



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월15일

(11) 등록번호 10-1537174

(24) 등록일자 2015년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2006.01) **H04N 13/00** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0157077
 (22) 출원일자 2013년12월17일
 심사청구일자 2013년12월17일
 (65) 공개번호 10-2015-0070629
 (43) 공개일자 2015년06월25일
 (56) 선행기술조사문헌
 논문1: 한국정보과학회
 논문2: 한국지능시스템학회
 논문3: 대한전자공학회

(73) 특허권자
가톨릭대학교 산학협력단
 서울특별시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교
 성의교정내 (반포동)
 (72) 발명자
강행봉
 서울 용산구 이촌로87길 13, 101동 1108호 (이촌
 동, 강촌아파트)
조상현
 인천 서구 대평로56번길 32, 102동 1702호 (연희
 동, 우성아파트)
 (74) 대리인
특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 13 항

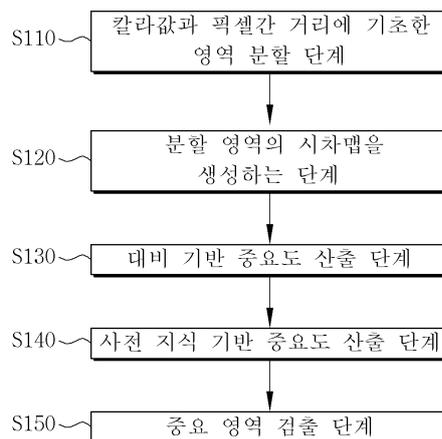
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 **스테레오스코픽 영상에서의 주요 객체 검출 방법**

(57) 요약

본 발명은 (A) 입력된 스테레오스코픽 영상에 이용되는 좌안 영상과 우안 영상을 색상값의 유사도와 픽셀간의 거리에 기초하여 영상의 영역을 분할하는 단계; (B) 상기 좌안 영상과 상기 우안 영상의 픽셀차이를 이용해 획득된 시차(disparity)를 이용하여 분할된 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계; (C) 상기 (A) 단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 대비(contrast) 기반 중요도를 산출하는 단계; (D) 시각적으로 주요하게 인식되는 영상의 특징적 요소를 사전 지식(prior knowledge)으로 이용하여 상기 분할된 영역을 상기 사전 지식(prior knowledge)에 기초하여 중요도를 산출하는 단계; 및 (E) 상기 대비 기반 중요도와 상기 사전 지식 기반 중요도에 기초하여 영상의 중요 영역을 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 함에 따라 객체 검출 성능을 개선할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10041937

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술평가원

연구사업명 2012년도 산업융합원천기술 개발사업

연구과제명 시청환경 적응적 3D 입체 저작도구 및 렌더링 프로세스 개발

기여율 1/1

주관기관 가톨릭대학교

연구기간 2012.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (A) 입력된 스테레오스코픽 영상에 이용되는 좌안 영상과 우안 영상을 색상값의 유사도와 픽셀간의 거리에 기초하여 영상의 영역을 분할하는 단계;
- (B) 상기 좌안 영상과 상기 우안 영상의 픽셀차이를 이용해 획득된 시차(disparity)를 이용하여 분할된 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계;
- (C) 상기 (A) 단계 및 상기 (B)단계의 분할된 영역 간 비교하여 대비(contrast) 기반 중요도를 산출하는 단계;
- (D) 시각적으로 주요하게 인식되는 영상의 특징적 요소를 사전 지식(prior knowledge)으로 이용하여, 상기 분할된 영역을 상기 사전 지식(prior knowledge)에 기초하여 사전 지식 기반 중요도를 산출하는 단계; 및
- (E) 상기 대비 기반 중요도와 상기 사전 지식 기반 중요도에 기초하여 영상의 중요 영역을 검출하는 단계를 포함하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (C) 단계에서는 상기 분할된 영역들의 색상 차이와 시차에 기초하여 분할된 영역의 대비 기반 중요도를 판단하되, 상기 시차의 품질 정도에 따른 시차 신뢰측정치가 적용되어 산출되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 시차 신뢰 측정치는 시차 계산 비용 함수의 곡률에 의해 산출되며;

상기 곡률은 $C_f(\mathbf{x}) = -2c(\mathbf{x}, d) + c(\mathbf{x}, d-1) + c(\mathbf{x}, d+1)$

(여기서, $c(\mathbf{x}, d) = \frac{1}{\|\mathbf{W}(\mathbf{x})\|} \sum_{\mathbf{x} \in \mathcal{N}(\mathbf{x})} e(\mathbf{x}, d)$, $e(\mathbf{x}, d) = \sum_{ch \in \{R, G, B\}} |\mathbf{I}_{ch}^L(\mathbf{x}) - \mathbf{I}_{ch}^R(\mathbf{x} - d)|$, d 는 시차, $\mathbf{W}(\mathbf{x})$ 는 중심이 \mathbf{x} 인 지역 윈도우(local window), \mathbf{I}_{ch}^L , \mathbf{I}_{ch}^R 는 각각 채널(channel) ch 에서의 정규화된(normalized) 왼쪽과 오른쪽 영상인 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 (C) 단계에서는

상기 (A)단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 하나의 분할 영역은 나머지 분할 영역들과의 대비 차의 평균에 기초하여 해당 분할 영역의 대비 기반 중요도가 산출되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (C) 단계에서

상기 대비 차가 산출되는 영역 간의 색상 차이와 시차는 바타차리야 거리(Battacharyya distance)에 기초하여 대비 기반 중요도가 산출되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (C) 단계에서는

상기 (A)단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 각각의 분할 영역은 상기 각각의 분할영역의 경계면에 인접한 분할 영역들과의 대비 차의 평균에 기초하여 분할 영역의 대비 기반 중요도를 산출하는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 (D) 단계에서는

상기 (A) 단계와 상기 (B) 단계의 분할된 영역이 갖는 이미지 특징에 따른 이미지 기반 사전 중요도 산출 단계와,

상기 (A) 단계와 상기 (B) 단계의 분할된 영역이 갖는 공간적 특징에 따른 공간 기반 사전 중요도를 산출 단계를 포함하며;

상기 사전 지식 기반 중요도는 상기 이미지 기반 사전 중요도와 상기 공간 기반 사전 중요도가 함께 반영되어 산출되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 이미지 기반 사전 중요도에는 분할된 영역의 갖는 주파수, 색상 및 사이즈에 따른 사전 지식이 반영되고,

상기 공간 기반 사전 중요도에는 분할된 영역의 위치 및 시차에 따른 사전 지식이 반영되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 주파수에 따른 사전 지식 중요도는

밴드 패스 필터(band-pass filter)를 이용하며, 영상의 RGB 값을 갖는 색상 공간을 CIELab로 변환한 후, 분할 영역에 대한 픽셀값의 변화에 대응하는 주파수 정도에 기초하여 사전 지식 중요도가 산출되며;

상기 주파수가 큰 값을 갖는 분할 영역에 중요도가 높게 부여되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 색상에 따른 사전 지식 중요도는

기 마련된 색상별 중요도를 참조하여 분할 영역이 갖는 픽셀의 CIELab 색상값에 기초하여 분할 영역의 사전 지식 중요도가 산출되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 사이즈에 따른 사전 지식 중요도는

분할 영역의 사이즈를 비교하여 산출하며;

비교된 분할 영역의 사이즈가 클수록 중요도가 높게 부여되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 위치에 따른 사전 지식 중요도는

분할 영역이 각 영상의 중심에 위치하는 정도에 따라 산출되며;

분할 영역이 중심에 위치할수록 중요도가 높게 부여되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 시차에 따른 사전 지식 중요도는

상기 (B)단계의 분할된 영역의 시차에 따라 산출되며;

분할 영역이 음(-)의 시차를 가지는 물체일수록 중요도가 높게 부여되는 것을 특징으로 하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스테레오스코픽 영상에서의 주요 객체 검출 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 3D로 출력되는 영상의 대비(contrast)와 영상의 사전 정보를 이용하고, 시차의 품질을 반영하여 객체 검출 성능을 개선한 스테레오스코픽 영상에서의 주요 객체 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스테레오스코픽 영상은 일정한 거리로 이격된 카메라를 이용하여 동일한 피사체를 촬영한 좌안 영상과 우안 영상을 교대로 디스플레이함으로써 입체 영상을 재현한다. 좌안 영상과 우안 영상을 교대로 디스플레이하는 방식은 피사체를 직접 촬영하지 않더라도 가상 이미지에서도 양안 시차를 발생시킬 수 있으면 좌안 영상과 우안 영상은 망막을 통해 뇌로 전달되면, 융합되어 영상의 원근감과 실재감을 재생하여 입체영상을 느끼게 된다.

[0003] 최근에는 3D 영상에 대한 관심이 높아짐에 따라 3D 영상에서 주요 물체를 검출하는 방법은 3D 영상 처리에서의 전처리 과정으로서 매우 중요하다. 이에, 영상 분할(image segmentation), 영상 검색(image retrieval), 물체 검출(object recognition)과 같은 많은 컴퓨터 비전 응용 분야에서 영상의 중요 물체나 영역을 검출하는 방식이 오랫동안 연구되어 왔다.

[0004] 대한민국공개특허 제2013-0052393호(공개일 2013년05월22일, 3차원 영상을 이용한 객체 검출 장치 및 그 방법)에서는 객체에 대한 2차원 영상과 3차원영상을 획득하고, 3차원 영상을 거리 정보를 이용하여 객체의 크기 변화에 따라 객체를 검출함을 제안하고 있다.

[0005] 그런데 스테레오스코픽 영상에서 주요 영역을 검출하기 위해서는 영상 시차 정보를 주로 이용했다. 하지만 영상 시차 정보는 정확하게 계산하기 어렵기 때문에 중요 물체나 영역을 검출하는데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 스테레오스코픽 영상에서의 적용된 시차 정보의 품질을 반영하여 중요 객체 영역을 검출하는 데 있다.

[0007] 또한, 스테레오스코픽 영상에서 중요 객체를 검출하는 데 있어, 시차를 보완할 수 있는 요소를 함께 적용하여 중요 객체 검출의 정확도를 높일 수 있는 스테레오스코픽 영상에서의 주요 객체 검출 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적은 본 발명에 따라, (A) 입력된 스테레오스코픽 영상에 이용되는 좌안 영상과 우안 영상을 색상값의 유사도와 픽셀간의 거리에 기초하여 영상의 영역을 분할하는 단계; (B) 상기 좌안 영상과 우안 영상의 픽셀차이를 이용해 획득된 시차(disparity)를 이용하여 분할된 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계; (C) 상기 (A) 단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 대비(contrast) 기반 중요도를 산출하는 단계; (D) 시차적으로 주요하게 인식되는 영상의 특징적 요소를 사전 지식(prior knowledge)으로 이용하여 상기 분할된 영역을 상기 사전 지식(prior knowledge)에 기초하여 사전 지식 기반 중요도를 산출하는 단계; 및 (E) 상기 대비 기반 중요도와 상기 사전 지식 기반 중요도에 기초하여 영상의 중요 영역을 검출하는 단계를 포함하는 스테레오스코픽 영상의 주요 객체 검출 방법에 의해 달성된다.

[0009] 본 발명에 따르면 상기 (C) 단계에서는 상기 분할된 영역들의 색상 차이와 시차에 기초하여 분할된 영역의 대비 기반 중요도를 판단하되, 상기 시차의 품질 정도에 따른 시차 신뢰측정치가 적용되어 산출될 수 있다.

[0010] 여기서 상기 시차 신뢰 측정치는 시차 계산 비용 함수의 곡률에 의해 산출될 수 있다.

[0011] 상기 (C) 단계에서는 상기 (A)단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 하나의 분할 영역은 나머지 분할 영역들과의 대비 차의 평균에 기초하여 해당 분할 영역의 대비 기반 중요도가 산출되는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 이때, 상기 (C) 단계에서 상기 대비 차가 산출되는 영역 간의 색상 차이와 시차는 바타차리야 거리(Battacharyya distance)에 기초하여 대비 기반 중요도가 산출될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 (C) 단계에서는 상기 (A)단계와 상기 (B)단계의 분할된 영역에서 각각의 분할 영역은 상기 각각의 분할영역의 경계면에 인접한 분할 영역들과의 대비 차의 평균에 기초하여 분할 영역의 대비 기반 중요도를 산출하는 것이 포함될 수 있다.

[0014] 한편으로, 상기 (D) 단계에서는 상기 (A) 단계와 상기 (B) 단계의 분할된 영역이 갖는 이미지 특징에 따른 이미지 기반 사전 중요도 산출 단계와, 상기 (A) 단계와 상기 (B) 단계의 분할된 영역이 갖는 공간적 특징에 따른 공간 기반 사전 중요도를 산출 단계를 포함하며; 상기 사전 지식 기반 중요도는 상기 이미지 기반 사전 중요도와 상기 공간 기반 사전 중요도가 함께 반영되어 산출될 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 이미지 기반 사전 중요도에는 영상의 주파수, 분할된 영역의 색상 및 사이즈에 따른 사전 지식이 반영되고, 상기 공간 기반 사전 중요도에는 분할된 영역의 위치 및 시차에 따른 사전 지식이 반영될 수 있다.

[0016] 이때, 상기 주파수에 따른 사전 지식 중요도는 밴드 패스 필터(band-pass filter)를 이용하며, 영상의 RGB 값에 갖는 색상 공간을 CIELab로 변환한 후, 분할 영역에 대한 주파수 정도에 따라 사전 지식 중요도가 산출될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 색상에 따른 사전 지식 중요도는 기 마련된 색상별 중요도를 참조하여 분할 영역이 갖는 픽셀의 CIELab 색상값에 기초하여 분할 영역의 사전 지식 중요도가 산출될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 사이즈에 따른 사전 지식 중요도는 분할 영역의 사이즈를 비교하여 산출하며;비교된 분할 영역의 사이즈가 클수록 중요도가 높게 부여될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 위치에 따른 사전 지식 중요도는 분할 영역이 각 영상의 중심에 위치하는 정도에 따라 산출되며; 분할 영역이 중심에 위치할수록 중요도가 높게 부여될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 시차에 따른 사전 지식 중요도는 상기 (B)단계의 분할된 영역의 시차에 따라 산출되며; 분할 영역이 음(-)의 시차를 가지는 물체일수록 중요도가 높게 부여될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따르면, 스테레오스코픽 영상에 적용된 시차 정보의 품질을 반영함으로써 시차에 기초하여 주요 객체를 검출하는 데에 보다 효과적이다.
- [0022] 또한, 영상의 영역을 색상과 거리에 따라 분할하고, 분할된 영역의 색상 차이에 따른 대비를 이용하고, 영상의 주파수와 분할된 영역의 크기, 위치, 색상, 시차를 함께 이용하여 객체를 검출함으로써 객체 검출의 정확도가 개선된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 주요 객체 검출과정을 나타낸 도면이고,
 도 2은 본 발명에 따른 대비 기반 중요도 산출 과정을 나타낸 도면이고,
 도 3는 본 발명에 따른 대비 기반 중요도에 따른 예시 영상이고,
 도 4는 본 발명에 따른 의 사전 지식 기반 중요도 산출 과정을 나타낸 도면이고,
 도 5은 본 발명에 따른 사전 지식 기반 중요도에 따른 예시 영상이고,
 도 6 내지 도 8는 본 발명에 따른 객체 검출 결과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 주요 객체 검출과정을 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면 본 발명에 따른 스테레오스코픽 영상에서의 주요 객체 검출 방법은 색상값과 픽셀간 거리에 기초한 영역 분할 단계(S110), 분할 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계(S120), 대비 기반 중요도 산출 단계(S130), 사전 지식 기반 중요도 산출 단계(S140), 중요 영역 검출 단계(S150)를 포함한다.
- [0026] 그리고, 색상값과 픽셀간 거리에 기초한 영역 분할 단계(S110)에 앞서 우선 시차맵 생성과 영상 영역 분할을 위한 스테레오스코픽 영상이 입력된다. 스테레오스코픽 영상은 양안의 시차를 이용하는 것으로 좌안 영상과 우안 영상으로 각각 준비된다. 여기서 각각의 영상은 2차원 영상이다.
- [0027] 색상값과 픽셀간 거리에 기초한 영역 분할 단계(S110)는 영상을 각각의 부영역(sub region)으로 분할하는 것으로, 2차원의 좌안 영상과 우안 영상의 영역 분할은 영상의 색상값의 유사도와 픽셀간의 거리를 이용한다. 영상에서 유사한 색상을 갖고 일정한 거리 이내에 인접할 경우 같은 영역으로 구획하는 방식으로 분할한다.
- [0028] 분할 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계(S120)에서는 스테레오스코픽 영상으로 입력되는 2차원의 좌안 영상과 우안 영상을 비교하여 시차(disparity)에 따른 객체의 돌출되는 깊이의 정도에 따라 시차맵을 생성한다.
- [0029] 여기서 시차맵은 좌안 영상과 우안 영상간의 대응되는 픽셀간의 거리에 의해 스테레오스코픽 영상 각 픽셀의 깊이 정도를 나타내는 것으로 각 분할영역의 시차는 영역 안의 픽셀들의 평균 시차를 이용하여 계산된다. 후술된 설명에 참조되는 도 3과 도 5에서 시차맵은 색상을 통해 표시 깊이를 나타내고 있다. 그러나, 도시하고 있는 색상은 시차맵의 깊이의 이해의 용이성을 위하여 예시된 것이며, 본 발명에서는 객체의 깊이의 정도에 따라 밝기를 부여하여 시차맵을 생성하는데, 실질적으로 시차맵은 그레이 컬러의 밝기에 따라 생성되므로 일정 범위의 돌출 정도를 갖는 부분은 동일한 밝기의 그레이 컬러로 표시된다.
- [0030] 시차맵의 밝기에 따라 직관적인 돌출 정도 확인이 가능하고, 처리용 프로세서에서도 시차맵을 이용하여 돌출 정도를 용이하게 파악할 수 있다.
- [0031] 여기에서는 시차맵을 이용하여 깊이에 따라 동일한 객체로 판단되는 영역으로 분할하는 단계이다. 동일하거나 대등한 밝기를 갖는 인접한 영역을 동일한 객체의 영역으로 간주하고 분할하게 된다.
- [0032] 상술한 색상값과 픽셀간 거리에 기초한 영역 분할 단계(S110)와 분할 영역의 시차맵(disparity map)을 생성하는 단계(S120)는 후술할 대비 기반 중요도 산출 단계(S130)와 사전 정보 기반 중요도 산출 단계(S140)의 전처리 단

계로 볼 수 있다.

[0033] 도 2는 본 발명에 따른 대비 기반 중요도 산출 과정을 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명에 따른 대비 기반 중요도에 따른 예시 영상이다. 도 2와 도 3을 참조하여 설명하면 본 발명에 따른 대비 기반 중요도 산출 방법은 시차 신뢰 측정치 산출 단계(S131), 시차 신뢰 측정치를 반영하여 전역 대비 중요도를 산출하는 단계(S132), 신차 신뢰 측정치를 반영하여 지역 대비 중요도 산출 단계(S133), 전역 대비 중요도와 지역 대비 중요도를 반영하여 대비 기반 중요도를 산출하는 단계(S134)를 포함한다.

[0034] 주어진 스테레오스코픽 영상의 색상과 시차 정보는 영상의 중요성을 분석하는데 매우 중요한 정보이다. 이에 따라 본 발명에서는 분할된 영역에 대한 색상 정보와 시차 정보를 이용하여 영역의 중요성을 계산한다.

[0035] 시차 신뢰 측정치 산출 단계(S131)와, 시차 신뢰 측정치를 반영하여 전역 대비 중요도를 산출하는 단계(S132)를 설명하면, 시차 정보를 이용하여 영역의 중요성을 계산함에 있어 본 발명에서는 영상에 적용된 시차 정보의 품질을 반영하기 위해 다음과 같은 시차 계산 비용 함수(cost function)의 곡률(curvature)을 시차 신뢰도로 이용한다. 시차 계산 비용 함수의 곡률은 최대 유사 스코어 주변의 유사도 함수(similar function)의 변화 정도를 나타내는 것으로 낮은 값은 매칭품질이 낮을 때 나타난다. 시차 계산 비용 함수의 곡률 $C_f(\mathbf{x})$ 는 [수학식 1]에 의해 산출된다.

수학식 1

[0036]
$$C_f(\mathbf{x}) = -2c(\mathbf{x}, d) + c(\mathbf{x}, d-1) + c(\mathbf{x}, d+1)$$

[0037] 여기서, $c(\mathbf{x}, d) = \frac{1}{\|\mathbf{W}(\mathbf{x})\|} \sum_{\mathbf{x} \in N(\mathbf{x})} e(\mathbf{x}, d)$, $e(\mathbf{x}, d) = \sum_{ch \in \{R, G, B\}} |I_{ch}^L(\mathbf{x}) - I_{ch}^R(\mathbf{x} - d)|$, d 는 시차, $\mathbf{W}(\mathbf{x})$ 는 중심이 \mathbf{x} 인 지역 윈도우(local window), I_{ch}^L , I_{ch}^R 는 각각 채널(channel) ch 에서의 정규화된(normalized) 왼쪽과 오른쪽 영상이다.

[0038] 본 발명에서는 각 영역에 대한 시차 정보의 품질을 계산하기 위해 영역안의 픽셀들에 대한 평균 비용 커브 함수 곡률값을 이용한다. 따라서 영역 R 에 대한 시차 신뢰도 λ_R 은 [수학식 2]에 의해 산출된다.

수학식 2

[0039]
$$\lambda_R = \frac{1}{n_R} \sum_{\mathbf{x}=(x,y) \in R} 1 - \exp\left(-\frac{|C_f(\mathbf{x})|}{\sigma_{cf}}\right)$$

[0040] 여기서, n_R 은 영역 R 에 속한 픽셀의 수, σ_{cf} 는 파라미터이다.

[0041] 따라서, 시차 신뢰 측정치가 반영된 전역 대비 기반 중요도는 [수학식 3]과 같이 계산된다.

수학식 3

[0042]
$$S_g(\mathbf{R}_i) = \sum_{\mathbf{R}_i \neq \mathbf{R}_k} (1 - \lambda_{\mathbf{R}_i}) D_c(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_k) + \lambda_{\mathbf{R}_i} D_d(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_k)$$

[0043] 여기서 $D_c(\cdot, \cdot)$ 는 두 영역 사이의 색상 차이, $D_d(\cdot, \cdot)$ 는 두 영역 사이의 시차 차이, $\lambda_{\mathbf{R}}$ 은 영역 R 의 시차 신

되도이다.

[0044] 여기서, 두 영역 사이의 색상 차이는 두 영역 사이의 색상 분포의 바타차리야 거리(Battacharyya distance)를 이용한다. 일반적으로 사람들은 영역 중심 쪽으로 주의를 기울이기 때문에 본 발명에서는 $k(r) = 1 - r^2$ 의 가중치 함수를 이용한다. 이를 이용해 영역 R의 색상 분포는 [수학식 4]로 정의된다.

수학식 4

[0045]
$$p(\mathbf{R}) = \{p_{\mathbf{R}}^{(u)}\}_{u=1, \dots, m}$$

[0046] 여기서, $p_{\mathbf{R}}^{(u)} = N_c \sum_{i=1}^m k(\|x_i - x_c\|) \delta[b(x_i) - u]$ 이고, x_i 는 정규화된 픽셀 위치, x_c 는 영역 R의 정규화된 중심 위치, $b_c(\cdot)$ 는 픽셀 위치에서 양자화된 색상 공간에서의 빈 인덱스(bin index)로의 매핑 함수, δ 는 크로넬러 델타 함수(Kronecker delta function), N_c 는 정규화 상수이다.

[0047] 또한, 두 영역의 색상 차이(color distance)도 다음과 같이 두 영역 사이의 바타차리야 거리(Battacharyya distance)를 이용해 [수학식 5]에 의해 산출된다.

수학식 5

[0048]
$$D_c(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j) = \sqrt{1 - \rho[p(\mathbf{R}_i), p(\mathbf{R}_j)]}$$

[0049] 여기서, $\rho[p(\mathbf{R}_i), p(\mathbf{R}_j)] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p_{\mathbf{R}_i}^{(u)} \cdot p_{\mathbf{R}_j}^{(u)}}$ 이다.

[0050] 시차 차이도 색상 차이와 비슷하게 계산되어진다. 두 영역간의 시차 차이를 계산하기 위해 색상 차이 계산법과 비슷하게 시차 분포를 이용한다. 따라서 영역 R에 대한 시차 분포는 [수학식 6]에 의해 산출된다.

수학식 6

[0051]
$$q(\mathbf{R}) = \{q_{\mathbf{R}}^{(u)}\}_{u=1, \dots, m}$$

[0052] 여기서, $q_{\mathbf{R}}^{(u)} = N_d \sum_{i=1}^m k(\|x_i - x_c\|) \delta[b_d(x_i) - u]$, x_c 는 영역 R의 중심, $b_d(\cdot)$ 는 픽셀 위치에서 양자화된 시차 공간에서의 빈 인덱스(bin index)로의 매핑 함수, δ 는 크로넬러 델타 함수(Kronecker delta function), N_d 는 정규화 상수이다.

[0053] 따라서, 두 영역 사이의 시차 차이 $D_d(\cdot, \cdot)$ 는 두 영역의 시차 분포 사이의 바타차리야 거리(Battacharyya distance)를 이용해 [수학식 7]로 계산된다.

수학식 7

$$D_d(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j) = \sqrt{1 - \rho[q(\mathbf{R}_i), q(\mathbf{R}_j)]}$$

[0054]

[0055]

전술한 영상 영역의 색상 차이와 시차는 분할된 영역별로 전역에 대한 대비값을 계산한 것으로, 전역 대비는 한 영역과 나머지 모든 영역들 간의 차이값의 평균을 나타낸 것이며, 후술할 지역 대비는 분할된 한 영역과 경계를 이루는 인접 영역들간의 차이값의 평균을 나타낸 것이다. 전역 대비를 이용함으로써 영상 전체를 관점으로 봤을 때, 대비 차가 가장 큰 영역이 시각적으로 가장 도드라지게 나타나므로 이를 중요한 영역으로 판단할 수 있는 근거가 되며, 이와 유사하게 지역 대비는 주변 영역과 대비 차가 큰 영역이 영상에서 중요한 영역으로 보게 된다.

[0056]

신차 신뢰 측정치를 반영하여 지역 대비 중요도 산출 단계(S133)를 설명하면, 게스탈트 원리(Gestalt Principle)에 의해 일반적으로 사람들은 비슷하게 보이거나 근처의 영역들을 그룹화해서 보는 경향이 있다. 따라서 본 발명에서는 이러한 게스탈트 원리를 반영하기 위해 한 영역과 그 주변 영역들에 대한 대비 정보를 이용한 지역 대비 중요도는 [수학식 8]로 계산한다.

수학식 8

$$S_l(\mathbf{R}_i) = \sum_{\mathbf{R}_j \in N(\mathbf{R}_i)} (1 - \lambda_{\mathbf{R}_i}) D_c(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j) + \lambda_{\mathbf{R}_i} D_d(\mathbf{R}_i, \mathbf{R}_j)$$

[0057]

[0058]

여기서, $N(\mathbf{R}_i)$ 는 영역 \mathbf{R}_i 의 인접 영역이다.

[0059]

전역 대비 중요도와 지역 대비 중요도를 반영하여 대비 기반 중요도를 산출하는 단계(S134)는, 최종적으로, 각 영역 R의 대비 기반 중요도 전역 대비 중요도와 지역대비 중요도를 함께 반영하는 것으로 [수학식 9]와 같이 계산된다.

수학식 9

$$S_{cf}(\mathbf{R}_i) = \alpha_1 S_g(\mathbf{R}_i) + \alpha_2 S_l(\mathbf{R}_i)$$

[0060]

[0061]

여기서, α_1 와 α_2 는 가중치 상수이다.

[0062]

이와 같이, 시차의 품질에 따른 시차의 신뢰도를 적용하여 분할된 영역간의 시차와 색상의 차이를 전역과 지역에 대해 구하고, 전역 대비와 지역 대비를 함께 반영하여 중요영역을 검출함으로써 객체 검출의 신뢰도가 개선된다.

[0063]

도 4는 본 발명에 따른 사전 지식 기반 중요도 산출 과정을 나타낸 도면이고, 도 5는 사전 지식 기반 중요도에 따른 예시 영상이다. 도 4와 도 5를 참조하여 설명하면 본 발명에 따른 사전 지식 기반 중요도 산출 단계(S140)는 분할된 영역이 갖는 이미지 특징에 따른 이미지 기반 사전 중요도 산출 단계(S141)와, 분할된 영역이 갖는 공간적 특징에 따른 공간 기반 사전 중요도 산출 단계(S142)를 포함한다.

[0064]

이미지 기반 사전 중요도 산출 단계(S141)에는 주파수 기반 중요도 산출 단계(S141a), 색상 기반 중요도 산출 단계(S141b), 사이즈 기반 중요도 산출 단계(S141c)를 포함하고, 공간 기반 중요도 산출 단계(S142)에는 위치 기반 중요도 산출 단계(S142a), 시차 기반 중요도 산출 단계(S142b)를 포함한다.

[0065]

이미지 기반 사전 중요도 산출 단계(S141)를 설명하면, 이미지 기반 사전지식 중요도 $S_{img}(\mathbf{R})$ 는 [수학식 1

0]으로 정의된다.

수학식 10

$$S_{img}(\mathbf{R}) = (\gamma_1 S_F(\mathbf{R}) + \gamma_2 S_C(\mathbf{R}) + \gamma_3 S_A(\mathbf{R}))$$

여기서, S_F 는 주파수 기반 중요도, S_C 는 색상, S_A 크기 기반 사전 정보, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ 은 각각 가중치 상수이다.

그리고, 공간 기반 중요도 산출 단계(S142)를 설명하면, 공간 기반 사전 지식 중요도 $S_{spa}(\mathbf{R})$ 는 [수학식 11]로 정의된다.

수학식 11

$$S_{spa}(\mathbf{R}) = S_L(\mathbf{R}) \cdot S_D(\mathbf{R})$$

여기서, S_L 는 위치, S_D 는 시차 기반 사전 지식 중요도이다.

최종적으로 사전 지식 기반 중요도 $S_{pk}(\mathbf{R})$ 는 이미지와 기반 사전 지식 중요도와 공간 사전지식 기반의 중요도가 결합되어 [수학식 12]와 같이 정의된다.

수학식 12

$$S_{pk}(\mathbf{R}) = S_{img}(\mathbf{R}) \cdot S_{spa}(\mathbf{R})$$

주파수 기반 중요도를 산출 단계(S141a)에서는 밴드 패스 필터(band-pass filter)를 이용한다. 여기에서 주파수는 영상처리에 사용되는 주파수로서 영상 데이터를 푸리에 변환 등을 이용하여 획득할 수 있는 영상 주파수 데이터를 의미하는 것으로, 변환된 영역 안의 픽셀값의 변화에 대응하는 주파수의 값에 따라 중요도가 부여될 수 있다. 주어진 영상에 대해서 색상공간을 RGB 공간에서 CIELab로 변환한 후, 영역 R에 대한 주파수 기반 중요도 $S_F(\mathbf{R})$ 는 [수학식 13]에 의해 산출된다.

수학식 13

$$S_F(\mathbf{R}) = \frac{1}{2} (S_{DoG}(\mathbf{R}) + S_{iGb}(\mathbf{R}))$$

여기서,

$$S_{DoG}(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_R} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} \left[(\mathbf{I}_L^\mu - \mathbf{I}_L^G(\mathbf{x}))^2 + (\mathbf{I}_a^\mu(\mathbf{x}) - \mathbf{I}_a^G(\mathbf{x}))^2 + (\mathbf{I}_b^\mu(\mathbf{x}) - \mathbf{I}_b^G(\mathbf{x}))^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_{iGb}(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_R} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} \left[(\mathbf{I}_L(\mathbf{x}) * G_L)^2 + (\mathbf{I}_a(\mathbf{x}) * G_L)^2 + (\mathbf{I}_b(\mathbf{x}) * G_L)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

이고, *는 컨볼루션 연산자, $\mathbf{I}_L^\mu, \mathbf{I}_a^\mu,$

I_b^u 는 CIELab 각 채널별 색상 공간산술평균 픽셀값, I_L^G , I_a^G , I_b^G 는 가우시안블러 영상의 CIELab 각 채널별 영상이다.

G_L 은 가버 필터(Gabor filter)로 다음과 같이 정의된다.

$$G_L(u, v) = \exp\left(-\frac{\log\left(\frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{\omega_0}\right)}{2\sigma_F^2}\right)$$

여기서, (u, v) 는 주파수 공간에서의 좌표, σ_F 는 필터 대역폭, ω_0 는 주파수 중심이다.

색상 기반 중요도를 산출 단계(S141b)를 설명하면, 사람들은 파란색과 같은 차가운 색보다는 빨간색과 같은 따뜻한 색에 더욱 주의를 주는 것으로 알려져 있다. 따라서, 본 발명에서는 영상의 CIELab 색상 정보 중 a와 b 채널 값을 이용해 영상의 중요도를 계산한다.

주어진 픽셀 CIELab색상값에 대해서, 본 발명에서는 색상 기반의 중요도 $S_C(\mathbf{R})$ 는 [수학식 14]로 산출된다.

수학식 14

$$S_C(\mathbf{R}) = 1 - \exp\left(-\frac{C_a(\mathbf{R}) + C_b(\mathbf{R})}{\sigma_C^2}\right)$$

여기서, $C_a(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_R} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} a(\mathbf{x})$, $C_b(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_R} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} b(\mathbf{x})$, σ_C 는 파라미터, $a(\cdot)$ 는 정규화된 a 채널 값, $b(\cdot)$ 는 정규화된 b 채널 값이다.

사이즈 기반 중요도를 산출 단계(S141c)를 설명하면, 일반적으로 사이즈가 큰 영역이 작은 사이즈의 영역에 비해 사람들의 주목을 받으므로, 본 발명에서는 각 영역에 대한 사이즈를 영역의 사이즈 기반의 중요도로 적용하며, [수학식 15]로 산출한다.

수학식 15

$$S_A(\mathbf{R}) = 1 - \exp\left(-\frac{A(\mathbf{R})}{\sigma_{area}^2}\right)$$

여기서, σ_{area} 는 파라미터, $A(\cdot)$ 는 정규화된 영역의 넓이이다.

위치 기반 중요도 산출 단계(S142b)를 설명하면, 사람들은 영상의 외곽 영역보다 중심 영역에 보다 주의를 준다. 이를 이용해 위치 기반 중요도 $S_L(\mathbf{R})$ 는 [수학식 16]에 의해 산출된다.

수학식 16

$$S_L(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_{\mathbf{R}}} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{c}\|_2^2}{\sigma_{loc}^2}\right)$$

[0089]

여기서, σ_{loc} 는 파라미터, \mathbf{c} 는 영상의 중심위치이다.

[0090]

그리고, 시차 기반 중요도 산출 단계(S142b)를 설명하면, 스테레오스코픽 영상에서 음의 시차를 가지는 물체는 스크린으로부터 앞쪽으로 나와있는 것으로, 사람들은 높은 음의 시차를 가지는 물체일수록 그 물체에 주목하는 경향이 있다. 이를 이용해 시차 기반의 중요도 $S_o(\mathbf{R})$ 는 [수학식 17]에 의해 산출된다.

[0091]

수학식 17

$$S_D(\mathbf{R}) = 1 - \exp\left(-\frac{\lambda_{\mathbf{R}} \cdot D(\mathbf{R})}{\sigma_{dis}^2}\right)$$

[0092]

여기서, $D(\mathbf{R}) = \frac{d_{max} - d(\mathbf{R})}{d_{max} - d_{min}}$, $d(\mathbf{R}) = \frac{1}{n_{\mathbf{R}}} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{R}} d(\mathbf{x})$, σ_{dis} 는 파라미터, d_{max} 와 d_{min} 는 각각 영상의 최대, 최소 시차, $d(\cdot)$ 는 시차값, $\lambda_{\mathbf{R}}$ 는 영역 R의 시차 신뢰도이다.

[0093]

이와 같이 본 발명에서는 보다 정확한 영상의 중요도를 계산하기 위해 영상 중요도에 대한 사전 정보를 이용함을 설명하였다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 사전 지식 기반 중요도를 이용하여 분할된 각 영역의 중요도가 계산됨을 확인할 수 있고, 사전 지식 기반의 중요도 검출 방법은 정황(context) 정보를 이용하지 않아 간단하고 효율적으로 영상의 중요도에 정보를 계산하는데 유용하다.

[0094]

본 발명에 따르면 스테레오스코픽 기반 영역 중요도는 영역의 대비 기반 중요도와 사전 지식 기반의 중요도를 모두 고려하여 [수학식 18]과 같이 정의된다.

[0095]

수학식 18

$$S(\mathbf{R}_i) = \begin{cases} S_{ct}(\mathbf{R}_i) \cdot S_{pk}(\mathbf{R}_i) & \text{if } S_{ct}(\mathbf{R}_i) \cdot S_{pk}(\mathbf{R}_i) > 0.2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0096]

여기서, S_{ct} 와 S_{pk} 는 최종 스테레오스코픽 중요도를 0부터 1사이의 값으로 표현하기 위해 계산된 대비 기반 중요도와 사전 지식 기반 중요도의 각 최대 최소값(최대 최소값(min, max)과 [수학식 19]의 선형 변환식을 이용해 대비 기반 중요도와 사전 지식 기반 중요도 값을 0부터 1사이의 값이 되도록 한다.

[0097]

수학식 19

$$f(x) = \frac{1}{\max - \min} (x - \min)$$

[0098]

- [0099] 이하에서는 본 발명에 따른 스테레오스코픽 영상에서 중요 객체 검출 성능을 통계적으로 평가하기 위해 Stereo Saliency Benchmark Dataset 을 이용한 결과를 설명하기로 한다. 고정 thresholding 방법과 adaptive thresholding 방법을 이용하여 객체 검출 방식의 주요 방법들과 비교한 결과에서 본 발명의 객체 검출 성능을 확인할 수 있다.
- [0100] 제안한 방법을 비교하는데 사용된 방법 6가지는 다음과 같다.
- [0101] CA : S. Goferman, L. Zelnik-Manor, and A. Tal. “ Context-aware saliency detection , “In CVPR’ 10, pages 2376-383, 2010.
- [0102] GB : J. Harel, C. Koch, and P. Perona, “Graph-based visual saliency,” Adv. Neural Information Process. Syst., vol. 19, pp.545-552, 2007.
- [0103] SR : X. Hou and L. Zhang, “Saliency detection: a spectral residual approach,” In CVPR’ 07, pp. 1-8, 2007.
- [0104] FT : R. Achanta, S. Hemami, F. Estrada, and S. Susstrunk, "Frequency-tuned salient region detection," In CVPR’ 09, pp.1597-1604, 2009.
- [0105] RC : M. Cheng, G. Zhang, N.J. Mitra, X. Huang, and S. Hu, “Global contrast based salient region detection,” In CVPR’ 11,pp. 409-416, 2011.
- [0106] SS : Y. Niu, Y. Geng, X. Li, and F. Liu, “Leveraging stereopsis for saliency analysis, “ In CVPR’ 12,pp. 454-461, 2012.
- [0107] 고정 thresholding을 이용한 방법은 간단히 thresholding 값을 0부터 255까지 변환시키면서 획득된 이진 영상과 ground truth 마스크 영상을 비교해 평균 precision-recall 값을 계산하고 이를 이용해 획득된 precision-recall 커브를 비교하는 방식으로 [수학식 20]에 의해 산출된다.

수학식 20

$$T_a = \frac{2}{W \cdot H} \sum_{x=1}^W \sum_{y=1}^H S(x, y)$$

- [0108]
- [0109] 여기서, W와 H는 중요도맵의 가로와 세로 길이이고, S(x,y)는 (x,y)위치의 중요도 값이다.
- [0110] adaptive thresholding 방법은 다음과 같이 계산되는 adaptive thresholding 값을 이용해 얻어진 이진영상과 ground truth 마스크 영상을 비교하여 F-측정값을 비교하는 방식으로 [수학식 21]에 의해 산출된다.

수학식 21

$$F = \frac{(1 + \beta^2)P_r \cdot R_c}{\beta^2 P_r + R_c}$$

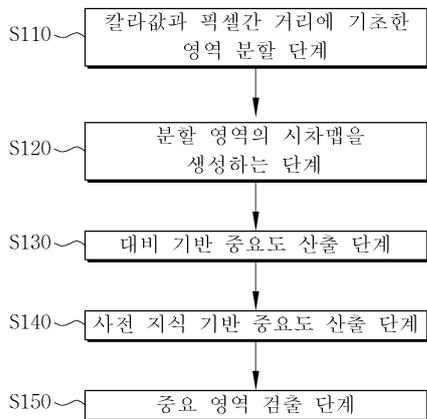
- [0111]
- [0112] 여기서, P_r 는 precision 값이고, R_c 는 recall 값이다.
- [0113] 도 6 내지 도 8은 본 발명에 따른 객체 검출 결과를 나타낸 도면이다. 자세하게는 도 6은 본 발명을 이용해 실험영상에 대한 중요영역을 검출한 결과의 예를 기존의 방법과 비교해 시각적으로 나타낸 도면으로서, 도 6의 중 방향으로 5가지 입력 영상의 예에 따라 횡 방향으로 시차맵과 기존의 객체 검출 방법에 따른 객체 검출 결과를 비교하여 나타내고 있다. 도 6에서 (a)는 입력 영상의 좌안 영상, (b)는 입력 영상의 우안 영상, (c)는 입력된 좌안 영상과 우안 영상의 픽셀의 차에 따른 시차를 시차맵으로 나타낸 것이고, (d)-(i)는 상기 종래기술 CA, 상기 종래기술 GB, 상기 종래기술 SR, 상기 종래기술 FT, 상기 종래기술 RC, 상기 종래기술 SS 순서의 입력 영상별 객체 검출 결과를 나타내고 있고, (j)는 본 발명에 따른 입력 영상별 객체 검출 결과를 나타내고 있다.

[0114] 그리고, 도 7은 고정 thresholding을 이용해 계산된 precision-recall 커브를 나타낸 도면이고, 도 8은 F-측정 값을 비교한 도면이다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 객체 검출 성능이 제시한 기존의 주요 방법에 비해 보다 좋은 결과를 보여줌을 확인할 수 있다.

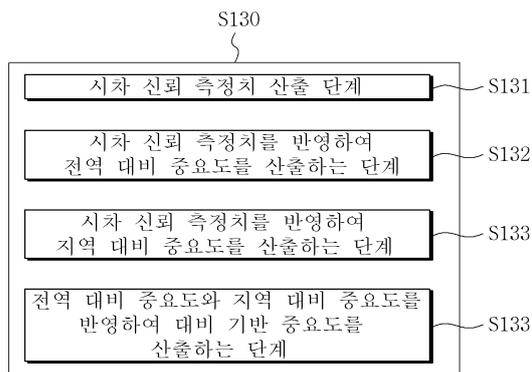
[0115] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

도면

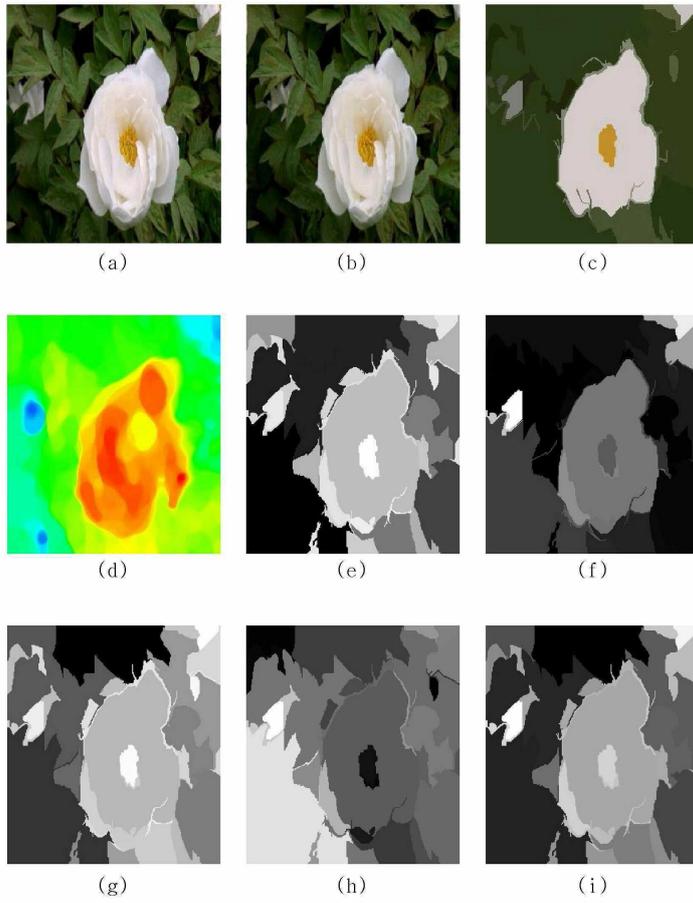
도면1



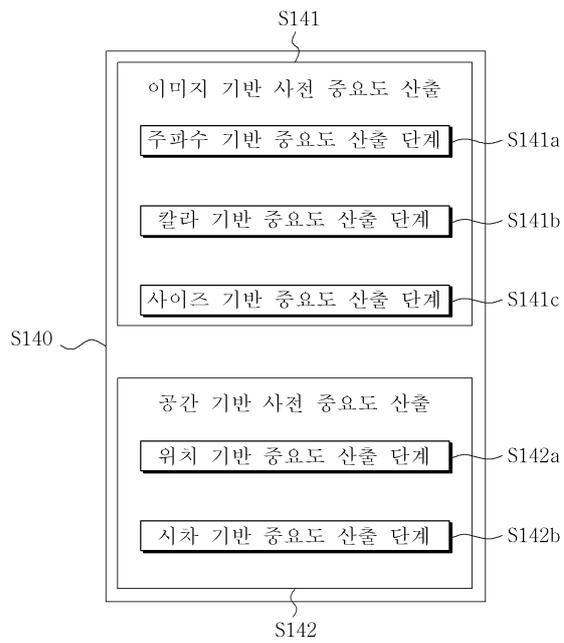
도면2



도면3



도면4



도면5



(a)



(b)



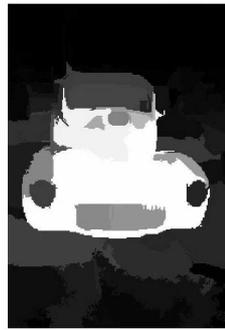
(c)



(d)

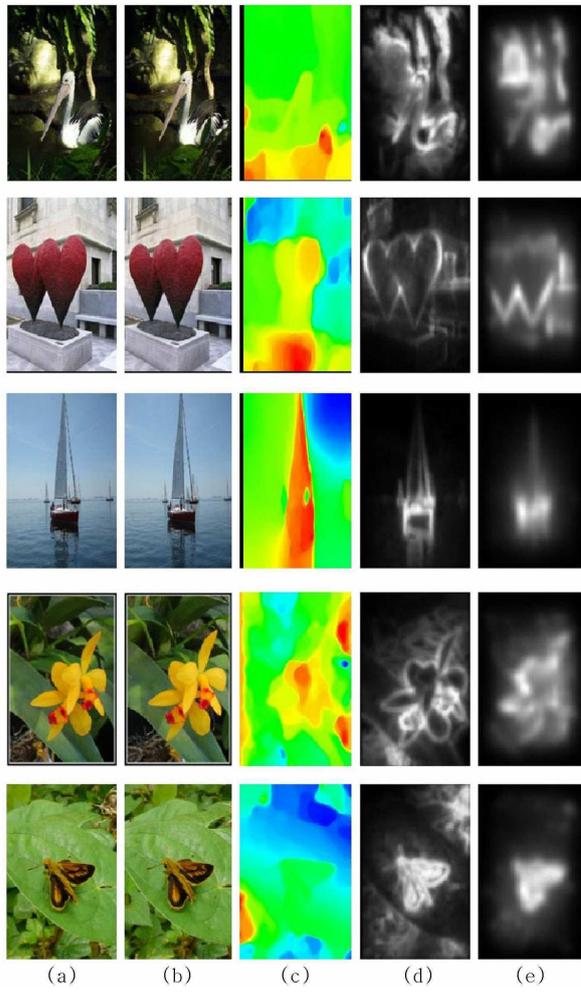


(e)

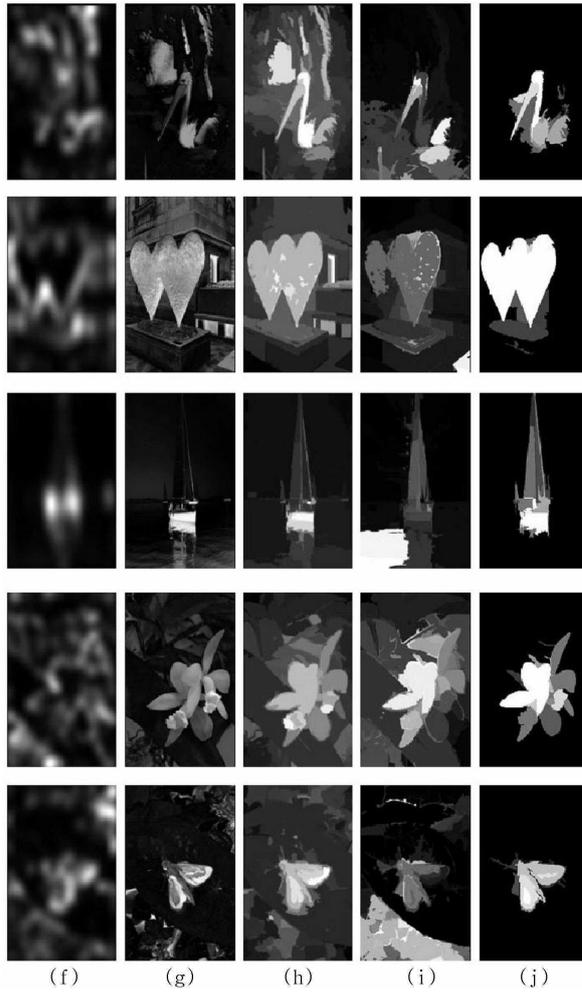


(f)

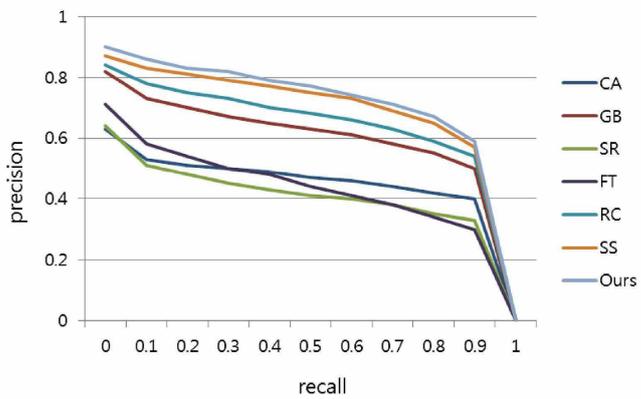
도면6a



도면6b



도면7



도면8

