



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월05일  
(11) 등록번호 10-2129916  
(24) 등록일자 2020년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/20 (2017.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0098273  
(22) 출원일자 2013년08월20일  
심사청구일자 2018년06월29일  
(65) 공개번호 10-2015-0014342  
(43) 공개일자 2015년02월06일  
(30) 우선권주장  
1020130089254 2013년07월29일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020130040517 A  
KR1020120026956 A  
US20060262958 A1  
Event-based stereomatching approaches for  
frameless address event stereo data

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
이준행  
경기 화성시 동탄중앙로 171, 354동 801호 (반송  
동, 시범다은마을우남퍼스트빌아파트)  
류현석  
경기 화성시 동탄반석로 172, 1차 102동 2501호  
(반송동, 동탄과라곤)  
이규빈  
서울 성동구 행당로 79, 133동 1101호 (행당동,  
대림아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 17 항

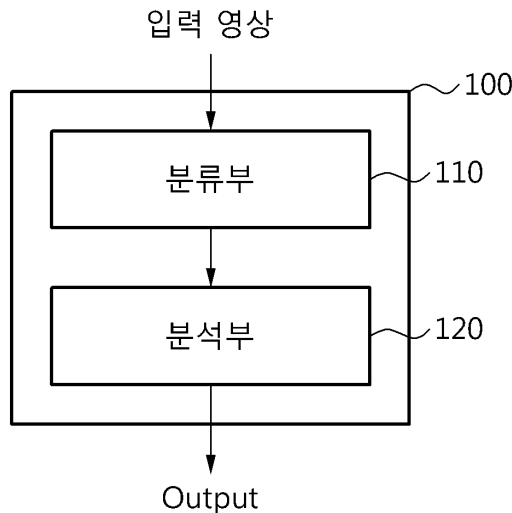
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 이벤트 정보를 포함하는 영상을 분석하는 장치 및 방법

(57) 요약

이벤트 정보를 포함하는 영상을 분석하는 장치 및 방법이 개시된다. 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 입력 영상에 포함된 이벤트 정보에 대응되는 적어도 하나의 픽셀군의 패턴을 분류하고, 분류된 적어도 하나의 패턴에 기초하여 오브젝트의 외형 및 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 분석한다.

대표도 - 도1



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

컴퓨터-관독 가능한 명령어들을 저장하도록 구성된 메모리; 및

상기 컴퓨터-관독 가능한 명령어들을 실행하도록 구성된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는:

이벤트가 감지된, 이벤트-기반 비전 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대응하는, 픽셀 이벤트 신호를 수신하도록 구성되고, 상기 적어도 하나의 픽셀과 인접한 상기 이벤트-기반 비전 센서의 복수의 인접 픽셀들에 기초하여, 상기 적어도 하나의 픽셀 및 상기 복수의 인접 픽셀들을 포함하는 상기 이벤트-기반 비전 센서의 복수의 픽셀들의 픽셀 군의 패턴을 결정하도록 구성되는 분류부; 및

상기 픽셀 군의 상기 패턴에 기초하여, 상기 이벤트와 대응되는 오브젝트의 외형 및 상기 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 결정하도록 구성된 분석부를 포함하고,

상기 분류부는 상기 픽셀 군에 포함된 인접 픽셀에 의해 이벤트가 감지된 시간의 타임 스탬프 및 상기 픽셀 군에 포함된 상기 적어도 하나의 픽셀에 의해 상기 이벤트가 감지된 시간의 타임 스탬프 사이의 차이와 임계치를 비교하고, 상기 픽셀 군에 포함된 상기 인접 픽셀의 픽셀 유형을 복수의 미리 정해진 픽셀 유형들 중 상기 비교의 결과에 대응하는 미리 정해진 픽셀 유형으로 분류하는 영상 분석 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 이벤트 신호는 상기 이벤트-기반 비전 센서에 의해 상기 적어도 하나의 픽셀의 위치에서의 상기 이벤트 발생을 가리키는 영상 분석 장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 분류부는 상기 픽셀 군이 복수의 미리 정해진 에지 패턴들 중 적어도 하나의 에지 패턴에 대응하는지 결정하는 영상 분석 장치.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

상기 분류부는 상기 픽셀 군이 상기 적어도 하나의 에지 패턴에 대응하지 않는 것으로 결정된 것에 응답하여 상기 픽셀 군을 처분(discard)하는 영상 분석 장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 분류부는:

상기 적어도 하나의 픽셀에 대응하는 상기 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 및 상기 복수의 인접 픽셀들에 대응하는 이벤트 신호들의 타임 스탬프들 사이의 차이에 기초하여 상기 복수의 인접 픽셀들의 상기 픽셀 유형들을 결정하도록 구성된 유형 결정부; 및

상기 복수의 인접 픽셀들의 상기 픽셀 유형들에 기초하여 상기 픽셀 군의 패턴을 결정하도록 구성된 패턴 결정부를 포함하는 영상 분석 장치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 인접 픽셀들의 상기 픽셀 유형들은:

상기 이벤트-기반 비전 센서에 의해 감지된 빠른 이벤트에 대응하는 제1 픽셀 유형;

상기 이벤트-기반 비전 센서에 의해 감지된 느린 이벤트에 대응하는 제2 픽셀 유형; 및

돈-케어 타입에 대응하는 제3 픽셀 타입을 포함하고,

상기 제1 픽셀 타입은 상기 적어도 하나의 픽셀에 대응하는 상기 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 및 상기 인접 픽셀에 대응하는 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 사이의 차이가 제1 임계 값보다 작은 것에 대응하고,

상기 제2 픽셀 타입은 상기 적어도 하나의 픽셀에 대응하는 상기 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 및 상기 인접 픽셀에 대응하는 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 사이의 상기 차이가 제2 임계 값보다 큰 것에 대응하고,

상기 제3 픽셀 타입은 상기 적어도 하나의 픽셀에 대응하는 상기 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 및 상기 인접 픽셀에 대응하는 이벤트 신호의 상기 타임 스탬프 사이의 상기 차이가 상기 제2 임계 값보다 작고, 상기 제1 임계 값보다 큰 것에 대응하는 영상 분석 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 분석부는 상기 픽셀 군의 상기 패턴에 기초하여 상기 픽셀 군에 대응하는 상기 오브젝트의 에지의 방향을 결정하도록 구성된 외형 분석부를 포함하는 영상 분석 장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 분석부는:

상기 픽셀 군의 상기 패턴에 기초하여 상기 픽셀 군에 대응하는 속도를 계산하도록 구성된 계산부; 및

상기 픽셀 군에 대응하는 상기 속도에 기초하여 상기 오브젝트의 상기 모션을 분석하도록 구성된 모션 분석부를 포함하는 영상 분석 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 오브젝트의 상기 모션은 상기 오브젝트의 이동 속도 성분, 상기 오브젝트의 회전 속도 성분, 및 상기 오브젝트의 스케일링 성분 중 적어도 하나를 포함하는 영상 분석 장치.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 분석부는 관측 영역에 포함된 픽셀 군들의 패턴들의 다양성에 기초하여 복수의 관측 영역들 중 상기 오브

젝트의 상기 모션 분석을 위한 적어도 하나의 관측 영역을 선택하도록 구성된 선택부를 더 포함하는 영상 분석 장치.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,

상기 오브젝트의 상기 모션에 기초하여 사용자 입력을 위한 포인트의 상대 좌표의 변화량을 연산하고, 상기 상대 좌표의 상기 변화량에 기초하여 상기 사용자 입력을 처리하는 처리부를 더 포함하는 영상 분석 장치.

**청구항 12**

영상 분석 장치의 영상 분석 방법에 있어서,

상기 영상 분석 장치에 의해, 이벤트가 검출된 이벤트-기반 비전 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대응하는 이벤트 신호를 수신하는 단계;

상기 영상 분석 장치의 프로세서에 의해, 상기 적어도 하나의 픽셀에 인접한 상기 이벤트-기반 비전 센서의 복수의 인접 픽셀들의 픽셀 유형들에 기초하여, 상기 적어도 하나의 픽셀 및 상기 복수의 인접 픽셀들을 포함하는 상기 이벤트-기반 비전 센서의 복수의 픽셀들의 픽셀 군의 패턴을 판별하는 단계; 및

상기 픽셀 군의 패턴에 기초하여, 오브젝트의 외형 및 상기 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 분석하는 단계를 포함하고,

상기 판별하는 단계는:

상기 픽셀 군에 포함된 인접 픽셀에 의해 상기 이벤트가 감지된 시간의 타임 스탬프 및 상기 픽셀 군에 포함된 상기 적어도 하나의 픽셀에 의해 상기 이벤트가 감지된 시간의 타임 스탬프와, 임계치를 비교하는 단계; 및

상기 인접 픽셀의 픽셀 유형을 복수의 미리 정해진 픽셀 유형들 중 상기 비교의 결과와 대응하는 미리 정해진 픽셀 유형으로 분류하는 단계를 포함하는 영상 분석 방법.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 이벤트 신호는 상기 이벤트-기반 비전 센서에 의해 상기 적어도 하나의 픽셀의 위치에서 상기 이벤트의 발생을 가리키는 영상 분석 방법.

**청구항 14**

제 12 항에 있어서,

상기 분류하는 단계는:

상기 적어도 하나의 픽셀의 상기 타임 스탬프 및 상기 복수의 인접 픽셀들의 타임 스탬프들 사이의 차이에 기초하여, 상기 복수의 인접 픽셀들의 상기 픽셀 유형들을 결정하는 단계;

상기 복수의 인접 픽셀들의 상기 픽셀 유형들에 기초하여, 상기 픽셀 군이 복수의 미리 정해진 외형선 패턴들 중 적어도 하나의 외형선 패턴에 대응하는지 결정하는 단계;

상기 픽셀 군이 상기 적어도 하나의 외형선 패턴에 대응하지 않는 것으로 판별된 것에 응답하여 상기 픽셀 군을 처분(discard)하고, 상기 픽셀 군이 상기 적어도 하나의 외형선 패턴에 대응하는 것으로 판별된 것에 응답하여 상기 픽셀 군의 패턴을 상기 적어도 하나의 외형선 패턴으로 결정하는 단계를 포함하는 영상 분석 방법.

**청구항 15**

제 12 항에 있어서,

상기 오브젝트의 상기 외형 및 상기 오브젝트의 상기 모션 중 적어도 하나를 분석하는 단계는:

상기 픽셀 군의 상기 패턴에 기초하여 상기 픽셀 군에 대응하는 외형선의 방향을 결정하는 단계를 포함하는 영상 분석 방법.

**청구항 16**

제 12 항에 있어서,

상기 오브젝트의 상기 외형 및 상기 오브젝트의 상기 모션 중 적어도 하나를 분석하는 단계는:

관측 영역에 포함되는 픽셀 군들의 패턴들의 다양성에 기초하여, 복수의 관측 영역들 중 상기 오브젝트의 모션을 분석하기 위한 적어도 하나의 관측 영역을 선택하는 단계;

상기 적어도 하나의 관측 영역에 포함된 복수의 픽셀 군들에 대응하는 속도들을 계산하는 단계; 및

상기 복수의 픽셀 군들에 대응하는 상기 속도들에 기초하여, 상기 오브젝트의 모션을 분석하는 단계를 포함하는 영상 분석 방법.

**청구항 17**

제 12 항에 있어서,

상기 오브젝트의 모션에 포함된 상기 오브젝트의 모션 속도에 기초하여, 사용자 입력을 위한 포인트의 상대 좌표의 변화량을 계산하는 단계; 및

상기 상대 좌표의 상기 변화량에 기초하여 상기 사용자 입력을 처리하는 단계를 포함하는 영상 분석 방법.

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 영상 분석 장치에 관한 것으로, 입력 영상에 포함된 오브젝트를 분석하는 기술에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 이미지 프로세싱(image processing)은 넓게는 입출력이 영상인 모든 형태의 정보 처리를 가리키며, 예를 들어 사진이나 동영상 분석하거나 처리하는 작업 등을 포함할 수 있다.

[0003] 비전 센서는 이미지 프로세싱을 위한 입력 데이터를 센싱하는 장치로서, 예를 들어 반도체 소자의 제조 기술을 이용하여 집적회로화 된 광전 변환 소자 등을 포함할 수 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

[0004] 일 측에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트의 움직임이 감지된 이벤트 신호를 포함하는 입력 영상에 기초하여 상기 이벤트 신호에 대응되는 적어도 하나의 픽셀 및 상기 적어도 하나의 픽셀에 인접한 복수의 인접 픽셀들을 포함하는 적어도 하나의 픽셀군의 패턴을 분류하는 분류부; 및 상기 적어도 하나의 픽셀군의 패턴에 기초하여 상기 오브젝트의 외형 및 상기 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 분석하는 분석부를 포함한다.

[0005] 이 때, 상기 분류부는 상기 적어도 하나의 픽셀의 타임 스탬프와 상기 복수의 인접 픽셀들의 타임스탬프들 사이의 차이에 기초하여 상기 복수의 인접 픽셀들의 유형들을 결정하는 유형 결정부; 및 상기 복수의 인접 픽셀들의 유형들에 기초하여 상기 적어도 하나의 픽셀군의 패턴을 결정하는 패턴 결정부를 포함할 수 있다.

[0006] 또한, 상기 분석부는 상기 적어도 하나의 픽셀군의 패턴에 기초하여 상기 적어도 하나의 픽셀군에 대응되는 속도를 계산하는 계산부; 및 상기 적어도 하나의 픽셀군에 대응되는 속도에 기초하여 상기 오브젝트의 모션을 분석하는 모션 분석부를 포함할 수 있다.

- [0007] 또한, 상기 영상 분석 장치는 상기 오브젝트의 모션에 기초하여 사용자 입력을 위한 포인트의 상대 좌표의 변화량을 계산하고, 상기 상대 좌표의 변화량에 기초하여 사용자 입력을 처리하는 처리부를 더 포함할 수 있다.
- [0008] 다른 일 측에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트의 움직임이 감지된 제1 이벤트 신호에 기초하여 상기 제1 이벤트 신호에 대응되는 적어도 하나의 제1 픽셀과 상기 적어도 하나의 제1 픽셀에 인접한 복수의 제1 인접 픽셀들을 포함하는 적어도 하나의 제1 픽셀군의 패턴을 분류하고, 상기 오브젝트의 움직임이 감지된 제2 이벤트 신호에 기초하여 상기 제2 이벤트 신호에 대응되는 적어도 하나의 제2 픽셀과 상기 적어도 하나의 제2 픽셀에 인접한 복수의 제2 인접 픽셀들을 포함하는 적어도 하나의 제2 픽셀군의 패턴을 분류하는 분류부; 상기 적어도 하나의 제1 픽셀군의 패턴에 기초하여 상기 오브젝트의 제1 외형을 검출하고, 상기 적어도 하나의 제2 픽셀군의 패턴에 기초하여 상기 오브젝트의 제2 외형을 검출하며, 상기 제1 외형과 상기 제2 외형에 기초하여 상기 오브젝트의 깊이를 분석하는 분석부를 포함한다.
- [0009] 또 다른 일 측에 따른 영상 분석 방법은 오브젝트의 움직임이 감지된 이벤트 신호를 포함하는 입력 영상에 기초하여 상기 이벤트 신호에 대응되는 적어도 하나의 픽셀 및 상기 적어도 하나의 픽셀에 인접한 복수의 인접 픽셀들을 포함하는 적어도 하나의 픽셀군의 패턴을 분류하는 단계; 및 상기 적어도 하나의 픽셀군의 패턴에 기초하여 상기 오브젝트의 외형 및 상기 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 분석하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또 다른 일 측에 따른 영상 분석 방법은 오브젝트의 이벤트 신호를 입력 받는 단계; 상기 이벤트 신호에 해당하는 픽셀에 인접한 복수의 인접 픽셀들을 선택하는 단계; 미리 설정된 패턴들 중에서 상기 복수의 인접 픽셀들에 저장된 정보에 해당하는 패턴을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 패턴을 이용하여 상기 오브젝트의 외형을 분석하는 단계를 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0011] 도 1은 일 실시예에 따른 영상 분석 장치를 나타낸 블록도.  
 도 2a 내지 도 2c는 일 실시예에 따른 미리 정해진 복수의 에지 패턴들을 설명하기 위한 도면.  
 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따른 픽셀군의 패턴을 분류하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 4는 일 실시예에 따른 픽셀군의 외형선 방향을 결정하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 5a 내지 도 5b는 일 실시예에 따른 입력 영상에 기초하여 오브젝트의 외형을 분석하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀군에 대응되는 속도를 계산하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 7은 일 실시예에 따른 리지드 바디 모델(rigid body model)을 이용하여 오브젝트의 모션을 분석하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 8a 내지 도 8d는 일 실시예에 따른 오브젝트의 모션 분석의 정확도를 향상시키는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 9는 일 실시예에 따른 오브젝트의 이동 속도에 기초하여 사용자 입력을 처리하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 10은 일 실시예에 따른 오브젝트의 깊이에 기초하여 사용자 입력을 처리하는 기법을 설명하기 위한 도면.  
 도 11은 일 실시예에 따른 영상 분석 방법을 나타낸 동작 흐름도.  
 도 12는 일 실시예에 따른 3차원 영상 분석 장치를 나타낸 블록도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0012] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0013] 도 1은 일 실시예에 따른 영상 분석 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0014] 도 1을 참조하여 일 실시예에 따른 영상 분석 장치를 설명하기에 앞서 영상 분석 장치에 의해 이용되는 입력 영상을 간략히 설명한다. 일 실시예에 따른 입력 영상은 오브젝트를 촬영하는 이벤트 기반 비전 센서의 출력 영

상일 수 있다. 이벤트 기반 비전 센서는 미리 정해진 이벤트를 감지함에 따라 시간 비동기적으로 이벤트 신호를 출력할 수 있다. 미리 정해진 이벤트는 입사되는 빛의 명암 변화를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이벤트 기반 비전 센서는 특정 픽셀에서 빛이 밝아지는 이벤트를 감지하는 경우, 해당 픽셀에 대응하는 ON 이벤트를 출력할 수 있다. 또한, 이벤트 기반 비전 센서는 특정 픽셀에서 빛이 어두워지는 이벤트를 감지하는 경우, 해당 픽셀에 대응하는 OFF 이벤트를 출력할 수 있다.

[0015] 이벤트 기반 비전 센서는 프레임 기반 비전 센서와 달리 각 픽셀의 포토 다이오드의 출력을 프레임 단위로 스캔하지 않고, 빛의 변화가 있는 부분의 픽셀 데이터만을 출력할 수 있다. 비전 센서로 입사되는 빛의 명암 변화는 피사체의 움직임에 기인할 수 있다. 예를 들어, 시간의 흐름에 따라 광원이 실질적으로 고정되어 있고 피사체는 스스로 발광하지 않는 경우를 가정하자. 이 경우, 비전 센서로 입사되는 빛은 광원에서 발생되어 피사체에 의해 반사된 빛이다. 피사체가 움직이지 않는 경우, 움직임이 없는 상태의 피사체에 의해 반사되는 빛은 실질적으로 변하지 않으므로, 이벤트 기반 비전 센서에 입사되는 빛의 명암 변화도 발생되지 않는다. 반면, 피사체가 움직이는 경우, 움직이는 피사체에 의해 반사되는 빛은 피사체의 움직임에 따라 변하므로, 비전 센서에 입사되는 빛의 명암 변화가 발생할 수 있다.

[0016] 이벤트 기반 비전 센서는 동적 비전 센서(Dynamic Vision Sensor)를 포함할 수 있다. 동적 비전 센서는 인간의 망막 시신경의 동작원리를 이용한 수동 비전 센서를 포함할 수 있다. 동적 비전 센서는 이벤트 기반의 비전 센서로, 오브젝트의 움직임에 반응하여 이벤트 신호를 출력할 수 있다. 이벤트 신호는 오브젝트의 움직임에 반응하여 시간 비동기적으로 생성된 정보를 포함할 수 있다. 이벤트 신호는 인간의 망막으로부터 뇌로 전달되는 시신경 신호와 같은 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이벤트 신호는 정지된 사물에 대하여는 발생되지 않고, 움직이는 사물이 감지되는 경우에 한하여 발생할 수 있다. 이벤트 신호에 포함된 적어도 하나의 픽셀은 움직임이 감지된 오브젝트에 대응될 수 있다.

[0017] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치(100)는 분류부(110) 및 분석부(120)를 포함한다. 분류부(110)는 오브젝트의 움직임이 감지된 이벤트 신호를 포함하는 입력 영상에 기초하여 적어도 하나의 픽셀군의 패턴을 분류할 수 있다. 픽셀군은 이벤트 신호에 대응되는 픽셀 및 해당 픽셀 주변의 복수의 인접 픽셀들을 포함할 수 있다.

[0018] 이하, 설명의 편의를 위하여 이벤트 신호에 대응되는 픽셀이 픽셀군의 중앙에 위치하고, 해당 픽셀의 주변으로 배치된 8개의 인접 픽셀들이 픽셀군에 포함되는 경우를 가정한다. 물론 이러한 픽셀군의 구성 방식은 예시적인 사항에 불과하며, 픽셀군의 구성 방식은 다양하게 변형될 수 있다.

[0019] 분류부(110)는 이벤트 신호에 대응되는 픽셀군이 미리 정해진 복수의 에지 패턴들에 대응되는지 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어, 도 2a를 참조하면, 미리 정해진 복수의 에지 패턴들은 24개의 에지 패턴들( $P_1$  내지  $P_{24}$ )을 포함할 수 있다. 24개의 에지 패턴들( $P_1$  내지  $P_{24}$ )은 오브젝트의 외형선과 관련된 패턴들일 수 있다. 분류부(110)는 이벤트 신호에 대응되는 픽셀군이 미리 정해진 복수의 에지 패턴들 중 어느 하나에 대응된다고 판단되는 경우, 그 픽셀군의 패턴을 대응되는 에지 패턴으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 분류부(110)는 이벤트 신호에 대응되는 픽셀군이 도 2a의 에지 패턴( $P_1$ )에 대응된다는 판단에 따라, 그 픽셀군을 에지 패턴( $P_1$ )으로 분류할 수 있다. 분류부(110)는 이벤트 신호에 대응되는 픽셀군이 미리 정해진 복수의 에지 패턴들 중 어디에도 대응되지 않는다고 판단되는 경우, 그 픽셀군은 오브젝트의 외형선과 관련되지 않는 픽셀군이라고 판단하고 처분(discard)할 수 있다.

[0020] 분류부(110)가 이벤트 신호에 대응되는 픽셀군의 패턴을 분류하는 기법에 관한 보다 상세한 사항들은 도 2a 내지 도 3b를 참조하여 후술한다.

[0021] 분석부(120)는 분류부(110)에 의해 분류된 적어도 하나의 픽셀군의 패턴에 기초하여 오브젝트의 외형 및 오브젝트의 모션 중 적어도 하나를 분석할 수 있다. 분석부(120)는 픽셀군의 패턴을 이용하여 그 픽셀군에 대응되는 외형선의 방향을 결정함으로써 오브젝트의 외형을 분석할 수 있다. 또는, 분석부(120)는 오브젝트의 외형선과 관련된 픽셀군에 대응되는 속도를 계산하고, 계산된 속도에 기초하여 오브젝트의 모션을 분석할 수 있다. 분석부(120)는 오브젝트의 이동 속도 성분, 오브젝트의 회전 속도 성분, 및 오브젝트의 스케일링 속도 성분 중 적어도 하나를 결정함으로써 오브젝트의 모션을 분석할 수 있다.

[0022] 분석부(120)의 동작과 관련된 보다 상세한 사항들은 도 4 내지 도 8d를 참조하여 후술한다.



[0023] 도 2a 내지 도 2c는 일 실시예에 따른 미리 정해진 복수의 에지 패턴들을 설명하기 위한 도면이다. 도 2a를 참조하면, 일 실시예에 따른 복수의 에지 패턴들은 오브젝트의 외형선과 관련되어 미리 정해질 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따른 이벤트 신호는 미리 정해진 이벤트가 감지된 타임 스탬프(time stamp), 이벤트의 유형을 지시하는 지시자, 및 해당 이벤트가 감지된 픽셀의 인덱스를 포함할 수 있다.

[0025] 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 이벤트가 감지된 픽셀의 타임 스탬프 및 인접 픽셀들의 타임 스탬프들 사이의 차이에 기초하여 픽셀군의 패턴을 분류할 수 있다. 영상 분석 장치는 픽셀군의 패턴을 분류하기 위하여, 인접 픽셀들의 유형들을 결정할 수 있다. 영상 분석 장치는 이벤트가 감지된 픽셀의 타임 스탬프와 인접 픽셀들 각각의 타임 스탬프 차이를 계산하고, 계산 결과에 따라 인접 픽셀들 각각의 유형을 결정할 수 있다.

[0026] 영상 분석 장치는 전체 픽셀들에 대응되는 타임 스탬프들을 관리하는 자료 구조를 이용할 수 있다. 영상 분석 장치는 이벤트 신호를 감지하는 경우, 이벤트 신호에 포함된 픽셀들의 타임 스탬프를 업데이트할 수 있다. 이 경우, 영상 분석 장치는 기존에 저장되어 있던 정보는 폐기하고, 새로 업데이트되는 정보만 저장할 수 있다.

[0027] 영상 분석 장치는 수학적 식 1을 이용하여, 인접 픽셀들의 유형을 결정할 수 있다.

**수학적 식 1**

$$t_{ev} - t_{nx} \begin{cases} \geq T_E \rightarrow E\text{-type} \\ \leq T_S \rightarrow S\text{-type} \end{cases}$$

[0028]

[0029] 여기서,  $t_{ev}$ 는 이벤트가 발생된 픽셀의 타임 스탬프이고,  $t_{nx}$ 는 인접 픽셀의 타임 스탬프이다.  $T_E$ 는 E-타입을 결정하기 위한 임계치이고,  $T_S$ 는 S-타입을 결정하기 위한 임계치이다.  $T_E$ 와  $T_S$ 는 픽셀의 민감도 혹은 적용 애플리케이션에 따라 설정될 수 있다. 예를 들어, 움직임을 감지하려는 오브젝트가 사용자의 손인 경우,  $T_E$ 와  $T_S$ 는 수 밀리 초에서 수십 밀리 초로 설정될 수 있다. 또는, 움직임을 감지하려는 오브젝트가 사용자의 손보다 훨씬 빠른 물체인 경우,  $T_E$ 와  $T_S$ 는 수 마이크로 초 단위 이하로 설정될 수 있다.  $T_E$ 와  $T_S$ 는 수학적식1에서 표현된 것처럼 서로 다른 값으로 설정될 수 있고, 경우에 따라 동일한 값으로 설정될 수 있다.

[0030] 영상 분석 장치는 인접 픽셀에서 마지막으로 이벤트가 감지된 시간으로부터 현재 이벤트가 감지된 시간까지 일정 시간 이상 경과된 경우, 그 인접 픽셀을 E-타입으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 현재 이벤트가 감지된 픽셀 주변의 인접 픽셀들 중 과거의 일정 시간(예를 들어,  $T_E$ )동안 새로운 이벤트가 감지되지 않은 인접 픽셀은 E-타입의 인접 픽셀로 분류될 수 있다.

[0031] 영상 분석 장치는 인접 픽셀에서 마지막으로 이벤트가 감지된 시간으로부터 일정 시간 이내에 현재 이벤트가 감지된 경우, 그 인접 픽셀을 S-타입으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 현재 이벤트가 감지된 픽셀 주변의 인접 픽셀들 중 과거의 일정 시간(예를 들어,  $T_S$ ) 이내에 새로운 이벤트가 감지된 인접 픽셀은 S-타입의 인접 픽셀로 분류될 수 있다.

[0032] 미리 정해진 에지 패턴들은 인접한 픽셀들을 포함할 수 있다. 예를 들어 이벤트 발생 픽셀과 가장 근접한 상하 좌우 픽셀들만 사용하는 경우, 도 2a에서 보여지는 바와 같이 미리 정해진 에지 패턴들은  $n1$  내지  $n8$ 의 인접 픽셀들을 포함할 수 있다. 미리 정해진 에지 패턴들을 구성하는 인접 픽셀들의 유형의 조합들은 각각 상이할 수 있다.

[0033] 예를 들어, 에지 패턴( $P_1$ )은 E-타입의  $n1$ ,  $n2$  및  $n4(210)$ 를 포함하고, S-타입의  $n3$  및  $n6(220)$ 을 포함할 수 있다. 영상 분석 장치는 일정 시간(예를 들어,  $T_E$ )동안 새로운 이벤트가 감지되지 않는  $n1$ ,  $n2$  및  $n4(210)$  방향의 인접 픽셀들 및 일정 시간(예를 들어,  $T_S$ ) 이내에 새로운 이벤트가 감지되는  $n3$  및  $n6(220)$  방향의 인접 픽셀들을 포함하는 픽셀군을 에지 패턴( $P_1$ )으로 분류할 수 있다. 이 경우, 영상 분석 장치는 일정 시간(예를 들어,  $T_S$ ) 이내에 새로운 이벤트가 감지된 S-타입의  $n3$  및  $n6(220)$ 을 이용하여 해당 픽셀군에 의한 외형선의 방향을 분석할 수 있다. 왜냐하면, 오브젝트의 움직임에 따라 새로운 이벤트가 발생하는 경우, 오브젝트의 외형선

에 포함되는 픽셀들 위치의 이벤트들은 실질적으로 동일한 시간에 감지될 수 있기 때문이다. 도 4를 통하여 자세히 설명하겠지만, 에지 패턴( $P_1$ )은  $n_3$  및  $n_6(220)$ 를 연결하는 선 방향의 외형선으로 매핑될 수 있다.

[0034] 마찬가지로, 에지 패턴( $P_{24}$ )는 E-타입의  $n_5$ ,  $n_7$  및  $n_8(240)$ 을 포함하고, S-타입의  $n_3$  및  $n_6(250)$ 을 포함할 수 있다. 영상 분석 장치는 일정 시간(예를 들어,  $T_E$ )동안 새로운 이벤트가 감지되지 않는  $n_5$ ,  $n_7$  및  $n_8(240)$  방향의 인접 픽셀들 및 일정 시간(예를 들어,  $T_S$ ) 이내에 새로운 이벤트가 감지되는  $n_3$  및  $n_6(250)$  방향의 인접 픽셀들을 포함하는 픽셀군을 에지 패턴( $P_{24}$ )로 분류할 수 있다. 이 경우, 영상 분석 장치는 일정 시간(예를 들어,  $T_S$ ) 이내에 새로운 이벤트가 감지된 S-타입의  $n_3$  및  $n_6(250)$ 을 이용하여 해당 픽셀군에 의한 외형선의 방향을 분석할 수 있다. 도 4를 통하여 자세히 설명하겠지만, 에지 패턴( $P_{24}$ )은  $n_3$  및  $n_6(250)$ 를 연결하는 선 방향의 외형선으로 매핑될 수 있다.

[0035] 다른 실시예에 따른 영상 분석 장치는 도 2a의 실시예와 같이 주변 8개의 인접 픽셀들을 이용하는 대신, 더 많은 인접 픽셀들을 이용할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 도 2b에서 도시된 것처럼 24개의 인접 픽셀들을 이용하거나, 도 2c에서 도시된 것처럼 48개의 인접 픽셀들을 이용할 수 있다. 물론, 도 2a, 도 2b 및 도 2c의 실시예들은 예시적인 사항에 불과할 뿐, 도 2a, 도 2b 및 도 2c의 실시예들은 다양하게 변형될 수 있다.

[0036] 영상 분석 장치는 픽셀군에 포함된 인접 픽셀들의 유형들을 미리 정해진 복수의 에지 패턴들에 포함된 인접 픽셀들의 유형들과 비교함으로써, 픽셀군의 패턴을 에지 패턴들 중 어느 하나로 결정할 수 있다. 영상 분석 장치는 픽셀군에 포함된 인접 픽셀들의 유형들과 일치하는 구성의 인접 픽셀들을 갖는 에지 패턴을 그 픽셀군의 패턴으로 결정할 수 있다.

[0037] 경우에 따라서, 미리 정해진 에지 패턴에 포함된 인접 픽셀들 중 일부는 돈-케어(don't-care) 타입일 수 있다. 예를 들어, 에지 패턴( $P_1$ )은 돈-케어 타입의  $n_5$ ,  $n_7$  및  $n_8(230)$ 을 포함할 수 있다. 에지 패턴( $P_{24}$ )은 돈-케어 타입의  $n_1$ ,  $n_2$  및  $n_3(260)$ 를 포함할 수 있다.

[0038] 영상 분석 장치는 에지 패턴들에 포함된 인접 픽셀들 중 돈-케어 타입이 아닌 인접 픽셀들만을 이용함으로써, 픽셀군의 패턴을 분류할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 픽셀군이 에지 패턴( $P_1$ )에 대응되는지 여부를 판단할 때  $n_5$ ,  $n_7$  및  $n_8(230)$ 은 고려하지 않을 수 있다. 마찬가지로, 영상 분석 장치는 픽셀군이 에지 패턴( $P_{24}$ )에 대응되는지 여부를 판단할 때  $n_1$ ,  $n_2$  및  $n_3(260)$ 는 고려하지 않을 수 있다.

[0039] 미리 정해진 복수의 에지 패턴들은 다양한 방식으로 저장될 수 있다. 예를 들어, 24개의 에지 패턴들( $P_1 \sim P_{24}$ ) 각각에 포함된 E-타입의 인접 픽셀들 및 S-타입의 인접 픽셀들은 표 1과 같은 비트값 형식으로 저장될 수 있다.

표 1

[0040]

P1E = 11010000 (D0)	P13E = 01101011 (6B)
P1S = 00100100 (24)	P13S = 10000100 (84)
P2E = 11110000 (F0)	P14E = 00101001 (29)
P2S = 00001100 (0C)	P14S = 01000010 (42)
P3E = 11100000 (E0)	P15E = 10010110 (96)
P3S = 00011000 (18)	P15S = 01000001 (41)
P4E = 11101000 (E8)	P16E = 10010111 (97)
P4S = 00010001 (11)	P16S = 01001000 (48)
P5E = 01101000 (68)	P17E = 00011111 (1F)
P5S = 10000001 (81)	P17S = 10100000 (A0)
P6E = 11010100 (D4)	P18E = 00101111 (2F)
P6S = 00100010 (22)	P18S = 01010000 (50)
P7E = 11110100 (F4)	P19E = 00101011 (2B)
P7S = 00001010 (0A)	P19S = 01000100 (44)
P8E = 11111000 (F8)	P20E = 00010110 (16)
P8S = 00000101 (05)	P20S = 10000001 (81)
P9E = 11101001 (E9)	P21E = 00010111 (17)
P9S = 00010010 (12)	P21S = 10001000 (88)
P10E = 01101001 (69)	P22E = 00000111 (07)
P10S = 10000010 (82)	P22S = 00011000 (18)
P11E = 10010100 (94)	P23E = 00001111 (0F)
P11S = 01000010 (42)	P23S = 00110000 (30)
P12E = 11010110 (D6)	P24E = 00001011 (0B)
P12S = 00100001 (21)	P24S = 00100100 (24)

[0041]

여기서, PnE는 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에 포함된 E-타입의 인접 픽셀들을 지시할 수 있다. 8개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우를 가정하면, PnE는 8 비트로 구성될 수 있고, 8개의 비트들은 각각 n1~n8에 대응될 수 있다. 8개의 비트들 중 E-타입의 인접 픽셀에 대응되는 비트는 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 비트는 '0'으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 에지 패턴(P<sub>1</sub>)은 E-타입의 인접 픽셀로 n1, n2 및 n4(210)를 포함하므로, P1E의 비트값은 첫 번째 비트, 두 번째 비트 및 네 번째 비트가 '1'인 "11010000"로 설정될 수 있다. P1E의 비트값 "11010000"은 16진수로 표현될 수 있으며, 이 경우 P1E의 비트값은 "D0"으로 표현될 수 있다. 물론 다른 실시예에 따라 24개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우 PnE는 24비트로 구성될 수 있고, 48개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우 PnE는 48비트로 구성될 수 있다.

[0042]

또한, PnS는 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에 포함된 S-타입의 인접 픽셀들을 지시할 수 있다. 8개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우를 가정하면, PnS는 8 비트로 구성될 수 있고, 8개의 비트들은 각각 n1~n8에 대응될 수 있다. 8개의 비트들 중 S-타입의 인접 픽셀에 대응되는 비트는 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 비트는 '0'으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 에지 패턴(P<sub>1</sub>)은 S-타입의 인접 픽셀로 n3 및 n6(220)을 포함하므로, P1S의 비트값은 세 번째 비트 및 여섯 번째 비트가 '1'인 "00100100"로 설정될 수 있다. P1S의 비트값 "00100100"은 16진수로 표현될 수 있으며, 이 경우 P1S의 비트값은 "24"로 표현될 수 있다. 물론 다른 실시예에 따라 24개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우 PnS는 24비트로 구성될 수 있고, 48개의 인접 픽셀들이 이용되는 경우 PnS는 48비트로 구성될 수 있다.

[0043]

일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 PnE에 의해 지시되는 인접 픽셀들이 E-타입인지 여부 및 PnS에 의해 지시되는 인접 픽셀들이 S-타입인지 여부를 확인함으로써, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에 해당하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0044]


일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 픽셀군의 패턴을 분류 시, 돈-케어 타입의 인접 픽셀들은 고려하지 않을 수 있다. 이에 따라, 영상 분석 장치는 돈-케어 타입의 인접 픽셀들을 명시적으로 지시하는 정보를 따로 이용하지 않을 수 있다. 예를 들어, 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에서 돈-케어 타입의 인접 픽셀들에 대응되는 비트들은 PnE 및 PnS에

서 모두 '0'으로 설정될 수 있다. 다만, PnE와 PnS를 비트 단위 OR 연산을 시킨 결과에서 '0'인 비트는 돈-케어 타입의 인접 픽셀을 지시할 수 있다. 예를 들어, P1E = "11010000"와 P1S = "00100100"를 비트 단위 OR 연산을 시키면 P1E OR P1S = "11110100"이다. P1E OR P1S에서 '0'인 비트는 다섯 번째 비트, 일곱 번째 비트 및 여덟 번째 비트이므로, P1E OR P1S = "11110100"는 에지 패턴(P<sub>1</sub>)에 포함된 돈-케어 타입의 인접 픽셀들이 n5, n7 및 n8(230) 임을 지시할 수 있다.

[0045] 표 1은 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에 포함된 E-타입 인접 픽셀과 S-타입 인접 픽셀을 표현하기 위한 일 실시예이다. 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 에지 패턴(P<sub>n</sub>)에 포함된 E-타입 인접 픽셀과 S-타입 인접 픽셀을 표현하기 위하여 표 1을 다양하게 변형할 수 있다.

[0046] 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따른 픽셀군의 패턴을 분류하는 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 도 3a를 참조하면, 일 실시예에 따른 24개의 에지 패턴들(P<sub>1</sub>~P<sub>24</sub>)은 6개의 그룹들(310, 320, 330, 340, 350, 360)로 그룹화될 수 있다. 예를 들어, 24개의 에지 패턴들(P<sub>1</sub>~P<sub>24</sub>)은 E-타입의 인접 픽셀들이 공통되는지 여부에 따라 6개의 그룹들(310, 320, 330, 340, 350, 360)로 그룹화될 수 있다. 그룹(310)은 E-타입의 n1, n2 및 n4를 포함하는 에지 패턴들(P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>8</sub>)로 구성될 수 있다. 그룹(320)은 E-타입의 n2, n3 및 n5를 포함하는 에지 패턴들(P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>9</sub>, P<sub>10</sub>, P<sub>13</sub>)로 구성될 수 있다. 도 2에서 E-타입으로 표현된 픽셀들 중 그룹에 공통

된 픽셀들은 도 3a에서  “으로 표현되었다.

[0048] 6개의 그룹들 및 각각의 그룹들에 포함된 에지 패턴들은 표 2와 같이 마스킹 비트값(E) 및 추가 비트값들(G)로 구분될 수 있다.

**표 2**

[0049]

E1 : 11010000
G11 : 00000100
G12 : 00100000
G13 : 00001000
E2 : 01101000
G21 : 10000000
G22 : 00000001
G23 : 00000010
E3 : 00010110
G31 : 00000001
G32 : 10000000
G33 : 01000000
E4 : 00001011
G41 : 00100000
G42 : 00000100
G43 : 00010000
G51 : 01000010
G52 : 00011000

[0050] 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 픽셀군의 인접 픽셀들 중 마스킹 비트값(E)에 대응되는 위치의 인접 픽셀들이 E-타입인지 여부를 확인함으로써 픽셀군의 패턴이 속하는 그룹을 판단할 수 있다. 영상 분석 장치는 해당 그룹의 추가 비트값들(G)에 대응되는 위치의 인접 픽셀들이 E-타입인지 여부를 확인함으로써 픽셀군의 패턴을 판단할 수 있다.

[0051] 예를 들어, 그룹(310)에 포함된 에지 패턴들(P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>8</sub>)은 모두 E-타입의 n1, n2 및 n4를 포함하므로, 그룹(310)을 대표하는 마스킹 비트 E1의 첫 번째 비트, 두 번째 비트 및 네 번째 비트는 '1'로 설정될 수 있다. 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 E1을 이용하여 n1, n2 및 n4가 E-타입의 인접 픽셀인지 여부를 확인하므로

써, 픽셀군이 그룹(310)에 포함되는지 여부를 판단할 수 있다.

- [0052] 또한, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 G11, G12 및 G13을 이용하여 그룹(310)으로 분류된 픽셀군이 정확히 어느 에지 패턴에 대응되는지 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어, G11은 여섯 번째 비트가 '1'로 설정된 추가 비트값이다. 영상 분석 장치는 G11을 이용하여 픽셀군의 n6가 E-타입인지 여부를 확인할 수 있다.
- [0053] 영상 분석 장치는 픽셀군의 n6가 E-타입이라는 판단에 따라, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>6</sub>) 또는 에지 패턴(P<sub>7</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다. 나아가, 영상 분석 장치는 G12를 이용하여 픽셀군의 n3가 E-타입인지 여부를 확인함으로써, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>6</sub>) 및 에지 패턴(P<sub>7</sub>) 중 어느 패턴에 해당하는지를 판단할 수 있다. 예를 들어, 픽셀군의 n3가 E-타입인 경우 영상 분석 장치는 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>7</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다. 반면, 픽셀군의 n3가 E-타입이 아닌 경우 영상 분석 장치는 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>6</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다.
- [0054] 영상 분석 장치는 픽셀군의 n6가 E-타입이 아니라는 판단에 따라, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>1</sub>), 에지 패턴(P<sub>2</sub>) 또는 에지 패턴(P<sub>8</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다. 나아가, 영상 분석 장치는 G12를 이용하여 픽셀군의 n3가 E-타입인지 여부를 확인하고, 픽셀군의 n3가 E-타입이 아닌 경우 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>1</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다. 영상 분석 장치는 픽셀군의 n3가 E-타입이 아닌 경우, G13을 이용하여 픽셀군의 n5가 E-타입인지 여부를 확인할 수 있다. 픽셀군의 n5가 E-타입인 경우 영상 분석 장치는 픽셀군을 에지 패턴(P<sub>8</sub>)에 해당한다고 판단하고, 픽셀군의 n5가 E-타입이 아닌 경우 영상 분석 장치는 픽셀군을 에지 패턴(P<sub>2</sub>)에 해당한다고 판단할 수 있다.
- [0055] 영상 분석 장치는 E1 내지 E4의 마스크 비트값에 대응되는 위치의 인접 픽셀들이 E-타입이 아닌 경우, 픽셀군의 패턴이 그룹(350) 또는 그룹(360)에 속한다고 판단할 수 있다. 영상 분석 장치는 G51 및 G52의 추가 비트값들에 대응되는 위치의 인접 픽셀들이 S-타입인지 여부를 확인함으로써 픽셀군이 그룹(350) 및 그룹(360) 중 어느 그룹에 속하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 G51을 이용하여 픽셀군이 그룹(360)에 속하는지 여부를 판단할 수 있다. G51은 두 번째 비트 및 일곱 번째 비트가 '1'로 설정된 추가 비트값이다. 영상 분석 장치는 G51을 이용하여 픽셀군의 n2 및 n7이 S-타입인지 여부를 확인함으로써, 픽셀군이 그룹(360)에 속하는지 여부를 판단할 수 있다. 나아가, 영상 분석 장치는 n2 및 n7을 제외한 나머지 하나의 인접 픽셀이 E-타입인지 여부를 추가로 확인함으로써, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>11</sub>) 및 에지 패턴(P<sub>14</sub>) 중 어느 패턴으로 분류되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0057] 또한, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 G52를 이용하여 픽셀군이 그룹(350)에 속하는지 여부를 판단할 수 있다. G52는 네 번째 비트 및 다섯 번째 비트가 '1'로 설정된 추가 비트값이다. 영상 분석 장치는 G52를 이용하여 픽셀군의 n4 및 n5가 S-타입인지 여부를 확인함으로써, 픽셀군이 그룹(350)에 속하는지 여부를 판단할 수 있다. 나아가, 영상 분석 장치는 n4 및 n5를 제외한 나머지 하나의 인접 픽셀이 E-타입인지 여부를 추가로 확인함으로써, 픽셀군이 에지 패턴(P<sub>3</sub>) 및 에지 패턴(P<sub>22</sub>) 중 어느 패턴으로 분류되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0058] 도 3b를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 픽셀군에 포함된 E-타입 인접 픽셀들을 이용하여 해당 픽셀군의 에지 패턴을 분류할 수 있다. 영상 분석 장치는 E-타입 인접 픽셀을 위한 임계값 T<sub>E</sub> 및 S-타입 인접 픽셀을 위한 임계값 T<sub>S</sub>가 동일한 경우, 후술하는 방법을 이용하여 픽셀군의 에지 패턴을 분류할 수 있다.
- [0059] 보다 구체적으로, 영상 분석 장치는 인접 픽셀 b<sub>0</sub> 내지 b<sub>i</sub>이 E-타입 인접 픽셀인지 여부를 확인할 수 있다. 영상 분석 장치는 각각의 인접 픽셀이 E-타입인 경우 해당 픽셀에 대응되는 비트를 '1'로 설정하고, 그렇지 않은 경우 해당 픽셀에 대응되는 비트를 '0'으로 설정할 수 있다. 영상 분석 장치는 수학적 2를 이용하여 P-val을 계산할 수 있다.



수학식 2

$$P\text{-val} = (B \ll 1) \text{ AND } B \text{ AND } (B \gg 1)$$

[0060]

[0061]

여기서, B는 8 비트의 비트값으로,  $b_0b_1b_2b_3b_4b_5b_6b_7$ 이다.  $(B \ll 1)$ 은 B를 비트 단위로 왼쪽으로 1 비트만큼 사이클릭 쉬프트한 값으로,  $b_1b_2b_3b_4b_5b_6b_7b_0$ 이다.  $(B \gg 1)$ 은 B를 비트 단위로 오른쪽으로 1 비트만큼 사이클릭 쉬프트한 값으로,  $b_7b_0b_1b_2b_3b_4b_5b_6$ 이다. AND는  $(B \ll 1)$ , B 및  $(B \gg 1)$ 을 비트 단위로 AND 연산한 결과 비트값이다.

[0062]

영상 분석 장치는 표 3과 같은 룩-업 테이블을 이용하여 계산된 P-val로부터 에지 패턴을 판단할 수 있다. 예를 들어, 계산된 P-val이 "00000001"인 경우, 영상 분석 장치는 해당 픽셀군이 에지 패턴( $P_{11}$ )에 해당한다고 판단할 수 있다. 영상 분석 장치는 계산된 P-val이 표 3의 룩-업 테이블에 존재하지 않는 값인 경우, 미리 정해진 에지 패턴들 중 어디에도 해당하지 않는다고 판단할 수 있다.

표 3

P-val			P-val		
Dec	Bin	Ptn	Dec	Bin	Ptn
1	00000001	$P_{11}$	34	00100010	$P_5, P_{20}$
2	00000010	$P_{20}$	48	00110000	$P_{10}$
3	00000011	$P_{15}$	56	00111000	$P_{13}$
4	00000100	$P_{22}$	64	01000000	$P_3$
6	00000110	$P_{21}$	68	01000100	$P_3, P_{22}$
7	00000111	$P_{16}$	96	01100000	$P_4$
8	00001000	$P_{24}$	112	01110000	$P_9$
12	00001100	$P_{23}$	128	10000000	$P_1$
14	00001110	$P_{17}$	129	10000001	$P_6$
16	00010000	$P_{14}$	131	10000011	$P_{12}$
17	00010001	$P_{11}, P_{14}$	136	10001000	$P_1, P_{24}$
24	00011000	$P_{19}$	192	11000000	$P_2$
28	00011100	$P_{18}$	193	11000001	$P_7$
32	00100000	$P_5$	224	11100000	$P_8$

[0063]

[0064]

P-val이 십진수로 17, 34, 68 및 136인 경우, 두 개의 에지 패턴들이 후보가 될 수 있다. 이는 돈-케어 타입의 인접 픽셀이 E-타입의 인접 픽셀인 경우로 인하여 발생하는 것으로, 영상 분석 장치는 미리 정해진 룰에 따라 어느 하나의 에지 패턴을 선택할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 추가로 미리 정해진 인접 픽셀의 유형을 판단함으로써 두 개의 에지 패턴 후보들 중 어느 하나의 에지 패턴을 선택할 수 있다. 또는, 영상 분석 장치는 랜덤하게 어느 하나의 에지 패턴을 선택할 수 있다.

[0065] 도 4는 일 실시예에 따른 픽셀군의 외형선 방향을 결정하는 기법을 설명하기 위한 도면이다. 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 미리 정해진 복수의 에지 패턴들은 특정 방향을 가지는 외형선으로 매핑될 수 있다.

[0066] 복수의 에지 패턴들은 S-타입의 인접 픽셀들이 배치된 주 방향을 가지는 외형선으로 매핑될 수 있다. 예를 들어, 에지 패턴들(P<sub>1</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>18</sub>, P<sub>24</sub>)(410)은 E2번째 방향을 가지는 외형선(415)으로 매핑될 수 있다. 또한, 에지 패턴들(P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>, P<sub>13</sub>, P<sub>14</sub>)(420)은 E4번째 방향을 가지는 외형선(425)으로 매핑될 수 있다. 동일한 방식으로 24개의 에지 패턴들은 표 4와 같이 8개 방향의 외형선들로 매핑될 수 있다.

표 4

[0067]

P1	E2	P13	E4
P2	E1	P14	E4
P3	E0	P15	E5
P4	E7	P16	E6
P5	E6	P17	E0
P6	E3	P18	E2
P7	E2	P19	E3
P8	E0	P20	E6
P9	E6	P21	E7
P10	E5	P22	E0
P11	E4	P23	E1
P12	E4	P24	E2

[0068] 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 이벤트가 감지된 픽셀에 대응되는 픽셀군의 패턴을 분류할 수 있다. 분류된 패턴들 각각은 표 4와 같은 외형선들로 매핑될 수 있으므로, 영상 분석 장치는 이벤트가 감지된 픽셀들 각각에서의 외형선 방향을 인지할 수 있다. 예를 들어, 표 4를 이용하여 매핑된 에지 패턴들은 각 이벤트 픽셀에서의 에지(edge)로 저장될 수 있고, 영상 분석 장치는 복수의 픽셀들에 대하여 저장된 에지 정보를 조합함으로써, 오브젝트의 외형을 판단할 수 있다.

[0069] 보다 구체적으로, 영상 분석 장치가 움직이는 사람의 손에 의하여 발생된 이벤트 신호를 수신하는 경우를 가정하자. 이 경우, 이벤트 픽셀들은 사람의 손의 외형선에 대응되는 픽셀들 및 사람의 손의 내부에 대응되는 픽셀들을 모두 포함할 수 있다. 영상 분석 장치는 도 2a 내지 도 2c를 통하여 전술한 방법을 이용하여 이벤트 픽셀들 각각의 픽셀군이 어느 에지 패턴에 대응되는지 여부를 판단할 수 있다. 이 때, 미리 정해진 에지 패턴들은 외형선에 해당하는 에지 패턴들만 포함할 수 있다. 따라서, 영상 분석 장치는 사람의 손의 내부에 대응되는 픽셀들은 미리 정해진 에지 패턴들 중 어디에도 해당하지 않는다고 판단할 수 있고, 사람의 손의 외형선에 대응되는 픽셀들은 미리 정해진 에지 패턴들 중 어느 하나에 해당한다고 판단할 수 있다. 사람의 손의 외형선에 대응되는 픽셀들 각각이 미리 정해진 에지 패턴들 중 어느 하나에 해당한다고 판단되면, 영상 분석 장치는 표 4를 이용하여 사람의 손의 외형선에 대응되는 픽셀들 각각에서 해당 에지 패턴에 대응되는 외형선의 방향을 판단할 수 있다. 따라서, 영상 분석 장치는 사람의 손의 외형선에 대응되는 픽셀들 각각에서의 외형선 방향을 판단할 수 있고, 복수의 외형선 방향들을 종합하여 사람의 손의 외형을 판단할 수 있다.

[0070] 도 5a 내지 도 5b는 일 실시예에 따른 입력 영상에 기초하여 오브젝트의 외형을 분석하는 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 도 5a를 참조하면, 일 실시예에 따른 입력 영상은 원통형의 중심부 주변에 위치한 8개의 막대들이 동일한 회전 속도로 시계 방향으로 회전하는 것을 촬영한 이벤트 기반 비전 센서의 출력 영상일 수 있다. 이 경우, 이벤트 기반 비전 센서는 밝아지는 이벤트 및 어두워지는 이벤트를 감지하여 이벤트 신호를 출력할 수 있다. 이벤트 기반 비전 센서는 시계 방향으로 회전되는 8개의 막대들에 의하여 이미지 내의 복수의 픽셀들의 명암이 미리 정해진 수치 이상 밝아지거나 어두워지는 것을 감지하여 이벤트 신호를 출력할 수 있다. 도 5a에서, 검은점(■)으로 표시된 것이 어두워지는 이벤트를 감지한 센서의 출력이고, 하얀점(□)으로 표시된 것이 밝아지는 이벤트를 감지한 센서의 출력이다. 도 5b를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 도 5a의 입력 영상을 이용

하여 오브젝트의 외형을 분석할 수 있다.

[0072] 영상 분석 장치는 도 1 내지 도 4를 통하여 기술한 기법들을 이용하여 미리 정해진 에지 패턴들에 대응되는 픽셀군을 선별하고, 선별된 픽셀군에 대응되는 외형선의 방향에 따라 오브젝트의 외형을 추정할 수 있다. 이로 인하여, 영상 분석 장치는 입력 영상에 포함된 트레일링 효과(trailing effect) 등에 의한 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

[0073] 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트의 외형뿐 아니라 오브젝트의 모션도 분석할 수 있다. 전술한 기법들을 이용하여 이벤트 신호로부터 오브젝트의 외형을 분석한 후, 영상 분석 장치는 오브젝트의 외형선에 대응되는 픽셀들 각각에서의 속도를 계산할 수 있고, 외형선에 대응되는 픽셀들 각각에서의 속도를 이용하여 오브젝트의 모션을 분석할 수 있다. 이하, 도 6을 참조하여 영상 분석 장치가 오브젝트의 외형선에 대응되는 픽셀들 각각에서의 속도를 계산하는 동작을 설명하고, 도 7을 참조하여 영상 분석 장치가 오브젝트의 모션을 분석하는 동작을 상세히 설명한다.

[0074] 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀군에 대응되는 속도를 계산하는 기법을 설명하기 위한 도면이다. 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 픽셀군은 움직임 방향 정보를 포함할 수 있고, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 인접 픽셀들을 이용하여 픽셀군에 대응되는 속도를 계산할 수 있다.

[0075] 이 때, 영상 분석 장치는 오브젝트의 외형선에 대응되는 픽셀군의 속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 이벤트 신호에 포함된 복수의 픽셀들 모두에 대하여 해당 픽셀군의 속도를 계산하는 대신, 도 2a 내지 도 2c의 미리 정해진 에지 패턴들(P<sub>1</sub>~P<sub>24</sub>)로 분류된 픽셀군에 대하여만 해당 픽셀군의 속도를 계산할 수 있다. 전술한 바와 같이, 미리 정해진 에지 패턴들(P<sub>1</sub>~P<sub>24</sub>)은 오브젝트의 외형선에 대응되는 에지 패턴들만을 포함할 수 있으므로, 영상 분석 장치는 오브젝트의 외형선에 대응되는 픽셀군의 속도만을 계산할 수 있다.

[0076] 영상 분석 장치는 수학적 식 3을 이용하여 픽셀군에 대응되는 x축 방향 속도 V<sub>x</sub>와 y축 방향 속도 V<sub>y</sub>를 계산할 수 있다.

**수학적 식 3**

$$\begin{pmatrix} V_x \\ V_y \end{pmatrix} = \sum_{i=1, S-Type}^8 \alpha_i \begin{pmatrix} dx_i / dt_i \\ dy_i / dt_i \end{pmatrix}, \quad \alpha_i = \left| \int_{\theta_{i,a}}^{\theta_{i,b}} \cos(\theta) d\theta \right|$$

[0077]

[0078] θ<sub>i,a</sub> 및 θ<sub>i,b</sub>는 픽셀군의 중심을 기준으로 S-타입인 i번째 인접 픽셀을 커버하는 범위의 경계 각도들일 수 있다. 예를 들어, n5가 S-타입인 경우, θ<sub>5,a</sub>(620) 및 θ<sub>5,b</sub>(610)는 픽셀군의 중심을 기준으로 n5를 커버하는 범위의 경계 각도들일 수 있다.

[0079] 영상 분석 장치는 수학적 식 4를 이용하여 타임 스탬프의 노이즈에 대한 민감도를 완화시킬 수 있다.

**수학적 식 4**

$$\begin{pmatrix} V_x \\ V_y \end{pmatrix} = \sum_{i=1, S-Type}^8 \alpha_i \begin{pmatrix} dx_i / \langle dt \rangle \\ dy_i / \langle dt \rangle \end{pmatrix}, \quad \alpha_i = \left| \int_{\theta_{i,a}}^{\theta_{i,b}} \cos(\theta) d\theta \right|$$

[0080]

[0081] 여기서, <dt>는 수학적 식 5와 같다.



수학식 5

$$\langle dt \rangle = \frac{\sum_{i=1, S-Type}^8 dt_i}{\# \text{ of } S\text{-Type neighbors}}$$

[0082]

[0083]

영상 분석 장치는 수학식 3 내지 수학식 5를 통하여 계산된 x축 방향 속도  $V_x$ 와 y축 방향 속도  $V_y$ 를 픽셀군에 대응하는 속도로 저장할 수 있다. 물론 픽셀군에 대응하는 속도는 해당 픽셀군의 중심에 위치한 이벤트 픽셀의 속도로 이해될 수 있다. 전술한 바와 같이, 영상 분석 장치는 미리 정해진 에지 패턴들을 이용하여 오브젝트의 외형선에 대응되는 이벤트 픽셀들에 대하여만 x축 방향 속도  $V_x$ 와 y축 방향 속도  $V_y$ 를 계산할 수 있다. 이하, 도 7을 참조하여 오브젝트의 외형선에 대응되는 이벤트 픽셀들의 속도들을 이용하여 오브젝트의 모션을 분석하는 방법을 설명한다.

[0084]

도 7은 일 실시예에 따른 리지드 바디 모델(rigid body model)을 이용하여 오브젝트의 모션을 분석하는 기법을 설명하기 위한 도면이다. 도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트(700)의 4-DOF(degree of freedom) 모션을 분석할 수 있다.

[0085]

예를 들어, 오브젝트(700)의 움직임이 감지된 입력 영상을 분석하는 경우를 가정하자. 오브젝트(700)는 2차원 평면상의 이동 속도  $V_p(740)$ 로 이동할 수 있다. 또는, 오브젝트(700)는 회전 중심  $O_c(720)$ 를 기준으로 각속도  $\omega(721)$ 로 회전할 수 있다. 또는, 오브젝트(700)는 스케일링 중심  $O_z(730)$ 을 기준으로 스케일링 속도  $V_z$ 로 확대 또는 축소될 수 있다.

[0086]

영상 분석 장치는 오브젝트(700)의 이동 속도 성분, 회전 속도 성분, 스케일링 속도 성분을 분석할 수 있다. 도 1 내지 도 6을 통하여 기술된 사항들을 이용하여, 영상 분석 장치는 오브젝트(700)의 외형선에 존재하는 임의의 점  $P_i(710)$ 의 속도  $V_i$ 를 계산할 수 있다. 예를 들어, 속도  $V_i$ 는 수학식 3 내지 수학식 5를 통하여 계산된 x축 방향 속도  $V_x$ 와 y축 방향 속도  $V_y$ 일 수 있다.

[0087]

영상 분석 장치는  $V_i$ 를 수학식 6과 같이 모델링할 수 있다.

수학식 6

[0088]

$$V_{zi} + V_{ri} + V_p = V_i$$

[0089]

여기서,  $V_{zi}(731)$ ,  $V_{ri}(722)$ ,  $V_p(740)$ 는 각각  $P_i(710)$ 에서의 스케일링 속도 성분, 회전 속도 성분, 이동 속도 성분이다. 영상 분석 장치는  $V_i$ 를 수학식 6과 같이 모델링함으로써, 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는 점  $P_i(710)$ 에서의 속도  $V_i$ 를 스케일링 속도 성분, 회전 속도 성분 및 이동 속도 성분으로 분할할 수 있다. 이 때, 수학식 6은 수학식 7과 같이 표현될 수 있다.

수학식 7

[0090]

$$tP_i + \omega A(P_i - O_c) + V_p = V_i$$

[0091] 여기서,  $tP_i$ 는 스케일링 속도 성분으로, 스케일링 중심  $O_z(730)$ 을 원점으로 하는 좌표  $P_i(710)$ 는 벡터  $V_{zi}(731)$ 의 방향과 크기를 나타낼 수 있고, 파라미터  $t$ 는 벡터  $V_{zi}(731)$ 의 크기를 스케일링할 수 있다.  $\omega A(P_i - O_c)$ 는 회전 속도 성분으로, 좌표 차이  $(P_i - O_c)$ 는 회전 중심  $O_c(720)$ 으로부터 좌표  $P_i(710)$ 를 향하는 벡터의 방향과 크기를 나타낼 수 있고, 매트릭스  $A$ 는 회전 중심  $O_c(720)$ 으로부터 좌표  $P_i(710)$ 를 향하는 벡터를 회전시키는 회전 매트릭스이다.

예를 들어 매트릭스  $A = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  일 수 있다. 매트릭스  $A$ 로 인하여 회전된 벡터는 벡터  $V_{ri}(722)$ 를 지시할 수 있으며, 파라미터  $\omega$ 는 벡터  $V_{ri}(722)$ 의 크기를 스케일링할 수 있다.

[0092] 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는 복수의 점들의 좌표( $P_i$ ) 및 해당 점들에서의 속도들( $V_i$ )을 알고 있으므로, 수학식 7을 이용하여 스케일링 속도 성분 파라미터  $t$ , 회전 속도 성분 파라미터  $\omega$ , 회전 중심  $O_c$ , 및 이동 속도 성분  $V_p$ 를 계산할 수 있다. 이처럼 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트의 4-DOF인 이동 속도 성분, 회전 속도 성분, 및 스케일링 속도 성분 중 적어도 하나를 분석할 수 있다.

[0093] 수학식 7을 이용하여 스케일링 속도 성분 파라미터  $t$ , 회전 속도 성분 파라미터  $\omega$ , 회전 중심  $O_c$ , 및 이동 속도 성분  $V_p$ 를 계산하는 방법은 다양하게 구현될 수 있다. 일 실시예에 따라 수학식 7을 정리하면 수학식 8이 도출될 수 있다.

**수학식 8**

[0094] 
$$t(P_i - \bar{P}) + \omega A(P_i - \bar{P}) = V_i - \bar{V}$$

[0095] 여기서,  $P_i$ 는 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는  $i$ 번째 점의 좌표이고,  $\bar{P}$ 는 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는 좌표들의 평균이다.  $V_i$ 는 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는  $i$ 번째 점에서의 속도이고,  $\bar{V}$ 는 오브젝트(700)의 외형선 위에 위치하는 점들에서의 속도들의 평균이다. 각각의 변수들은 수학식 9 내지 12과 같다.

**수학식 9**

[0096] 
$$P_i = (x_i, y_i)$$

**수학식 10**

[0097] 
$$\bar{P} = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \right)$$

수학식 11

$$V_i = (V_{xi}, V_{yi})$$

[0098]

수학식 12

$$\bar{V} = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{xi}, \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{yi} \right)$$

[0099]

[0100]

일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 수학식 3 내지 수학식 5를 이용하여 x축 방향 속도  $V_x$ 와 y축 방향 속도  $V_y$ 를 계산하여 픽셀  $P_i$ 에서의 속도  $V_i$ 로 저장할 수 있다. 영상 분석 장치는 각 픽셀의 좌표  $P_i$  및 각 픽셀에서의 속도  $V_i$ 를 이용하여  $\bar{P}$  및  $\bar{V}$ 를 계산할 수 있다. 영상 분석 장치는 복수의  $P_i$ 들, 복수의  $V_i$ 들,  $\bar{P}$ ,  $\bar{V}$  및 수학식 8을 이용하여, 파라미터  $t$  및 파라미터  $\omega$ 를 계산할 수 있다. 예를 들어, 수도 인버스(Pseudo Inverse) 기법에 의하여, 수학식 8로부터 수학식 13 내지 14가 도출될 수 있다.

수학식 13

$$t = \frac{\sigma(x, V_x) + \sigma(y, V_y)}{\sigma^2(P)}$$

[0101]

수학식 14

$$\omega = \frac{\sigma(x, V_y) - \sigma(y, V_x)}{\sigma^2(P)}$$

[0102]

[0103]

여기서,  $\sigma^2(P) = \sigma^2(x) + \sigma^2(y)$ 이고,  $\sigma(\cdot)$ 는 표준 편차(standard deviation)를 계산하는 연산자이다.  $\sigma(x, y) = E[(x-E[x])(y-E[y])]$ 이고,  $E[\cdot]$ 는 기대 값(expectation value) 또는 평균(average)를 계산하는 연산자이다. 영상 분석 장치는 수학식 13 및 수학식 14를 이용하여 스케일링 속도 성분 파라미터  $t$  및 회전 속도 성분 파라미터  $\omega$ 를 계산할 수 있다.

[0104]

도 8a 내지 도 8d는 일 실시예에 따른 오브젝트의 모션 분석의 정확도를 향상시키는 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0105]

도 8a를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 픽셀군보다 큰 관측 영역을 이용하여 모션 분석의 정확도를 향상시킬 수 있다. 관측 영역은 복수의 픽셀군들을 포함하는 픽셀군들의 집합으로, 예를 들어 오브젝트의 외형선을 따라 오브젝트가 일정한 크기로 분할된 영역을 포함할 수 있다.

[0106]

관측 영역의 선택에 있어서, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 포함되는 픽셀군들의 패턴들의 다양성을 고려

할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 픽셀군들의 패턴이 다양한 관측 영역을 선택하여, 모션 분석을 수행할 수 있다.

[0107] 예를 들어, 오브젝트(800)이 회전, 축소 및 확대되지 않으면서 오른쪽 방향(820)으로 이동하는 경우를 가정하자. 이 때, 오브젝트(800)는 직사각형 모양의 사물로, 비스듬히 기울어진 상태로 이동할 수 있다. 관측 영역(810)은 동일하거나 유사한 패턴을 가지는 픽셀군들(811)만을 포함할 수 있다. 관측 영역(810)에 포함된 픽셀군들(811)에 기초하여 모션 분석을 수행하는 경우, 실제 이동 방향이 오른쪽 방향(820)임에도 불구하고 오른쪽 아래 방향(812)으로 이동하는 것으로 분석될 수 있다. 영상 분석 장치는 오브젝트(800)의 외형선 중 직선 부분만을 포함하는 관측 영역(810)이 아닌 직각으로 꺾인 부분을 포함하는 관측 영역(830)을 선택할 수 있다. 영상 분석 장치는 다양한 패턴의 픽셀군들을 포함하는 관측 영역을 선택함으로써, 모션 분석의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0108] 다른 실시예에 따른 영상 분석 장치는 LOH(Level of Homogeneity)를 이용하여 모션 분석의 정확도를 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 수학적 15를 이용하여 패치의 LOH를 계산하고, 낮은 LOH를 가지는 패치를 선택할 수 있다. 여기서, 패치는 3 x 3 크기 이상의 픽셀들을 포함하는 픽셀군을 포함할 수 있다.

**수학적 15**

$$Level\ Of\ Homogeneity(LOH) \equiv \sum_{i \in Patch}^N \cos^2(\theta_{ref} - \theta_i)$$

[0109]

[0110] 여기서,  $\theta_{ref}$ 와  $\theta_i$ 는 각각 패치의 중심에 위치하는 픽셀의 외형선 각도 및 i번째 인접 픽셀의 외형선 각도이다. LOH가 낮은 경우 해당 패치에 포함되는 픽셀군의 패턴들이 유사함을 나타내고, LOH가 높은 경우 해당 패치에 포함되는 픽셀군의 패턴들이 상이함을 나타낼 수 있다. 영상 분석 장치는 LOH가 낮은 패치를 선택함으로써, 다양한 패턴의 픽셀군들을 포함하는 관측 영역을 선택할 수 있다.

[0111] 도 8b는 LOH를 이용한 모션 분석의 정확도 향상을 보여주는 일 예이다. 예를 들어, 오브젝트(800)이 오른쪽 방향(820)으로 움직이는 경우를 가정하자. 관측 영역(810)에서 오브젝트(800)의 움직임을 관측하는 경우, 오브젝트(800)의 외형선은 시간 t에서 예지(831)과 같이 관측되고 시간 t+ $\Delta$ t에서 예지(832)와 같이 관측될 수 있다. 이 경우, 오브젝트(800)는 오른쪽 방향(820)으로만 움직였으므로, 오브젝트(800)의 실제 움직임 속도는 속도 벡터(840)로 표현될 수 있다. 만약 LOH를 이용한 모션 분석을 이용하지 않는다면, 오브젝트(800)의 움직임 속도는 속도 벡터(850)로 계산될 수 있다. 속도 벡터(850)은 오브젝트(800)의 실제 움직임 속도를 나타내는 속도 벡터(840)와 방향 및 크기가 모두 상이하다.

[0112] LOH를 이용한 모션 분석을 이용하는 경우, 오브젝트(800)의 움직임 속도는 속도 벡터(860)으로 계산될 수 있다. 속도 벡터(860)은 오브젝트(800)의 실제 움직임 속도를 나타내는 속도 벡터(840)와 동일한 방향을 가지나, 여전히 크기는 상이할 수 있다.

[0113] 도 8c를 참조하면, 오브젝트들이 동일한 속도 및 방향을 갖는 실제 속도(872)로 움직인다 하더라도, 오브젝트의 외형(871)에 따라서 계산되는 속도(873)의 크기가 상이할 수 있다. 예를 들어, 실제 이동하는 방향(예를 들어, x축 방향)으로의 벡터 성분이 작은 외형을 가질수록 계산되는 속도의 크기는 작아질 수 있다.

[0114] 도 8d를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 수학적 16 및 수학적 17을 이용하여 오브젝트(800)의 움직임 속도의 크기를 보정할 수 있다. 보다 구체적으로, 영상 분석 장치는 단계 881에서 예지 이벤트로서  $V_i$ 를 수신할 수 있다. 영상 분석 장치는  $V_i$ 를 이용하여  $V_p$ ,  $O_c$ , t,  $\omega$ 를 계산할 수 있다. 단계 881 및 단계 882에는 도 1 내지 도 7을 참조하여 전술한 사항들이 그대로 적용될 수 있으므로, 보다 상세한 설명은 생략한다. 영상 분석 장치는 단계 883에서 LOH를 이용한 모션 분석을 통하여  $V_p$ 를 계산할 수 있다. 마찬가지로, 단계 883에는 도 8a를 통하여 전술한 사항들이 그대로 적용될 수 있다.

[0115] 영상 분석 장치는 단계 884에서 수학적 16을 이용하여  $V_i^{gen}$ 을 계산할 수 있다. 수학적 16에 이용되는 파라미터들의 의미는 수학적 7에 이용되는 파라미터들의 의미와 동일하다.

수학식 16

$$V_i^{gen} = tP_i + \omega A(P_i - O_c) + V_p$$

[0116]

[0117] 영상 분석 장치는 단계 885에서 수학식 17을 이용하여  $V_i^{cor}$ 를 계산할 수 있다. 여기서,  $\theta$ 는  $V_i$ 와  $V_i^{gen}$  사이의 각도 차이로, 도 8b의 각도(855)에 해당한다.

수학식 17

$$V_i^{cor} = \begin{pmatrix} 1 & -\tan\theta \\ \tan\theta & 1 \end{pmatrix} V_i$$

[0118]

[0119]  $V_i$ 는 오브젝트의 실제 움직임 방향과 상이한 방향을 가지지만, LOH를 고려하지 않고 모든 외형선에 대하여 움직임 속도를 계산한 것이므로, 실제 움직임 속도와 유사한 크기를 가질 수 있다. 반면,  $V_i^{gen}$ 은 오브젝트의 실제 움직임 방향과 동일한 방향을 가지지만, 낮은 LOH의 관측 범위에 있는 외형선에 대하여만 움직임 속도를 계산한 것이므로, 실제 움직임 속도보다 작은 크기를 가질 수 있다. 따라서, 영상 분석 장치는 수학식 17을 이용하여  $V_i$ 로부터는 벡터의 크기를 얻고,  $V_i^{gen}$ 으로부터는 벡터의 방향을 얻음으로써  $V_i^{cor}$ 를 계산할 수 있다.

[0120] 다른 실시예에 따르면, 영상 분석 장치는 단계 882 내지 단계 885를 두 번 이상 이터레이션(iteration)할 수 있다. 예를 들어,  $\theta$ 가 90도인 경우,  $\tan 90^\circ$ 는 무한대이므로  $V_i^{cor}$ 가 계산되기 어려울 수 있다. 이 경우, 영상 분석 장치는 두 번 이상에 걸쳐  $V_i$ 를 회전시킴으로써  $V_i^{cor}$ 를 계산할 수 있다. 이 때,

$$\sum_k \theta_k^{Max} \leq \frac{\pi}{2} \quad (k > 1)$$

가 만족되어야 하며,  $\theta_k^{Max}$ 는 k번째 이터레이션에서 허용되는 최대 회전 각도이다.

[0121] 도 9는 일 실시예에 따른 오브젝트의 이동 속도에 기초하여 사용자 입력을 처리하는 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0122] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 오브젝트의 모션에 기초하여 사용자 입력을 처리할 수 있다.

[0123] 영상 분석 장치는 도 1 내지 도 8을 통하여 기술한 사항들을 이용하여 오브젝트(910)의 이동 속도(915)를 계산할 수 있다. 영상 분석 장치는 계산된 이동 속도(915)를 이용하여 사용자 입력을 위한 포인트의 상대 좌표의 변화량을 계산할 수 있다.

[0124] 영상 분석 장치는 상대 좌표의 변화량에 기초하여 사용자 입력을 처리할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 계산된 상대 좌표의 변화량에 따라 디스플레이(920)에 표시된 커서의 위치를 기존 위치(921)에서 신규 위치(922)로 이동시킬 수 있다.

[0125] 도면에 표시하지 않았으나, 일 실시예에 따른 사용자 입력 처리 장치는 인식부 및 처리부를 포함할 수 있다. 인식부는 오브젝트의 움직임이 감지된 이벤트 신호를 포함하는 입력 영상에 기초하여 오브젝트의 모션을 인식할 수 있다. 예를 들어, 인식부는 도 1 내지 도 8을 통하여 기술한 사항들을 이용하여 오브젝트(910)의 이동 속도(915)를 계산할 수 있다. 처리부는 인식부에 의해 인식된 오브젝트의 모션에 기초하여 사용자 입력을 위한 상대 좌표를 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 처리부는 인식부에 의해 계산된 이동 속도(915)를 이용하여 사용자 입력을 위한 상대 좌표의 변화량을 계산할 수 있다. 처리부는 상대 좌표의 변화량에 따라 상대 좌표를 업데이트

트하고, 업데이트된 상대 좌표를 이용하여 사용자 입력을 처리할 수 있다.

[0126] 도 10은 일 실시예에 따른 오브젝트의 깊이에 기초하여 사용자 입력을 처리하는 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0127] 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 동일한 오브젝트의 움직임에 대하여 공간적으로 이격된 두 위치에서 감지된 서로 다른 두 개의 이벤트 신호를 이용하여 오브젝트의 깊이를 추가적으로 분석할 수 있다. 예를 들어, 센서(1020)은 왼쪽 눈에 대응되는 제1 센서 및 오른쪽 눈에 대응되는 제2 센서를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 양쪽 눈에 대응되는 두 개의 센서들로부터 출력되는 영상의 차이를 이용하여 오브젝트까지의 깊이를 측정할 수 있다.

[0128] 표 5를 참조하면, 영상 분석 장치는 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 대응되는 각각의 패치들의 LOS(Level of Similarity)를 극대화시키는 기법을 이용하여 두 영상의 차이(disparity)를 계산할 수 있다. 보다 구체적으로, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 왼쪽 눈에 대응되는 센서로부터 출력되는 이벤트 신호와 오른쪽 눈에 대응되는 센서로부터 출력되는 이벤트 신호를 모두 처리할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 두 이벤트 신호들 각각을 이용하여 에지 패턴을 분류함으로써 외형선에 대응되는 픽셀들을 검출하고, 검출된 픽셀들의 에지 패턴에 기초하여 해당 픽셀에서의 외형선의 방향을 판단할 수 있다. 이 경우, 영상 분석 장치는 오브젝트의 윤곽 두 개가 일정 간격만큼 떨어진 채로 겹쳐진 영상을 얻을 수 있다. 영상 분석 장치는 오브젝트의 윤곽 두 개가 일정 간격만큼 떨어진 채로 겹쳐진 영상에 표 5의 알고리즘을 적용함으로써, 오브젝트의 윤곽 두 개가 떨어진 간격, 다시 말해, 두 영상의 차이를 계산할 수 있다.

표 5

$$\begin{aligned}
 ILOS(x, y, d) &\equiv \frac{1}{\sqrt{M}} \sum_{(x_i, y_i) \in \text{patch}@ (x, y)} \cos^2 \{ \theta(x_i, y_i) - \theta(x_i - d, y_i) \} \\
 &\quad \theta: \text{orientation angle, } M: \text{number of valid pixels} \\
 rLOS(y, d) &\equiv \frac{1}{N_x(d)} \sum_x ILOS(x, y, d) \rightarrow \text{average over } x \\
 gLOS(d) &\equiv \sum_y rLOS(y, d) \\
 LOS(x, y, d) &\equiv ILOS(x, y, d) \times rLOS(y, d) \times gLOS(d) \\
 \text{disparity}(x, y) &= \arg \max_d \{ LOS(x, y, d) \}
 \end{aligned}$$

[0129]

[0130] 여기서, (x, y)는 영상 내 패치의 좌표이고, 패치에는 복수의 점들이 포함될 수 있다. (x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)는 (x, y) 좌표의 패치에 포함된 i번째 점의 좌표이며, d는 두 영상의 차이이다. 두 영상은 각각 왼쪽 눈에 대응되는 센서와 오른쪽 눈에 대응되는 센서로부터 수신되므로, 두 영상은 주로 x축 방향으로 이격되어 있다. 따라서, d는 두 영상이 x축 방향으로 이격된 정도를 나타낼 수 있다. θ(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)는 오리엔테이션 각도(orientation angle)로, (x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>) 좌표의 점에서 계산된 외형선의 방향에 대응될 수 있다.

[0131] ILOS(x,y,d)는 (x,y) 좌표의 단일 패치에서의 LOS를 평가하기 위한 수식이고, rLOS(y,d)는 y 좌표의 1차원 라인(line)에서의 LOS를 평가하기 위한 수식이며, gLOS(d)는 영상 전체의 2차원 영역(area)에서의 LOS를 평가하기 위한 수식이다.

[0132] 영상 분석 장치는 LOS(x,y,d)가 최대가 되도록 하는 d를 계산할 수 있다. LOS(x,y,d)가 최대가 되려면 θ(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)와 θ(x<sub>i</sub>+d, y<sub>i</sub>)의 차이가 최소가 되어야 하므로, 영상 분석 장치는 θ(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)와 θ(x<sub>i</sub>+d, y<sub>i</sub>)의 차이가 최소가 되도록 하는 d를 계산할 수 있다.

[0133] 영상 분석 장치는 계산된 두 영상의 차이가 클수록 오브젝트의 깊이를 얇게 추정하고, 두 영상의 차이가 작을수록



록 오브젝트의 깊이를 깊게 추정할 수 있다. 영상 분석 장치는 추정된 오브젝트의 깊이에 기초하여 사용자 입력을 처리할 수 있다.

- [0134] 영상 분석 장치는 센서(1020)로부터의 오브젝트(1010)의 깊이에 대응되는 동작 모드를 판단할 수 있다. 예를 들어, 센서(1020)로부터의 깊이에 따라 제1 동작 모드 영역(1031), 제2 동작 모드 영역(1032), 제3 동작 모드 영역(1033), 및 배경 영역(1034)이 미리 설정될 수 있다.
- [0135] 영상 분석 장치는 오브젝트(1010)의 깊이가 제2 동작 모드 영역(1032)에 해당한다고 판단되는 경우, 오브젝트(1010)를 이용한 입력을 제2 동작 모드 영역(1032)에 대응되는 사용자 입력 처리 방식으로 처리할 수 있다.
- [0136] 도 11은 일 실시예에 따른 영상 분석 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- [0137] 도 11을 참조하면, 일 실시예에 따른 영상 분석 장치는 단계 1110에서 이벤트 정보를 읽을 수 있다. 영상 분석 장치는 단계 1120에서 발생한 이벤트의 위치 및 발생 시간에 기초하여 이벤트 발생 시간 맵을 업데이트할 수 있다. 영상 분석 장치는 단계 1130에서 이벤트 발생 시간 맵을 참조하여 발생한 이벤트의 주변 이벤트 발생 시간의 패턴을 분석할 수 있다.
- [0138] 영상 분석 장치는 단계 1140에서 이벤트 발생 패턴에 따라 에지(edge)의 방향성을 분류할 수 있다. 영상 분석 장치는 단계 1150에서 에지 방향 패턴 및 이벤트 발생 패턴에 따라 속도 성분을 추출할 수 있다.
- [0139] 영상 분석 장치는 단계 1160에서 물체의 움직임 분석하기 위하여 이벤트 정보를 누적할 수 있다. 영상 분석 장치는 단계 1170에서 누적된 이벤트의 수가 충분한지 여부를 판단할 수 있다. 판단 결과, 누적된 이벤트의 수가 충분하지 않은 경우 영상 분석 장치는 단계 1175에서 누적 시간이 충분하였는지 여부를 판단할 수 있다. 누적 시간이 충분하지 않은 경우, 영상 분석 장치는 단계 1110으로 돌아가 새로운 이벤트 정보를 추가로 누적할 수 있다.
- [0140] 누적된 이벤트의 수가 충분하거나, 누적된 이벤트의 수가 충분하지 않더라도 누적 시간이 충분한 경우, 영상 분석 장치는 단계 1180에서 물체 위치 및 움직임 속도를 요소 별로 분리할 수 있다. 영상 분석 장치는 움직임 속도 요소로 이동 속도, 팽창 또는 수축 속도, 회전 속도를 획득할 수 있다.
- [0141] 영상 분석 장치는 단계 1190에서 물체의 주된 움직임 요소를 판단할 수 있다. 예를 들어, 영상 분석 장치는 이동 속도, 팽창 또는 수축 속도, 회전 속도 중 물체의 움직임에 큰 비중을 차지하는 적어도 하나의 움직임 요소를 판단할 수 있다.
- [0142] 도 11에 도시된 각 단계들에는 도 1 내지 도 10을 통하여 기술된 사항들이 그대로 적용될 수 있으므로 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0143] 도 12는 일 실시예에 따른 3차원 영상 분석 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0144] 도 12를 참조하면, 일 실시예에 따른 3차원 영상 분석 장치(1200)는 적어도 두 쌍의 영상 변화 감지부(1210, 1215), 에지 방향 정보 추출부(1220, 1225), 속도 정보 추출부(1230, 1235), 및 평균 에지 방향 정보 추출부(1240, 1245)를 포함한다.
- [0145] 또한, 3차원 영상 분석 장치(1200)는 디스퍼리티 맵(disparity map) 추출부(1250), 거리 정보 매핑부(1260), 및 3차원 위치/움직임 분석부(1270)를 더 포함할 수 있다.
- [0146] 도 12에 도시된 각 모듈들에는 도 1 내지 도 11을 통하여 기술된 사항들이 그대로 적용될 수 있으므로 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0147] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체

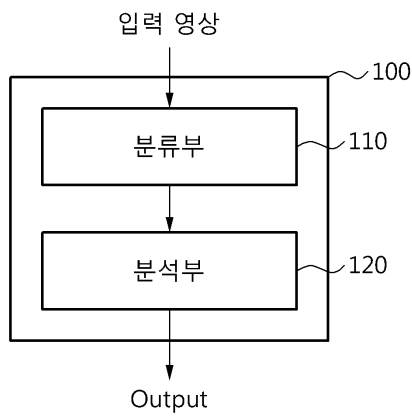
(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0148] 이상과 같이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0149] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

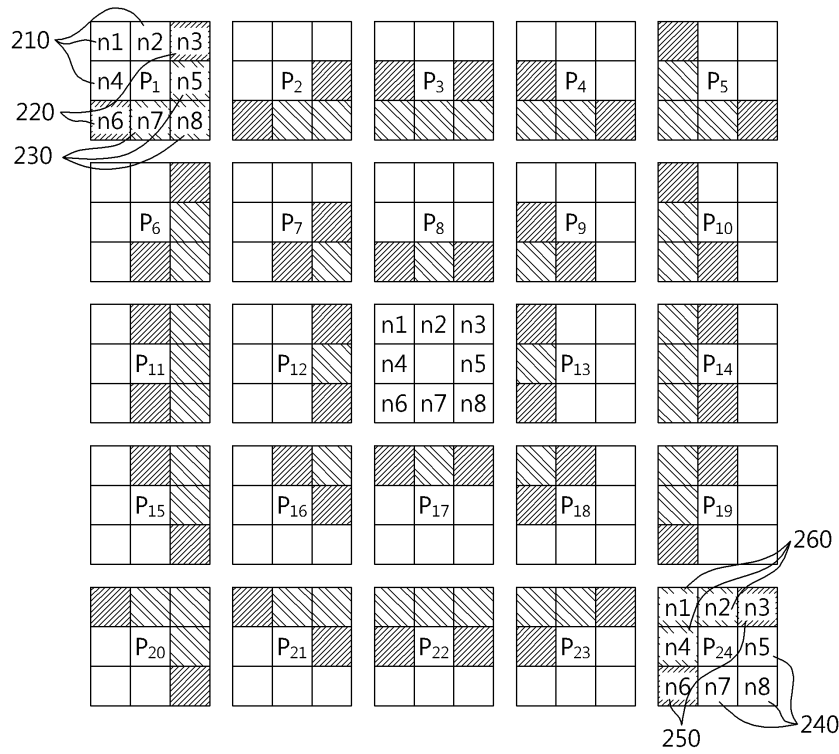
**도면**

**도면1**





도면2a



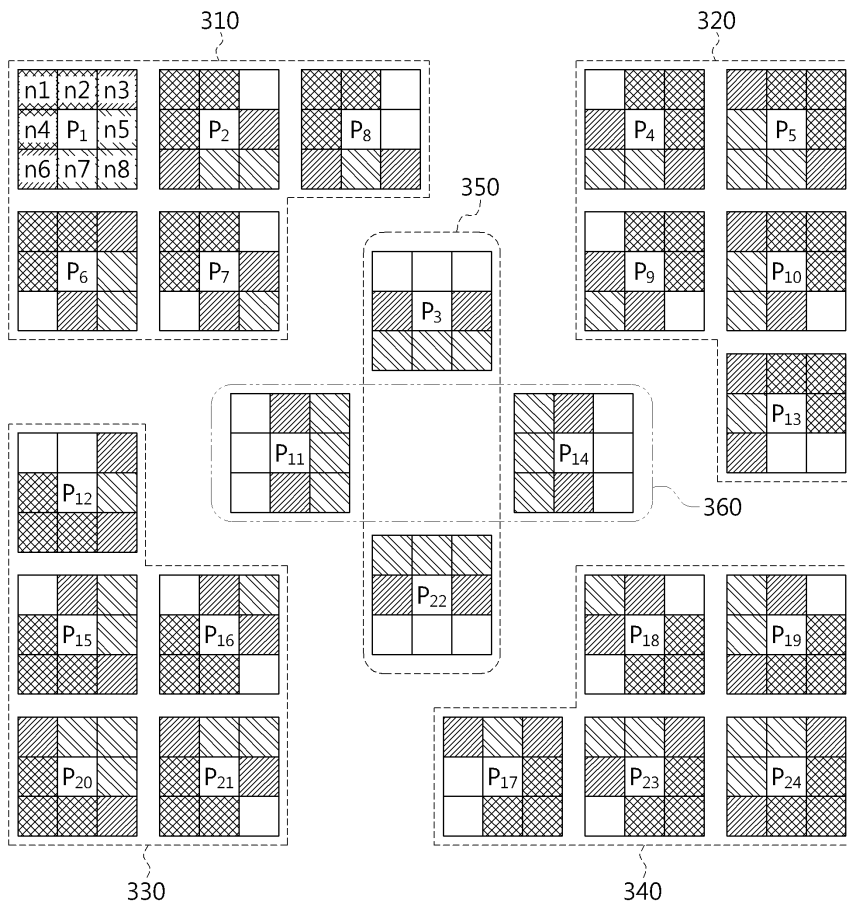
도면2b

n1	n2	n3	n4	n5
n6	n7	n8	n9	n10
n11	n12		n13	n14
n15	n16	n17	n18	n19
n20	n21	n22	n23	n24

도면2c

n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7
n8	n9	n10	n11	n12	n13	n14
n15	n16	n17	n18	n19	n20	n21
n22	n23	n24		n25	n26	n27
n28	n29	n30	n31	n32	n33	n34
n35	n36	n37	n38	n39	n40	n41
n42	n43	n44	n45	n46	n47	n48

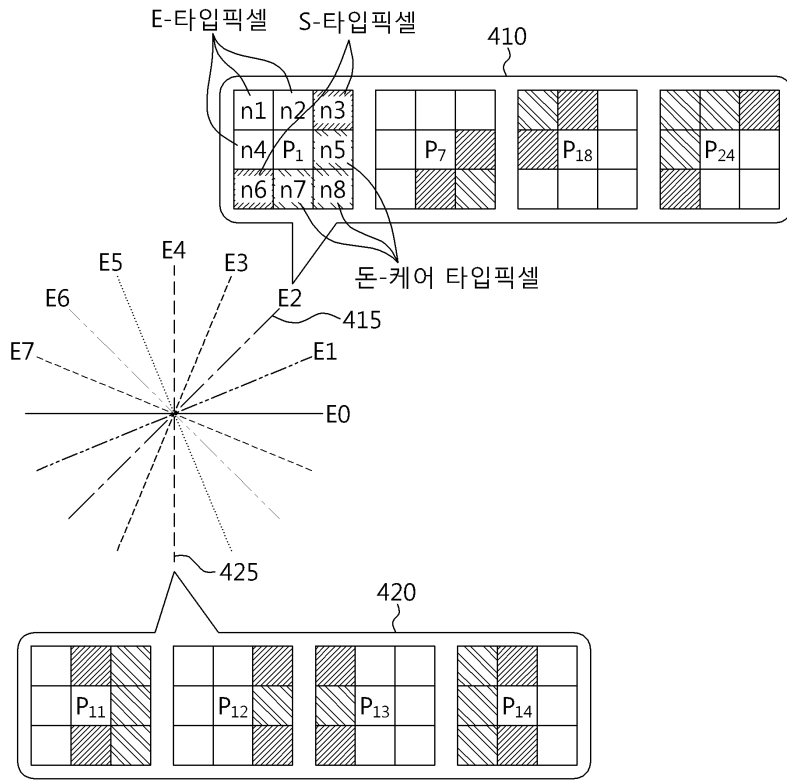
도면3a



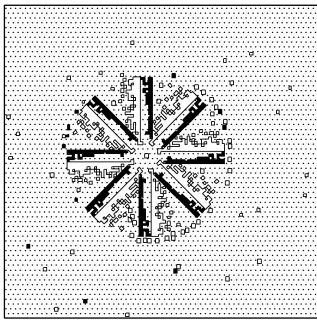
도면3b

b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
b <sub>7</sub>		b <sub>3</sub>
b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>

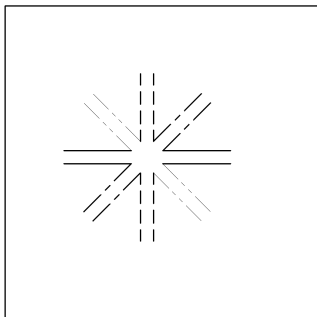
도면4



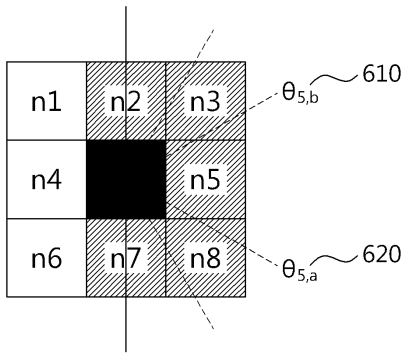
도면5a



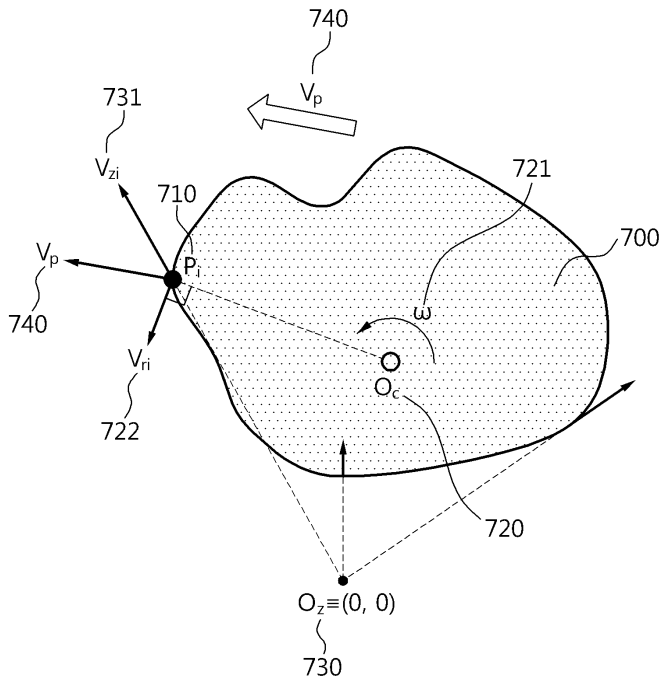
도면5b



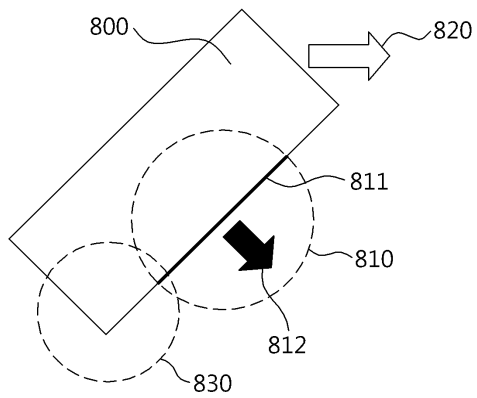
도면6



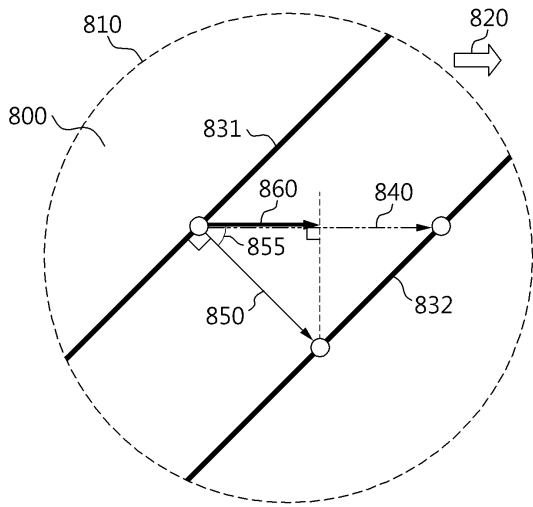
도면7



도면8a



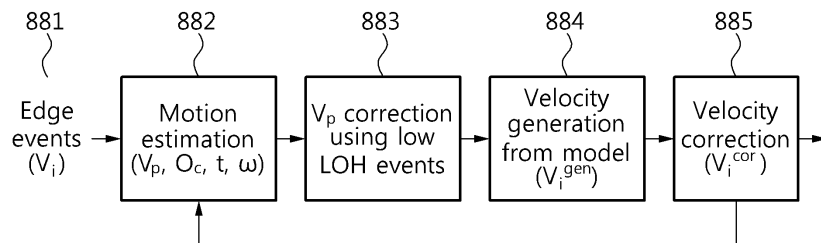
도면8b



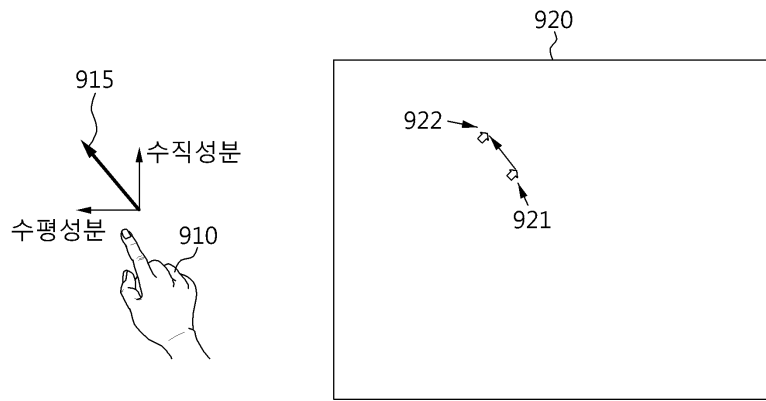
도면8c

871	872	873
Shape	True V	Est. V

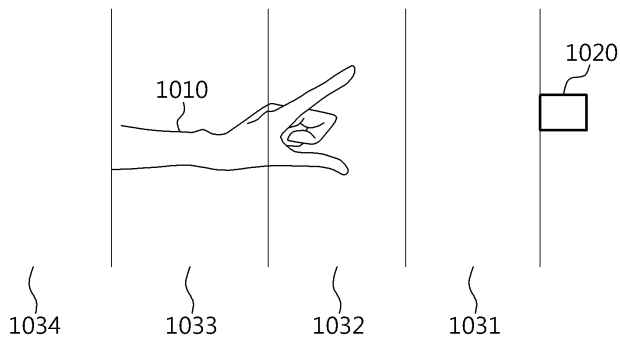
도면8d



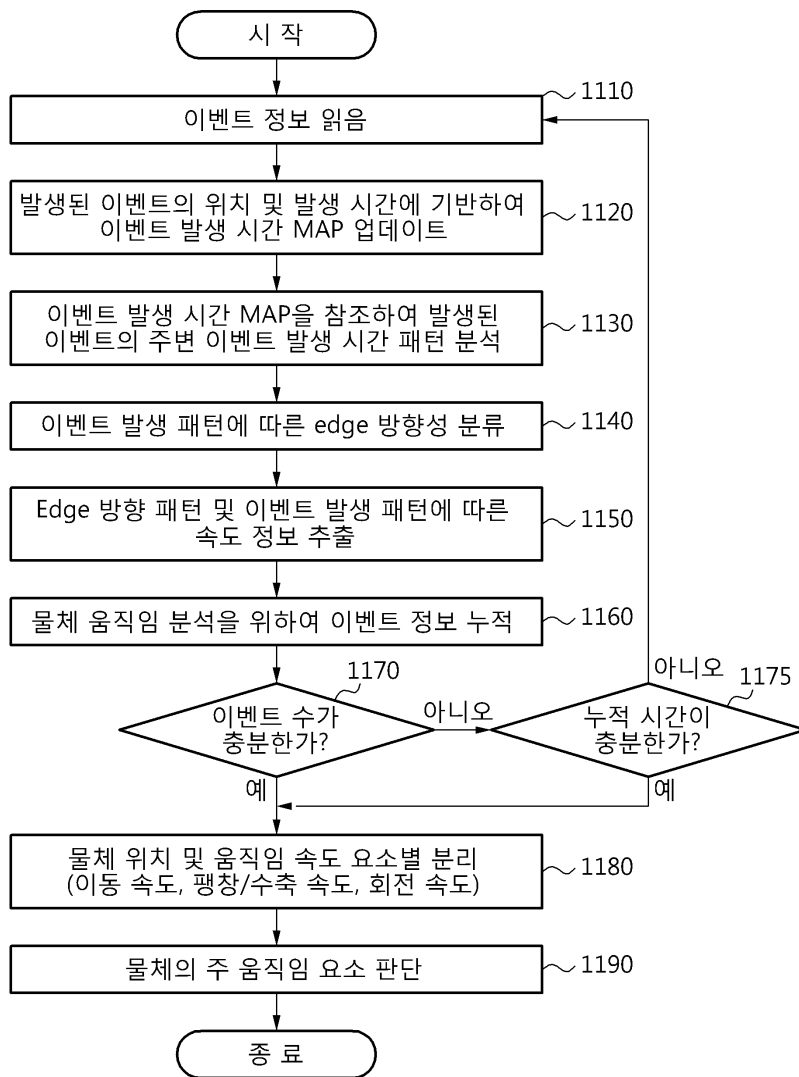
도면9



도면10

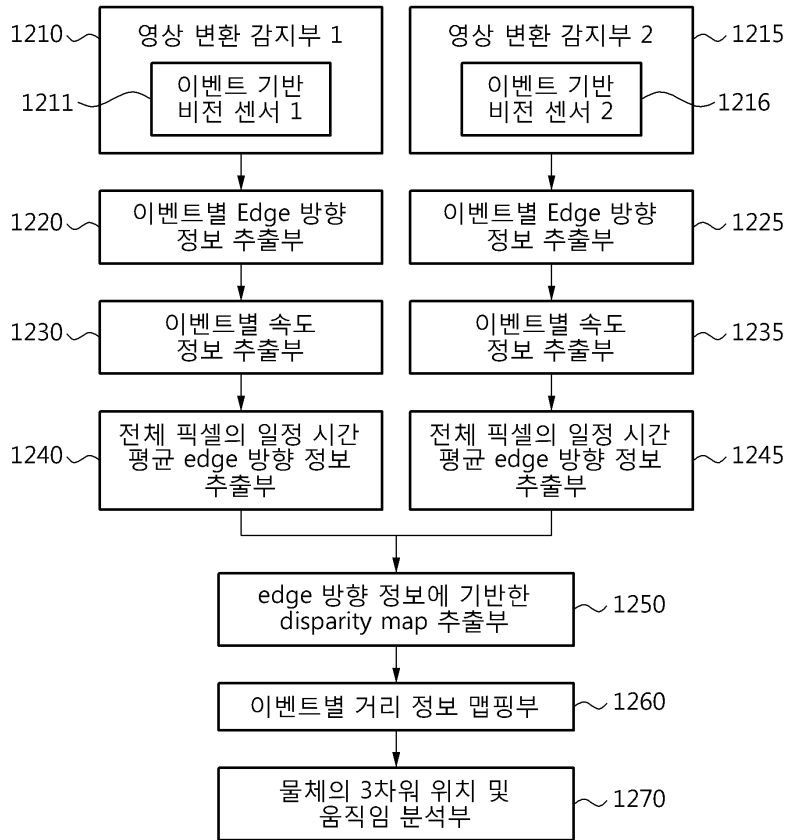


도면11



도면12

1200



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제16항

【변경전】

상기 오묘젝트의

【변경후】

상기 오묘젝트의