기 위해서는 2가지의 가정이 필요하다. 첫 번째로, 이전 확률 분포를 다음 수학적 식 11과 같이 가정한다.

수학적 식 11

$$P(x) = \frac{1}{Z} \exp(-U(x))$$

수학적 식 11에서 $U(x)$ 는 이전 에너지 함수이다. 두 번째 가정은 다음 수학적 식 12와 같다.

수학적 식 12

$$\begin{aligned} P(y|x, \Theta) &= \prod_i P(y_i|x_i, \Theta_{x_i}) \\ &= \prod_i G(y_i; \Theta_{x_i}) \\ &= \frac{1}{Z} \exp(-U(y|x)) \end{aligned}$$

이 두 가지 가정을 이용하여 HMMF-EM 알고리즘을 정의한다. 처음으로 초기 변수 $\Theta^{(0)}$ 를 설정한다. 그리고 확률 분포 $P^{(t)}(y_i|x_i, \Theta_{x_i})$ 를 계산한다. 설정해 두었던 $\Theta^{(0)}$ 를 이용하여 labels를 계산한다. 이 계산과정에서 맵 추정(MAP Estimation)을 이용한다.

수학적 식 13

$$\begin{aligned} x^{(t)} &= \operatorname{argmax}_{x \in \chi} [P(y|x, \Theta^{(t)}) P(x)] \\ &= \operatorname{argmin}_{x \in \chi} [U(y|x, \Theta^{(t)}) + U(x)] \end{aligned}$$

[0055] 다음으로, 모든 $l \in L$ 과 모든 화소 y_i 의 사후 분포를 계산한다.

수학식 14

[0056]

$$P^{(t)}(l|y_i) = \frac{G(y_i; \Theta_l) P(l|x_{N_i}^{(t)})}{P^{(t)}(y_i)}$$

[0057] $x_{N_i}^{(t)}$ 는 x_i 의 이웃 구성이다.

수학식 15

[0058]

$$P^{(t)}(y_i) = \sum_{l \in L} G(y_i; \Theta_l) P(l|x_{N_i}^{(t)})$$

수학식 16

[0059]

$$P(l|x_{N_i}^{(t)}) = \frac{1}{Z} \exp\left(-\sum_{j \in N_i} V_c(l, x_j^{(t)})\right)$$

[0060] 마지막으로, $P^{(t)}(l|y_i)$ 을 이용하여 변수를 갱신하면 다음 수학식 17과 18을 얻을 수 있다.

수학식 17

[0061]

$$P(l|x_{N_i}^{(t)}) = \frac{1}{Z} \exp\left(-\sum_{j \in N_i} V_c(l, x_j^{(t)})\right)$$

수학식 18

[0062]

$$[\sigma_l^{(t+1)}]^2 = \frac{\sum_i P^{(t)}(l|y_i) (y_i - \mu_l^{(t+1)})^2}{\sum_i P^{(t)}(l|y_i)}$$

[0063] i 번째 화소가 블록의 경계선이면 $z_i = 1$, 그렇지 않으면 $z_i = 0$ 인 이진 블록 검출 맵을 다음 수학식 19와 같이 생성할 수 있다.

수학식 19

$$x_i^{(k+1)} = \underset{l \in L}{\operatorname{argmin}} \left[U(y_i | l) + \sum_{j \in N_i, z_j = 0} V_c(l, x_j^{(k)}) \right]$$

[0064]

[0065]

이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다.

[0066]

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치를 나타낸 도면이다.

[0067]

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 은닉 마코프 모델(Hidden Markov Model)과 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치는 블록형 재깅 결함 검출부(200), 방향성/크기 계산부(300) 및 적응적 필터링부(400)를 포함하여 구성된다.

[0068]

블록형 재깅 결함 검출부(200)는 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 기능을 수행한다.

[0069]

예를 들어, 블록형 재깅 결함 검출부(200)는 도 3에 개시된 바와 같이, 압축 방법 검출부(210), 은닉 마코프 모델 적용부(220), 맵 추정부(230) 및 블록형 재깅 결함 영역 저장부(240)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0070]

압축 방법 검출부(210)는 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 기능을 수행한다.

[0071]

은닉 마코프 모델 적용부(220)는 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 기능을 수행한다. 은닉 마코프 모델에 대해서는 앞서 상세히 설명하였으며, 본 실시 예에 포함된 은닉 마코프 모델 적용부(220)는 블록형 재깅 결함이 발생한 영역에 대한 정보를 출력한다.

[0072]

맵 추정부(230)는 은닉 마코프 모델 적용부(220)에 의해 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 제공하는 기능을 수행한다.

[0073]

블록형 재깅 결함 영역 저장부(240)는 은닉 마코프 모델 적용부(220)에 의해 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 추정부(230)에 의해 추정된 맵 형태로 메모리 공간에 저장하는 기능을 수행한다.

[0074]

방향성/크기 계산부(300)는 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 기능을 수행한다.

[0075]

예를 들어, 방향성/크기 계산부(300)는 도 4에 개시된 바와 같이, 검출 블록 재깅 입력부(310), 주성분 분석부(320), 방향/고유값 계산부(330) 및 룩업 테이블 변환부(340)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0076]

검출된 블록형 재깅 결함 영역이 검출 블록 재깅 입력부(310)를 통해 반영된다.

[0077]

주성분 분석부(320)는 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 기능을 수행한다.

[0078]

방향/고유값 계산부(330)는 주성분 분석부(320)에 의해 적용된 주성분 분석을 통해 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 기능을 수행한다.

[0079]

룩업 테이블 변환부(340)는 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블(Look-up Table)의 형태로 변환하는 기능을 수행한다.

[0080]

적응적 필터링부(400)는 방향성/크기 계산부(300)에 의해 계산된 방향성과 크기에 따라 블록형 재깅 결함 검출부(200)에 의해 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용함으로써 결함 영역을 제거하는 기능을 수행한다.

[0081]

예를 들어, 적응적 필터링부(400)는 도 5에 개시된 바와 같이, 룩업 테이블 적용부(410), 블록형 재깅 결함 제거부(420) 및 출력 영상 생성부(430)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0082]

룩업 테이블 적용부(410)는 룩업 테이블을 참조하여 블록 재깅의 방향성과 크기에 따라 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 기능을 수행한다.

[0083]

블록형 재깅 결함 제거부(420)는 룩업 테이블 적용부(410)에 의해 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을

적용하여 블록형 재깅 결함을 제거하는 기능을 수행한다. 이때 적용되는 필터의 크기는 압축 방법에 따라 가변적으로 적용될 수 있다. 압축 방법은 압축 방법 검출부(210)에 의해 입력 영상의 헤더 파일을 참조하여 검출된다.

- [0084] 출력 영상 생성부(430)는 적응적 필터링의 결과를 이용하여 최종적으로 새로운 출력 영상을 생성하는 기능을 수행하며, 이 출력 영상은 출력 영상 저장부(500)에 의해 소정의 메모리 공간에 저장된다.
- [0085] 이하에서는 도 6 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 장치의 구체적인 동작의 예 및 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법에 대하여 설명한다.
- [0086] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법을 나타낸 도면이다.
- [0087] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 블록형 재깅 결함 제거 방법은 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200), 방향성/크기 계산 단계(S300) 및 적응적 필터링 단계(S400)를 포함하여 구성된다.
- [0088] 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200)에서는, 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하여 블록형 재깅 결함(Jagged-Blocking Artifact)을 검출하는 과정이 수행된다.
- [0089] 예를 들어, 이러한 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200)는, 도 7에 개시된 바와 같이, 압축 방법 검출 단계(S210), 은닉 마코프 모델 적용 단계(S220), 맵 추정 단계(S230) 및 블록형 재깅 결함 영역 저장 단계(S240)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0090] 압축 방법 검출 단계(S210)에서는, 입력 영상의 헤더 정보를 참조하여 입력 영상의 압축 방법을 검출하는 과정이 수행된다.
- [0091] 은닉 마코프 모델 적용 단계(S220)에서는, 입력 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 검출하기 위하여 입력 영상에 은닉 마코프 모델을 적용하는 과정이 수행된다.
- [0092] 맵 추정 단계(S230)에서는, 은닉 마코프 모델 적용 단계(S220)에서 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 형태로 추정하여 나타내는 과정이 수행된다.
- [0093] 블록형 재깅 결함 영역 저장 단계(S240)에서는, 검출된 블록형 재깅 결함 영역을 맵 추정 단계(S230)에서 추정된 맵 형태로 저장하는 과정이 수행된다.
- [0094] 방향성/크기 계산 단계(S300)에서는, 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200)에서 검출된 블록형 재깅 결함에 주성분 분석을 적용하여 방향성과 크기를 계산하는 과정이 수행된다.
- [0095] 예를 들어, 이러한 방향성/크기 계산 단계(S300)는, 도 8에 개시된 바와 같이, 주성분 분석 단계(S320), 방향/고유값 계산 단계(S330) 및 룩업 테이블 변환 단계(S340)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0096] 주성분 분석 단계(S320)에서는, 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200)에서 검출된 블록형 재깅 결함에 대해 주성분 분석을 적용하는 과정이 수행된다.
- [0097] 방향/고유값 계산 단계(S330)에서는, 주성분 분석 단계(S320)에서 적용된 주성분 분석을 통해 상기 검출된 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값을 계산하는 과정이 수행된다.
- [0098] 룩업 테이블 변환 단계(S340)에서는, 방향/고유값 계산 단계(S330)에서 계산된 방향 및 고유값을 룩업테이블의 형태로 변환하는 과정이 수행된다.
- [0099] 적응적 필터링 단계(S400)에서는, 방향성/크기 계산 단계(S300)에서 계산된 방향성과 크기에 따라 블록형 재깅 결함 검출 단계(S200)에서 검출된 블록형 재깅 결함에 적응적 필터링을 적용하여 검출된 결함 영역을 제거하는 과정이 수행된다.
- [0100] 예를 들어, 이러한 적응적 필터링 단계(S400)는, 도 9에 개시된 바와 같이, 룩업 테이블 적용 단계(S410), 블록형 재깅 결함 제거 단계(S420) 및 출력 영상 생성 단계(S430)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0101] 룩업 테이블 적용 단계(S410)에서는, 블록형 재깅 결함의 방향 및 고유값이 저장된 룩업 테이블을 참조하여 결정된 블록형 재깅 결함의 방향과 크기를 적용하는 과정이 수행된다.
- [0102] 블록형 재깅 결함 제거 단계(S420)에서는, 결정된 방향 및 크기에 따라 적응적 필터링을 적용하여 영상에 포함되어 있는 블록형 재깅 결함을 제거하는 과정이 수행된다.

[0103] 출력 영상 생성 단계(S430)에서는, 적응적 필터링의 결과에 따라 재깅 결함이 제거된 새로운 출력 영상을 생성하는 과정이 수행되며, 이 출력 영상은 소정의 메모리 공간에 저장된다.

[0104] 이하에서는 도 10 내지 도 13을 참조하여 본 실시 예에 대한 실험 결과를 설명한다.

[0105] 실험은 정량적인 평가와 정성적인 평가를 위하여 두 부분으로 진행하였다. 먼저 정량적인 평가를 위해 도 10의 표준 차트를 사용하였다. 도 10에 표시된 3개의 영역을 각각 원 영상으로 정의하고, 이들을 축소하여 도 11에 개시된 바와 같은 3개의 샘플 영상을 만들었다.

[0106] 이 영상들을 대상으로 선형 보간법과 Morse 방법 및 본 실시 예에 따른 방법을 적용하여 영상을 복원한 후 PSNR(Peak Signal-to-noise ratio)을 비교하여 다음 표 1과 같은 결과를 얻었다.

표 1

이미지	Morse	JAFI	본 실시 예
circle	22.34 dB	22.48 dB	22.63 dB
square	26.50 dB	26.87 dB	27.15 dB
half-circles	25.62 dB	25.75 dB	25.93 dB

[0108] 표 1을 통해, 본 실시 예에 따른 방법이 기존 방법에 비해 PSNR이 높게 계산되는 것을 알 수 있으며, 이 결과는 영상의 크기 변환시 발생하는 재깅 결함이 효과적으로 억제되었다는 것을 나타낸다.

[0109] 다음으로 실제 영상을 대상으로 결과 영상을 비교해 보았다.

[0110] 도 12에 개시된 영상의 해상도는 480×368로써 FHD 영상에 비하여 약 10배 이상 낮은 해상도의 영상이다. 이러한 영상을 FHD 화면으로 보게 되면 필연적으로 블록 재깅이 발생한다. 도 12의 (a)의 윗부분의 선 형태를 갖는 조명 부분에서 블록 재깅이 발생하며 이는 도 12의 (c)에서 잘 확인할 수 있다. 이것은 FHD 화면을 캡처한 것으로 상용 기술에 삽입되어 있는 선형 보간 방법으로 해결할 수 없다. 그러나 도 12의 (b) 및 이를 확대한 도 12의 (d)를 통해 알 수 있듯이 본 실시 예에 따르면 블록 재깅 문제를 해결할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0111] 도 13은 MPEG2로 압축되어 있으며 해상도는 864×480의 SD급 영상이다. 이 영상에서도 어깨 부분에 블록 재깅이 발생한 것을 도 13의 (c)에서 확인할 수 있으나, 본 실시 예에 따르면 도 13의 (d)에서와 같이 이를 제거한 영상을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0112] 기존의 필터링 적용은 영상 전체에 수행되기 때문에 블록 재깅이 없는 영역에도 블러링(blurring) 현상이 발생할 수 있으며, 블록 재깅이 존재하는 영역에서도 효과적인 필터링이 어려웠다. 그러나, 본 실시 예는 먼저 HMRF를 이용하여 블록 재깅을 검출하기 때문에 전체적인 디테일은 손상되지 않는 장점이 있으며, 블록 재깅의 방향 및 크기에 따라 적응적인 필터링을 수행함으로써 효과적으로 블록 재깅을 제거할 수 있다.

[0113] 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 다양한 코텍에 대한 압축 및 해상도 변경시 발생하는 블록형 결함을 효과적으로 제거할 수 있는 은닉 마코프 모델과 주성분 분석을 이용한 블록형 재깅 결함 제거 장치 및 방법이 제공되는 효과가 있다.

[0114] 보다 구체적으로, 블록형 재깅 결함을 검출하기 위해 은닉 마코프 모델을 이용하고, 이와 함께 검출된 블록형 결함을 제거하기 위하여 방향성에 따른 적응적 필터링을 적용함으로써 압축 및 해상도 변환시 발생하는 화질 열화를 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0115] 재깅 결함 제거를 위한 종래의 방식에 따르면, 블록형 재깅 결함을 검출하는 과정이 생략됨으로써 필터링 과정시 불필요한 화질 열화가 발생하는 문제가 있었다.

[0116] 그러나 본 발명에 따르면, 블록형 재깅 검출 과정을 통해 불필요한 영역에서 필터링을 수행할 필요가 없으며 하드웨어 구현시 연산처리를 위한 시간이 단축되는 효과가 있다.

[0117] 또한 본 발명에 따르면, 블록형 재깅 검출 후 검출된 영역에 대해 방향성에 기반한 적응적인 필터링을 수행함으로써 블록형 결함 제거의 정확도를 높이고 더 나아가 화질을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0118]

이상에서 본 발명에 대한 기술사상을 첨부된 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 본 발명의 기술사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

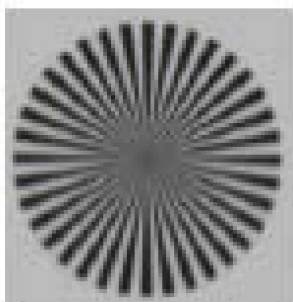
부호의 설명

[0119]

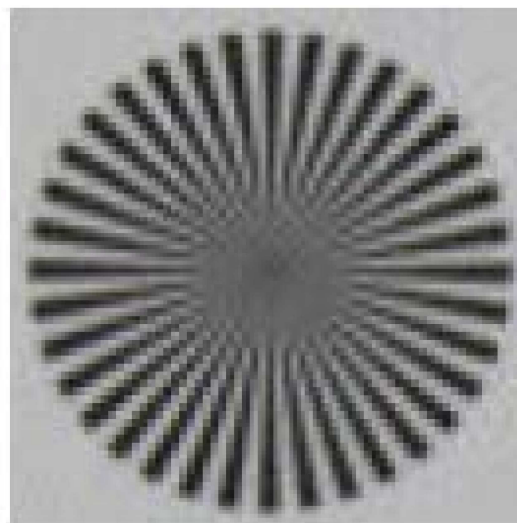
100: 영상 입력부 200: 블록형 재깅 결함 검출부
 210: 압축 방법 검출부 220: 은닉 마코프 모델 적용부
 230: 맵 추정부 240: 블록형 재깅 결함 영역 저장부
 300: 방향성/크기 계산부 310: 검출 블록 재깅 입력부
 320: 주성분 분석부 330: 방향/고유값 계산부
 340: 록업 테이블 변환부 400: 적응적 필터링부
 410: 록업 테이블 적용부 420: 블록형 재깅 결함 제거부
 430: 출력 영상 생성부 500: 출력 영상 저장부
 S200: 블록형 재깅 결함 검출 단계 S300: 방향성/크기 계산 단계
 S400: 적응적 필터링 단계 S210: 압축 방법 검출 단계
 S220: 은닉 마코프 모델 적용 단계 S230: 맵 추정 단계
 S240: 블록형 재깅 결함 영역 저장 단계
 S320: 주성분 분석 단계 S330: 방향/고유값 계산 단계
 S340: 록업 테이블 변환 단계 S410: 록업 테이블 적용 단계
 S420: 블록형 재깅 결함 제거 단계 S430: 출력 영상 생성 단계

도면

도면1

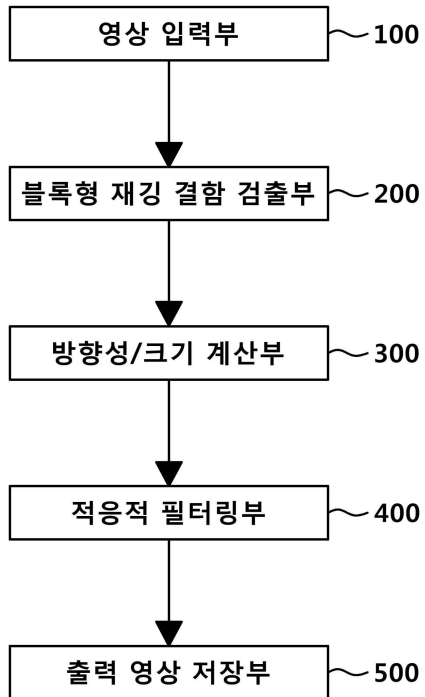


(a)

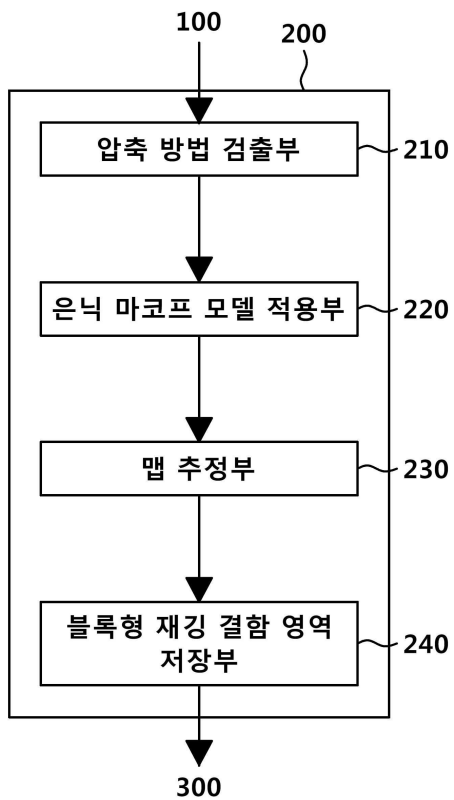


(b)

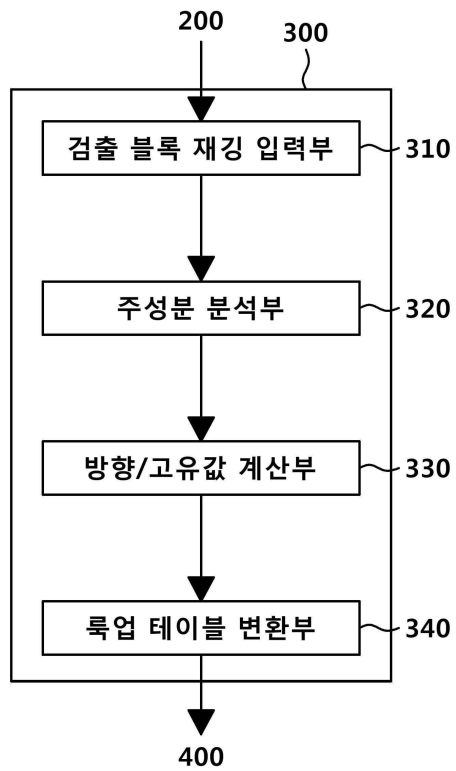
도면2



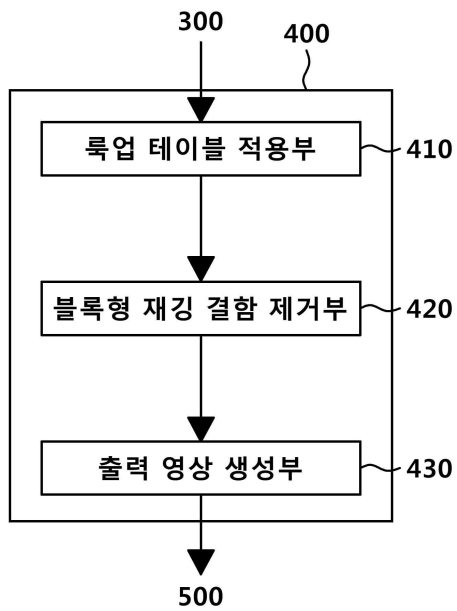
도면3



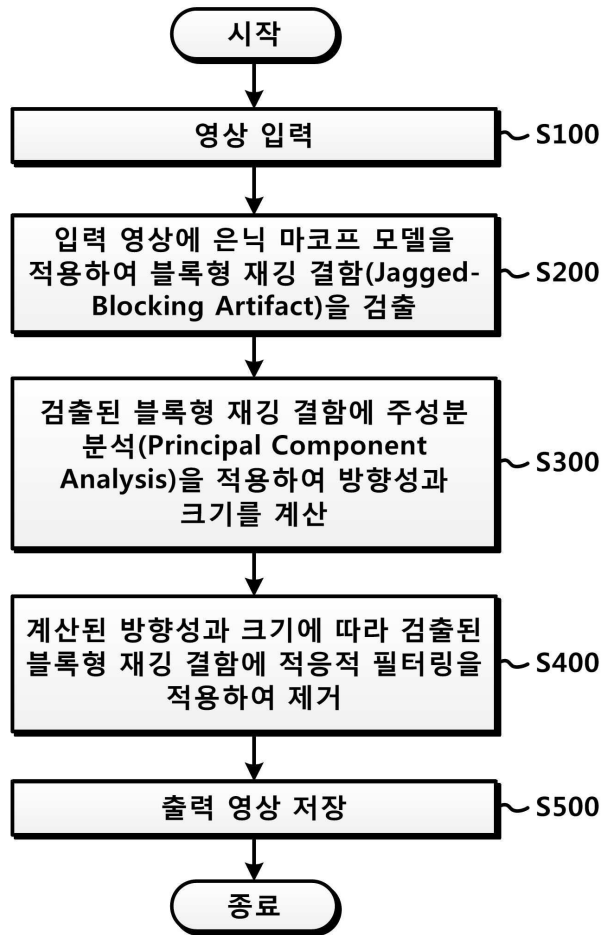
도면4



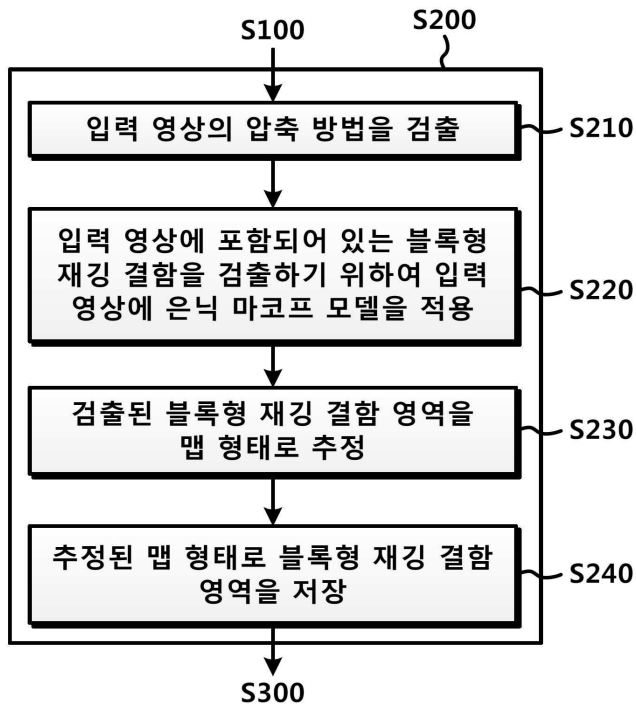
도면5



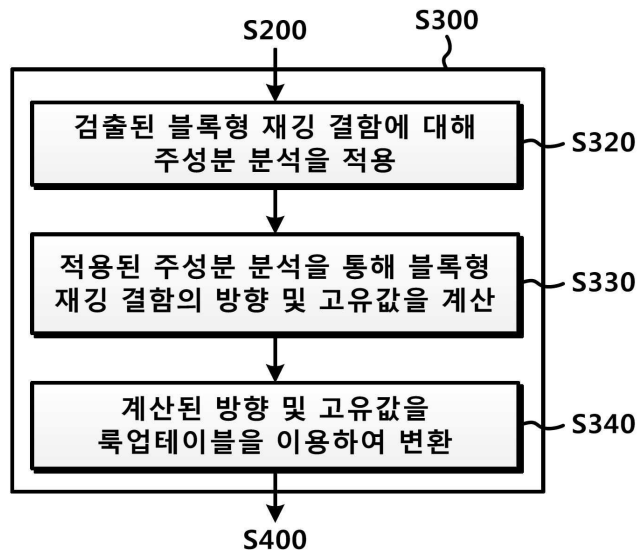
도면6



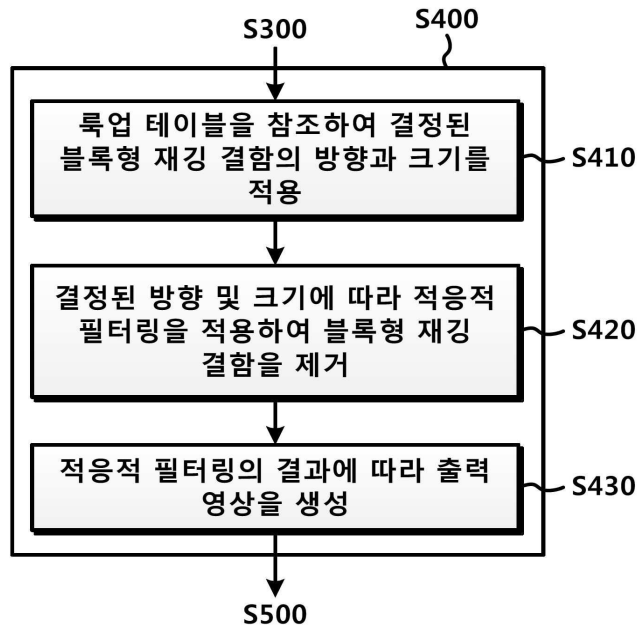
도면7



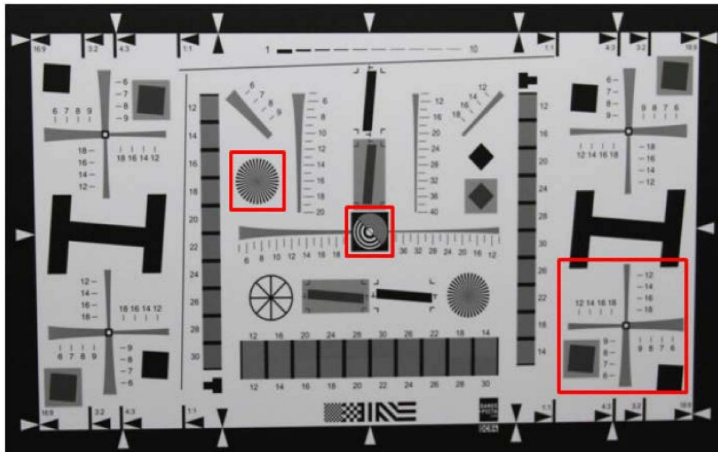
도면8



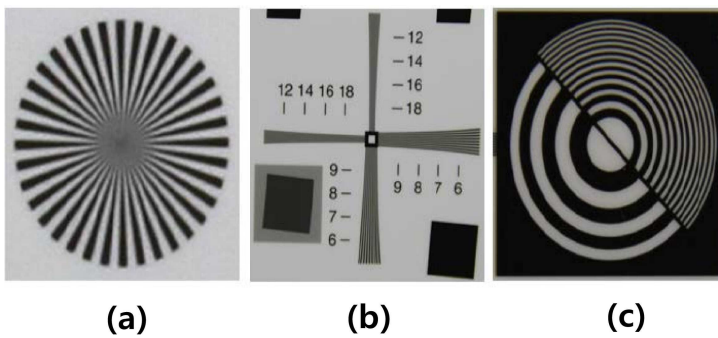
도면9



도면10



도면11



도면12



(a)



(b)



(c)



(d)

도면13



(a)



(b)



(c)



(d)