



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0080816
(43) 공개일자 2016년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 1/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0190013

(22) 출원일자 2014년12월26일

심사청구일자 2014년12월26일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

이상웅

광주광역시 서구 금호운천길 83 109동 101호 (쌍촌동, 상무푸르지오)

테드조쿠수모 아드리안토

광주광역시 동구 지산로 89 101호 (지산동, 보스던빌1)

(74) 대리인

김견수

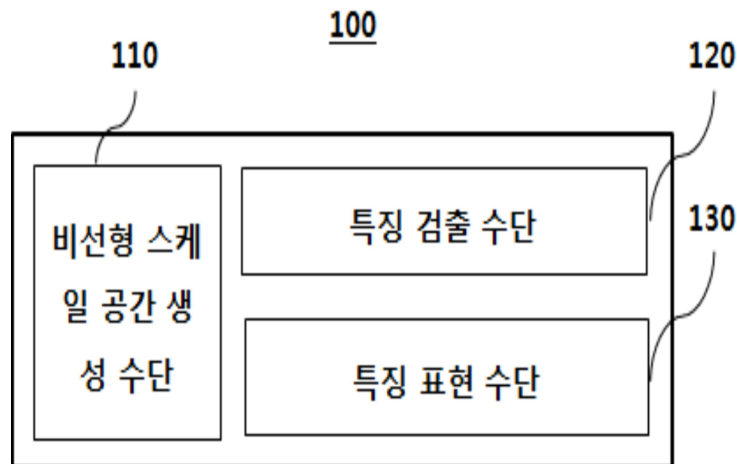
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 비선형 공간에서 고속 선명도 확산(Fast Explicit Diffusion, FED) 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 이미지 매칭 기술에서 정확한 이미지의 특징을 추출하기 위해서 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상을 검출하고 표현하여, 이미지의 노이즈를 줄이면서도, 상당히 훌륭한 로컬적 정확성과 선명함을 가진 물체의 경계를 유지하고, 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cmldb) 표현자를 통해 보다 정확하고 빠른 이미지 매칭 결과를 보여주는 효과가 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2014-H0904-14-1003

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원(NIPA, National IT Industry Promotion Agency)

연구사업명 2014년도 글로벌 IT 인재활용지원사업

연구과제명 상황인지 임베디드 IoT 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2016.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 비선형 스케일 공간 생성 수단;
상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 특징
검출 수단; 및

상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도기반의 표현자에서 색기반의 표현
자로 확장하는 특징 표현 수단;을 포함하며,

HLS 색 공간의 이미지의 색 정보를 이용하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 검출과 표현을
수행하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 비선형 스케일 공간 생성 수단은,

휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검
출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변
특성 검출 및 표현 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 비선형 스케일 공간은,

확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의
진화를 묘사하며,

가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고,

확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여전
히 중요한 모서리를 유지하게 되는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및
표현 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 확산 방정식에 대한 해법은,

양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피
라미드형 프레임워크를 내장하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표
현 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 특징 검출 수단에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은,

인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트
로 부분적 결과를 결합하여 수행하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및
표현 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 결합은,

표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 특징 표현 수단은,

상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는,

스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템.

청구항 9

HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 비선형 스케일 공간 생성 단계;

상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 특징 검출 단계; 및

상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도기반의 표현자에서 색기반의 표현자로 확장하는 특징 표현 단계;를 포함하며,

HLS 색 공간의 이미지의 색 정보를 이용하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 검출과 표현을 수행하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 비선형 스케일 공간 생성 단계는,

휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 비선형 스케일 공간은,

확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하며,

가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고,

확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여진

히 중요한 모서리를 유지하게 되는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 확산 방정식에 대한 해법은,

양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피라미드형 프레임워크를 내장하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 특징 검출 단계에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은,

인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합하여 수행하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 결합은,

표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 15

청구항 9에 있어서,

상기 특징 표현 단계는,

상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장하는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는,

스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않는 것을 특징으로 하는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 비선형 공간에서 고속 선명도 확산(Fast Explicit Diffusion, FED) 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 이미지 매칭 기술에서 정확한 이미지의 특징을 추출하기 위해서 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상을 검출하고 표현하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 이미지 파노라마 영상접합(이미지 스티칭, image stitching), 이미지 인식, 특히 3D 비주얼(visual) SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 등과 같은 많은 컴퓨터 비전 어플리케이션들에서 주요 이미지 처리 과정 중 하나가 이미지 매칭이다. 모든 캡처된 이미지의 매칭은 이미지 특징에 상응하는 이미지들은 결합해서 맵(map)을 만드는데 필요한 필수적인 과정이다. 이미지 매칭의 주요 개념은 두 분석된 이미지의 비슷한 중요한 특징이나 키포인트를 찾는 것이므로, 검출기(detector)와 표현자(descriptor)는 처음에 계산되어야 한다.
- [0003] 여기서 중요한 과정인 로컬적 불변 특징의 개발방법이 지난 수년간 진행 되어 왔다. 상기 특징들은 반복적으로 발생하고 그들을 이동, 회전, 확대와 아핀(affine) 변형 등의 이미지 변형에도 변하지 않는 로컬적 이미지 구조를 찾는 어플리케이션을 가능하게 했다. 이런 로컬적으로 변하지 않는 최신 특징 추출 기술들로 SIFT(Scale Invariant Feature Transform), SURF(Speeded Up Robust Feature), BRISK(Binary Robust Invariant Scalable Keypoints), ORB(ORiented BRIEF(Binary Robust Independent Elementary), KAZE(바람(wind)이라는 뜻의 일본어에서 나온 용어)로써, 자연에서 대규모의 공기에 대한 흐름으로 정의되고 보통 이 흐름은 비선형 프로세스에 의해 지배되는 점에 착안하여, 이를 이미지 영역에서 비선형 확산 프로세스와 연관지어 이미지 특징 추출과 표현에 사용한 것임)와 A-KAZE(Accelerated-KAZE)등이 있다.
- [0004] A-KAZE를 포함하는 모든 최신 특징 추출 방법들은 이미지에 포함된 흑백정보를 사용한다. 이전 방법들은 알고리즘을 단순화하고 계산 요구량을 줄이는데 흑백 이미지를 사용했다. 하지만, 세 가지 채널을 포함하는 HLS 이미지를 8비트 표현의 한 채널로 된 흑백 이미지로 변환하는 것은 정확도의 부족을 야기하는 등 특수한 조건에서 많은 부작용을 가진다. 컬러 이미지의 흑백 버전은 색조와 채도값이 아닌 단지 밝기값을 정의하는 색채 특징(chromatic saliency)을 보존하지 못한다. 흑백값은, R, G, B 요소의 가중치 합을 형성함으로써 명암(Intensity), 흐릿함(Gleam), 휘도(Luminance), 광도(Luma), 밝기(Lightness) 등과 같은 RGB채널의 일반화를 통해 계산된다. 그러므로 별개의 오브젝트의 RGB색 값이 다르지만 밝기값은 같은 어떤 경우가 발생한다. 이런 색의 두드러진 차이는 동일 흑백 스케일 값에서 나타난다. 이러한 현상은 잠재적으로 색의 중요한 키포인트를 감지하지 못해서 매칭 결과의 성능을 감소시키는 결과를 야기한다.
- [0005] 본 발명의 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출기와 표현자는 이미지의 정확한 특징을 추출하기 위해 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 감지와 표현 알고리즘(색조, 밝기, 채도(Hue, Lightness, Saturation, HLS, HLS) 공간의 이미지의 색 정보를 이용)을 이용한다. 비선형 스케일 공간이 각 색 채널(HLS)을 위해 따로 만들고, 이미지의 키포인트를 찾는 데 있어 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응을 계산하고, 비선형 스케일 공간에서 FED 방법을 실행하는데, 이는 이미지의 노이즈를 줄이면서도, 상당히 훌륭한 로컬적 정확성과 선명함을 가진 물체의 경계를 유지한다. 또한 비선형 스케일 공간으로부터 기울기(gradient) 정보와 동시에 HLS색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb) 표현자를 통해 보다 정확하고 빠른 이미지 매칭 결과를 보여주고자 한다.
- [0006] 기존의 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출기와 표현자에 대한 선행기술문헌으로, 한국공개특허 제2006-0112666호(2006.11.01)는 이미지들과 관련된 윤곽 정보를 제공하기 위한 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것을 제시하고 있다. 이 선행기술에서 이미지 획득유닛은 상호 연관된 이미지를 획득하며, 이미지 분할 유닛은 이미지들을 분할하며, 윤곽 결정 유닛은 분할로부터 적어도 두 개의 윤곽들을 추출하며, 각각의 이미지의 윤곽들에서 관심 포인트들을 선택하며, 3차원 재구성에 의하여 재구성된 대응 포인트들과 관심 포인트들을 연관시키며, 재구성된 포인트들을 이미지들에 투영하며, 객체의 윤곽의 적어도 적정 부분이 상기 링크된 포인트들에 기초하여 결정될 수 있도록, 링크들의 제1 세트를 제공하기 위해, 점점 또는 이들의 투영들에 투영되지 않는 재구성된 포인트들을 서로 링크하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- [0007] 또한, 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출기와 표현자와 관련한 또 다른 선행기술문헌으로, 한국 등록특허 제10-0724134호(2007.06.05)는 이미지 매칭 속도와 블렌딩 방법을 개선한 파노라마 영상제공 방법 및 장치에 관한 것으로, 파노라마 영상을 제공하는 방법에서는, 이미지 스티칭 시에, 두 소스 이미지들 각각을 여러 비율로 스케일링한 복수 레벨의 이미지들을 준비하고, 각 레벨에서 두 이미지들의 일정 영역에 대한 SSD를 계산하여 매칭시킨다. 이때, 픽셀수가 적은 레벨의 이미지 탐색 범위는 크게 하고 픽셀수가 많은 레벨의 이미지 탐색 범위는 작게 하여 점점 정밀도를 높인다. 또한, 색 블렌딩 시에, 두 소스 이미지들의 겹친 부분 중 일정 범위에서 10% 정도만의 블렌딩 영역에 리니어하게 가중치를 적용한다. 이때, 두 소스 이미지들의 겹친 부분을 복수개로 나누어 각 나누어진 부분마다 상기 블렌딩 영역에 리니어하게 가중치를 적용할 수도 있다. 그리고 상기 두 소스 이미지들의 겹친 부분 중 일정 범위의 블렌딩 영역에 대하여, 그 안쪽 10% 영역과 사이드 영역들에

서로 다른 정밀한 가중치 함수를 적용하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0008] 그러나 상기 선행기술문헌들의 이미지 특징 추출 방법들은 이미지로부터 흑백 정보를 사용한다. 이 방법은 알고리즘을 단순화하고 계산 요구(계산량)를 줄이는데 효과가 있지만, 세 가지 채널을 포함하는 HLS 이미지를 8비트 표현의 한 채널로 된 흑백 이미지로 변환하는 것은 정확도의 부족을 야기하는 등 특수한 조건에서 많은 부작용을 가지는 문제가 있다.

[0009] 본 발명에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 감지와 표현 알고리즘을 이용을 이용하여 다른-색-같은-흑백값 로컬을 포함하는 두 상응하는 이미지의 매칭 성능을 향상하는 것이다. 그것은 탐지와 묘사 레벨 모두에서 색채를 휘도 정보와 결합함으로써 얻어진다. 이미지의 색 정보를 이용하기 위해서, 이것은 "휘도로부터 HLS 색으로"를 의미하는 "스칼라로부터 벡터"로 멀티-스케일 특징 추출 이론을 확장하는 것을 요구한다. 로컬적 극값을 찾는 것에서, 선택된 키포인트를 결정하기 위해, 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응이 실행된다. 이 시스템은 로컬적 표준편차와 로컬적 기울기 정보에 기초한 각 채널 해쉬 반응의 계산된 가중치를 사용한다. 가중치 값은 각 색채널의 중요도를 결정한다. 비선형 스케일 시스템은 이미지 노이즈를 줄이기 위해 각 스케일의 적응전도확산(adaptive conductivity diffusion) 알고리즘을 각 색 공간 채널의 멀티-스케일 특징 추출 방법으로 선택됐지만 중요한 가장자리부분은 FED 방법을 사용하여 성능을 향상시킨다. FED 방법에 의해, 비선형 스케일 공간은 다른 방법에 비해 더 빨리 구축되고, 보다 정확하고 쉽게 구현된다. 그리고 표현자 레벨에서는, 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb) 표현자를 통해 비선형 스케일 공간에서 HLS 색 정보와 기울기 정보를 동시에 사용하여 이미지의 스케일, 회전, 조명 등에 불변한 결과를 보여주고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 전술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에서는 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출기와 표현자는 이미지의 정확한 특징을 추출하기 위해 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 감지와 표현 알고리즘(색조, 밝기, 채도(HLS) 공간의 이미지의 색 정보를 이용)을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한 본 발명은 비선형 스케일 공간이 각 색채널(HLS)을 위해 따로 만들고, 이미지의 키포인트를 찾는 데 있어 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응을 계산하고, 비선형 스케일 공간에서 FED 방법을 실행하는데, 이는 이미지의 노이즈를 줄이면서도, 상당히 훌륭한 로컬적 정확성과 선명함을 가진 물체의 경계를 유지함으로써, 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한 본 발명은 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb) 표현자를 통해 보다 정확하고 빠른 이미지 매칭 결과를 보여줌으로써, 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템은, HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 비선형 스케일 공간 생성 수단; 상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 특징 검출 수단; 및 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도 기반의 표현자에서 색기반의 표현자로 확장하는 특징 표현 수단;을 포함하며, HLS 색 공간의 이미지의 색 정보를 이용하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 검출과 표현을 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한 상기 비선형 스케일 공간 생성 수단은, 휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한 상기 비선형 스케일 공간은, 확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하며, 가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고, 확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여전히 중요한 모서리를 유지하게 되는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 또한 상기 확산 방정식에 대한 해법은, 양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피라미드형 프레임워크를 내장하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한 상기 특징 검출 수단에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은, 인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합하여 수행하는 것을 특징으로 한다. 여기서 상기 결합은, 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한 상기 특징 표현 수단은, 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한 상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는, 스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 아울러 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법은, HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 비선형 스케일 공간 생성 단계; 상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 특징 검출 단계; 및 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도기반의 표현자에서 색기반의 표현자로 확장하는 특징 표현 단계;를 포함하며, HLS 색 공간의 이미지의 색 정보를 이용하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 검출과 표현을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한 상기 비선형 스케일 공간 생성 단계는, 휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한 상기 비선형 스케일 공간은, 확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하며, 가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고, 확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여전히 중요한 모서리를 유지하게 되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한 상기 확산 방정식에 대한 해법은, 양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피라미드형 프레임워크를 내장하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한 상기 특징 검출 단계에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은, 인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합하여 수행하는 것을 특징으로 한다. 여기서 상기 결합은, 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한 상기 특징 표현 단계는, 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한 상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는, 스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명은 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 이미지의 정확한 특징을 추출하기 위해 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 감지와 표현 알고리즘(색조, 밝기, 채도(HLS) 공간의 이미지의 색 정보를 이용)을 한다. 비선형 스케일 공간이 각 색채널(HLS)을 위해 따로 만들고, 이미지의 키포인트를 찾는데 있어 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응을 계산하고, 비선형 스케일 공간에서 FED 방법을 실행하는데, 이는 이미지의 노이즈를 줄이면서도, 상당히 훌륭한 로컬적 정확성과 선명함을 가진 물체의 경계를 유지한다. 또한 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color

modified-local difference binary, cm-ldb) 표현자를 통해 보다 정확하고 빠른 이미지 매칭 결과를 보여주는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 중복지역 에러가 60%인 이미지에 대한 검출기의 반복성 평가 그래프이다. 각각은 (a) 블러(blur); (b) JPEG 압축(compression); (c) 조명(Illumination); (d) 뷰포인트(Viewpoint); (e) 줌(Zoom) + 회전(rotation)에 관한 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 1 대(vs) 이미지 2의 가장 근접한 부분 매칭 전략의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프이다. 각각은 (a) 블러(blur); (b) JPEG 압축(compression); (c) 조명(Illumination); (d) 뷰포인트(Viewpoint); (e) 줌(Zoom) + 회전(rotation)에 관한 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 1 대(vs) 이미지 2의 이미지 매칭 성능 벤치마크 그래프이다. 각각은 (a) 이미지 1의 탐지된 키포인트의 수; (b) 이미지 2의 탐지된 키포인트의 수; (c) 상응하는 이미지의 총 매치; (d) 인라이어 비율; (e) 특징 탐지와 묘사 시간; (f) 매칭 표현자 시간에 관한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 실내벽 샘플 이미지에 대한 실험결과를 나타내는 도면이다. 각각은 (a) 원래 이미지; (b) 마커가 덜 유용한 지역을 표시하는 A-KAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (c) 마커가 A-KAZE 방법과의 비교를 보여주는 HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (d) A-KAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과; (e) HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과를 보여준 것이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 거리의 벽 샘플 이미지에 대한 실험결과를 나타내는 도면이다. 각각은 (a) 원래 이미지; (b) 마커가 덜 유용한 지역을 표시하는 A-KAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (c) 마커가 A-KAZE 방법과의 비교를 보여주는 HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (d) A-KAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과; (e) HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과를 보여준 것이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 중복지역이 50%인 이미지에 대한 검출기 반복성 평가 그래프이다. 각각은 (a) 50%의 중복 지역의 검출기 반복성 점수; (b) 실내벽 이미지의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프; (c) 거리의 벽 이미지의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프를 보여준 것이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 매칭 성능 벤치마크 그래프이다. 각각은 (a) 이미지 1의 탐지된 키포인트 수; (b) 이미지 2의 탐지된 키포인트 수; (c) 상응하는 이미지의 총 매치; (d) 인라이어 비율; (e) 특징 탐지와 묘사 시간; (f) 매칭 표현자 시간을 보여준 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다. 또한 본 발명의 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명에 따른 실시 예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석

되지 않는다.

[0030] 1. 시스템의 구조

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템(100)은 비선형 스케일 공간 생성 수단(110), 특징 검출 수단(120) 및 특징 표현 수단(130)을 포함하여 구성된다.

[0033] 먼저 비선형 스케일 공간 생성 수단(100)은 HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 역할을 한다. 상기 비선형 스케일 공간 생성 수단은, 휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용한다. 여기서 상기 비선형 스케일 공간은, 확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하며, 가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고, 확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여전히 중요한 모서리를 유지하게 되는 것이다. 또한 상기 확산 방정식에 대한 해법은, 양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피라미드형 프레임워크를 내장한다.

[0034] 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출기와 표현자는 A-KAZE 시스템 접근법을 채택한 불변 색 특징 검출기와 표현자에 관한 것이다. 최근에, 물체 인식을 위한 탐지와 묘사 레벨에서의 색의 결합된 영향은 성공적으로 이미지 분류 결과의 성능을 개선하는 데 사용될 수 있다는 것을 보였다. 이 알고리즘에 기초해서, 휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출 이론을 확장하는 개념을 사용한다. RGB 채널로의 확장에 대신해서, 본 발명의 접근법은 색조와 채도 값이 조명 변화에 강한 추가적인 정보를 위해 중요하기 때문에 A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용한다.

[0035] 각 색채널(HLS)은 비선형 스케일 공간에서 각각 처리된다. 비선형 스케일 공간들은 확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하는 확산 필터링 과정이다. 비선형 스케일 공간은 가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 효율적인 FED 기술을 이용해 만들어진다. 확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 야기한다. 이것은 이미지 노이즈를 줄일 수 있지만 여전히 중요한 모서리를 유지한다는 것을 의미한다. 비선형 확산 방정식에 대한 분석적인 해법이 없으므로, 방정식을 분해하는 것은 대강의 해법이 될 수 있다. 한 방법은 양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하는 것이다. 이 시스템은 피라미드형 프레임워크의 FED 방법을 내장한다.

[0036] 또한 특징 검출 수단(120)은 상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 역할을 수행한다. 상기 특징 검출 수단에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은, 인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합하여 수행한다. 여기서 상기 결합은, 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용한다.

[0037] 즉, 선택된 특징 검출기가 되기 위한 비선형 스케일 공간의 이미지의 키포인트를 결정할 때, 본 발명은 해쉬 반응값의 적응하는 통합된 디터미넌트를 사용함으로써 인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 한다. 이 알고리즘은 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합한다. 반응을 결합함에 있어서, 본 발명은 두 가지 방법으로 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응 계산의 적응성 가중치를 이용한다.

[0038] 또한 특징 표현 수단(130)은 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도기반의 표현자에서 색기반의 표현자로 확장하는 역할을 수행한다. 상기 특징 표현 수단은, 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장하게 된다. 상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는 스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않는다.

- [0039] 즉, 특정 표현자에서, 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 도입한다. A-KAZE로부터의 이전의 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, m-ldb)개념에 기초해서, 본 발명은 이전에 설명된 것과 같은 개념을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장한다. 비선형 스케일 공간에 기초해서, CM-LDB 표현자는 스케일 불변이다. 이 시스템은 방향 SURF 알고리즘을 채택함에 의해 회전 변화에 강하다. 게다가, 계산된 특징 탐지 방법으로부터 추출된 색 기울기 정보 또한 휘도 변화에서 변하지 않는다.
- [0040] 2. 이미지 특징 검출 방법
- [0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0042] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 방법은 비선형 스케일 공간 생성 단계, 특징 검출 단계 및 특징 표현 단계를 포함하여 구성된다. 여기서 HLS 색 공간의 이미지의 색 정보를 이용하여 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 검출과 표현을 수행한다.
- [0043] 먼저 비선형 스케일 공간 생성 단계(S110)는, HLS 색 공간을 사용한 각 색채널(HLS)에 대해서 비선형 스케일 공간을 생성하는 과정이다. 이 단계는 휘도에서 색으로의 확장을 의미하는 스칼라로부터 벡터로 다중-스케일 특징 추출로 확장하는 것이며, A-KAZE 검출기의 휘도를 확장하여 HLS 색 공간을 사용한다. 또한 상기 비선형 스케일 공간은, 확산 과정을 제어하는 특정 흐름 함수의 발산으로 스케일 레벨을 증가시킴을 통해 이미지의 각 채널 색채널의 진화를 묘사하며, 가변 컨덕턴스 확산(variable conductance diffusion)과 FED 기술을 이용해 만들어지고, 확산 방정식의 전도율 함수는 로컬 이미지 구조에 적응적인 확산을 일으키므로, 이미지 노이즈를 줄이지만 여전히 중요한 모서리를 유지하게 된다. 아울러 상기 확산 방정식에 대한 해법은, 양함수(explicit)와 반음함수(semi-implicit) 방법의 장점을 혼합한 FED 방법을 사용하며, 상기 FED 방법은 피라미드형 프레임워크를 내장한다.
- [0044] 또한 특징 검출 단계(S120)는 상기 생성된 비선형 스케일 공간의 이미지에 대한 키포인트를 찾아서 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 과정이다. 상기 상기 특징 검출 단계(S120)에서, 적응통합결정해쉬 반응값을 계산하는 것은, 인접 픽셀의 극점을 찾는 것을 필요로 하며, 각 채널의 도함수를 개별적으로 계산하고 해쉬 반응의 디터미넌트로 부분적 결과를 결합하여 수행한다. 또한 상기 결합은, 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)으로 반응값 계산의 적응성 가중치를 이용한다.
- [0045] (1) 비선형 스케일 공간과 Fast Explicit Diffusion(FED)
- [0046] 본 발명은 이방성 확산을 고려해서 비선형 스케일 공간의 구성을 빠르게 하기 위해 FED 방법을 사용한다. 본 발명은 피라미드형 프레임워크로 FED 방법을 내장한다. 먼저, 비선형 스케일 공간을 만들 수 있는 진화횟수(evolution times)의 집합을 정의할 필요가 있다. 스케일 공간은 0 옥타브(octave)와 S 서브레벨(sublevel)로 나뉜다. 옥타브와 서브레벨 인덱스는 다음 [수학식 1]을 통해 상응하는 스케일 σ (픽셀)로 이어진다.

수학식 1

$$\sigma_i(o, s) = 2^{o+s/S}, o \in [0 \dots O-1], s \in [0 \dots S-1], i \in [0 \dots M]$$

- [0047]
- [0048] 여기서 M은 전체 진화와 일치하는 필터된 이미지의 총 수이다. 필터된 이미지의 총 수는 $M = O \times S$ 로 결론 될 수 있다. 비선형 확산 필터링은 시간단위로 작동한다. 그러므로 본 발명은 개별집합을 픽셀단위 σ^* 에서 시간단위로 변환할 필요가 있다. 매핑(mapping)공식은 표준편차 σ (픽셀의)의 가우시안(Gaussian)과 이미지의 합성 곱이 시간, $t = \sigma^2/2$ 에서 이미지를 필터링 하는 것과 같은 때, 가우시안 스케일 공간개념을 채택한다. 그러므로 본 발명은 다음의 매핑 수학적 [수학식 2]를 이용해서 진화횟수(evolution times)의 집합을 얻고 스케일 공간 $\sigma^*(o, s)$ 를 시간단위로 변환하기 위해 이 변환을 이용한다.

수학식 2

$$t_i = \frac{1}{2} \sigma_i^2, i = \{0 \dots M\}$$

[0049]

[0050] FED 방법에서, 내부와 외부의 FED 사이클이 있다. M-1 외부 사이클이 있고 각 사이클마다 내부 스텝 n의 최소 개수를 계산한다. 2D 이미지의 경우, 안정 조건을 위반하지 않는 최대 스텝 크기는 이미지 도함수의 1픽셀 당 그리드 크기를 고려했을 때, $\tau_{max}=0.25$ 이다.

[0051] 각 외부 사이클에서, 처음으로 본 발명은 선택된 전도율 함수를 이용해서 확산률 행렬 $\overline{A(L^i)}$ 을 계산한다. 본 발명은 해쉬의 디터미넌트에 의한 탐지된 결과와 같은 윤곽이 뚜렷하지 않은 것 같은 특징에 더 적합한 넓은 로컬을 진척시키는 전도율 함수 g2를 사용한다. 둘째로, 사이클 시간 $T = t_{i-1} - t_i$ 을 커버하는 FED 외부 사이클을 계산한다. 그후, 사이클 타임에 기초해서, 양함수(explicit) 확산 스텝인 FED 내부 스텝 n의 수를 계산한다. 이것은 다음의 [수학식 3]에 의해 계산될 수 있다.

수학식 3

$$n = \sqrt{\frac{3T}{\tau_{max}}} + 0.25$$

[0052]

[0053] 그 후, 각 내부 스텝을 위해 스텝 크기 τ_j 를 계산한다. FED사이클 타임 θ_n 은 오직 값의 이산집합을 커버한다. 임의의 사이클 시간 T를 허용하기 위해, 본 발명은 $\theta_n \geq T$ 에서 최소 사이클 길이 n을 계산하고 시간 스텝 τ_j 를 스케일 인자 $q = T/\theta_n$ 로 곱할 필요가 있다. 이전의 추정 $L^{i+1,0} = L^i$ 을 정함으로써, 본 발명은 FED 사이클의 다음 진화 레벨 이미지를 계산한다. 각 옥타브에서 마지막 서브 레벨에 도달하면, 본 발명은 특정 스무딩 마스크(smoothing mask)를 이용해서 2의 팩터(factor)로 이미지를 다운 샘플링(down sampling)하고 다음 옥타브의 다음 FED 사이클을 위한 시작이미지로 사용한다. 본 발명은 또한 대조인자 k를 수정한다. 스무딩 마스크가 25%로 이상적인 스텝의 대조를 줄일 때 0.75를 곱할 필요가 있다.

[0054] (2) 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응

[0055] 비선형 스케일 공간을 만든 후, 키포인트를 찾을 때 필터된 이미지 L^i 각각에 대한 디터미넌트 해쉬 반응을 계산할 필요가 있다. 미분 멀티스케일 연산자의 집합은 비선형 스케일 공간 $\sigma_{i,norm} = \sigma_i/(2^\circ)$ 와 다음 [수학식 4]의 각 특정 이미지의 옥타브를 고려한 표준화된 스케일 인자(factor)를 이용해서, 스케일에 관해 표준화된다.

수학식 4

$$L_{Hess}^i = \sigma_{i,norm}^2 (L_{xx}^i L_{yy}^i - L_{xy}^i L_{xy}^i)$$

[0056]

[0057] 본 발명의 시스템이 비선형 스케일 공간에 각각 만들어진 세 개의 채널을 이용하기 때문에, 디터미넌트 해쉬 반응은 모든 채널의 통합일 필요가 있다. 이것은 다음 [수학식 5]를 이용해서 각 채널의 가중된 디터미넌트 해쉬 반응의 합을 계산함으로써 달성된다.

수학식 5

[0058]
$$L_{Total}^i = w_H(x, y)L_{HessH}^i + w_L(x, y)L_{HessL}^i + w_S(x, y)L_{HessS}^i$$

[0059] 각 채널 반응의 가중된 값은 각 픽셀에 적응할 필요가 있다. 간단히, 필터된 이미지 L^i 의 각 픽셀은 고유의 가중된 값이 있다. 가중된 값은 두 가지 알고리즘, 표준편차 가중치 응답(Standard Deviation Weight Response)과 로컬 기울기 가중치 응답(Local Gradient Weight Response)을 이용해서 계산될 수 있다. 각 픽셀의 세 개의 채널 가중치 전체는 1과 같다.

[0060] 디터미넌트 해쉬 반응의 이차 도함수를 계산함에 있어, 본 발명은 스텝 크기 $\sigma_{i,norm}$ 의 연결된 Schaar 필터를 사용한다. Schaar 필터는 다른 필터나 중심 차이 미분에 비해 나은 회전 불변에 가깝기 때문에 사용된다. 그 후, 본 발명은 각 진화 레벨 i 에서 3×3 픽셀의 창을 검출기 반응의 최대를 찾는다. 반응은 반응이 미리 정의된 한계치보다 큰지 체크한다. 각 잠재적 최대에 대해, 본 발명은 $\sigma_i \times \sigma_i$ 픽셀 크기의 창을 레벨 $i+1$ 과 $i-1$ 에서의 다른 키포인트에 관한 반응을 체크한다. 마지막으로, 키포인트의 2D 위치는 $3 \times 3 \times 3$ 픽셀 이웃의 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응으로 2D 이차 함수를 맞추고 그것의 최대를 찾음으로써 서브-픽셀 정확성으로 추정된다.

[0061] - 표준 편차 가중 반응 (Standard Deviation Weight Response)

[0062] 표준 편차 가중 반응은 각 채널의 계산된 디터미넌트 해쉬 반응의 중요성을 측정하기 위한 각 진화 레벨에서 계산된 각 픽셀의 가중치이다. 커널 크기 q 가 상응하는 서브레벨에 의존적일 때, 측정된 제곱 커널 q^2 의 표준편차를 계산함으로써 중요성이 나타난다. 본 발명은 높은 표준 편차가 상응하는 채널의 중요성을 정할 때 각 채널의 각 표준 편차를 비교한다. 가장 높은 분산을 가진 채널이 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian)의 가장 영향이 큰 반응이 된다.

수학식 6

[0063]
$$\bar{P}_{x,y} = \frac{\sum_{i=-d}^d \sum_{j=-d}^d P_{x+i,y+j}}{q^2}$$

수학식 7

[0064]
$$\sigma(x, y) = \sqrt{\frac{\sum_{i=-d}^d \sum_{j=-d}^d (P_{x+i,y+j} - \bar{P}_{x,y})^2}{q^2 - 1}}$$

수학식 8

[0065]
$$w_{SDTotal}(x, y) = \sigma_H(x, y) + \sigma_L(x, y) + \sigma_S(x, y)$$

수학식 9

[0066]
$$w_{SD(H)}(x, y) = \frac{\sigma_H(x, y)}{w_{SDTotal}(x, y)}$$

수학식 10

$$w_{SD(L)}(x, y) = \frac{\sigma_L(x, y)}{w_{SDTotal}(x, y)}$$

수학식 11

$$w_{SD(S)}(x, y) = \frac{\sigma_S(x, y)}{w_{SDTotal}(x, y)}$$

픽셀 (x,y) 의 표준편차는 [수학식 7]을 통해 계산 되면, 측정된 커널의 평균 $\bar{P}(x, y)$ 이 [수학식 6]을 이용해서 계산되고, 픽셀 q 의 커널 크기는 공식 $q = \sigma_i(o, s) / 2^o$ 와 $d = (q-1)/2$ 를 이용해서 계산된다. 커널 크기 q는 홀수로 표현되어야 한다. 각 채널의 표준 편차 가중 반응은 [수학식 9], [수학식 10], [수학식 11]을 따라서 계산된다. 계산된 가중 반응은 표준 편차 값의 선형 방정식이다.

- 로컬 기울기 가중 반응 (Local Gradient Weight Response)

로컬 기울기 가중 반응은 또한 디터미넌트 해쉬 반응의 계산에서 비선형 스케일 공간에서 극값을 찾아서 측정된 값으로 휘도와 색채(chromatic) 요소의 기여를 결정한다. 이 방법은 확산률 방정식에서 미리 계산된 함수 $|\nabla L_\sigma(x, y)|$ 를 사용 한다.

수학식 12

$$|\nabla L_\sigma(x, y)| = \sqrt{L_x^2(x, y) + L_y^2(x, y)}$$

수학식 13

$$w_{GTotal}(x, y) = |\nabla L_{H\sigma}(x, y)| + |\nabla L_{L\sigma}(x, y)| + |\nabla L_{S\sigma}(x, y)|$$

수학식 14

$$w_{G(H)}(x, y) = \frac{|\nabla L_{H\sigma}(x, y)|}{w_{GTotal}(x, y)}$$

수학식 15

$$w_{G(H)}(x, y) = \frac{|\nabla L_{H\sigma}(x, y)|}{w_{GTotal}(x, y)}$$

수학식 16

$$w_{G(H)}(x, y) = \frac{|\nabla L_{H\sigma}(x, y)|}{w_{GTotal}(x, y)}$$

수학식 17

$$G_x = \begin{bmatrix} -3 & 0 & +3 \\ -10 & 0 & +10 \\ -3 & 0 & +3 \end{bmatrix}$$

수학식 18

$$G_y = \begin{bmatrix} -3 & +10 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ +3 & +10 & +3 \end{bmatrix}$$

위 [수학식 12]에서 보듯이, $|\nabla L_{\sigma}(x, y)|$ 는 x 와 y 방향의 이미지의 일차 도함수로 결정된 이미지 L^i 의 가우시안 스무디드 버전의 기울기이다. 도함수는 3x3 Schaar 연산자 G_x 와 G_y 를 합성 곱을 연산함으로써 계산된 것이다. 이전 알고리즘과 같은 개념을 사용해서, 각 채널의 가중 반응([수학식 14], [수학식 15], [수학식 16]에서 계산된)에 상응하는 로컬 기울기 값의 선형 방정식이다. 높은 로컬 기울기가 그에 상응하는 채널의 중요도를 정의하는 각 채널의 각 로컬 기울기를 비교한다.

3. 특징 표현(묘사) 방법

상기 특징 표현 단계(S130)는 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 HLS 색 정보를 이용하여 휘도기반의 표현자에서 색기반의 표현자로 확장하는 과정이다. 또한 상기 특징 표현 단계(S130)는, 상기 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 사용해서 휘도-기반의 표현자를 색-기반의 표현자로 확장한다. 여기서 상기 컬러 수정-로컬 차분 이진을 사용한 표현자는, 스케일 불변이며, 방향 SURF에 의해 회전 변화에 강하고, 특징 검출에 의해 추출된 색 기울기 정보가 휘도 변화에 따라 변하지 않게 된다.

(1) CM-LDB 표현자

본 발명은 비선형 스케일 공간으로부터 기울기와 채도 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb)을 특징으로 한다. LDB 표현자는 BRIEF와 같은 원리를 따르지만, 추가적인 견고성을 위해 단일 픽셀 대신 평균 지역의 이진 테스트를 사용한다. 본 발명의 CM-LDB 표현자는 A-KAZE M-LDB 표현자와 같은 개념을 이용하지만, 본 발명의 활용에서, 휘도의 강도를 HLS 색 강도로 확장한다. 각 채널의 강도 값에 추가적으로, 각 색채널의 로컬의 수평과 수직 도함수가 계산된다. 그러므로 본 발명은 각 비교마다 3 변수와 3 색채널을 사용해서 3x3 비트를 사용한다. 하나의 키포인트 표현자의 총 비교는 162번이 된다. 그러므로 모든 표현자의 총 비트는 $162 \times 9 = 1458$ 비트이다. 본 발명의 표현자는 A-KAZE M-LDB 표현자에 비해 3배 많이 메모리를 소비하고 매칭 시간이 3배 느리다. 이런 트레이드-오프(trade-off)는 특정 채널을 제거하거나 채널들의 정보를 하나로 합친다면 성능의 감소를 극복하기 위해 있어야 한다.

4. 실험 결과와 성능 비교

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 중복지역 에러가 60%인 이미지에 대한 검출기의 반복성 평가 그래프이다. 각각은 (a) 블러(blur); (b) JPEG 압축(compression); (c) 조명(Illumination); (d) 뷰포인트(Viewpoint); (e) 줌(Zoom) + 회전(rotation)에 관한 것이다.

- [0086] 흑백 이미지에서 적은 정보를 가지는 컬러 이미지에 대하여 다른 특징 추출 방법들과 본 발명을 비교해서 실험 결과와 성능을 제시하였다. 표준 데이터 셋은 이미지 흐려짐(bikes), JPEG 압축(UBC), 조명 변화(leuven), 뷰포인트(wall), 확대와 회전(barks)등과 같은 여러 기하학적 변화, 광도 변화와 함께 여러 이미지 집합을 포함하였다. 추가로, 지상 실측 정보 호모그래피(ground truth homographies)들은 모든 시퀀스의 첫 이미지에 관한 모든 이미지 변환이 가능하다.
- [0087] 본 발명은 HLS-AKAZE 특징 검출기와 표현자를 ORB, BRISK, SIFT, SURF, KAZE와 A-KAZE와 비교하였다. ORB, BRISK, SIFT와 SURF에서, 본 발명은 OpenCV에 기초한 구현을 사용하였다. 모든 방법의 한계치와 다른 파라미터 값은 표준과 동등한 세팅을 이용해 선택하였다. 본 발명의 접근법은 로컬 기울기 가중 반응에 기초해서 결정된 디폴트로 가중된 방법으로 이용하였다.
- [0088] 상응하는 키포인트와 이미지 둘 다에서 보이는 키포인트의 최소 수 사이의 비율을 측정하였다. 중복 에러는 $\epsilon_s = 1 - (A \cap H^t B H) / (A \cup H^t B H)$ 지역의 교집합과 합집합의 비율로 정의된다, 여기에서 A와 B는 두 지역이고 H는 이미지 사이의 상응하는 호모그래피이다. 중복 에러가 60%보다 작을 때(결정된 한계치), 유사성이 고려된다.
- [0089] 도 3은 표준 데이터 셋의 모든 시퀀스에 대한 반복성 점수를 나타낸다. 데이터 셋의 각 카테고리는 반복성 계산에 필요한 지상 실측 정보 호모그래피를 사용하는 나머지 이미지와 첫 이미지를 비교한다. 반복성 점수는 흐린 이미지에서 비교할만한 결과를 내지만, JPEG 압축과 조명-변경 이미지의 성능에서는 다른 것들과 비교할만하지 않다. 확대와 회전의 경우, 성능은 처음 두 이미지에서만 좋다. 낮은 반복 성능 점수의 원인은 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응 계산에 있다. 적응형 로컬 기울기 가중 반응을 이용해서 H, L, S 디터미넌트 해쉬 반응을 통합하는 것은 오직 특정 이미지 조건에서만 작동하였다. JPEG 압축과 조명-변경 이미지에서, 상응하는 이미지의 색조와 채도는 매우 다를 것인데 이는 다른 가중치 계산을 야기하고 그것은 상응하는 이미지의 최대값의 차이를 유발한다는 것을 의미한다. 하지만, 뷰포인트 이미지에서, 반복성 점수에서 큰 안정성을 보여준다. 다른 방법들은 대부분 변경된 뷰포인트 이미지에서 크게 저하된 성능을 보인다. 이것은 본 발명의 특징 탐지 시스템이 뷰포인트 이미지에 강하다는 것을 의미한다. 주요 원인은 세 개 채널의 채도 값이 같은 상응하는 점에 대해서 변하지 않았기 때문이며, 이는 디터미넌트 해쉬 반응의 계산이 잘 동작한다는 것을 의미한다.
- [0090] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 1 대(vs) 이미지 2의 가장 근접한 부분 매칭 전략의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프이다. 각각은 (a) 블러(blur); (b) JPEG 압축(compression); (c) 조명(Illumination); (d) 뷰포인트(Viewpoint); (e) 줌(Zoom) + 회전(rotation)에 관한 것이다.
- [0091] 도 4에서 관찰할 수 있듯이, 본 발명은 분석된 각 방법에 대해 탐지, 묘사, 매칭의 공동의 성능을 평가한다. 표현자는 다음 [수학식 19]에 의해 평가된다. 이 기준은 두 이미지 사이의 정확한 매치의 수와 틀린 매치의 수에 기초한다.
- [0092] [수학식 19]
- [0093]
$$recall = \frac{\#correct\ matches}{\#correspondences}, 1 - precision = \frac{\#false\ matches}{all\ matches}$$
- [0094] 여기에서 정확한 매치의 수와 일치성은 중복 에러에 의해 결정된다. 정밀도-재현률 그래프의 중복 에러는 50%를 사용한다. 정확한 매치와 거짓 매치들은 본 발명이 가장 가까운 근접한 부분 매칭 전략으로 구현한 표현자 매칭 알고리즘을 고려한다. 본 발명의 정밀도-재현률 성능은 JPEG 압축 이미지에서 낮은 성능을 보여준다. 또한 조명-변화와 확대 + 회전 이미지에서, 본 발명은 다른 방법들과 비슷한 성능을 보여준다. 반면, 흐린 것과 뷰포인트 이미지에서, 본 발명은 최대 재현률 (1이다)을 달성함으로써 다른 방법에 비해 빠른 성능을 보여준다. 낮은 성능 결과를 내는 경우에, 탐지에서 낮은 반복성 점수를 내는 것이 정밀도-재현률 성능에 영향을 준다고 결론내릴 수 있다. 또 다른 이유는 모든 HLS 채널의 9-비트 비교 표현자의 과적응(overfit) 결과이다.
- [0095] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 1 대(vs) 이미지 2의 이미지 매칭 성능 벤치마크 그래프이다. 각각은 (a) 이미지 1의 탐지된 키포인트의 수; (b) 이미지 2의 탐지된 키포인트의 수; (c) 상응하는 이미지의 총 매치; (d) 인라이어 비율; (e) 특징 탐지와 묘사 시간; (f) 매칭 표현자 시간에 관한 것이다.
- [0096] 도 5는 추출과 매칭 둘 다의 수에 기초한 이미지 매칭 성능을 측정하기 위한 6개의 카테고리를 나누었다. 본 발

명의 제안된 시스템은 상응하는 이미지 둘 다로부터의 탐지된 키포인트의 적당한 수를 보여준다. JPEG 압축 이미지의 총 매칭 수는 도 5(c)에서 매우 낮은 탐지를 보여준다. 그 이유는 위에서 정밀도-재현률 그래프에 관한 설명과 동일하다. 하지만, 인라이어(inlier) 비율에는 영향을 주지 않는다. 인라이어 비율은 총 매칭에 대한 인라이어의 비율이다, 도 5(d)에서 볼 수 있듯이, 본 발명의 시스템은 거의 모든 카테고리에서 최고의 성능을 낸다. 특징 탐지와 묘사 시간 계산에서 (도 5(e)), 본 발명의 시스템은 두 번째로 높은 계산 비용이 든다. 그 이유는 각 채널당 비선형 스케일 공간이 만들어져있기 때문이다. 하지만 FED 방법을 사용하면, AOS 방법을 사용하는 KAZE보다 나은 시간 성능이 나온다. 도 5(f)에서, 본 발명의 시스템은 또한 매칭 시간에서 두 번째로 높은 계산 비용이 든다. 표현자 크기는 성능의 주요 요인이다. 다른 검출기는 비트로 표현되고 또한 본 발명의 시스템보다 더 작은 비트를 사용된다. 이미 알고 있듯이, SIFT는 128바이트 표현자를 사용하는데 이는 본 발명의 시스템보다 느린 방법이다.

[0097] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 실내벽 샘플 이미지에 대한 실험결과를 나타내는 도면이다. 각각은 (a) 원래 이미지; (b) 마커가 덜 유용한 지역을 표시하는 A-KAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (c) 마커가 A-KAZE 방법과의 비교를 보여주는 HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (d) A-KAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과; (e) HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과를 보여준 것이다.

[0098] 도 6(a)에 실내벽(wall_indoor)의 샘플 이미지가 도시되어있다. 도 6(b)는 흑백-기초의 특징 추출 방법인 A-KAZE를 이용한 탐지 결과를 도시한다. 흑백 버전에서는, 몇몇 중요한 정보(마커로 하이라이트 된)를 잃은 지역들이 있다. 이것은 색 이미지에서, 그 지역들이 흑백 버전에서와 같은 중요한 모서리를 가지고 있다는 것을 의미한다. 예시에서, 보라색 벽 앞의 개나 옷들의 경계선의 흑백 픽셀 값은 남자아이의 팔과 다름이 없지만, 색 이미지에서는 매우 두드러진 차이가 보인다. 도 6(c)는 이전 것들과의 비교를 보여주는 마커와 본 발명에서 제안된 색-기반의 특징 추출 방법인 HLS-AKAZE를 사용한 탐지 결과를 보여준다. A-KAZE 방법은 오직 휘도가 중요한 키포인트를 추출할 수 있지만, 본 발명의 방법은 같은 흑백 값 지역의 중요한 키포인트를 찾을 수 있다. 도 6(d)와 도 6(e)의 두 방법의 이미지 매칭 결과는 이전의 탐지 성능을 반영한다.

[0099] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 거리의 벽 샘플 이미지에 대한 실험결과를 나타내는 도면이다. 각각은 (a) 원래 이미지; (b) 마커가 덜 유용한 지역을 표시하는 A-KAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (c) 마커가 A-KAZE 방법과의 비교를 보여주는 HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 탐지 결과; (d) A-KAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과; (e) HLS-AKAZE 방법을 이용한 이미지 매칭 결과를 보여준 것이다.

[0100] 도 7(a)에 거리의 벽의 샘플 이미지가 도시 되어있다. 도 7(b)와 7(c)는 두 방법의 탐지 결과를 보여준다. 이 샘플의 성능과 설명은 이전 샘플과 거의 같다. 마커는 A-KAZE방법으로 탐지되지 않고 본 발명의 방법으로 탐지되는 중요한 정보의 파란색 조각 지역을 표시한다.

[0101] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 중복지역이 50%인 이미지에 대한 검출기 반복성 평가 그래프이다. 각각은 (a) 50%의 중복 지역의 검출기 반복성 점수; (b) 실내벽 이미지의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프; (c) 거리의 벽 이미지의 재현률 대(vs) 1-정밀도 그래프를 보여준 것이다.

[0102] 도 8(a)에 반복성 점수를 나타내는 검출기 성능이 나와 있다. 흑백-기반의 특징 검출기 방법은 본 발명의 제안된 방법과 거의 같은 점수를 가진다. 그 이유는 여전히 중요한 색 키포인트에 비해 많은 중요한 키포인트들이 있기 때문이다. 하지만, 도 8(b)와 도 8(c)에서, 재현율-정밀도 그래프에서, 본 발명의 제안된 방법은 높은 성능을 보여주는데, 이는 본 발명의 시스템이 이런 종류의 조건에 강하다는 것을 의미한다.

[0103] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에서, 이미지 매칭 성능 벤치마크 그래프이다. 각각은 (a) 이미지 1의 탐지된 키포인트 수; (b) 이미지 2의 탐지된 키포인트 수; (c) 상응하는 이미지의 총 매치; (d) 인라이어 비율; (e) 특징 탐지와 묘사 시간; (f) 매칭 표현자 시간을 보여준 것이다.

[0104] 도 9에서 볼 수 있듯이, 첫 번째와 두 번째 이미지의 키포인트 탐지의 수는 HLS-AKAZE에서 큰 차이를 보인다. 이전 조건은 두 샘플 이미지의 색조와 채도의 디터미넌트 Hessian 반응이 매우 높기 때문에 SD를 이용한 가중 반응과 동시에 일어난다. 본 발명의 시스템은 실내벽 이미지에서 다른 것들에 비해 인라이어 비율 성능이 훨씬 낫다. 도 9(d)에서 볼 수 있듯이, 실내벽 샘플 이미지는 흑백-기반의 특징 추출 검출기로는 탐지할 수 없는 휘

도에 비해 더 중요한 색 정보를 가지고 있다. 거리의 벽 이미지에서, 중요한 색 정보의 손실은 휘도 정보와 비교할 수 없다. 시간 성능에서, HLS-AKAZE는 가장 높은 계산 소요를 보인다.

[0105] 이상에서 본 발명의 일실시예에 따른 비선형 공간에서 고속 선명도 확산 방법을 이용하여 색상불변 특성을 검출하고 표현하는 시스템 및 그 방법에 관하여 자세하게 설명하였다. 상기 설명에 따르면 이미지의 정확한 특징을 추출하기 위해 비선형 스케일 공간에서 멀티스케일 2D 불변 색상 감지와 표현 알고리즘(색조, 밝기, 채도(HLS) 공간의 이미지의 색 정보를 이용)을 한다. 비선형 스케일 공간이 각 색채널(HLS)을 위해 따로 만들고, 이미지의 키포인트를 찾는 데 있어 적응통합결정해쉬(Adaptive integrated determinant Hessian) 반응을 계산하고, 비선형 스케일 공간에서 FED 방법을 실행하는데, 이는 이미지의 노이즈를 줄이면서도, 상당히 훌륭한 로컬적 정확성과 선명함을 가진 물체의 경계를 유지한다. 또한 비선형 스케일 공간으로부터 기울기 정보와 동시에 HLS 색 정보를 이용하는 컬러 수정-로컬 차분 이진(color modified-local difference binary, cm-ldb) 표현자를 통해 보다 정확하고 빠른 이미지 매칭 결과를 보여주는 효과가 있다.

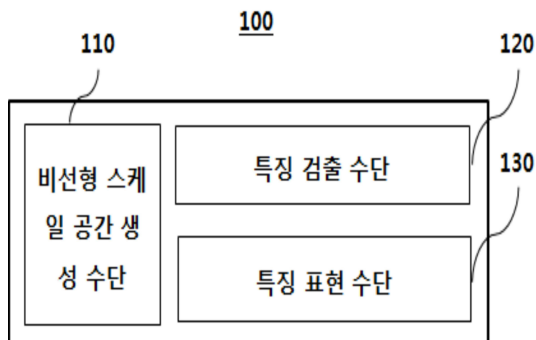
[0106] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하고, 본 발명에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

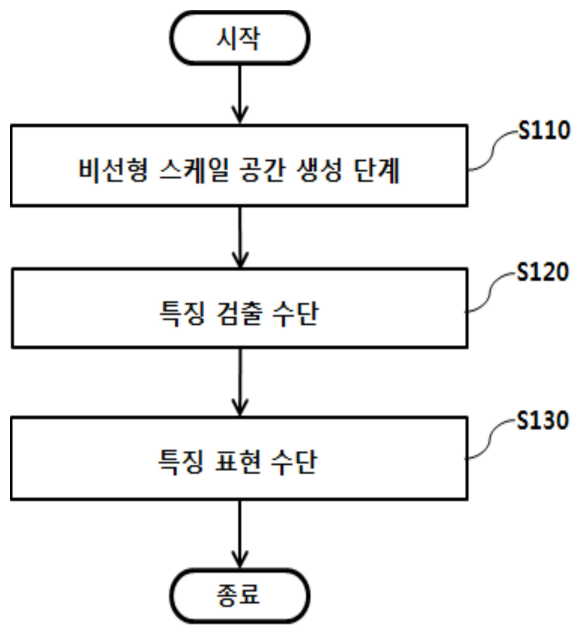
[0107] 100: 비선형 공간에서 FED를 이용한 색상불변 특성 검출 및 표현 시스템
110: 비선형 스케일 공간 생성 단계 120: 특징 검출 수단
130: 특징 표현 수단

도면

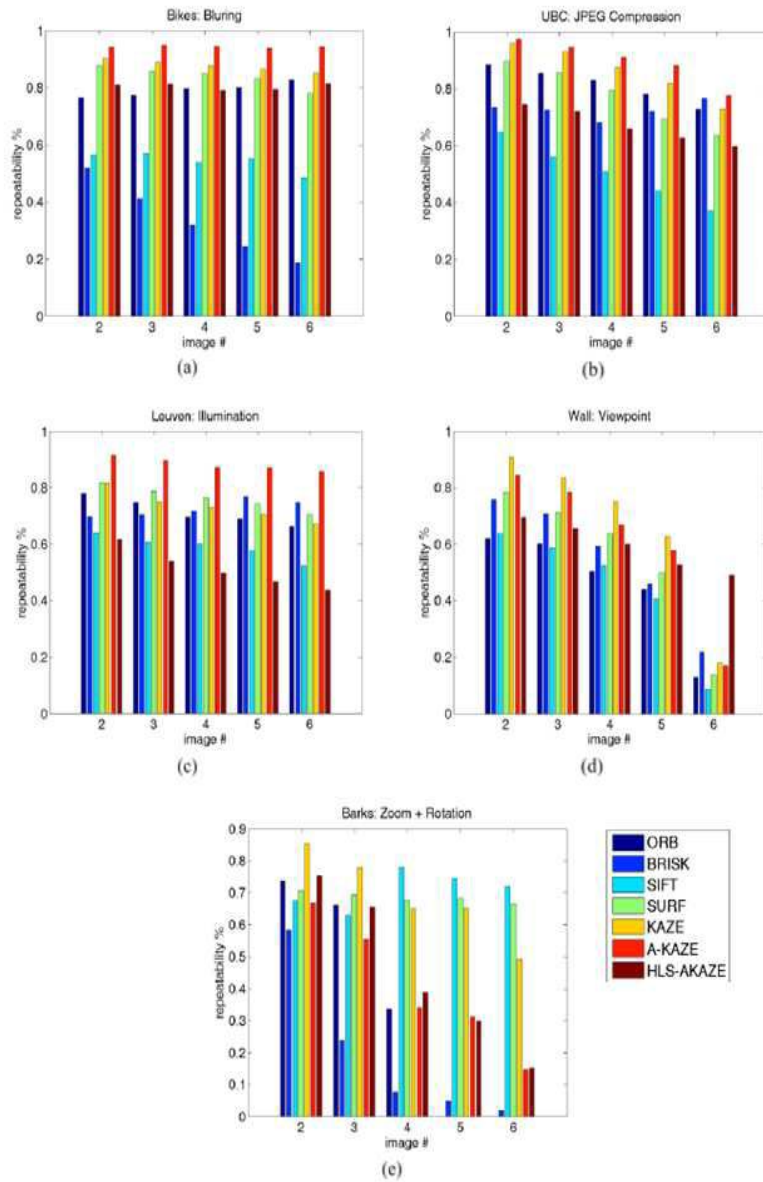
도면1



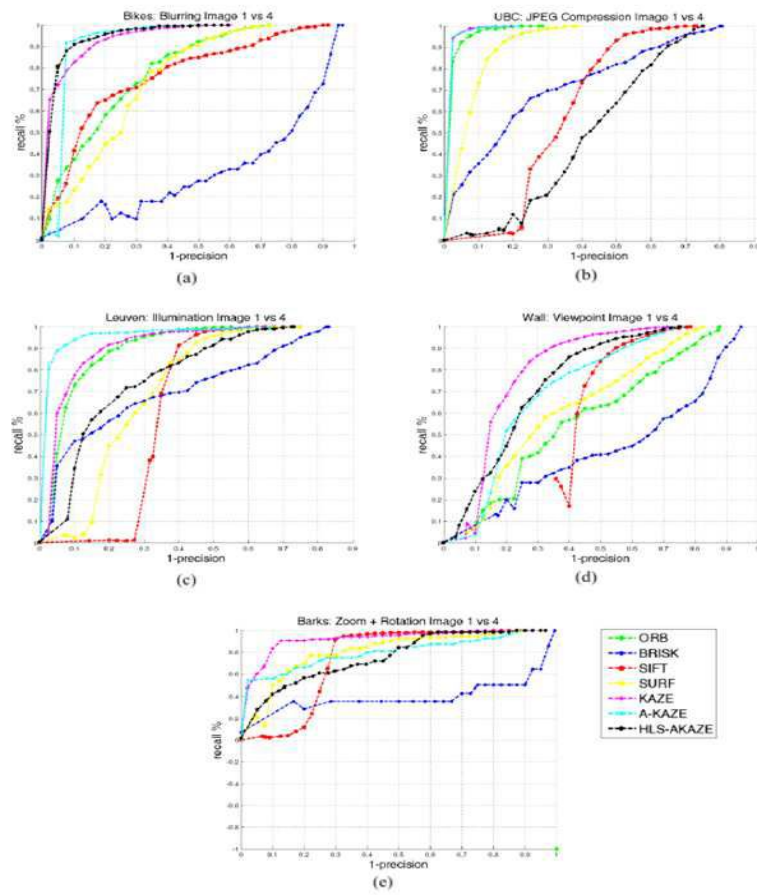
도면2



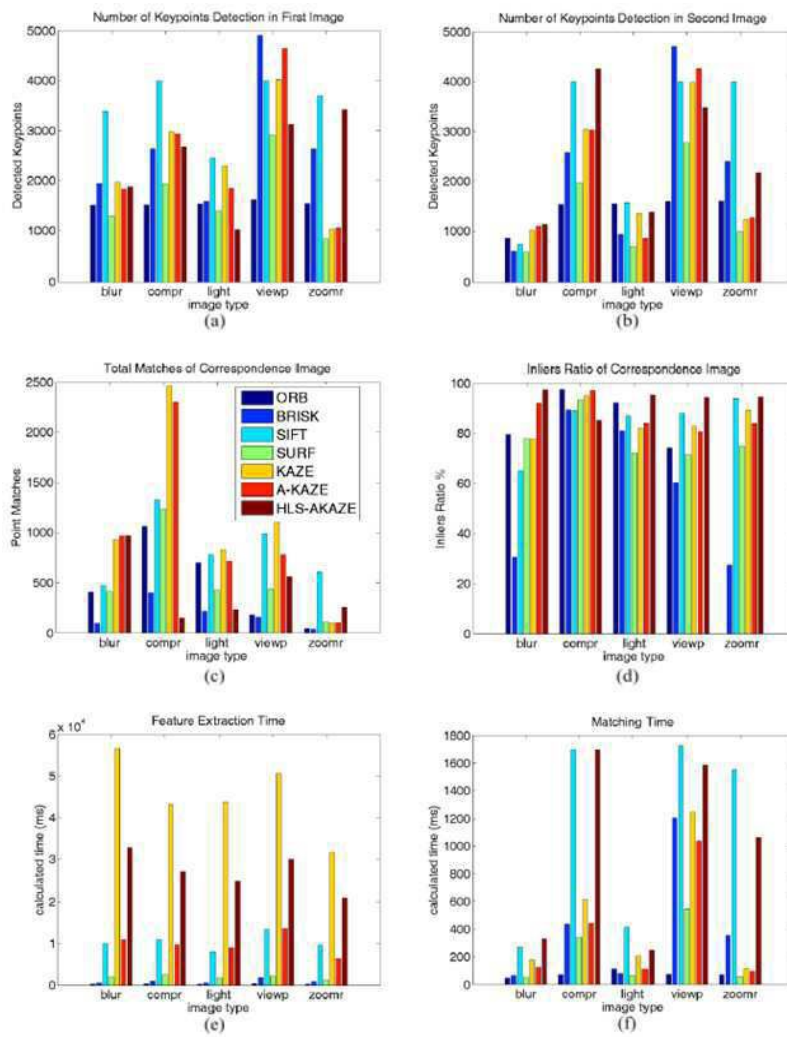
도면3



도면4



도면5



도면6



(a)



(b)



(c)



(d)

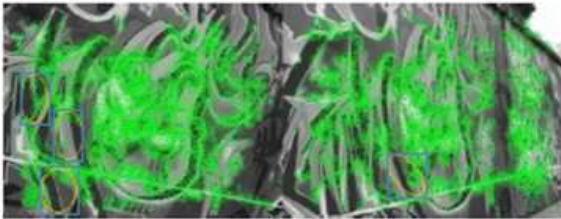


(e)

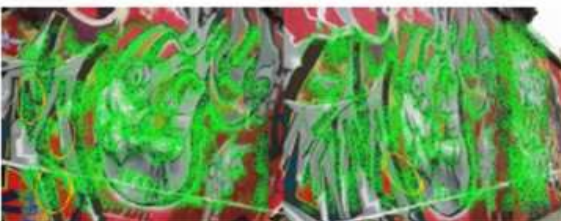
도면7



(a)



(b)



(c)

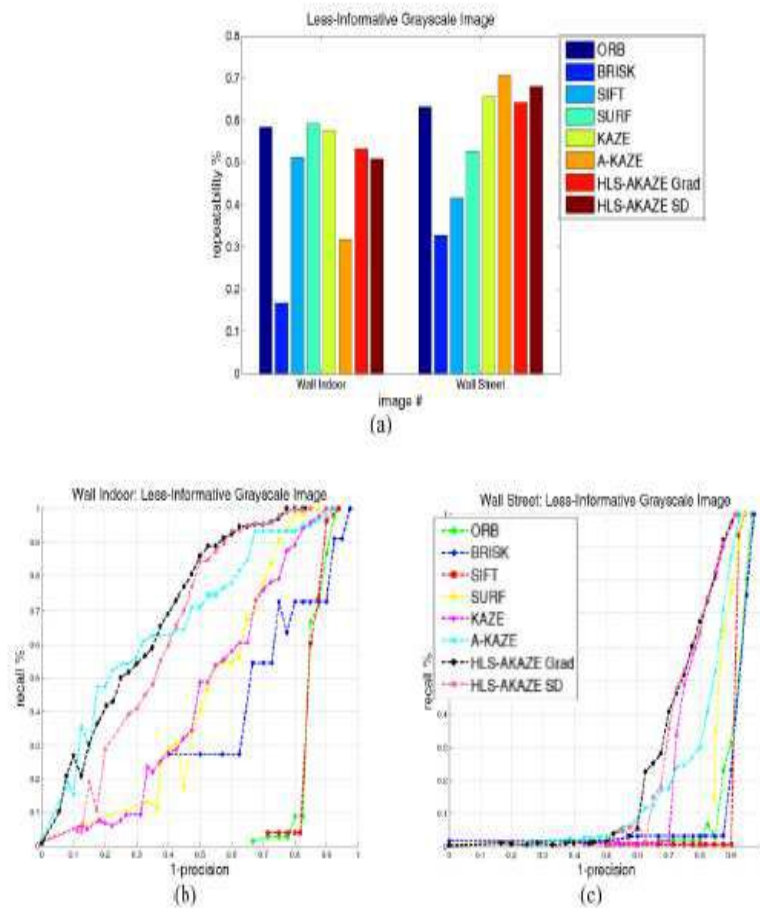


(d)



(e)

도면8



도면9

