



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년05월20일  
 (11) 등록번호 10-1622748  
 (24) 등록일자 2016년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G06T 7/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0037807  
 (22) 출원일자 2014년03월31일  
 심사청구일자 2014년03월31일  
 (65) 공개번호 10-2015-0114088  
 (43) 공개일자 2015년10월12일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020130073812 A\*  
 KR1020130066812 A\*  
 KR1020110053288 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국과학기술원  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
 (72) 발명자  
 명현  
 대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원  
 김동훈  
 경남 창원시 의창구 북면 단내로475번길 8-6  
 이동화  
 대구광역시 달서구 학산로7길 69-6  
 (74) 대리인  
 특허법인 다해

전체 청구항 수 : 총 16 항

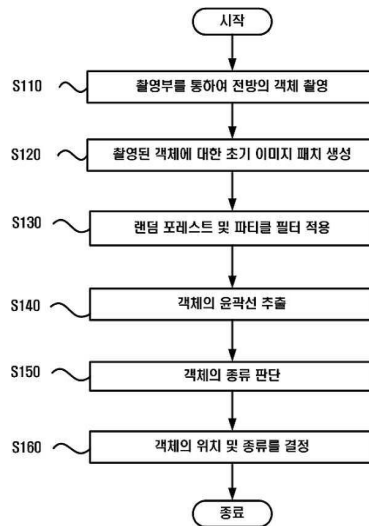
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 **입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법, 장치 및 컴퓨터 판독가능 기록매체**

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예는 랜덤 포레스트의 적용결과 생성한 확률지도를 파티클 필터를 통하여 더욱 정밀한 확률지도로 갱신함으로써, 입력 이미지에 나타난 객체의 위치와 종류, 형태 등에 대하여 더욱 정확한 정보를 추출할 수 있다. 특히, 수중 환경은 빛의 감쇠가 심하여 어둡고 색의 변화가 심하며 부유물 등에 의하여 정확한 객체의 식별이 어렵기 때문에, 본 발명의 일 실시예는 이러한 수중 속에서 객체의 위치와 종류를 정확히 판별하는 기능을 제공할 수 있다.

**대표도** - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415125307

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 로봇산업원천기술개발

영 연구과제명 수중 인공 구조물의 국소지역 정밀 탐사가 가능한 1.0m 위치오차를 갖는 수중로봇 자율유  
 기술 개발(1/5)

기 여 율 1/1

주관기관 한국로봇융합연구원

연구기간 2012.12.01 ~ 2014.02.28

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- (a) 적어도 하나의 객체를 촬영하는 단계;
- (b) 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 복수 개의 이미지 패치를 생성하는 단계;
- (c) 상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 1 확률지도를 생성하는 단계;
- (d) 파티클 필터를 이용하여 상기 제 1 확률지도를 보정한 제 n 확률지도를 생성하는 단계(n은 1보다 큰 정수);
- (e) 상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하는 단계; 및
- (f) 상기 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는 단계;를 포함하며, 상기 제 1 및 제 n 확률지도는, 상기 객체의 존재 확률을 0에서 1 사이의 값으로 상기 입력 이미지의 각 픽셀마다 표현한 것인, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

#### 청구항 2

- 제 1 항에 있어서,
- 상기 (c) 단계는,
- 상기 각각의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 설정하는 단계; 및
- 상기 복수 개의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 종합하여 상기 제 1 확률지도를 생성하는 단계;를 포함하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

#### 청구항 3

- 제 2 항에 있어서,
- 상기 (d) 단계는,
- (d-1) 제 m 확률지도를 기초로 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 단계( $1 \leq m < n$ ,  $m = \text{정수}$ );
- (d-2) 상기 제 m 확률지도를 기초로 생성된 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치에 대하여 상기 (c) 단계를 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하는 단계; 및
- (d-3) 상기 (d-1) 및 (d-2) 단계를 반복하여 상기 제 n 확률지도를 생성하는 단계;를 포함하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

#### 청구항 4

- 제 3 항에 있어서,
- 상기 (d-1) 단계는,
- 상기 제 m 확률지도에 기반하여, 상기 입력 이미지의 이미지 패치에 대한 가중치를 설정하고, 상기 가중치를 기초로 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 단계를 포함하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

#### 청구항 5

- 제 3 항에 있어서,

상기 (d-3) 단계는,

상기 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 수렴하거나, 상기 (d-1) 및 (d-2) 단계의 반복 횟수가 최대값에 도달하는 경우, 상기 (d-3) 단계의 실행을 종료하고, 상기 제 n 확률지도를 확정하는 단계를 포함하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항에 있어서,

상기 (e) 단계는,

능동 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 상기 객체의 윤곽선을 추출하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

상기 (f) 단계는,

상기 객체의 윤곽선을 형태 문맥 기술어(shape context descriptor)로 변환하고, 미리 저장된 형태 문맥 기술어와 상기 변환된 형태 문맥 기술어를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

상기 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법은,

상기 입력 이미지에 복수 개의 객체가 존재하는 경우, 상기 복수 개의 객체 각각에 대응되는 복수 개의 초기 이미지 패치들을 복수 개의 그룹으로 분할하는 단계를 더 포함하며,

상기 (c) 및 (d) 단계는, 상기 각각의 그룹에 대하여 독립적으로 진행되어 제 n 확률지도를 생성하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

**청구항 10**

제 1항 내지 제5항 및 제7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 따른 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법을 구현하기 위한 프로그램 명령어가 기록된, 컴퓨터가 판독가능한 기록매체.

**청구항 11**

(a) 적어도 하나의 객체를 촬영하는 단계;

(b) 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 m 확률지도를 생성하는 단계;

(c) 상기 제 m 확률지도에 파티클 필터를 적용하여 이미지 패치를 생성하는 단계(m은 1보다 큰 정수);

(d) 상기 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트와 파티클 필터를 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하는 단계;

(e) 상기 (c), (d) 단계를 반복하여 제 n 확률지도를 생성하는 단계(n은 m보다 큰 정수); 및

(f) 상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하고, 상기 객체의 윤곽선을 통하여 상기 객체의 위치와 종류를 판단하는 단계; 를 포함하며,

상기 제 1 및 제 n 확률지도는,

상기 객체의 존재 확률을 0에서 1 사이의 값으로 상기 입력 이미지의 각 픽셀마다 표현한 것인, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법.

**청구항 12**

적어도 하나의 객체를 촬영하는 촬영부;

상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 복수 개의 이미지 패치를 생성하는 초기 이미지 패치 생성부;

상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 1 확률지도를 생성하고, 파티클 필터를 이용하여 상기 제 1 확률지도를 보정한 제 n 확률지도를 생성하는 확률지도 생성부 (n은 1보다 큰 정수);

상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하는 객체 윤곽선 추출부; 및

상기 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는 객체 종류 판단부;를 포함하며,

상기 제 1 및 제 n 확률지도는,

상기 객체의 존재 확률을 0에서 1 사이의 값으로 상기 입력 이미지의 각 픽셀마다 표현한 것인, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 확률지도 생성부는,

상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여, 상기 각각의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 설정하고, 상기 복수 개의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 종합하여 상기 제 1 확률지도를 생성하는 랜덤 포레스트 적용부를 포함하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 확률지도 생성부는,

제 m 확률지도를 기초로 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 파티클 필터부를 더 포함하며, ( $1 \leq m < n$ , m=정수)

상기 제m확률지도를 기초로 생성된 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 상기 랜덤 포레스트 적용부에 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하며, 상기 랜덤 포레스트 적용부 및 파티클 필터부를 반복적으로 동작시켜 상기 제 n 확률지도를 생성하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 파티클 필터부는,

상기 제 m 확률지도에 기반하여, 상기 입력 이미지의 이미지 패치에 대한 가중치를 설정하고, 상기 가중치를 기초로 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 16**

제 14 항에 있어서,

상기 확률지도 생성부는,

상기 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 수렴하거나, 상기 랜덤 포레스트 적용부 및 파티클 필터부의 동

작의 반복 횟수가 최대값에 도달하는 경우, 상기 반복을 종료하고, 상기 제 n 확률지도를 확정하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 12 항에 있어서,

상기 객체 윤곽선 추출부는,

능동 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 상기 객체의 윤곽선을 추출하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 19**

제 12 항에 있어서,

상기 객체 종류 판단부는,

상기 객체의 윤곽선을 형태 문맥 기술어(shape context descriptor)로 변환하고, 미리 저장된 형태 문맥 기술어와 상기 변환된 형태 문맥 기술어를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**청구항 20**

제 12 항에 있어서,

상기 확률지도 생성부는,

상기 입력 이미지에 복수 개의 객체가 존재하는 경우, 상기 복수 개의 객체 각각에 대응되는 복수 개의 초기 이미지 패치들을 복수 개의 그룹으로 분할하고, 상기 랜덤 포레스트와 상기 파티클 필터를 적용하는 과정을 상기 각각의 그룹에 대하여 독립적으로 적용함으로써 제 n 확률지도를 생성하는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법, 장치 및 컴퓨터 판독가능 기록매체에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 랜덤 포레스트(random forest)와 파티클 필터(particle filter)를 이용하여 핵심 객체를 검출하기 위한 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법, 장치 및 컴퓨터 판독가능 기록매체에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 현재까지 객체 검출 알고리즘에 관한 많은 연산 모델들과 기술들이 제안되어 왔다. 이러한 객체 검출 기술은 수중 탐사 및 탐구 등에 관한 분야에 이용되어 오기도 하였다. 구체적으로, 인간이 탐사하거나 조사할 수 없는 수중 속 깊은 영역에서는 자율로봇(autonomous robot)을 이용할 수 있는데, 이 경우 자율로봇의 전방 객체 검출 및 판단 기능은 수중 탐사를 위하여 필수적이기 때문이다.

[0003] 이러한 객체 검출을 위한 알고리즘 중 하나는 확률지도와 객체의 형상을 이용하여 객체를 추출하는 것이다. H. Jiang, J. Wang, Z. Yuan, T. Liu, and N. Zhen, "Automatic salient object segmentation based on context and shape prior", in Proc. BMVC, 2011, pp. 110.1-110.12.에 개시된 내용에 따르면, 핵심 객체가 배경영역과 명확히 구분되는 윤곽선을 가지는 점에 착안하여 객체 영역을 추출할 수 있다. 상기 방법을 포함한 그밖의 많은 객체 추출 알고리즘들은 객체 영역을 추출하기 위하여 랜덤 포레스트 기법을 적용한다. 랜덤 포레스트 기법은

어떤 분류 문제에 대하여 다수의 트리들을 랜덤하게 학습시킨 후 새로운 입력에 대하여 각각의 트리마다 등급결정을 내리고 최종 등급을 결정하는 방식의 알고리즘이다.

[0004] 그러나, 랜덤 포레스트 기법에 기반한 많은 이미지 패치들은 객체의 검출과 이미지 분류를 위하여 수많은 이미지 패치들을 필요로 한다. 왜냐하면, 객체 검출을 위하여 객체 영역에서 추출된 이미지 패치들보다 배경 영역에서 추출된 이미지 패치들이 더욱 많기 때문이다. 그에 따라, 객체를 검출하기 위한 연산의 양이 증가하게 되고, 불필요한 이미지 패치들에 대한 연산과정이 포함되므로 객체 검출 과정이 상당히 비효율적이게 된다.

[0005] 따라서 상술된 문제점을 해결하기 위한 기술이 필요하게 되었다. 한편, 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지기술이라 할 수는 없다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예는 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여, 랜덤 포레스트 기반의 객체 검출 방식에 파티클 필터를 적용함으로써, 객체 검출의 효율성과 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일 실시예는 이러한 객체 검출 알고리즘을 수중 로봇에 적용하여, 수중 속에서 객체를 검출하고, 객체의 형태와 위치를 분석하는 기능을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 실시예에 따르는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법은, (a) 적어도 하나의 객체를 촬영하는 단계; (b) 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 복수 개의 이미지 패치를 생성하는 단계; (c) 상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 1 확률지도를 생성하는 단계; (d) 파티클 필터를 이용하여 상기 제 1 확률지도를 보정한 제 n 확률지도를 생성하는 단계(n은 1보다 큰 정수); (e) 상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하는 단계; 및 (f) 상기 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는 단계;를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 (c) 단계는, 상기 각각의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 설정하는 단계; 및 상기 복수 개의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 종합하여 상기 제 1 확률지도를 생성하는 단계;를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 (d) 단계는, (d-1) 제 m 확률지도를 기초로 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 단계( $1 \leq m < n$ , m=정수); (d-2) 상기 제m확률지도를 기초로 생성된 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치에 대하여 상기 (c) 단계를 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하는 단계; 및 (d-3) 상기 (d-1) 및 (d-2) 단계를 반복하여 상기 제 n 확률지도를 생성하는 단계;를 포함 한다.

[0011] 또한, 상기 (d-1) 단계는, 상기 제 m 확률지도에 기반하여, 상기 입력 이미지의 이미지 패치에 대한 가중치를 설정하고, 상기 가중치를 기초로 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 단계를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 (d-3) 단계는, 상기 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 수렴하거나, 상기 (d-1) 및 (d-2) 단계의 반복 횟수가 최대값에 도달하는 경우, 상기 (d-3) 단계의 실행을 종료하고, 상기 제 n 확률지도를 확정하는 단계를 포함한다.

[0013] 또한, 상기 제 1 및 제 n 확률지도는, 상기 객체의 존재 확률을 0에서 1 사이의 값으로 상기 입력 이미지의 각 픽셀마다 표현한 것이다.

[0014] 또한, 상기 (e) 단계는, 능동 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 상기 객체의 윤곽선을 추출한다.

[0015] 또한, 상기 (f) 단계는, 상기 객체의 윤곽선을 형태 문맥 기술어(shape context descriptor)로 변환하고, 미리 저장된 형태 문맥 기술어와 상기 변환된 형태 문맥 기술어를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단한다.

[0016] 또한, 상기 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법은, 상기 입력 이미지에 복수 개의 객체가 존재하는 경우, 상기 복수 개의 초기 이미지 패치들을 복수 개의 그룹으로 분할하는 단계를 더 포함하며, 상기 (c) 및

(d) 단계는, 상기 각각의 그룹에 대하여 독립적으로 진행되어 제 n 확률지도를 생성한다.

- [0017] 한편, 본 발명의 제 2 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치는, 적어도 하나의 객체를 촬영하는 촬영부; 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 복수 개의 이미지 패치를 생성하는 초기 이미지 패치 생성부; 상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 1 확률지도를 생성하고, 파티클 필터를 이용하여 상기 제 1 확률지도를 보정한 제 n 확률지도를 생성하는 확률지도 생성부 (n은 1보다 큰 정수); 상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하는 객체 윤곽선 추출부; 및 상기 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는 객체 종류 판단부;를 포함한다.
- [0018] 또한, 상기 확률지도 생성부는, 상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여, 상기 각각의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 설정하고, 상기 복수 개의 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값을 종합하여 상기 제 1 확률지도를 생성하는 랜덤 포레스트 적용부를 포함한다.
- [0019] 또한, 상기 확률지도 생성부는, 제 m 확률지도를 기초로 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성하는 파티클 필터부를 더 포함하며, ( $1 \leq m < n$ ,  $m = \text{정수}$ ) 상기 제 m 확률지도를 기초로 생성된 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 상기 랜덤 포레스트 적용부에 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하며, 상기 랜덤 포레스트 적용부 및 파티클 필터부를 반복적으로 동작시켜 상기 제 n 확률지도를 생성한다.
- [0020] 또한, 상기 파티클 필터부는, 상기 제 m 확률지도에 기반하여, 상기 입력 이미지의 이미지 패치에 대한 가중치를 설정하고, 상기 가중치를 기초로 상기 복수 개의 새로운 이미지 패치를 생성한다.
- [0021] 또한, 상기 확률지도 생성부는, 상기 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 수렴하거나, 상기 랜덤 포레스트 적용부 및 파티클 필터부의 동작의 반복 횟수가 최대값에 도달하는 경우, 상기 반복을 종료하고, 상기 제 n 확률지도를 확정한다.
- [0022] 또한, 상기 제 1 및 제 n 확률지도는, 상기 객체의 존재 확률을 0에서 1 사이의 값으로 상기 입력 이미지의 각 픽셀마다 표현한 것이다.
- [0023] 또한, 상기 객체 윤곽선 추출부는, 능동 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 상기 객체의 윤곽선을 추출한다.
- [0024] 또한, 상기 객체 종류 판단부는, 상기 객체의 윤곽선을 형태 문맥 기술어(shape context descriptor)로 변환하고, 미리 저장된 형태 문맥 기술어와 상기 변환된 형태 문맥 기술어를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단한다.
- [0025] 또한, 상기 확률지도 생성부는, 상기 입력 이미지에 복수 개의 객체가 존재하는 경우, 상기 복수 개의 초기 이미지 패치들을 복수 개의 그룹으로 분할하고, 상기 랜덤 포레스트와 상기 파티클 필터를 적용하는 과정을 상기 각각의 그룹에 대하여 독립적으로 적용함으로써 제 n 확률지도를 생성한다.
- [0026] 한편, 본 발명의 제3 실시예에 따르는, 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독가능 기록매체에 있어서, 상기 방법은, (a) 적어도 하나의 객체를 촬영하는 단계; (b) 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 복수 개의 이미지 패치를 생성하는 단계; (c) 상기 복수 개의 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 1 확률지도를 생성하는 단계; (d) 파티클 필터를 이용하여 상기 제 1 확률지도를 보정한 제 n 확률지도를 생성하는 단계(n은 1보다 큰 정수); (e) 상기 제 n 확률지도를 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하는 단계; 및 (f) 상기 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여 상기 객체의 종류를 판단하는 단계;를 포함한다.
- [0027] 또 한편, 본 발명의 제 4 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 추출하는 방법은, (a) 적어도 하나의 객체를 촬영하는 단계; (b) 상기 객체를 촬영한 입력 이미지에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 상기 객체가 존재하는 영역에 대한 확률정보를 나타낸 제 m 확률지도를 생성하는 단계; (c) 상기 제 m 확률지도에 파티클 필터를 적용하여 이미지 패치를 생성하는 단계(m은 1보다 큰 정수); (d) 상기 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트와 파티클 필터를 적용하여 제 m+1 확률지도를 생성하는 단계; (e) 상기 (c), (d) 단계를 반복하여 제 n 확률지도를 생성하는 단계(n은 m보다 큰 정수); 및 (f) 상기 제 n 확률지도를 바탕으로 기초로 상기 객체의 윤곽선을 추출하고, 상기 객체의 윤곽선을 통하여 상기 객체의 위치와 종류를 판단하는 단계;를 포함한다.

**발명의 효과**

[0028] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 본 발명의 일 실시예는 랜덤 포레스트의 적용결과 생



성한 확률지도를 파티클 필터를 통하여 더욱 정밀한 확률지도로 갱신함으로써, 입력 이미지에 나타난 객체의 위치와 종류, 형태 등에 대하여 더욱 정확한 정보를 추출할 수 있다. 특히, 수중 환경은 빛의 감쇠가 심하여 어둡고 색의 변화가 심하며 부유물 등에 의하여 정확한 객체의 식별이 어렵기 때문에, 본 발명의 일 실시예는 이러한 수중 속에서 객체의 위치와 종류를 정확히 판별하는 기능을 제공할 수 있다.

[0029] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치와 객체 간의 수중 속 배치 관계를 나타낸 평면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 도 3의 S130 단계를 구체적으로 설명하기 위한 순서도이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 방법에 따라 각 단계에서 생성되는 이미지를 나타낸 것이다.

도 6a 내지 도 6e는 하나의 이미지에 두 개 이상의 객체가 존재할 경우, 이를 검출하기 위하여 본 발명의 일 실시예의 객체 검출 방법에 따라 각 단계에서 생성되는 이미지를 나타낸 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 검출하는 방법 및 장치는 입력 이미지에 랜덤 포레스트와 파티클 필터를 함께 결합하여 적용함으로써, 더욱 분명하고 명확한 객체 영역을 추출할 수 있으며, 더욱 효율적으로 객체 영역을 추출할 수 있다. 랜덤 포레스트는 객체 검출을 위하여 객체 영역에서 추출된 이미지 패치들보다 배경 영역에서 추출된 이미지 패치들을 더 많이 이용하므로 상당히 비효율적인 면이 존재하지만, 파티클 필터를 적용함으로써, 중요한 이미지 패치들에 대한 정보를 획득하도록 필터링하여 더욱 정밀한 객체 영역에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0034] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

[0035] 도1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 검출하기 위한 장치는 촬영부(110), 초기 이미지 패치 생성부(120), 확률지도 생성부(130), 객체 윤곽선 추출부(140) 및 객체 종류 판단부(150)를 포함한다.

[0036] 촬영부(110)는 객체 검출 장치(100) 주변의 환경을 촬영하여 촬영된 이미지를 생성한다. 예를 들어, 도 5a와 같은 이미지가 촬영될 수 있다. 촬영부(110)는 카메라 등으로 구성되어 촬영부(110) 전방에 배치된 환경의 모습을 이미지로 생성할 수 있다.

[0037] 초기 이미지 패치 생성부(120)는 촬영된 입력 이미지에 대하여 복수 개의 초기 이미지 패치를 생성한다. 여기서 이미지 패치란, 촬영된 입력 이미지에서 고정된 d x d 스케일로 랜덤하게 추출되는 픽셀 정보로서, 다음과 같은 특징 벡터 p로 표현될 수 있다 :  $p = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$  (N = 이미지 패치의 개수). 특징 벡터는 정규화된 HSV 색상값들과 각 이미지 패치의 모든 픽셀에 대한 변화량의 크기값으로 구성되는 로(row) 벡터이다. (참고로, 특징 벡터의 길이 =  $4d^2$ ) 여기서, 특징 벡터와 특징벡터의 등급 레이블( $c_i \in \{0, 1\}$ ,  $i = 1, \dots, N$ )은 학습 데

이터로서 이용될 수 있다. 특히, 등급 레이블은 후술하는 랜덤 포레스트에 이용될 수 있다.

[0038] 확률지도 생성부(130)는 초기 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 제 1 확률지도를 생성하며, 제 1 확률지도보다 더욱 정확한 확률정보를 갖는 제 n 확률지도를 생성하기 위하여( $n \geq 1$ ,  $n = \text{정수}$ ), 파티클 필터 루프를 반복적으로 적용하여 최종의 확률지도를 생성한다. 구체적으로, 확률지도 생성부(130)는 제 m 확률지도를 바탕으로 새로운 이미지 패치를 생성하고, 새로운 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용함으로써 제 m 확률지도보다 더욱 정밀한 객체 확률정보를 갖는 제 m+1 확률지도를 생성할 수 있다 ( $1 \leq m < n$ ,  $m = \text{정수}$ ). 확률지도 생성부(130)는 랜덤 포레스트 적용부(131) 및 파티클 필터부(132)를 포함한다.

[0039] 랜덤 포레스트 적용부(131)는 초기 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용하여 복수 개의 초기 이미지 패치 각각에 대하여 등급 레이블 값을 예측할 수 있다. 구체적으로, 이미지 패치가 객체 영역에 관한 것일 경우, 등급 레이블( $c_i$ )을 1로 설정하고, 이미지 패치가 배경 영역에 관한 것일 경우, 등급 레이블( $c_i$ )을 0으로 설정한다. 예를 들어, 초기 이미지 패치의 영역에 포함된 실제(ground truth) 픽셀의 개수( $g$ )가  $d^2$ 의 75% 보다 큰 경우, 특징 벡터의 등급 레이블은 객체 등급으로 설정된다 (즉,  $g/d^2 > 0.75$ 인 경우,  $c_i = 1$ 이다). 그렇지 않은 경우, 등급 레이블은 배경 등급으로 설정될 수 있다(즉,  $c_i = 0$ ).

[0040] 여기서 랜덤 포레스트란 특징점에 무작위성을 부여하여 분류와 회귀 분석에 강력한 성능을 보이는 알고리즘으로서, 분류와 회귀 분석을 위하여 제안되는 분류기(즉, 랜덤 트리)들의 조합을 말한다. 랜덤 포레스트에서 각 분류기들의 학습에 사용되는 학습 데이터와 분류 규칙은 랜덤하게 선택되므로 각 분류기들의 식별 성능은 낮은 편이다. 그러나, 분류기들을 모두 조합시킴으로써, 흔들림이나 잡음을 많이 포함하는 데이터에 대해서도 고정밀도의 식별이 가능하다는 면에서 장점을 가진다. 랜덤 포레스트 알고리즘은, i) 각 노드에 대하여 랜덤하게 식별 조건을 선택하고, ii) 학습 데이터를 이용하여 정보 엔트로피를 최소화 하는 역치값을 계산하여 정보 이득을 최대로 하는 식별 조건을 선택하고, iii) 선택된 식별 조건으로 중간 노드를 구성하여 중간 노드를 통하여 학습 데이터들의 집합을 2 분할하여, iv) 2분할된 데이터 집합에 대한 정보 엔트로피의 값이 미리 설정된 값 이하가 될 때까지 i) ~ iv) 과정을 반복하도록 구성된다. 본 발명의 일 실시예에 따르는 랜덤 포레스트의 알고리즘 동작을 상세히 설명하면 아래와 같다.

[0041] 랜덤 포레스트는 T 랜덤 결정 트리의 앙상블(ensemble)이며,  $F = \{T_1, T_2, \dots, T_T\}$ 와 같이 표현된다. 각각의 트리  $T_i$  ( $i = 1, \dots, T$ )는 학습 데이터 중 랜덤하게 수집된 서브셋을 기초로 하여 반복적으로 학습된 스플릿(split) 노드와 리프(leaf) 노드로 구성될 수 있다. 스플릿 노드 s는 이진(binary) 테스트의 파라미터들이 학습 데이터(즉, 특징 벡터와 특징 벡터의 등급 레이블)의 서브셋 S를  $S_l$ 과  $S_r$  ( $l$ 과  $r$ 은 각각 자식노드임)로 분할하도록 학습된다. 상기 파라미터들은 랜덤 서브셋 S와 임계값의 인덱스들이며, 다음과 같이 정보 이득(information gain) I를 최소화할 수 있는 값이다.

[0042] [수학식1]

$$I = H(S) - \sum_{i \in \{l, r\}} \frac{|n_i|}{|n|} H(S_i)$$

[0043] 여기서, H는 엔트로피이고, n과  $n_i$ 는 S와  $S_i$ 의 특징 벡터들의 개수를 나타내는 것이다. 학습이 이루어진 후, 모든 등급들의 빈도수는 리프 노드에 도달한 서브셋 S에 의해 각각의 리프 노드로 할당된다. 여기서 각 트리의 최대 깊이는 D로 정의될 수 있다. 랜덤 포레스트의 예측값은 모든 트리의 예측값을 평균함으로써 획득될 수 있다.

[0044] 이어서, 랜덤 포레스트 적용부(131)는 랜덤 포레스트를 통하여 획득한 각 이미지 패치에 대한 레이블 값을 누적하여 제 1 확률지도를 생성한다. 제 1 확률지도는 입력 이미지 내의 객체가 배치될 가능성이 높은 영역에 대한 정보를 나타내며, 이러한 정보는 밝기의 정도로 표시될 수 있다. 밝기의 정도는 0에서 1 사이의 값으로 표현될 수 있으며, 1에 가까울수록 픽셀은 밝게 나타난다. 도 5b의 M1은 제 1 확률지도의 예시이다.

[0045] 파티클 필터부(132)는 제 1 확률지도에 대하여 파티클 필터를 적용하여 새로운 이미지 패치를 생성한다. 파티클 필터란 객체의 위치에 대한 예측치를 가진 복수 개의 파티클들을 샘플로 추출하고, 각 파티클들이 객체의 위치 일 확률을 이용하여 객체의 최적의 위치를 추정하는 방법이다. 파티클 필터부(132)는 제 1 확률지도에 기반하여

파티클들의 가중치를 측정하고, 상기 가중치를 기초로 새로운 파티클들을 샘플링함으로써 새로운 이미지 패치들을 생성할 수 있다. 여기서 파티클은 이미지 패치에 대응하는 것이다.

[0047] 구체적으로, 파티클 필터부(132)는 최초에 N개의 파티클을 균등한 랜덤 분포로 샘플링한다. 여기서, 각 파티클의 가중치를 다음과 같이 표현할 수 있다 :  $w^t = \{w_1^t, w_2^t, \dots, w_N^t\}$ , 가중치들은 0에서부터 1까지 정규화되는 것으로, t는 반복 횟수를 나타내는 인덱스이다. 가중치는 현재 파티클의 위치가 객체의 위치가 될 확률을 의미한다. 따라서, 상기 가중치는 확률지도 상에서 각 파티클 영역에 대응하는 영역 내의 확률값들을 평균함으로써 획득될 수 있다.

[0048] 이어서, 파티클 필터부(132)는 가중치를 갖는 상기 기존의 파티클들을 랜덤하게 선택할 수 있으며, 선택된 파티클들은 다음과 같이 표현될 수 있다 :  $\bar{p}^t = \{\bar{p}_1^t, \bar{p}_2^t, \dots, \bar{p}_N^t\}$ . 선택된 파티클들은 가중치가 높은 파티클들을 중심으로 샘플링된 것일 수 있으며, 가중치가 높다는 것은 객체가 해당 파티클 영역에 배치될 확률이 높다는 것을 의미한다. 여기서, 새로운 파티클들은 아래 수학적 식 2와 같이 가우시안 랜덤 분포로 샘플링될 수 있다.

[0049] [수학적식2]

$$p^{t+1} = \bar{p}^t + g^t, g \sim G(0, \sigma^2)$$

[0050] 여기서,  $\sigma$ 는 가우시안 랜덤 분포의 표준편차이다. 새로운 이미지 패치는 새로운 파티클들을 샘플링함에 따라 생성될 수 있다.

[0052] 파티클 필터부(132)에 따라 생성된 새로운 이미지 패치는 다시 랜덤 포레스트 적용부(131)에 적용되며, 그에 따라 제 2 확률지도를 생성될 수 있다. 제 2 확률지도에 대해서는 다시 파티클 필터부(132)가 적용되고 또 다른 새로운 이미지 패치가 생성될 수 있다. 이러한 방식으로, 파티클 필터부(132)와 랜덤 포레스트 적용부(131)는 반복적으로 동작하여, 제 3, 4...제 n 확률지도가 생성될 수 있다.

[0053] 이와 같이, 파티클 필터부(132)는 제 1 확률지도를 기반으로 파티클들의 가중치를 설정하고, 가우시안 랜덤분포로 새로운 파티클들을 샘플링함에 따라, 높은 가중치를 갖는 파티클들이 샘플링될 수 있으며, 이러한 파티클 필터 과정이 반복되는 경우 파티클들의 중심점 분포는 객체 영역으로 수렴하게 된다.

[0054] 랜덤 포레스트와 파티클 필터를 반복적으로 적용하는 반복 과정들은 진술한 바와 같이 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 객체의 영역으로 수렴되거나, 반복 횟수가 미리 설정된 최대 반복 횟수값에 도달하는 경우 종료될 수 있다.

[0055] 객체 윤곽선 추출부(140)는, 최종 확률지도에 나타난 검출 결과가 객체의 정확한 모습을 나타내지 못하기 때문에, 최종 확률지도를 능동 윤곽선(active contour) 추출 알고리즘에 이용하여 객체의 윤곽선을 정밀하게 추출한다. 능동 윤곽선 추출 알고리즘이란 윤곽선의 분할점의 등간격, 윤곽선의 곡률, 픽셀의 기울기를 고려하여 윤곽선을 찾는 알고리즘이다. 구체적으로, 객체 윤곽선 추출부(140)는 확률지도의 중심점 영역을 능동 윤곽선 추출 알고리즘의 초기점으로 설정하여 능동 윤곽선 추출 알고리즘을 적용함으로써, 최종 확률지도를 통하여 추출될 수 있는 객체 후보영역에 대한 개략적인 윤곽선보다 더욱 정밀한 객체의 윤곽선을 추출할 수 있다. 이러한 능동 윤곽선 추출 알고리즘은 객체 후보영역에 존재하는 불필요한 부분들을 필터링하여 더욱 정확한 윤곽선을 추출할 수 있다. 예를 들어, 객체 후보영역에 대한 개략적인 윤곽선은 객체와 일부 배경영역을 포함하도록 형성되는데, 윤곽선의 분할점의 등간격, 윤곽선의 곡률, 픽셀의 기울기 등이 고려되어, 일부 배경영역을 배제한 객체의 윤곽선만이 추출될 수 있다.

[0056] 객체 종류 판단부(150)는 객체의 형태 문맥을 고려하여 객체의 종류를 판단한다. 구체적으로, 객체 종류 판단부(150)는 추출된 객체의 윤곽선과 미리 저장된 객체 후보를 비교하여, 객체의 종류를 판단한다. 예를 들어, 객체의 윤곽선은 형태 문맥 기술어(shape context descriptor)로 변환될 수 있는데, 미리 저장된 형태 문맥 기술어와 변환된 형태 문맥 기술어를 비교하여 객체가 어떠한 종류의 물체인지 판단할 수 있다.

[0057] 그 결과, 객체 검출 장치(100)는 객체의 윤곽선을 통하여 객체가 어디에 위치하였는지 판단할 수 있으며, 형태 문맥을 고려한 객체 종류 판단에 따라 어떠한 객체가 존재하는지 판단할 수 있다. 한편, 객체 검출 장치(100)는 객체의 윤곽선이 배치된 곳을 포함하는 영역을 객체 영역으로 지정하여 제공할 수 있다.

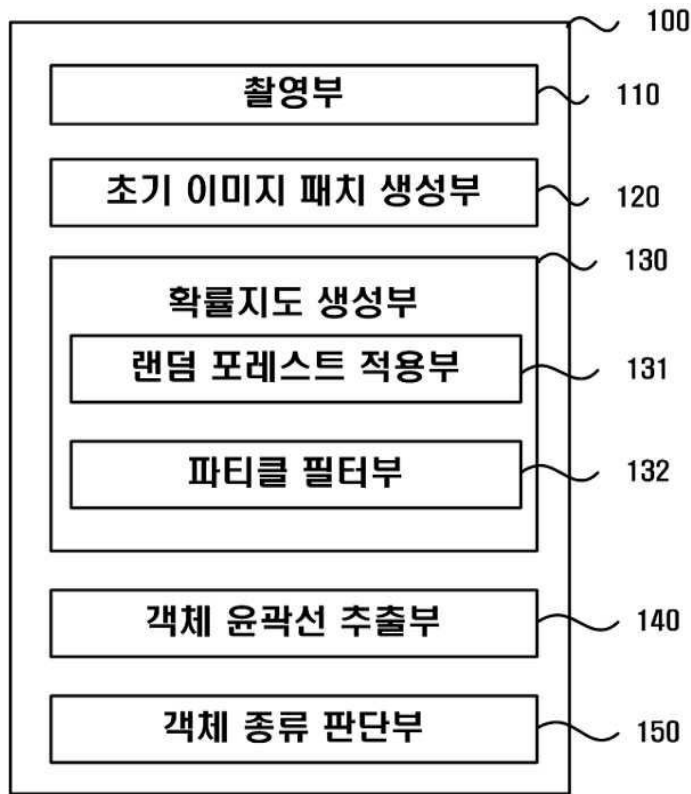
- [0058] 이하, 도 2, 도 3, 도 4 및 도 5a 내지 도 5d를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따르는 입력 이미지로부터 객체를 검출하는 방법을 구체적으로 설명한다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따르는 객체 검출 장치(100)는 다양한 형태의 장치로 구성될 수 있으나, 촬영장치를 내장한 형태로 구성되는 것이 바람직하다. 특히, 본 발명의 일 실시예의 객체 검출 장치(100)는 수중 탐사를 위한 자율로봇(autonomous robot)으로 구성될 수도 있다. 자율로봇은 수중 속에 위치하여, 이동함에 따라 주변의 환경을 촬영할 수 있으며, 촬영된 이미지에 대하여 객체검출 알고리즘을 수행함으로써, 객체에 대한 정보(객체의 위치 및 형태, 종류 등)을 파악할 수 있다. 한편, 수중 속에서는 빛의 감쇠가 심하여 어둡고 색 변화가 심하며 수중 부유물이나 물결에 의한 노이즈가 높은 것을 고려하여 자율로봇의 양쪽에는 조명장치(미도시)가 설치될 수도 있다.
- [0060] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따르는 객체 검출 장치(100)가 일정한 규격의 수조 속에서 도 2와 같이 화살표 방향을 따라 상하좌우로 이동할 수 있게 배치될 수 있으며, 객체 검출 장치(100)의 전방에는 서로 상이한 형태의 객체(200)가 배치되는 것으로 가정한다. 각각의 객체는 십자형 기둥, 원통형, 구, 삼각뿔의 형태를 갖는 것으로 가정한다.
- [0061] 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따르는 객체 검출 장치(100)는 촬영부(110)(예를 들어, 카메라)를 통하여 전방의 객체(200)를 촬영한다(S110). 예를 들어, 촬영부(110)를 통하여 촬영된 객체(200)의 입력 이미지는 도 5a와 같은 이미지일 수 있다. 도 5a의 이미지에는 십자형 기둥의 일부분이 나타나 있다.
- [0062] 객체 검출 장치(100)의 초기 이미지 패치 생성부(120)는 촬영된 객체에 대하여 초기 이미지 패치를 생성한다(S120). 이미지 패치는 입력 이미지에 대하여 소정의 스케일로 랜덤하게 추출되는 픽셀 정보를 의미하는 것으로서, 복수 개의 이미지 패치가 생성될 수 있다.
- [0063] 이어서, 객체 검출 장치(100)는 랜덤 포레스트 및 파티클 필터를 이미지 패치에 적용하여 확률지도를 생성한다(S130). 이에 대한 구체적인 과정은 도 4를 통하여 설명하도록 한다.
- [0064] 먼저, 객체 검출 장치(100)의 랜덤 포레스트 적용부(131)는 초기 이미지 패치에 대하여 랜덤 포레스트를 적용한다(S131). 랜덤 포레스트를 적용함에 따라, 초기 이미지 패치에 대한 등급 레이블 값이 지정될 수 있다. 예를 들어, 하나의 초기 이미지 패치가 객체 영역과 관련된 픽셀 정보인 것으로 판단되는 경우, 1로 지정되며, 배경 영역과 관련된 픽셀 정보인 것으로 판단되는 경우, 0으로 지정될 수 있다.
- [0065] 이어서, 랜덤 포레스트 적용부(131)는 각 초기 이미지 패치들의 등급 레이블 값에 따라서 확률지도를 생성한다(S132). 확률지도는 객체(200)가 존재할 가능성이 높은 영역에 대한 정보를 나타내는 것으로서, 객체(200)가 배치될 것으로 추정되는 영역은 밝게 표시되며 배경 영역으로 추정되는 영역은 어둡게 표시된다.
- [0066] 이어서, 객체 검출 장치(100)의 파티클 필터부(132)는 확률지도를 기초로 새로운 이미지 패치를 생성한다(S133). 최초 생성된 확률지도는 불명확한 객체 영역에 대한 정보만을 나타내므로, 더욱 정확한 객체 영역에 대한 정보를 얻기 위하여 새로운 이미지 패치를 생성한다. 구체적으로, 파티클 필터부(132)는 최초 생성된 확률지도에 기반하여 이미지 패치들의 가중치를 측정하고, 가중치를 기초로 이미지 패치들을 가우시안 랜덤 분포로 샘플링함으로써 새로운 이미지 패치들을 생성할 수 있다.
- [0067] 이어서, 객체 검출 장치(100)는 새로운 이미지 패치에 대하여 S131내지 S133 단계를 반복한다. 반복과정이 진행됨에 따라 여러 개의 확률지도가 생성될 수 있다. 도 5b를 참고하면, M1은 첫번째 확률지도를 나타낸 것이며, M2와 M3는 반복과정을 일정 횟수 거친 후의 확률지도이며, M4는 최종 확률지도를 나타낸 것이다. M1에서 M4로 갈수록 밝은 영역과 어두운 영역의 경계가 더욱 명확해 지는 것을 고려할 때, S131 내지 S133 단계의 반복을 거칠수록 객체 영역에 대한 더욱 명확한 확률정보가 생성됨을 알 수 있다.
- [0068] 이러한 반복과정은 새로운 이미지 패치들의 중심점의 분포가 객체(200)의 영역으로 수렴되거나, 반복 횟수가 미리 설정된 최대 반복 횟수값에 도달하는 경우 종료될 수 있다.
- [0069] 객체 검출 장치(100)의 객체 윤곽선 추출부(140)는 최종 확률지도를 능동 윤곽선(active contour) 추출 알고리즘에 이용하여 객체의 윤곽선을 정밀하게 추출한다(S140). 최종 확률지도를 바탕으로 추출된 윤곽선은 도 5c에 도시된 바와 같이 객체(200)의 주변 영역을 감싸는 개략적인 형태로 나타난다. 즉, 개략적인 형태의 윤곽선은 도 5c에서 십자형 기둥의 십자형 부분의 주위로 표시된 곡선이다. 이에 대하여 능동 윤곽선 추출 알고리즘을 적용할 경우, 개략적인 형태의 윤곽선 내에 포함된 배경영역에 대한 정보를 배제한 정밀한 객체(200)의 윤곽선을 추출할 수 있다. 즉, 객체(200)의 윤곽선은 도 5d에 도시된 십자형의 윤곽선으로 확정될 수 있다.



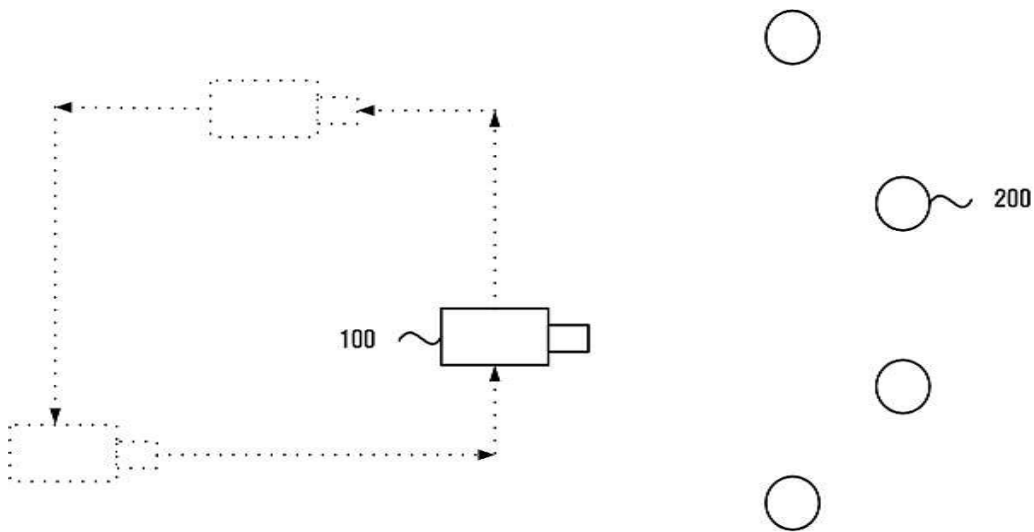
- 120 : 초기 이미지 패치 생성부
- 130 : 확률지도 생성부
- 131 : 랜덤 포레스트 적용부
- 132 : 파티클 필터부
- 140 : 객체 윤곽선 추출부
- 150 : 객체 종류 판단부
- 200 : 객체

도면

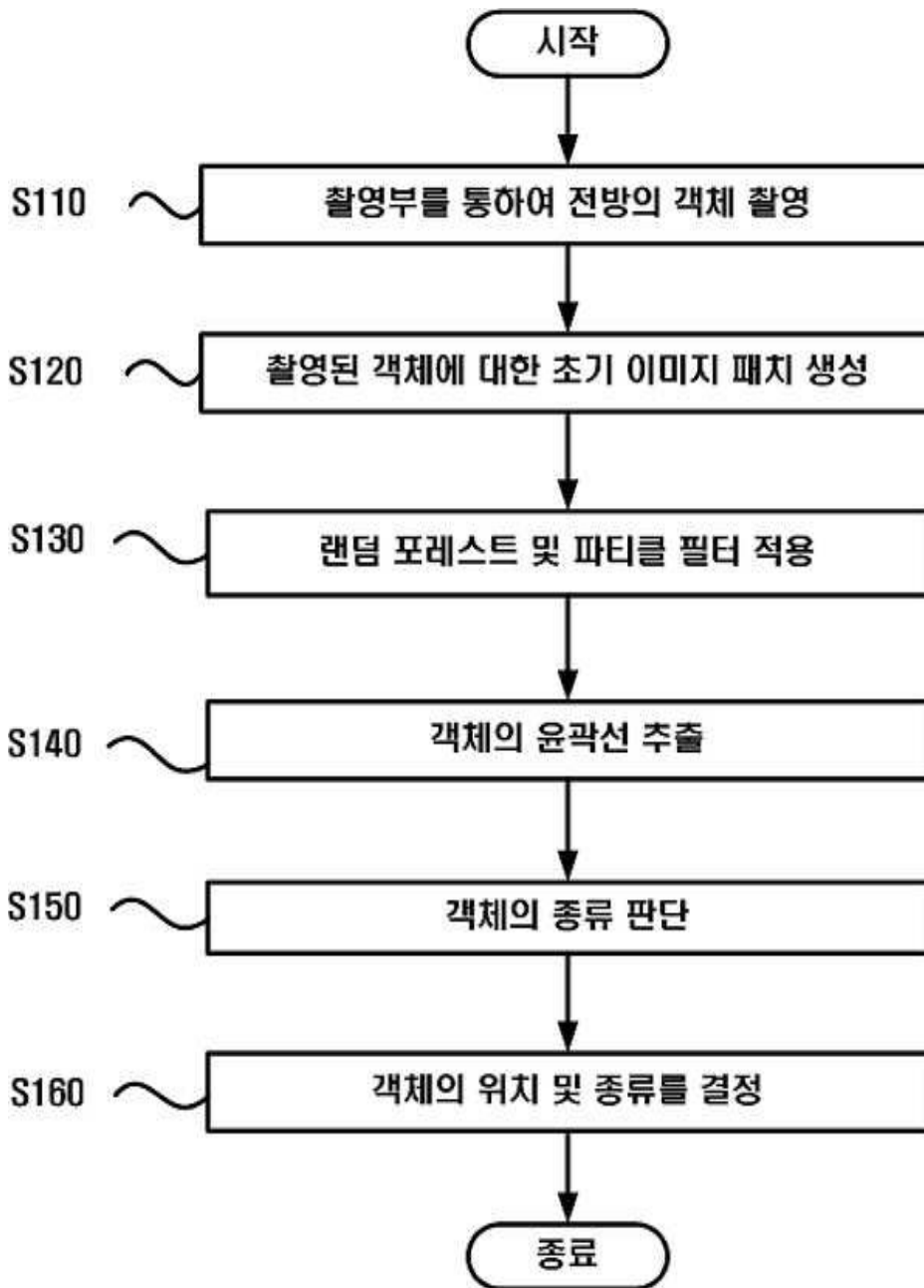
도면1



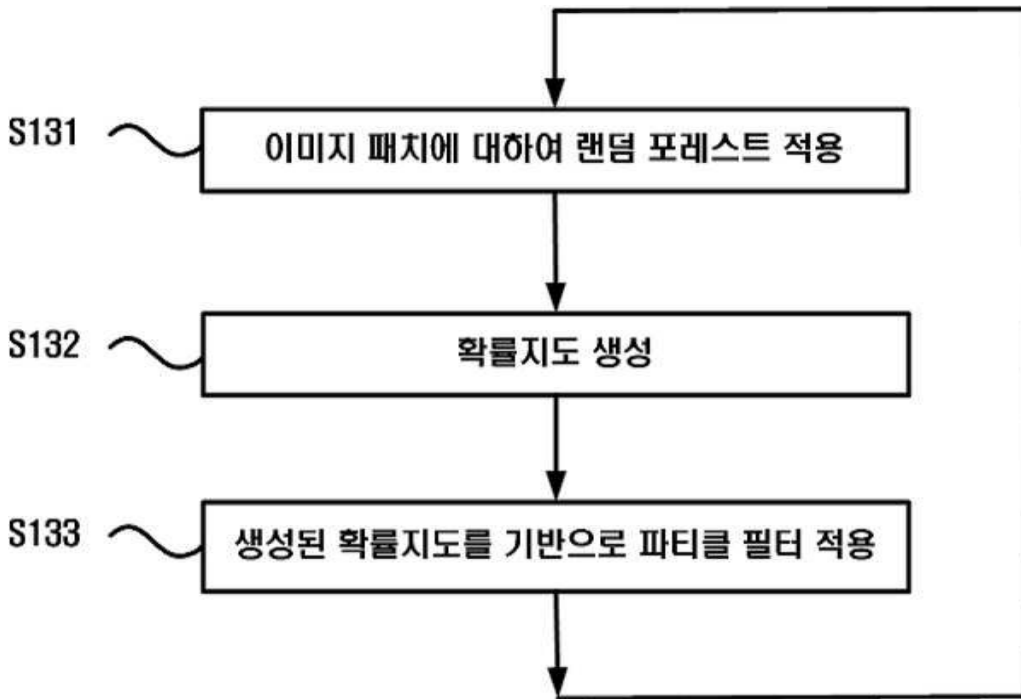
도면2



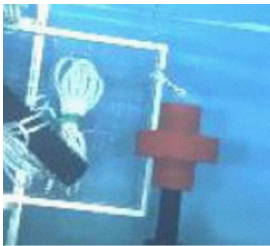
도면3



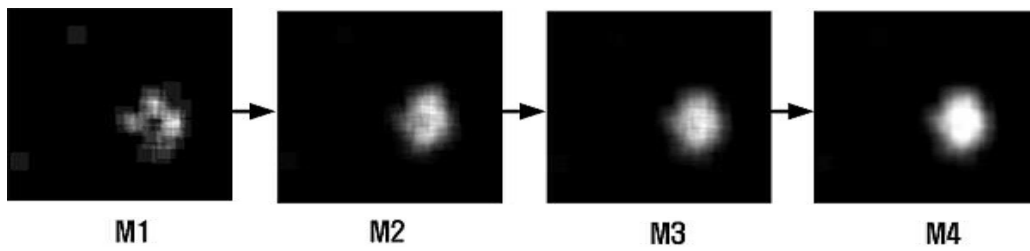
도면4



도면5a



도면5b

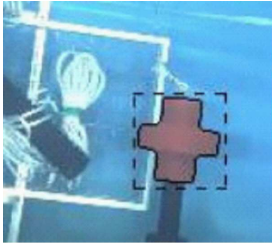


도면5c





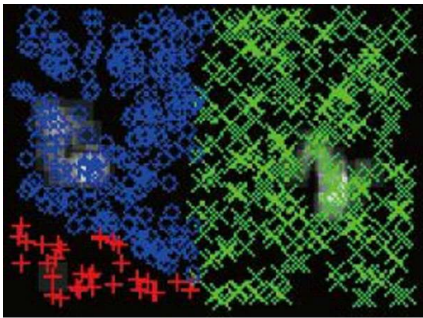
도면5d



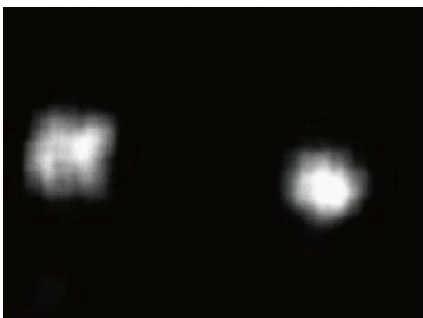
도면6a



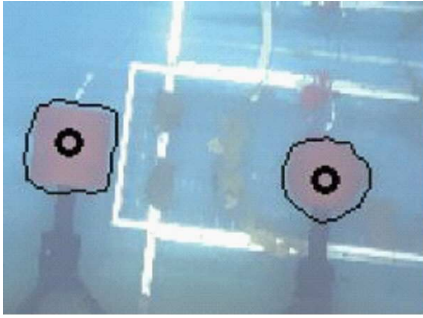
도면6b



도면6c



도면6d



도면6e

