



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0058779
(43) 공개일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류
G06T 7/12 (2017.01)

G06T 2207/10024 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0162823

(22) 출원일자 2015년11월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이텔레콤 주식회사

서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

박병관

서울특별시 중구 을지로 65 SKT 타워

김창수

서울특별시 서초구 바우피로 91 우성아파트 111동 1401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이철희

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법 및 장치

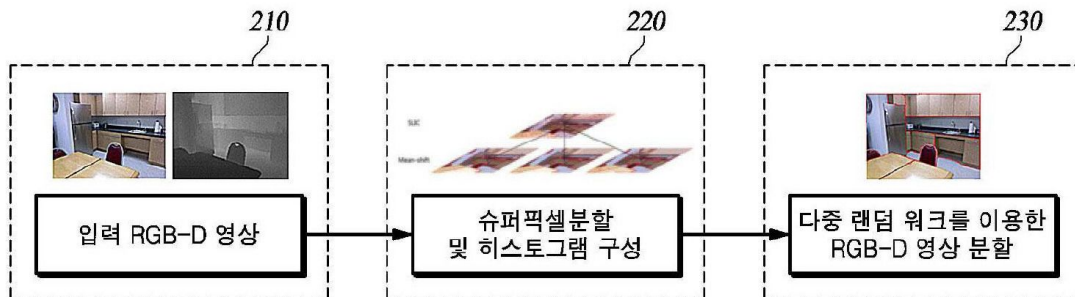
(57) 요약

다중 랜덤 워크 기반의 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법 및 장치를 개시한다.

색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀로 분할하고, 슈퍼픽셀 기반의 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 랜덤 워커가 분포하는 확률의 결과에 따라 영상을 분할하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법 및 장치에 관한 것이다.

대표도

200



(52) CPC특허분류

G06T 2207/10028 (2013.01)

(72) 발명자

장원동

경기도 광명시 하안로 237 하안주공아파트 802동
1204호

이세호

서울특별시 동대문구 약령사로 8-1, 202호

김영배

서울특별시 마포구 서강로 53 서강쌍용예가아파트
113동 706호

명세서

청구범위

청구항 1

색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀(Superpixel)로 분할하는 슈퍼픽셀 분할과정;

상기 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 각 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지(Edge)로 연결하여 그래프를 구성하는 그래프 구성과정;

상기 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 상기 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 워커(Random Walker)의 분포 확률을 산출하고, 상기 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출하는 랜덤 워크 처리과정; 및

상기 최종 정규분포를 기초로 상기 노드에 상기 랜덤워커에 대한 라벨(Label)을 부여하고, 상기 라벨에 근거하여 상기 영상을 분할하는 영상 분할과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 슈퍼픽셀 분할과정은,

상기 영상에 적어도 두 개 이상의 기법을 각각 적용하여 상기 슈퍼픽셀로 분할한 두 개 이상의 슈퍼픽셀 분할영상을 생성하고,

상기 그래프 구성과정은 상기 두 개 이상의 슈퍼픽셀 분할영상을 서로 다른 레이어로 설정하여 다중 레이어 구조를 갖는 상기 그래프를 구성하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 그래프 구성과정은,

상기 슈퍼픽셀 각각에 대응하는 노드들을 상기 에지로 연결하되, 서로 다른 레이어에서는 동일한 위치의 노드들을 상기 에지로 연결하고, 동일한 상위 레이어에서는 인접한 노드들 간을 상기 에지로 연결하여 상기 그래프를 구성하는 것을 특징으로 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 그래프 구성과정은,

상기 서로 다른 노드들 간의 상기 색상 정보 및 상기 깊이 정보 각각의 차이값에 근거하여 상기 에지의 가중치를 부여하여 상기 그래프를 구성하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 랜덤 워크 처리과정은,

랜덤 워크 기반의 노드가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 산출하고, 상기 전이확률을 이용하여 전이행렬(Transition Matrix)을 생성하는 전이행렬 생성과정; 및

상기 전이행렬을 이용하여 소정의 시간에서 상기 다중 랜덤 워크를 적용한 상기 랜덤 워커 각각의 분포 확률을 산출하고, 상기 분포 확률을 기초로 각각의 상기 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출하는 다중 랜덤 워크

처리과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 랜덤 워크 처리과정은,

상기 전이행렬을 이용하여 단일 랜덤 워크를 수행하고, 상기 단일 랜덤 워크에 의해 산출된 정규분포의 크기를 기초로 상기 다중 랜덤 워크를 적용하기 위한 상기 랜덤 워크의 초기 분포를 결정하는 단일 랜덤 워크 처리과정을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법.

청구항 7

색상 정보 및 깊이 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀로 분할하는 슈퍼픽셀 분할부;

상기 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 각 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지로 연결하여 그래프를 구성하는 그래프 구성부;

상기 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크를 적용하여 상기 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 워크의 분포 확률을 산출하고, 상기 랜덤 워크에 대한 최종 정규분포를 산출하는 랜덤 워크 처리부; 및

상기 최종 정규분포를 기초로 상기 노드에 상기 랜덤워크에 대한 라벨을 부여하고, 상기 라벨에 근거하여 상기 영상을 분할하는 영상 분할부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 랜덤 워크 처리부는,

랜덤 워크 기반의 노드가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 산출하고, 상기 전이확률을 이용하여 전이행렬(Transition Matrix)을 생성하는 전이행렬 생성부;

상기 전이행렬을 이용하여 단일 랜덤 워크를 수행하고, 상기 단일 랜덤 워크에 의해 산출된 정규분포의 크기를 기초로 상기 다중 랜덤 워크를 적용하기 위한 상기 랜덤 워크의 초기 분포를 결정하는 단일 랜덤 워크 처리부; 및

상기 전이행렬을 이용하여 소정의 시간에서 상기 다중 랜덤 워크를 적용한 상기 랜덤 워크 각각의 분포 확률을 산출하고, 상기 분포 확률을 기초로 각각의 상기 랜덤 워크에 대한 최종 정규분포를 산출하는 다중 랜덤 워크 처리부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 일반적으로 영상 분할을 위한 기술에는 색상 정보(RGB)를 이용한 그래프 기반의 영상 분할 기술(이하, '제1 종래기술'로 기재) 또는 색상 정보와 깊이 정보(Depth)를 이용한 그래프 기반의 영상 분할 기술(이하, '제2 종래기술'로 기재) 등이 존재한다.

[0004] 제1 종래기술은 색상 정보를 이용한 그래프 기반의 영상 분할을 수행한다. 제1 종래기술은 색상정보를 이용하여

이웃 픽셀 간의 에지(Edge)로 연결하고, 영상 내의 영상 내의 에지의 가중치 총합이 최소가 되는 최소 가중치 컷(Minimum Weight Cut)을 검출하여 영상 분할을 수행한다. 이러한, 제1 종래기술은 영역 간의 색상 차이가 가장 크게 발생하도록 영상을 두 영역으로만 나눌 수 있고, 사용자가 두 영역의 일부 영역을 미리 수동으로 라벨링하여 초기 조건을 설정해야만 영상 분할이 가능하다는 단점이 있다.

[0005] 제2 종래기술은 색상 정보와 깊이 정보를 이용한 그래프 기반의 영상 분할 기술이다. 제2 종래기술은 도 1에 도시된 바와 같이, 깊이 히스토그램을 분석하여 경계선(110)을 찾은 후 오프셋을 적용하여 두 개의 문턱값을 산출하고, 전경 영역 및 배경 영역 각각에 대한 문턱값을 이용하여 전경 영역 및 배경 영역과 나머지 미지영역으로 분류한다. 제2 종래기술은 미지영역의 픽셀을 에지로 연결하고, 최소 가중치를 이용한 그래프컷(Graph-Cut)을 수행하여 미지 영역을 전경 영역과 배경 영역으로 분류함으로써 최종적인 영상 분할을 수행한다. 이러한, 제2 종래기술은 가중치 최소화를 통해 미지 영역을 효과적으로 전경 영역과 배경 영역으로 분류하지만, 초기에 설정되는 문턱값에 크게 의존함으로써 초기 과정에서 문턱값이 잘못 결정될 경우, 전경 및 배경 영역이 잘못 판단되어 최종 영상 분할이 실패하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 실시예는 색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀로 분할하고, 슈퍼픽셀 기반의 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 랜덤 위커가 분포하는 확률의 결과에 따라 영상을 분할하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법 및 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀(Superpixel)로 분할하는 슈퍼픽셀 분할과정; 상기 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 각 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지(Edge)로 연결하여 그래프를 구성하는 그래프 구성과정; 상기 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 상기 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 위커(Random Walker)의 분포 확률을 산출하고, 상기 랜덤 위커에 대한 최종 정규분포를 산출하는 랜덤 워크 처리과정; 및 상기 최종 정규분포를 기초로 상기 노드에 상기 랜덤위커에 대한 라벨(Label)을 부여하고, 상기 라벨에 근거하여 상기 영상을 분할하는 영상 분할과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법을 제공한다.

[0008] 또한, 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 색상 정보 및 깊이 정보를 포함하는 영상을 슈퍼픽셀로 분할하는 슈퍼픽셀 분할부; 상기 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 각 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지로 연결하여 그래프를 구성하는 그래프 구성부; 상기 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크를 적용하여 상기 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 위커의 분포 확률을 산출하고, 상기 랜덤 위커에 대한 최종 정규분포를 산출하는 랜덤 워크 처리부; 및 상기 최종 정규분포를 기초로 상기 노드에 상기 랜덤위커에 대한 라벨을 부여하고, 상기 라벨에 근거하여 상기 영상을 분할하는 영상 분할부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 장치는 영상을 유사한 특징을 갖는 단위로 분할할 수 있고, 색상정보만을 포함하는 영상만을 사용했을 때보다 분할 성능을 향상할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할 장치는 추후 객체 인식 등에 정확한 영상 분할을 위해 활용할 수 있으며, 3D 카메라(3D Camera)와 결합하여 휴대용 단말기, 로봇, 보안 또는 일반 카메라 등에서 영상 분할이 가능하도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1a 및 도 1b는 일반적인 그래프 기반의 영상 분할을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할장치의 동작을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할장치의 세부 구조를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 4는 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법을 나타낸 순서도이다.

도 5는 본 실시예에 따른 영상 분할장치에서 슈퍼픽셀로 영상을 분할하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 실시예에 따른 다중 레이어 구조를 갖는 그래프의 구조를 설명하기 위한 예시도이다.

도 7은 본 실시예에 따른 입력 영상 및 랜덤 워크 기반의 영상 분할 결과 영상을 나타낸 예시도이다.

도 8은 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할 결과 영상들을 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0013] 최근 지능형 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 예를 들어 지능형 자동차 또는 휴머노이드(Humanoid) 로봇 등은 대표적인 지능형 시스템이라고 할 수 있다. 이러한 지능형 시스템은 주변 공간을 인식하여 인물을 파악하거나 객체를 검출한다.
- [0014] 공간 인식을 수행하기 위해서는 먼저 3D 공간 정보에 대한 정확한 분석이 선행되어야 한다. 영상 분할은 입력 영상의 색상 정보 및 깊이 정보를 이용하여 영상을 객체별로 분할하는 대표적인 영상 분석 기법으로 다양한 응용의 기반 기술이 될 수 있다.
- [0015] 기존의 영상 분할이 화소수를 줄여서 연계되는 알고리즘의 처리 효율을 높이는 저사양 처리(Low-Level Processing)에 중점이 맞춰져 있으나, 최근에는 물체 탐지 및 인식을 포함하여 영상에 존재하는 사물에 대한 정보를 적극적으로 반영하는 객체 단위의 영상 분할로 확장되고 있는 추세이다. 따라서, 본 발명에 따른 실시예에서는 객체 단위의 RGB-D 영상의 분할 기술을 제안한다.
- [0016] 본 실시예에 따른 영상 분할 장치는 제1 종래기술 및 제2 종래기술에서 사용하는 그래프컷(Graph-Cut) 대신 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 이용하여 확률적으로 영상 분할을 수행한다.
- [0017] 본 실시예에 따른 영상 분할 장치는 다중 랜덤 워크를 이용하므로 원하는 개수만큼 영역을 분할할 수 있고, 영상 분할을 위해 초기 문턱값 또는 초기 조건을 설정할 필요가 없으며, 깊이 정보를 이용하여 영상 분할의 정확도를 높인다는 점에서 제1 종래기술 및 제2 종래기술과 차이점이 존재한다.
- [0018] 도 2는 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할장치의 동작을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0019] 본 실시예에 따른 영상 분할장치(200)는 카메라로부터 색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 획득하는 동작(210)을 수행한다.
- [0020] 영상 분할장치(200)는 슈퍼픽셀(Superpixel) 기법을 적용하여 슈퍼픽셀 단위로 획득한 영상을 분할한 후 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 노드들을 예지로 연결하여 그래프를 구성하는 동작(220)을 수행한다.
- [0021] 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 각각의 노드에서 랜덤 워커(Random Walker)가 분포하는 확률의 결과에 따라 영상을 분할하는 동작(230)을 수행한다.
- [0022] 도 3은 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할장치의 세부 구조를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0023] 본 실시예에 따른 영상 분할장치(200)는 영상 획득부(310), 슈퍼픽셀 분할부(320), 그래프 구성부(330), 랜덤 워크 처리부(340) 및 영상 분할부(380)를 포함한다. 도 3에 도시된 영상 분할장치(200)는 일 실시예에 따른 것으로서, 도 3에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 영상 분할장치(200)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0024] 영상 획득부(310)는 카메라(미도시)로부터 색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 획득한다. 획득한 영상에 포함된 색상 정보는 Red(빨강), Green(초록) 및 Blue(파랑)의 세가지 컬러 기반의 색상값을 포함하는 정보를 의미한다. 깊이 정보는 영상의 화소들이 카메라와 상대적으로 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 깊이값을 포함하는 정보를 의미한다.
- [0025] 영상 획득부(310)에서 획득한 영상은 RGB-D 영상일 수 있으나, 컬러 및 깊이에 관련된 정보를 포함하고 있다면 다른 형태의 영상일 수도 있다.

- [0026] 슈퍼픽셀 분할부(320)는 획득한 영상을 소정의 기법을 적용하여 슈퍼픽셀(Superpixel)로 분할하여 슈퍼픽셀 분할영상을 생성한다. 슈퍼픽셀 분할부(320)는 영상에 포함된 화소들을 특징이 비슷한 작은 균일영역 즉, 에지(Edge)를 포함하지 않는 영상 처리를 위한 기본 단위인 슈퍼픽셀로 분할한다.
- [0027] 슈퍼픽셀 분할부(320)는 그래프 기반 기법 또는 기울기 기반 기법을 적용하여 영상을 슈퍼픽셀로 분할할 수 있다. 그래프 기반 기법은 영상의 각 화소를 그래프의 노드로 설정하고, 화소와 화소 사이의 특징을 그래프의 에지값으로 부여하여 그래프를 구성한다. 그리고 그래프의 모든 노드에 대한 $N \times N$ 가중치 행렬로부터 고유벡터 및 고유치를 구하여 그래프를 반복적으로 두 개의 서브 그래프(Sub-Graph)로 나누어 슈퍼픽셀을 구하는 방식을 의미한다. 기울기 기반 기법은 영상의 기울기값을 구하고 이를 기초로 초기 화소(Seed)를 설정하고, 각 화소에 대해 초기 화소와의 유클리드 거리(Euclidean Distance)를 계산하여 성질이 비슷한 작은 영역으로 나누어 슈퍼픽셀을 구하는 방식을 의미한다. 여기서, 기울기 기반 기법은 평균 이동(MS: Mean Shift), 터보화소(Turbopixel), 퀵이동(Quick Shift), SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 등일 수 있다.
- [0028] 슈퍼픽셀 분할부(320)는 하나의 기법을 이용하여 영상을 슈퍼픽셀로 분할할 수 있으나, 복수의 기법을 이용하여 영상을 슈퍼픽셀로 분할할 수 있다. 슈퍼픽셀 분할부(320)는 두 개 이상의 기법을 각각 적용하여 슈퍼픽셀로 분할하는 경우, 각각의 기법에 대한 슈퍼픽셀 분할영상을 생성한다.
- [0029] 그래프 구성부(330)는 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 각 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지로 연결하여 그래프를 구성한다.
- [0030] 그래프 구성부(330)는 각 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 에지를 연결하여 이분 그래프를 구성할 수 있다. 이분 그래프는 $G = (V, E)$ 로 정의될 수 있으며, G 는 그래프를 의미하고, V (Vertex)는 노드(꼭지점)을 의미하며, E (Edge)는 서로 다른 노드를 연결하는 에지(변)을 의미한다. 다시 말해, 이분 그래프는 꼭지점 집합 V 를 두 개의 집합 V_1 와 V_2 로 나누되, 변 집합 E 에 포함된 모든 변(e)은 V_1 의 꼭지점 및 V_2 의 꼭지점과 동시에 접하도록 할 수 있는 그래프를 의미한다.
- [0031] 그래프 구성부(330)는 복수의 기법을 이용하여 복수의 슈퍼픽셀 분할영상을 이용하여 그래프를 구성하는 경우, 각각의 슈퍼픽셀 분할영상을 서로 다른 레이어로 설정하여 다중 레이어 구조를 갖는 그래프를 구성할 수 있다. 예를 들어, 두 개의 슈퍼픽셀 분할영상의 경우, 그래프 구성부(330)는 하나의 슈퍼픽셀 분할영상을 상위 레이어로 설정하고, 나머지 슈퍼픽셀 분할영상을 하위 레이어로 설정함으로써, 다중 레이어 구조를 갖는 그래프를 구성할 수 있다.
- [0032] 그래프 구성부(330)는 다중 레이어 구조를 갖는 그래프에서 노드들 간의 에지를 연결하되, 서로 다른 레이어에 포함된 노드들을 연결하는 경우 동일한 위치의 노드들을 상기 에지로 연결한다. 한편, 그래프 구성부(330)는 동일한 레이어에 포함된 노드들을 연결하는 경우 인접한 노드들 간을 에지로 연결하되, 상위 레이어에서만 인접한 노드들을 연결하고, 하위 레이어에서는 노드들을 서로 연결하지 않는다.
- [0033] 그래프 구성부(330)는 서로 다른 노드들 간의 색상 정보 및 깊이 정보 각각의 차이값에 근거하여 에지의 가중치를 부여한다.
- [0034] 이하, 그래프 구성부(330)에서 에지에 부여하는 가중치를 결정하기 위한 동작을 설명하기 위해, 임의의 제1 노드(i) 및 제2 노드(j) 간 연결된 에지(e_{ij})의 가중치(w_{ij})를 결정하는 것으로 가정하여 설명하도록 한다.
- [0035] 그래프 구성부(330)는 제1 노드(i) 및 제2 노드(j) 간 연결된 에지(e_{ij})의 가중치(w_{ij})를 [수학식 1]을 이용하여 결정한다.

수학식 1

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp\left(-\frac{\|c_i - c_j\|}{2\sigma_c^2}\right) \times \exp\left(-\frac{|d_i - d_j|}{2\sigma_d^2}\right), & \text{if } e_{ij} \in E \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0036]

[0037] [수학식 1]에서 w_{ij} 는 에지(e_{ij})의 가중치를 의미하고, c_i 및 d_i 는 각각 제1 노드(i)의 평균 Lab 색상값 및 깊이

값을 의미하고, c_j 및 d_j 는 각각 제2 노드(j)의 평균 Lab 색상값 및 깊이값을 의미한다. 또한, [수학식 1]에서 σ_c^2 및 σ_d^2 는 각각 색상 정보 및 깊이 정보에 대해 기 설정된 가중치를 나타내는 매개 변수를 의미한다.

[0038] 그래프 구성부(330)에서 에지(e_{ij})의 가중치(w_{ij})는 제1 노드(i)와 제2 노드(j)의 색상 정보 및 깊이 정보에 근거한 제1 노드(i)와 제2 노드(j) 사이의 색상 및 깊이의 차이값이 작을수록 높은 가중치를 갖는다.

[0039] 랜덤 워크 처리부(340)는 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 복수의 랜덤 워커(Random Walker) 기반의 영상 분할을 수행한다. 다시 말해, 랜덤 워크 처리부(340)는 복수의 랜덤 워커가 하나의 그래프 상에서 이동하며 소정의 노드에서 서로 밀어내는 특징을 갖도록 함으로써 영상 분할을 수행한다. 여기서, 서로 밀어내는 특징은 소정의 노드에서 소정의 랜덤 워커의 분포 확률이 높은 경우, 소정의 랜덤 워커를 제외한 나머지 랜덤 워커는 소정의 노드에서 낮은 분포 확률을 갖도록 하는 특징을 의미한다.

[0040] 랜덤 워크 처리부(340)는 그래프를 기반으로 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 워커(Random Walker)의 분포 확률을 산출하고, 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출한다. 여기서, 랜덤 워크(Random Walk)는 소정의 노드에서 임의의 방향 즉, 다른 노드로 움직일 확률을 이용하는 랜덤 워크 모델(Random Walk Model)을 의미하며, 랜덤 워커(Random Walker)는 랜덤 워크의 움직임을 갖는 노드들에 대한 그래프 상에서의 확률 분포를 의미한다.

[0041] 본 실시예에 따른 랜덤 워크 처리부(340)는 전이행렬 생성부(350), 단일 랜덤워크 처리부(360) 및 다중 랜덤워크 처리부(370)를 포함한다.

[0042] 전이행렬 생성부(350)는 랜덤 워커가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 산출하고, 전이확률을 이용하여 전이행렬(Transition Matrix)을 생성한다.

[0043] 전이행렬 생성부(350)는 랜덤 워커가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률(a_{ij})을 에지(e_{ij})의 가중치(w_{ij})에서 제2 노드(j)의 차수(Degree)를 나누어 산출한다. 여기서, 제2 노드(j)의 차수는 제2 노드(j)를 포함하는 에지의 수를 의미한다.

[0044] 전이행렬 생성부(350)는 [수학식 2]를 이용하여 랜덤 워커가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 산출한다.

수학식 2

$$a_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_k w_{kj}}$$

[0045]

[0046] [수학식 2]에서 a_{ij} 는 랜덤 워커가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 의미하고, w_{ij} 는 에지(e_{ij})의 가중치를 의미한다.

[0047] 전이행렬 생성부(350)는 전이확률(a_{ij})을 이용하여 전이행렬(A)을 생성한다. 여기서, 전이행렬(A)은 $A = [a_{ij}]$ 로 구성된다.

[0048] 단일 랜덤워크 처리부(360)는 다중 랜덤워크 처리부(370)에서 다중 랜덤워크를 수행하기 전, 하나 이상의 랜덤 워커를 결정하는 동작을 수행한다.

[0049] 단일 랜덤워크 처리부(360)는 전이행렬(A)을 이용하여 단일 랜덤 워크를 수행하여 정상확률분포(Stationary Distribution)를 산출한다. 여기서, 단일 랜덤워크 처리부(360)는 하나의 랜덤 워커가 존재하는 것으로 가정하여 단일 랜덤 워크를 수행하고, 복수의 노드들 각각에 대한 랜덤워커의 분포 확률을 이용하여 정상확률분포를 산출한다. 여기서, 정상확률분포는 소정의 노드로 랜덤워커가 이동할 확률의 분포를 의미한다.

[0050] 단일 랜덤워크 처리부(360)는 정상확률분포의 크기에 근거하여 다중 랜덤 워크를 적용하기 위한 적어도 하나 이상의 랜덤 워커의 초기 분포를 결정한다. 여기서, 랜덤 워커의 개수는 사용자의 설정에 의해 기 설정되어 있는 것이 바람직하다. 예를 들어, 단일 랜덤워크 처리부(360)는 정상확률분포에서 가장 높은 값을 갖는 노드를 다중 랜덤 워크를 적용하기 위한 초기 노드(Seed) 즉, 랜덤 워커로 설정하여 다중 랜덤 워크의 초기 분포로 결정한다.

[0051] 단일 랜덤워크 처리부(360)는 새롭게 결정된 랜덤 워커들의 분포가 기 설정된 임계값 이하로 낮은 경우, 정상확률분포를 다시 산출하여 랜덤 워커를 설정하는 동작을 반복한다.

[0052] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 다중 랜덤 워크(Multiple Random Walk)를 적용하여 그래프에 포함된 노드 중 적어도 하나 이상의 랜덤 워커(Random Walker)의 분포 확률을 산출하고, 복수의 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출한다. 다시 말해, 다중 랜덤워크 처리부(370)는 소정의 시간에서 다중 랜덤 워커 각각의 분포 확률을 산출하고, 분포 확률을 기초로 각각의 다중 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출한다.

[0053] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 시간 t 에서 랜덤 워커(k)의 분포확률($\mathbf{p}_k^{(t)}$)은 [수학식3]을 이용하여 결정한다.

수학식 3

$$\mathbf{p}_k^{(t)} = (1 - \epsilon)\mathbf{A}\mathbf{p}_k^{(t-1)} + \epsilon\mathbf{r}_k^{(t)}, k = 1, \dots, K$$

[0055] [수학식 3]에서 $\mathbf{p}_k^{(t)}$ 는 시간(t)에서의 랜덤 워커(k)의 분포확률을 의미하고, ϵ 은 기 설정된 재시작 확률을 의미하고, K 는 랜덤 워커의 총 개수를 의미한다. 또한, $\mathbf{r}_k^{(t)}$ 는 랜덤 워커(k)에서의 재시작값(재시작 벡터)을 의미한다.

[0056] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 랜덤 워커(k)의 분포확률($\mathbf{p}_k^{(t)}$)을 산출하는데 있어서, 재시작값($\mathbf{r}_k^{(t)}$)을 이용함으로써 소정의 노드에서 랜덤 워커들 간에 서로 밀어내는 특징을 구현한다. 여기서, 서로 밀어내는 특징은 소정의 노드에서 소정의 랜덤 워커의 분포 확률이 높은 경우, 소정의 랜덤 워커를 제외한 나머지 랜덤 워커는 소정의 노드에서 낮은 분포 확률을 갖도록 하는 특징을 의미한다.

[0057] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 [수학식 4]를 이용하여 제1 노드(i)에서의 재시작값($r_{k,i}^{(t)}$)을 산출한다.

수학식 4

$$r_{k,i}^{(t)} = p_{k,i}^{(t)} \cdot \frac{\sum_j a_{ij} \cdot p_{k,j}^{(t)}}{\max_l \left(\sum_j a_{ij} \cdot p_{l,j}^{(t)} \right)}$$

[0059] [수학식 4]에서 $r_{k,i}^{(t)}$ 은 제1 노드(i)에서 랜덤워크(k)의 재시작값, $p_{k,i}^{(t)}$ 는 제1 노드(i)에서 랜덤워크(k)의 분

포확률 및 a_{ij} 는 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 확률을 의미한다.

[0060] 즉, 다중 랜덤워크 처리부(370)는 [수학식 3] 및 [수학식 4]를 이용하여 랜덤워커(k)의 분포 확률을 산출함으로써, 하나의 랜덤워커가 제1 노드(i)에서 높은 확률로 분포하면 랜덤워커(k)를 제외한 나머지 랜덤워커들은 제1 노드(i)에서 낮은 제시작값을 갖게 된다. 다중 랜덤워크 처리부(370)는 [수학식 3] 및 [수학식 4]를 이용하여 제시작값을 할당함으로써 랜덤 워커 간에 서로 밀어내는 특징을 갖게 된다.

[0061] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 복수의 랜덤워커 각각에 대한 분포 확률의 최종 정규분포를 산출한다. 다중 랜덤워크 처리부(370)는 [수학식 5]를 이용하여 최종 정규분포를 산출한다.

수학식 5

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p_k^{(t)}$$

[0062]

[0063] [수학식 5]에서 $p_k^{(t)}$ 는 랜덤 워커(k)의 분포확률을 의미한다.

[0064] 다중 랜덤워크 처리부(370)는 [수학식 5]를 이용하여 각 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포의 수렴값을 산출하고, 소정의 노드에서 분포확률이 가장 높은 랜덤워커를 결정한다. 예를 들어, 제1 내지 제3 랜덤 워커가 존재하는 경우, 다중 랜덤워크 처리부(370)는 소정의 영역에 포함된 노드들에는 분포확률이 가장 높은 제1 랜덤 워커를 설정하고, 다른 소정의 영역에 포함된 노드들에는 분포확률이 가장 높은 제2 랜덤 워커를 설정하고, 또 다른 소정의 영역에 포함된 노드들에는 분포확률이 가장 높은 제3 랜덤 워커를 설정할 수 있다.

[0065] 영상 분할부(380)는 복수의 노드 각각에 다중 랜덤워크 처리부(370)에서 결정된 랜덤워커에 대응하는 라벨(Label)을 부여하고, 라벨에 근거하여 영상을 분할한다. 예를 들어, 제1 내지 제3 랜덤 워커가 존재하는 경우, 영상 분할부(380)는 제1 랜덤워커에 대해서는 빨간색 라벨을 부여하고, 제2 랜덤워커에 대해서는 노란색 라벨을 부여하고, 제3 랜덤워커에 대해서는 검은색 라벨을 부여할 수 있다. 영상 분할부(380)는 빨간색 라벨, 노란색 라벨 및 검은색 라벨 중 동일한 라벨을 갖는 복수의 노드를 하나의 영역으로 분할할 수 있다. 영상 분할부(380)는 각각의 라벨별로 분할된 영역 간에 경계선을 표시하여 영상이 분할된 결과 영상을 출력할 수 있다.

[0066] 도 4는 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할 방법을 나타낸 순서도이다.

[0067] 영상 분할장치(200)는 카메라로부터 색상(RGB) 정보 및 깊이(Depth) 정보를 포함하는 영상을 획득하고(S410), 획득한 영상을 슈퍼픽셀 단위로 분할한다(S420). 영상 분할장치(200)는 그래프 기반 기법 또는 기울기 기반 기법을 적용하여 영상을 슈퍼픽셀로 분할할 수 있으며 예를 들어, 평균 이동(MS: Mean Shift), 터보화소(Turbopixel), 퀵이동(Quick Shift), SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 등 중 하나 또는 복수의 기법 각각을 이용하여 영상을 슈퍼픽셀 단위로 분할할 수 있다.

[0068] 영상 분할장치(200)는 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기반으로 그래프를 생성한다(S430). 더 자세히 설명하자면, 영상 분할장치(200)는 슈퍼픽셀을 노드로 설정하고, 노드로 설정된 슈퍼픽셀의 색상 정보 및 깊이 정보를 기초로 각 노드들을 에지(Edge)로 연결하여 그래프를 구성한다. 여기서, 영상 분할장치(200)는 복수의 기법을 이용하여 슈퍼픽셀을 분할한 경우, 각각의 기법에 따라 분할된 슈퍼픽셀 분할영상을 서로 다른 레이어로 설정하여 다중 레이어 구조를 갖는 그래프를 구성할 수 있다.

[0069] 영상 분할장치(200)는 노드들을 연결하는 에지에 노드들 간의 색상 정보 및 깊이 정보 각각의 차이값에 근거하여 가중치를 부여한다.

[0070] 영상 분할장치(200)는 다중 랜덤워크를 수행하기 위한 전이행렬을 생성한다(S440). 영상 분할장치(200)는 랜덤워커가 제2 노드(j)에서 제1 노드(i)로 전이될 전이확률을 산출하고, 산출된 전이확률을 이용하여 전이행렬(Transition Matrix)을 생성한다.

- [0071] 영상 분할장치(200)는 단일 랜덤 워크를 수행하여 다중 랜덤워크를 수행하기 위한 랜덤워커의 초기 분포를 결정한다(S450). 영상 분할장치(200)는 전이행렬(A)을 이용하여 단일 랜덤 워크를 수행하여 정상확률분포를 산출하고, 정상확률분포에서 가장 높은 값을 갖는 노드를 다중 랜덤 워크를 적용하기 위한 초기 노드(Seed) 즉, 랜덤 워커로 설정하여 다중 랜덤 워크의 초기 분포로 결정한다. 여기서, 랜덤 워커로 설정하여 다중 랜덤 워크의 초기 분포로 결정하는 단계 S450은 사용자가 다중 랜덤 워크의 초기 분포를 기 설정하는 경우 생략될 수 있다.
- [0072] 영상 분할장치(200)는 다중 랜덤 워크를 적용하여 그래프에 포함된 노드 중 랜덤워커의 최종 정규분포를 산출한다(S460). 다시 말해, 영상 분할장치(200)는 소정의 시간에서 다중 랜덤 워커 각각의 분포 확률을 산출하고, 분포 확률을 기초로 각각의 다중 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포를 산출한다. 영상 분할장치(200)는 각 랜덤 워커에 대한 최종 정규분포의 수렴값에 근거하여 소정의 노드에서 분포확률이 가장 높은 랜덤워커를 결정한다.
- [0073] 영상 분할장치(200)는 복수의 노드 각각에 결정된 랜덤워커에 대응하는 라벨을 부여하고, 라벨에 근거하여 영상을 분할한다(S470).
- [0074] 도 5는 본 실시예에 따른 영상 분할장치에서 슈퍼픽셀로 영상을 분할하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0075] 영상 분할장치(200)는 다중 랜덤 워크 기반의 영상 분할을 수행하기 위해 획득한 영상(510)을 슈퍼픽셀 단위로 분할한다. 영상 분할장치(200)는 복수의 슈퍼픽셀 기법을 적용하여 영상(510)을 분할할 수 있다.
- [0076] 도 5의 (a)는 SLIC(Simple Linear Iterative Clustering) 기법을 적용하여 획득한 영상(510)을 슈퍼픽셀 단위로 분할한 제1 슈퍼픽셀 분할영상(520)을 나타낸다.
- [0077] 도 5의 (b)는 평균 이동 기법을 적용하여 슈퍼픽셀 단위로 분할한 제2 슈퍼픽셀 분할영상(530), 제3 슈퍼픽셀 분할영상(532) 및 제4 슈퍼픽셀 분할영상(534)을 나타낸다. 여기서, 제2 슈퍼픽셀 분할영상(530), 제3 슈퍼픽셀 분할영상(532) 및 제4 슈퍼픽셀 분할영상(534)은 평균 이동 기법을 적용하는데 있어서, 설정된 매개 변수를 변경해가며 슈퍼픽셀을 분할한 결과를 나타낸다.
- [0078] 도 6은 본 실시예에 따른 다중 레이어 구조를 갖는 그래프의 구조를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0079] 영상 분할장치(200)는 각 슈퍼픽셀을 노드로 설정하여 그래프를 구성한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 영상 분할장치(200)는 제1 슈퍼픽셀 분할영상(520), 제2 슈퍼픽셀 분할영상(530), 제3 슈퍼픽셀 분할영상(532) 및 제4 슈퍼픽셀 분할영상(534)을 이용하여 다중 레이어 구조의 그래프를 구성한다.
- [0080] 예를 들어, 영상 분할장치(200)는 SLIC 기법을 적용하여 슈퍼픽셀을 분할한 제1 슈퍼픽셀 분할영상(520)에 포함된 노드들을 상위 레이어로 설정하고, 평균 이동 기법을 적용하여 슈퍼픽셀을 분할한 제2 슈퍼픽셀 분할영상(530), 제3 슈퍼픽셀 분할영상(532) 및 제4 슈퍼픽셀 분할영상(534)에 포함된 노드들을 하위 레이어로 설정할 수 있다.
- [0081] 영상 분할장치(200)는 다중 레이어 구조를 갖는 그래프에서 노드들 간의 에지를 연결하되, 제1 슈퍼픽셀 분할영상(520)에 포함된 노드 및 제2 내지 제4 슈퍼픽셀 분할영상(530, 532, 534) 각각에 포함된 노드와 같이, 서로 다른 레이어에 포함된 노드들을 연결하는 경우 동일한 위치의 노드들을 상기 에지로 연결한다.
- [0082] 한편, 영상 분할장치(200)는 제1 슈퍼픽셀 분할영상(520)에 포함된 노드들과 같이 상위 레이어에 포함된 인접 노드들은 에지로 연결하고, 제2 내지 제4 슈퍼픽셀 분할영상(530, 532, 534) 각각에 포함된 노드와 같이, 하위 레이어 각각에 포함된 노드들은 서로 연결하지 않는다.
- [0083] 도 7은 본 실시예에 따른 입력 영상 및 랜덤 워크 기반의 영상 분할 결과 영상을 나타낸 예시도이고, 도 8은 본 실시예에 따른 랜덤 워크 기반의 영상 분할 결과 영상들을 나타낸 예시도이다.
- [0084] 도 7에 도시된 바와 같이, 영상 분할장치(200)는 색상 정보(710) 및 깊이 정보(720)를 포함하는 영상을 기반으로 다중 랜덤 워크를 적용하여 영상 분할한 제1 분할 결과영상(730)을 도시한다. 도 8에서는 여러가지 영상에 대해 다중 랜덤 워크를 적용하여 영상을 분할한 복수의 영상(810 내지 860)을 도시한다.
- [0085] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의

권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

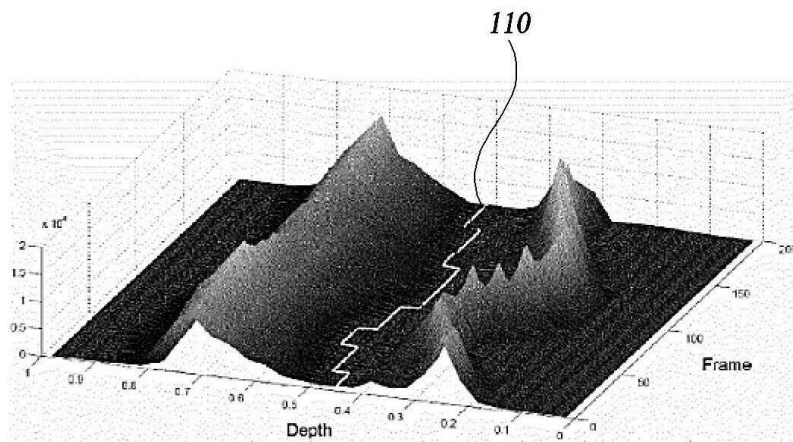
[0086] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예는 영상 분할 관련분야에 적용되어, 영상을 유사한 특징을 갖는 단위로 분할할 수 있고, 색상정보만을 포함하는 영상만을 사용했을 때보다 분할 성능을 향상할 수 있으며, 객체 인식 등에 정확한 영상 분할을 위해 활용할 수 있는 효과를 발생하는 유용한 발명이다.

부호의 설명

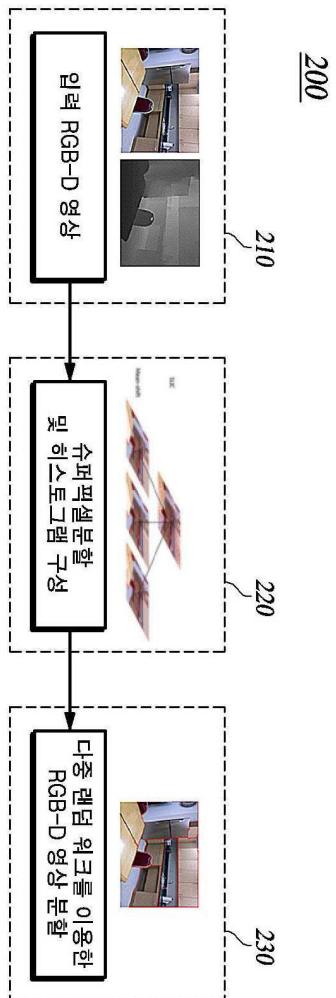
[0087] 200: 영상 분할 장치
310: 영상 획득부 320: 슈퍼픽셀 분할부
330: 그래프 구성부 340: 랜덤워크 처리부
350: 전이행렬 생성부 360: 단일 랜덤워크 처리부
370: 다중 랜덤워크 처리부 380: 영상 분할부

도면

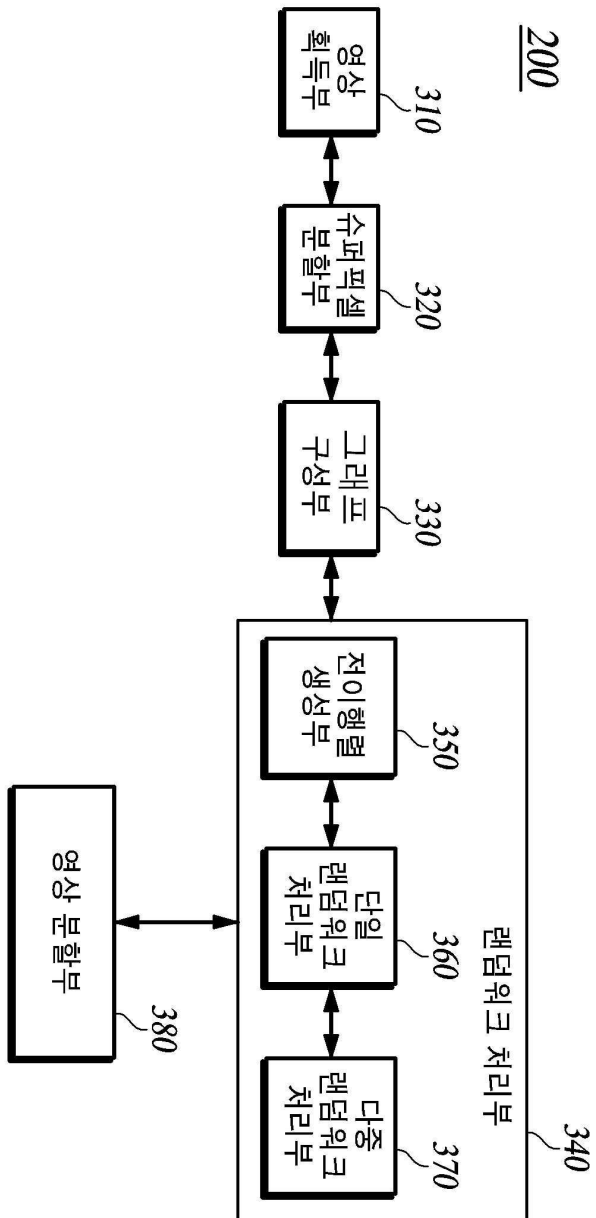
도면1



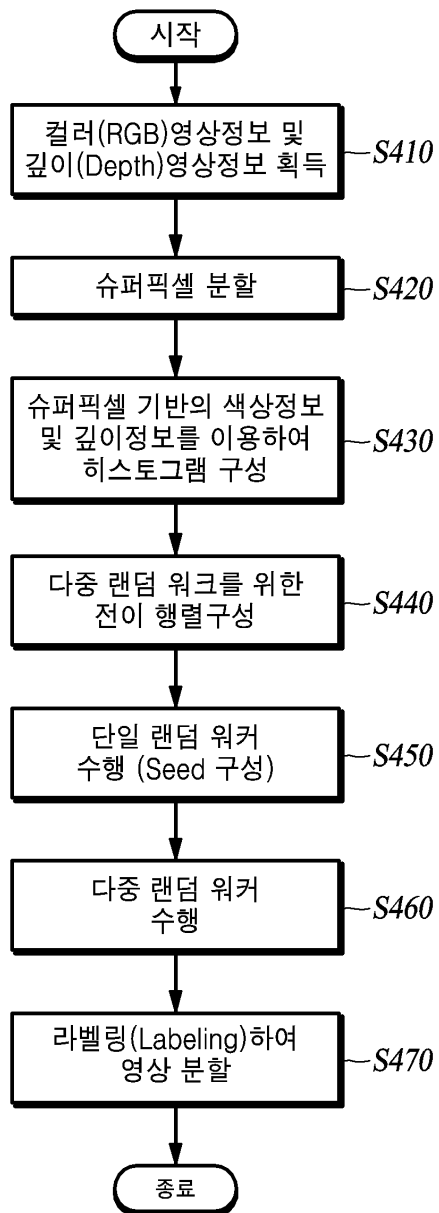
도면2



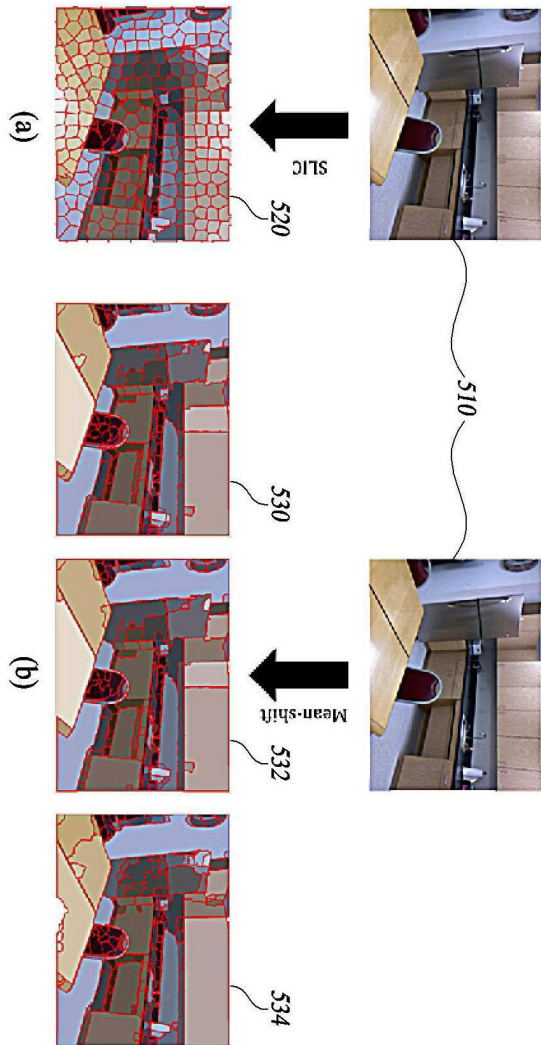
도면3



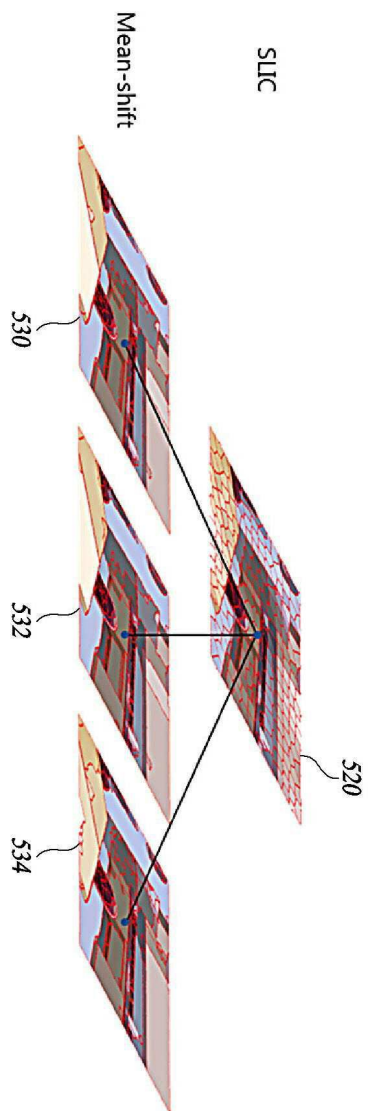
도면4



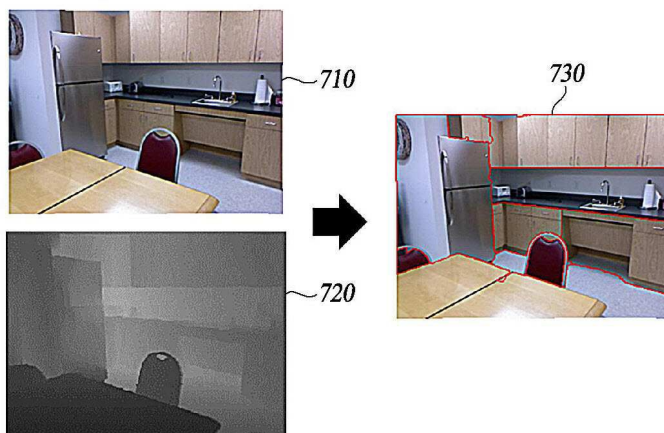
도면5



도면6



도면7



도면8

