



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0115774
(43) 공개일자 2015년10월14일

- | | |
|---|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/4638 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7021153
(22) 출원일자(국제) 2013년08월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년08월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/056770
(87) 국제공개번호 WO 2014/123583
국제공개일자 2014년08월14일
(30) 우선권주장
2013104895/07 2013년02월05일 러시아(RU) | (71) 출원인
엘에스아이 코포레이션
미국 캘리포니아주 95131, 새너제이, 라이더 파크 드라이브 1320
(72) 발명자
파르페노브 데니스 브이
러시아 117534 모스크바 아파트먼트 39 체르타노브스카야 스트리트 52-1
파르코멘코 데니스 브이
러시아 141007 모스크바 마이티쉬 아파트먼트 40 2번 웰코브스키 스트리트 5-1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인 |
|---|--|

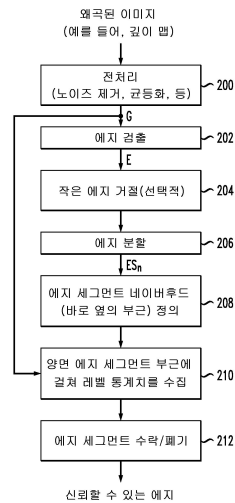
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **에지 선택 기능을 갖는 이미지 프로세서**

(57) 요약

이미지 처리 시스템은 제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하여 제 2 이미지를 획득하고, 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하고, 특정 에지를 포함하고 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하도록 구성된 이미지 프로세서를 포함한다. 오직 예시로서, 주어진 실시예에서 제 1 이미지는 깊이 이미지에 의해 생성된 깊이 이미지를 포함할 수 있고, 제 2 이미지는 깊이 이미지에 에지 검출 동작을 적용함으로써 생성된 에지 이미지를 포함할 수 있고, 제 3 이미지는 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 특정 에지만을 가지는 수정된 에지 이미지를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

마주렌코 아이반 엘

러시아 141407 모스크바 킴키 아파트먼트 51 플로
디예즈나야 스트리트 36에이

엘리세이치크 파벨 에이

러시아 117342 모스크바 오브루체바 스트리트
37-37

콜로덴코 알렉산더 비

러시아 117246 모스크바 아파트먼트 16 오브루체바
스트리트 35-3

명세서

청구범위

청구항 1

제 2 이미지를 획득하기 위해 제 1 이미지에 에지 검출 동작(edge detection operation)을 수행하는 단계와, 특정된 신뢰성(specified reliability)을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하는 단계와, 상기 특정 에지는 포함하고 상기 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 수행하는 단계, 상기 식별하는 단계 및 상기 생성하는 단계는 메모리에 결합된 프로세서를 포함하는 적어도 하나의 처리 디바이스에서 구현되는

방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 이미지는 깊이 이미저(depth imager)에 의해 생성되는 깊이 이미지를 포함하는

방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 이미지는 상기 깊이 이미지에 상기 에지 검출 동작을 적용하여 생성된 에지 이미지를 포함하는

방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 3 이미지는 상기 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 특정 에지만을 가지는 수정된 에지 이미지를 포함하는

방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하는 단계는,

복수의 분명한(distinct) 에지 세그먼트를 식별하기 위해 상기 제 2 이미지에 에지 분할 동작(edge segmentation operation)을 적용하는 단계와,

상기 에지 세그먼트의 각각에 대하여 에지 세그먼트 부근(vicinities)을 정의하는 단계와,

상기 에지 세그먼트에 대한 레벨 통계치(level statistics)를 획득하기 위해 상기 제 1 이미지 및 상기 에지 세그먼트 부근을 이용하는 단계와,

상기 레벨 통계치 및 특정된 임계값(specified threshold value)에 기초하여 상기 에지 세그먼트의 각각에 대한 수락(accept) 또는 폐기(discard) 결정을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 분명한 에지 세그먼트의 각각은,
시작 픽셀, 끝 픽셀 및 상기 시작 픽셀과 상기 끝 픽셀 사이의 공백(gaps) 또는 분기(branches)의 부재에 의해 특징지어진 두 개 이상의 인접 에지 픽셀(adjacent edge pixels)의 세트를 포함하는 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,
상기 에지 세그먼트의 각각에 대하여 에지 세그먼트 부근을 정의하는 단계는,
슬라이딩 수직선을 따른 최대 부근 거리(maximal vicinity distance), 최대 부근 반경(maximal vicinity radius) 및 에지 루프 클로징(edge loop closing) 중 하나에 기초하여 상기 에지 세그먼트 부근 중 적어도 주어 진 하나를 정의하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,
상기 에지 세그먼트에 대해 획득된 상기 레벨 통계치는,
상기 에지 세그먼트의 두 면에 걸쳐 정의된 대응 에지 세그먼트 부근에 대한 하나 이상의 전체 그레이스케일 레벨(integral grayscale levels)에 기초하여 상기 에지 세그먼트의 각각에 대해 결정되는 그레이스케일 레벨 통계치를 포함하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 에지 세그먼트 중 하나에 대한 수락 또는 폐기 결정은, 상기 에지 세그먼트의 제 1 면 상의 부근의 일부분에 대한 제 1 전체 그레이스케일 레벨과 상기 에지 세그먼트의 제 2 면 상의 부근의 일부분에 대한 제 2 전체 그레이스케일 레벨의 차이에 기초하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하는 단계는,

필터링된 제 1 이미지를 획득하기 위해 상기 제 1 이미지에 분리 가능한 선형 필터링 동작(separable linear filtering operation)을 적용하는 단계와,

상기 필터링된 제 1 이미지로부터 정규화된 유사 그래디언트(normalized pseudo-gradient)를 생성하는 단계와,

상기 정규화된 유사 그래디언트에 기초하여 에지 마스크를 생성하는 단계와,

상기 제 2 이미지에 상기 에지 마스크를 적용하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 분리 가능한 선형 필터링 동작은 상기 제 1 이미지의 주어진 픽셀에 적용되어 다음의 추정(estimate)을 생성하되,

$$\begin{aligned}
 gx(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i, j+l) w_g(l), & gy(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i+l, j) w_g(l) \\
 dx(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i, j+l) w_d(l), & dy(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i+l, j) w_d(l)
 \end{aligned}$$

G(i, j)는 상기 주어진 픽셀을 나타내고, L은 상기 주어진 픽셀의 분리 가능한 선형 필터링에 사용되는 로컬 픽셀 네이퍼후드(local pixel neighborhood)를 나타내고, $w_g(1)=w_g(-1) \geq 0$, $w_d(1)=-w_d(-1)$ 및 $w_d(0)=0$ 인

방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 정규화 유사 그래디언트는, 추정치 $gx(i, j)$ 및 $gy(i, j)$ 의 각각의 쌍에 대하여 대응하는 레벨 $gm(i, j) = (|gx(i, j)|^p + |gy(i, j)|^p)^{1/p}$ 을 결정하는 단계와,

상기 정규화된 유사 그래디언트를 다음과 같이 계산하는 단계:

$$NPG(i, j) = \sqrt{dx^2(i, j) + dy^2(i, j)} / DV(gm(i, j))$$

에 의해 생성되되,

$p \geq 1$ 이고, DV(G(i, j))는 상기 제 1 이미지에 대한 거리의 함수로서 거리 측정 불확실성(distance measurement uncertainty)을 나타내는

방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 정규화된 유사 그래디언트에 기초하여 에지 마스크를 생성하는 단계는,

회전 불변 저역 필터(rotation-invariant low-pass filter)를 사용하여 상기 정규화된 유사 그래디언트를 평활화(smoothing)하는 단계와,

상기 평활화된 정규화된 유사 그래디언트의 각각의 픽셀을 임계값과 비교하는 단계와,

상기 비교하는 단계의 결과에 기초하여 상기 에지 맵(edge map)을 생성하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 이미지에 상기 에지 마스크를 적용하는 단계는,

다음의 공식에 따라 상기 에지 마스크를 픽셀마다 적용하여 상기 제 2 이미지 내의 신뢰할 수 없는 에지를 제거하는 단계를 포함하되,

$$E_{\text{improved}}(i,j) = (E(i,j) \text{ and } \text{mask}(i,j))$$

$E(i,j)$ 는 상기 제 2 이미지의 픽셀을 나타내고, $E_{\text{improved}}(i,j)$ 는 상기 제 3 이미지의 픽셀을 나타내고, and는 논리 연산자를 나타내고, $\text{mask}(i,j)$ 는 상기 에지 마스크의 픽셀을 나타내는

방법.

청구항 15

컴퓨터 프로그램 코드가 내부에 구현된 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램 코드는 처리 디바이스에서 실행될 때 상기 처리 디바이스로 하여금 제 1 항의 방법을 수행하게 하는

컴퓨터 판독 가능한 저장 매체.

청구항 16

메모리와 결합된 프로세서를 포함하는 적어도 하나의 처리 디바이스를 포함하는 장치로서,

상기 적어도 하나의 처리 디바이스는,

제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하여 제 2 이미지를 획득하고,

특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하고,

상기 특정 에지를 포함하고 상기 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하도록 구성되는

장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 처리 디바이스는 이미지 프로세서를 포함하되,

상기 이미지 프로세서는,

상기 에지 검출 동작을 수행하도록 구성된 에지 검출 모듈과,

상기 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 상기 특정 에지를 식별하도록 구성된 에지 선택 모듈을 포함하는

장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 이미지 프로세서는, 상기 제 1 이미지의 소스와 상기 에지 검출 모듈의 입력 사이에 결합된 전처리 모듈을 더 포함하는

장치.

청구항 19

이미지 처리 시스템으로서,

적어도 제 1 이미지를 제공하는 이미지 소스와,

하나 이상의 이미지 목적지와,

상기 이미지 소스와 상기 하나 이상의 이미지 목적지 사이에 결합된 이미지 프로세서를 포함하되,

상기 이미지 프로세서는,

제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하여 제 2 이미지를 획득하고,

특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 상기 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하고,

상기 특정 에지를 포함하고 상기 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하고,

상기 하나 이상의 이미지 목적지에 상기 제 3 이미지를 제공하도록 구성되는

이미지 처리 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 이미지 소스는 깊이 이미지를 포함하는

이미지 처리 시스템.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 기술분야는 일반적으로 이미지 처리, 특히 하나 이상의 이미지에서 검출된 에지의 처리에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이미지의 에지를 검출하는 다양한 상이한 기술들이 알려져 있다. 그러한 기술은 일반적으로 디지털 카메라에 의해 생산된 2차원(2D) 이미지 또는 사진과 같은 고해상도 이미지에 적용될 때 허용가능한 결과를 생산한다. 그러나, 많은 중요한 머신 비전 애플리케이션은 구조광(SL) 카메라 또는 비과시간(ToF) 카메라와 같은 깊이 이미지에 의해 생성된 3차원(3D) 이미지를 이용한다. 이러한 깊이 이미지는 보통 저해상도 이미지이고 전형적으로 많은 노이즈 및 흐릿한 에지를 포함한다.

[0003] 기존의 에지 검출 기술은 깊이 이미지에 적용될 때 일반적으로 잘 수행되지 못한다. 예를 들어, 이러한 기존의 기술은 주어진 깊이 이미지 내의 중요한 에지를 놓치거나 중요한 에지와 함께 복수의 스푸리어스 에지(spurious edges)를 찾을 수 있다. 결과적으로 검출된 에지는 품질이 낮고 이에 따라 특징 추출, 패턴 인식, 제스처 인식, 물체 인식 및 추적과 같은 후속 이미지 처리 동작의 효과를 약화시킨다.

발명의 내용

- [0004] 일 실시예에서, 이미지 처리 시스템은 제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하여 제 2 이미지를 획득하고, 특정된 신뢰성(specified reliability)을 적어도 나타내는 제 2 이미지의 특정 에지(particular edges)를 식별하고, 특정 에지를 포함하고 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하도록 구성된 이미지 프로세서를 포함한다.
- [0005] 오직 예시로서, 주어진 실시예의 제 1 이미지는 깊이 이미지에 의해 생성된 깊이 이미지를 포함할 수 있고, 제 2 이미지는 깊이 이미지에 에지 검출 동작을 적용하여 생성된 에지 이미지를 포함할 수 있고, 제 3 이미지는 적어도 특정된 신뢰성을 나타내는 특정 에지만을 가진 수정된 에지 이미지를 포함할 수 있다.
- [0006] 본 발명의 다른 실시예는 방법, 장치, 시스템, 처리 디바이스, 집적 회로 및 컴퓨터 프로그램 코드가 내부에 구현된 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체를 포함하며, 이에 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 일 실시예에서 에지 선택 기능을 가진 이미지 프로세서를 포함하는 이미지 처리 시스템의 블록도이다.
 도 2는 도 1 시스템의 이미지 프로세서를 사용하여 에지 이미지 내의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하기 위한 예시적 처리의 흐름도이다.
 도 3, 4a 및 4b는 에지 이미지의 부분에서 식별된 에지 세그먼트의 예시를 도시한다. 도 4a 및 4b는 본 명세서에서 집합적으로 도 4로 지칭된다.
 도 5는 도 1 시스템의 이미지 프로세서를 사용하여 에지 이미지 내의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하기 위한 다른 예시적인 처리의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 본 발명의 실시예들은 이미지 프로세서 및 다른 종류의 처리 디바이스를 포함하고 신뢰할 수 있는 에지를 갖는 에지 이미지를 생성하기 위한 기법을 구현하는 예시적 이미지 처리 시스템과 함께 본 명세서에 개시된다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 하나 이상의 이미지 내의 에지의 처리를 포함하는 임의의 이미지 처리 시스템 또는 관련 디바이스 또는 기법에 더 일반적으로 적용가능하다는 것이 이해되어야 한다.
- [0009] 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 이미지 처리 시스템(100)을 도시한다. 이미지 처리 시스템(100)은 하나 이상의 이미지 소스(105)로부터 이미지를 수신하고 하나 이상의 이미지 목적지(107)에 처리된 이미지를 제공하는 이미지 프로세서(102)를 포함한다. 이미지 프로세서(102)는 또한 네트워크(104)를 통해 복수의 처리 디바이스(106)와 통신한다.
- [0010] 이미지 소스(들)(105)와 이미지 목적지(들)(107)가 도 1에서 처리 디바이스(106)와 별개인 것처럼 도시되었지만, 적어도 그러한 소스 및 목적지의 서브세트는 하나 이상의 처리 디바이스(106)를 적어도 부분적으로 이용하여 구현될 수 있다. 따라서, 처리 디바이스들(106) 중 하나 이상으로부터의 처리를 위해 이미지는 네트워크(104)를 통해 이미지 프로세서(102)로 제공될 수 있다. 이와 마찬가지로, 처리된 이미지는 이미지 프로세서(102)에 의해 네트워크(104)를 통해 하나 이상의 처리 디바이스(106)로 전달될 수 있다. 따라서 그러한 처리 디바이스는 이미지 소스 또는 이미지 목적지에 관한 예시로 볼 수 있다.
- [0011] 주어진 이미지 소스는, 예를 들어, 깊이 이미지를 생성하도록 구성된 SL 카메라 또는 ToF 카메라와 같은 3D 이미저, 또는 그레이스케일 이미지, 컬러 이미지, 적외선 이미지 또는 다른 종류의 2D 이미지를 생성하도록 구성된 2D 이미저를 포함할 수 있다. 이미지 소스의 다른 예시는 처리를 위해 이미지 프로세서(102)에 이미지를 제공하는 서버 또는 저장 디바이스이다.
- [0012] 주어진 이미지 목적지는, 예를 들어, 컴퓨터 또는 휴대 전화의 휴먼-머신 인터페이스의 하나 이상의 디스플레이 화면 또는 이미지 프로세서(102)로부터 처리된 이미지를 수신하는 적어도 하나의 저장 디바이스 또는 서버를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 이미지 소스(들)(105) 및 이미지 목적지(들)(107)가 도 1에서 이미지 프로세서(102)와 별개인 것처럼 도시되지만, 이미지 프로세서(102)는 공통 처리 디바이스 상의 하나 이상의 이미지 목적지 및 하나 이상의 이미지

소스의 적어도 서브세트와 적어도 부분적으로 결합될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 주어진 이미지 소스 및 이미지 프로세서(102)는 동일한 처리 디바이스 상에서 종합적으로 구현될 수 있다. 이와 마찬가지로, 주어진 이미지 목적지 및 이미지 프로세서(102)는 동일한 처리 디바이스 상에서 종합적으로 구현될 수 있다.

- [0014] 본 실시예에서, 이미지 프로세서(102)는 제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하여 제 2 이미지를 획득하고, 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하고, 특정 에지를 포함하고 제 2 이미지의 다른 에지는 제외하는 제 3 이미지를 생성하도록 구성된다.
- [0015] 도 1에 도시된 이미지 프로세서(102)는 전처리 모듈(110), 에지 검출 모듈(112) 및 에지 선택 모듈(114)을 포함한다. 에지 검출 모듈(112)은 주어진 이미지 소스에 의해 공급된 제 1 이미지에 에지 검출 동작을 수행하도록 구성되고, 에지 선택 모듈(114)은 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 제 2 이미지의 특정 에지를 식별하도록 구성된다. 전처리 모듈(110)은, 주어진 이미지 소스와 에지 검출 모듈(112)의 입력 사이에 결합되거나 아니면 배치되는 것으로 가정되며, 제 1 이미지가 에지 검출 모듈(112)에서 에지 검출 동작의 대상이 되기 이전에 제 1 이미지에 노이즈 제거 또는 균등화와 같은 전처리 동작을 적용하도록 구성된다.
- [0016] 전술한 제 1 이미지, 제 2 이미지 및 제 3 이미지에 관한 하나의 가능한 예시로서, 주어진 실시예에서 제 1 이미지는 SL 카메라 및 ToF 카메라와 같은 깊이 이미저에 의해 생산된 깊이 이미지를 포함할 수 있고, 제 2 이미지는 에지 검출 모듈(112)에서 깊이 이미지에 에지 검출 동작을 적용하여 생성된 에지 맵 또는 다른 종류의 에지 이미지를 포함할 수 있고, 제 3 이미지는 특정된 신뢰성을 적어도 나타내는 것으로서 에지 선택 모듈(114)에 의해 선택되는 특정 에지만을 갖는 수정된 에지 이미지를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 다른 종류 및 배열의 이미지가 수신, 처리 및 생성될 수 있다.
- [0017] 도 1 실시예의 이미지 프로세서(102)에 도시된 모듈들의 특정 번호 및 배치는 다른 실시예에서 변경될 수 있다. 예를 들어, 다른 실시예에서, 이러한 모듈들 중 두 개 이상이 더 적은 개수의 모듈로 조합될 수 있다. 다른 기존의 이미지를 처리하는 집적 회로 또는 본 명세서에 개시된 처리 동작을 수행하도록 적합하게 수정된 다른 종류의 이미지 처리 회로가 이미지 프로세서(102)의 모듈들(110, 112 및 114) 중 하나 이상의 적어도 일 부분을 구현하는데 사용될 수 있다.
- [0018] 에지 선택 모듈(114)의 동작은 도 2 및 도 5의 흐름도와 함께 차후에 더 상세하게 설명될 것이다. 각각의 흐름도는 에지 검출 모듈(112)에 의해 제공된 에지 이미지의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하기 위한 다른 처리를 도시한다.
- [0019] 적어도 특정된 신뢰성을 나타내는 특정 에지만을 가지는 이미지 프로세서(102)에 의해 생성된 수정된 에지 이미지는 예를 들어, 특정 추출, 패턴 인식, चे스처 인식, 물체 인식 및 추적과 같은 이미지 프로세서(102)의 추가적 처리 동작에 적용될 수 있다.
- [0020] 또는, 적어도 특정된 신뢰성을 나타내는 특정 에지만 가지는 이미지 프로세서(102)에 의해 생성된 수정된 에지 이미지는 네트워크(104)를 통해 하나 이상의 처리 디바이스(106)로 제공될 수 있다. 하나 이상의 이러한 처리 디바이스는 특정 추출, 패턴 인식, चे스처 인식, 물체 인식 및 추적과 같은 전술한 후속 동작을 수행하도록 구성된 각각의 이미지 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0021] 처리 디바이스(106)는, 예를 들어, 컴퓨터, 휴대 전화, 서버 또는 저장 디바이스의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 하나 이상의 이러한 디바이스는 또한, 예를 들어, 이미지 프로세서(102)에 의해 생성된 이미지를 제시하기 위해 사용되는 다른 사용자 인터페이스 또는 디스플레이 화면을 포함할 수 있다. 이에 따라, 처리 디바이스(106)는, 예를 들어, 이미지 프로세서(102)로부터 하나 이상의 처리된 이미지 스트림을 수신하는 적어도 하나의 서버 또는 저장 디바이스를 포함하는, 네트워크(104)를 통해 이미지 프로세서(102)로부터 처리된 이미지 스트림을 수신하는 다양한 다른 목적지 디바이스를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 실시예의 처리 디바이스(106)와 별개인 것으로 도시되었지만, 이미지 프로세서(102)는 하나 이상의 처리 디바이스(106)와 적어도 부분적으로 결합될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 이미지 프로세서(102)는 적어도 부분적으로 주어진 하나의 처리 디바이스(106)를 사용하여 구현될 수 있다. 예시로서, 컴퓨터 또는 휴대 전화는 이미지 프로세서(102) 및 가능하다면 주어진 이미지 소스를 통합하도록 구성될 수 있다. 따라서, 이미지 소스(들)(105)는 다른 처리 디바이스 또는 휴대 전화, 컴퓨터와 관련된 다른 이미저 또는 카메라를 포함할 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, 이미지 프로세서(102)는 공통 처리 디바이스 상에서 하나 이상의 이미지 소스 또는 이미지 목적지와 적어도 부분적으로 결합될 수 있다.
- [0023] 본 실시예의 이미지 프로세서(102)는 적어도 하나의 처리 디바이스를 사용하여 구현된 것으로 가정되고 메모리

(122)에 연결된 프로세서(120)를 포함한다. 프로세서(120)는 이미지 처리 동작의 수행을 제어하기 위해 메모리(122)에 저장된 소프트웨어 코드를 실행한다. 이미지 프로세서(102)는 또한 네트워크(104)를 통한 통신을 지원 하는 네트워크 인터페이스(124)를 포함한다.

[0024] 프로세서(120)는, 예를 들어, 마이크로프로세서, 주문형 반도체(ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 중앙 처리 장치(CPU), 산술 논리 연산 장치(ALU), 디지털 신호 프로세서(DSP), 또는 다른 유사한 처리 디바이스 구성요소뿐만 아니라 다른 종류 및 배열의 이미지 처리 회로의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0025] 메모리(122)는, 모듈들(110, 112 및 114)의 부분과 같이, 이미지 프로세서(102)의 기능의 부분을 구현할 때 프로세서(120)에 의한 실행을 위한 소프트웨어 코드를 저장한다. 대응하는 프로세서에 의한 실행을 위한 소프트웨어 코드를 저장하는 주어진 이러한 메모리는 본 명세서에 개시된 컴퓨터 판독 가능한 매체 또는 컴퓨터 프로그램 코드가 내부에 구현된 다른 종류의 컴퓨터 프로그램으로 더 일반적으로 지칭되는 것에 관한 예시이고, 예를 들어, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 또는 판독 전용 메모리(ROM)와 같은 전자메모리, 자기 메모리, 광학 메모리, 또는 다른 종류의 저장 디바이스의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 프로세서는 마이크로프로세서, ASIC, FPGA, CPU, ALU, DSP 또는 다른 이미지 처리 회로의 부분 또는 조합을 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시예는 집적 회로의 형태로 구현될 수 있다는 것이 또한 이해되어야 한다. 주어진 이러한 집적 회로 구현에서, 동일한 다이(die)가 일반적으로 반복 패턴으로 반도체 웨이퍼의 표면 상에 형성된다. 각각의 다이는 본 명세서에 개시된 바와 같이 이미지 처리 회로를 포함하고, 다른 구조 또는 회로를 포함할 수 있다. 개별 다이는 웨이퍼로부터 커팅되거나(cut) 다이싱되고(diced), 그 이후 집적 회로로 패키징된다. 당업자는 웨이퍼를 다이싱하고 다이를 패키징하여 집적 회로를 생산하는 방법을 알고 있을 것이다. 이렇게 제조된 집적 회로는 본 발명의 실시예로 고려된다.

[0027] 도 1에 도시된 이미지 처리 시스템(100)에 관한 특정 구성은 예시적일 뿐이고, 다른 실시예에서 시스템(100)은 구체적으로 도시된 것에 추가로, 혹은 그 대신에 다른 요소를 포함할 수 있고, 이러한 시스템의 기존의 구현에서 흔히 발견되는 종류의 하나 이상의 요소를 포함할 수 있다.

[0028] 예를 들어, 몇몇의 실시예에서, 이미지 처리 시스템(100)은 비디오 게임 시스템 또는 사용자의 제스처를 인식하기 위해 이미지 스트림을 처리하는 다른 종류의 제스처-기반 시스템으로 구현된다. 개시된 기술은 제스처-기반 휴먼-머신 인터페이스를 요구하는 다양한 다른 시스템에서 사용되기 위해 유사하게 개조될 수 있고, 다른 산업적 응용 및 로봇 공학의 머신 비전 시스템과 같은 제스처 인식 이외의 응용에도 적용될 수 있다.

[0029] 도 2를 참조하면, 도 1의 이미지 처리 시스템(100)의 에지 이미지의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하기 위한 예시적 처리가 도시된다. 도 2의 처리는 에지 선택 모듈(114)을 사용하여 이미지 프로세서(102)에 의해 구현된다고 가정된다. 본 실시예의 처리는 단계(200 내지 212)를 포함한다. 본 실시예에서 이미지 소스(105)로부터 이미지 프로세서(102)에 수신된 입력 이미지는 깊이 맵 또는 깊이 이미지로부터의 다른 깊이 이미지와 같은 왜곡된 이미지라고 가정된다.

[0030] 단계(200)에서, 그레이스케일 이미지 G를 생성하기 위해 입력 이미지에 전처리가 적용된다. 전처리는 예를 들어, 노이즈 제거, 균등화 등과 같은 동작을 포함할 수 있다. 본 실시예의 그레이스케일 이미지 G는 본 명세서에서 일반적으로 "제 1 이미지"로 지칭되는 것의 예시이다.

[0031] 단계(202)에서, 에지 이미지 E를 획득하기 위해 그레이스케일 이미지 G에 에지 검출 동작이 수행된다. 본 실시예의 에지 이미지 E는 본 명세서에서 일반적으로 "제 2 이미지"로 지칭되는 것의 예시이다. 임의의 다양한 알려진 에지 검출 기술이 단계(202)의 에지 이미지 E를 생성하는데 적용될 수 있다. 이러한 에지 검출 기술의 예시는 예를 들어, J. Canny, "A computational approach to edge detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8, Issue 6, pp. 679-698, November 1986과, R. Kimmel and A.M. Bruckstein, "On regularized Laplacian zero crossings and other optimal edge integrators," International Journal of Computer Vision, 53(3):225-243, 2003과, W.K. Pratt, Digital Image Processing, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2001에 개시되며, 본 명세서에 참조로 포함된다. 단계(202)의 에지 검출 동작을 적용하는데 있어서, 임의의 관련된 에지 검출 임계값은 충분히 낮게 설정되어 중요한 에지의 유지를 보장해야 하고, 마찬가지로 이하에 설명될 후속 처리는 신뢰할 수 없는 에지의 거절(rejection)을 보장할 것이다.

[0032] 본 명세서에 쓰인 용어 "이미지"는 광범위하게 해석되도록 의도한 것임에 주의해야 하고, 에지 이미지 E의 맥락에서 예를 들어, 에지 맵 또는 다른 검출된 에지를 특성화한 픽셀 정보의 세트를 포함할 수 있다. 용어 "에지" 또한, 예를 들어, 이미지된 대상의 주변의 부분과 이미지의 다른 부분 사이의 변환(transition)과 연관된 주어

진 이미지 내의 픽셀 세트를 포함하도록 광범위하게 해석되도록 의도한 것이다..

- [0033] 단계(204)에서, 에지 이미지 E의 특정 에지는 불충분한 크기로 인해 선택적으로 거부될 수 있다.
- [0034] 단계(204)의 임의의 기준 크기보다 작은 에지의 선택적 거부 이후에 단계(206)에서, 에지 이미지 E에 에지 분할 동작이 적용될 수 있다. 에지 분할 동작은 $ES_n, n=1, \dots, N$ 으로 나타내는 복수의 분명한 에지 세그먼트를 식별한다. 에지 이미지의 부분에서 식별된 에지 세그먼트의 예시가 도 3 및 4에 도시되어 있다. 이러한 예시에서, 주어진 에지 세그먼트의 각각의 박스(box)는 에지 이미지 E의 특정 픽셀에 대응되고, 모든 에지는 일(1) 픽셀 두께라고 가정된다. 또한, 비록 다른 실시예에서는 에지 및 에지가 아닌 픽셀이 다른 방법으로 도시될 수 있지만, 에지 세그먼트와 관련된 픽셀은 흰색으로 도시되고, 에지 이미지의 부분에 도시된 그 외의 모든 픽셀은 검은색으로 도시된다. 예를 들어, 각각 에지 및 에지가 아닌 픽셀을 특징짓기 위해 본 명세서에서 사용되는 용어 "흰색" 및 "검은색"은 그에 추가적으로 또는 그를 대신하여 2진 값 "1" 및 "0"을 각각 사용하여 나타낼 수 있다.
- [0035] 도 3에 도시된 두 개의 예시적 에지 세그먼트 ES_1 및 ES_2 는 $i=1$ 또는 2인 시작 픽셀(starting pixel) s_i 과 끝 픽셀(ending pixel) e_i 을 가지고 있다. 왼쪽의 제 1 에지 세그먼트 ES_1 는 채워진 코너 위치를 포함하고, 오른쪽의 제 2 에지 세그먼트 ES_2 는 채워지지 않은 코너 위치를 포함한다. 도 4a 및 4b는 각각 유사하게 $i=1$ 또는 2인 시작 픽셀 s_i 과 끝 픽셀 e_i 을 가지는 두 개의 추가 예시적 에지 세그먼트 ES_i 를 도시한다. 다수의 다른 종류의 에지 세그먼트가 단계(206)에서 생성될 수 있다. 예를 들어, 다른 실시예의 에지 세그먼트는 두께가 1 픽셀보다 클 수 있다.
- [0036] 이후 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 에지 분할 동작(edge segmentation operation)은 분기된 에지 그래프(branched edge graph)를 기본 곡선 세그먼트로 나누는 것으로서 특징지어질 수 있고 이로써 각각의 요소 세그먼트는 분기(branching)를 포함하지 않는다.
- [0037] 특히, 단계(206)의 에지 분할 동작에서의 에지 이미지 E는 로컬적으로 교차하지 않지만 가능하다면 인접한 기본 곡선 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 의 유한한 세트(finite set)로 분할된다. 각각의 세그먼트는 시작 픽셀 s_n , 끝 픽셀 e_n 및 만약 존재한다면, 시작 픽셀과 끝 픽셀 사이의 다수의 인접(adjacent) 픽셀에 의해 특징지어지고, 이로써 s_n 과 e_n 사이에 공백(gap)이 없고, s_n 과 e_n 사이에 분기(branching)가 없고, 곡선 세그먼트의 길이는 2 픽셀 이상이지만 이미지 해상도에 의해 암시된 것 이외의 상한을 갖지 않는다.
- [0038] 하나의 예시로서, 이러한 종류의 에지 분할 동작은 다음의 단계를 사용하여 구현될 수 있다:
- [0039] 1. 에지 이미지 E의 임의의 에지 픽셀을 찾고 그것이 단일의 고립된 픽셀(isolated pixel)인지 판단한다. 만약 그렇다면, 그 에지 픽셀을 지우고 고립되지 않은 픽셀이 발견되거나 모든 에지 픽셀이 지워질 때까지 단계 1을 반복하고, 그 시점에서 에지 분할 동작이 종료된다. 본 실시예와 본 명세서의 다른 곳에서 설명을 위해 개시된 도 3 및 도 4의 예시처럼, 에지 픽셀은 흰색으로, 그리고 에지가 아닌 픽셀은 검은색으로 가정된다. 따라서, 임의의 에지 픽셀을 찾는 것은 흰색 픽셀을 찾는 것을 포함하고, 에지 픽셀을 지우는 것은 그 픽셀을 검은색으로 설정하는 것을 포함한다.
- [0040] 2. 찾아낸 에지 픽셀이 정확히 하나의 바로 옆 네이버(neighbor) 흰색 픽셀을 갖는 경우, 찾아낸 에지 픽셀을 시작 픽셀 s_n 로 표시하고 유일하게 가능한 방향으로 에지를 따라 움직여 각각의 픽셀을 방문한다. 찾아낸 에지 픽셀이 두 개 이상의 바로 옆 네이버 흰색 픽셀을 갖는 경우, 각각의 가능한 방향으로 대응하는 에지를 따라 움직여 각각의 픽셀을 방문한다. 상이한 가능한 방향은 각각의 분기(branches)를 나타내고, 분기가 겹치는 것(overlapping)을 방지하기 위해서 오직 하나의 분기만이 시작 픽셀 s_n 로서 기존의 찾아낸 에지 픽셀을 갖는 것으로 고려되어야 한다. 에지를 따른 움직임은 해당 에지 세그먼트가 끝나거나 두 개 이상의 방향으로 분기하면 정지한다. 두 경우 모두, 움직임이 멈추는 에지 픽셀이 시작 픽셀 또는 끝 픽셀로 고려된다. 주어진 에지 세그먼트는 시작 및 끝 픽셀이 식별되면 완전히 획득된다. 각각의 끝 픽셀이 식별될 때 에지 세그먼트가 완전히 특징지어질 수 있게 하기 위해서 방문된 에지 픽셀은 기록되거나 표시되어야한다. 이러한 기록 또는 표시는 또한, 루프형 에지(looped edge)의 경우와 같이, 주어진 에지 픽셀이 동일한 에지 세그먼트에서 두 번 이상 포함될 가능성을 방지하도록 돕는다.
- [0041] 3. 에지 이미지 E에 고립되지 않은 에지 픽셀이 하나도 남지 않을 때까지 단계 1과 2를 반복한다. 따라서, 단계 1과 2는 E 내의 모든 고립되지 않은 픽셀이 지워지거나 에지 세그먼트 중 하나의 부분으로 고려될 때까지 반복

된다.

- [0042] 4. 지정된 개수보다 적은 에지 픽셀을 갖는 에지 세그먼트를 선택적으로 지운다. 단계(204)에서 수행된 선택적 에지 제거와 유사하지만, 이것은 식별된 에지 세그먼트에 적용되는 것이다. 이 단계는 도 2의 처리의 후속 단계 (208, 210 및 212)의 복잡성을 감소시키는데 도움이 될 수 있지만, 복수의 작은 세그먼트에 의해 나타나는 에지는 사라질 것이고, 몇몇의 경우에 아마 성능 저하로 이어질 수 있다.
- [0043] 전술한 예시의 네 단계 에지 분할 동작의 출력은 비분기 에지 세그먼트(non-branching edge segments)(ES_n)이고, 여기서 $n=1, \dots, N$ 이다.
- [0044] 만약 에지 이미지 E 가 전술한 에지 세그먼트 ES_n 와 같거나 유사한 속성을 가지는 에지 세그먼트를 제공하는 방식으로 이미 구성되었다면, 단계(206)의 에지 분할 동작은 제거될 수 있다.
- [0045] 단계(208)에서, 에지 세그먼트 네이버후드(edge segment neighborhoods)가 각각의 에지 세그먼트 ES_n 에 대하여 정의된다. 본 실시예에서 네이버후드는 각각의 바로 옆의 부근을 포함하지만, 다른 실시예에서 다른 종류의 부근(vicinity)이 사용될 수 있다. 따라서, 네이버후드는 본 명세서에서 일반적으로 각각의 에지 세그먼트의 "부근"으로 지칭되는 것에 관한 예시로서 고려된다.
- [0046] 단계(208)에서 에지 세그먼트 네이버후드가 정의될 수 있는 다양한 방법의 예시가 이하에 설명될 것이다.
- [0047] 제 1 예시에서, 다음의 단계를 사용하는 에지 루프 클로징(edge loop closing)에 기초하여 각각의 에지 세그먼트에 대하여 네이버후드가 결정된다:
- [0048] 1. 단계(206)의 에지가 분할된 이미지 출력의 모든 프레임 경계 픽셀을 흰색으로 설정하고, 이로써 그들을 대리 에지 세그먼트(surrogate edge segments)로 정의한다. 분할된 이미지의 각각의 면과 하나씩 관련된 네 개의 대리 에지 세그먼트는 에지 세그먼트 $N+1$ 내지 $N+4$ 로 번호가 매겨진다.
- [0049] 2. 각각의 에지 세그먼트 ES_n , $n=1, \dots, N$ 에 대하여, 각각의 시작 및 끝 픽셀 s_n 및 e_n 을 위해 모든 다른 에지 세그먼트 ES_m ($m=1, \dots, N+4$, $m \neq n$)의 모든 흰색 픽셀 중에서 가장 가까운 흰색 픽셀을 찾고, s_n 및 e_n 을 직선 세그먼트로 각각의 가장 가까운 흰색 픽셀에 연결한다. "가장 가까운" 흰색 픽셀은 유클리디안 거리(Euclidean distance), 맨하탄 거리(Manhattan distance) 또는 다른 종류의 거리 측정을 사용하여 결정될 수 있다.
- [0050] 3. 추가적인 연결되지 않은 시작 또는 끝 픽셀이 없을 때까지 하나 이상의 에지 세그먼트에 대하여 단계 2를 반복한다.
- [0051] 이 시점에서 다수의 클로징된 에지 루프(closed edge loops)가 존재할 것이다. 도 4a의 두 개의 예시적 에지 세그먼트 ES_1 및 ES_2 는 클로징된 에지 루프를 형성하고, 연결하는 직선 세그먼트는 그늘진(shaded) 픽셀로 나타난다. 이 경우에, 두 개의 그늘진 픽셀 중 하나의 직선 세그먼트는 ES_1 의 중간 흰색 픽셀을 ES_2 의 시작 픽셀 s_2 와 연결하고, 두 개의 그늘진 픽셀 중 다른 직선 세그먼트는 ES_1 의 시작 픽셀 s_1 을 ES_2 의 끝 픽셀 e_2 과 연결한다. 따라서, 도 4a에 도시된 특정 예시에서, 각각의 에지 세그먼트에 매달린 끝쪽은 다른 세그먼트의 가장 가까운 흰색 픽셀에 연결된다.
- [0052] 전술한 단계 2와 단계 3을 사용하는 에지 루프 클로징 처리의 몇몇의 실시예에서, 큰 영역을 수용하는 아주 긴 에지가 등장할 수 있다. 만약 이 경우라면, 추정된 에지 신뢰성 통계치는 크게 변하여, 동일한 세그먼트 내의 하나의 에지 세그먼트 부분에서 다른 에지 세그먼트 부분으로의 속성의 확산으로 이어질 수 있다. 이러한 상황은 다음의 추가적 픽셀 연결 규칙을 적용함으로써 해결될 수 있다. 단계 2와 3을 수행한 후, 두 개의 흰색 픽셀이 최단경로를 따라 최대 D_{join} 개의 검은색 픽셀에 의해 분리되고, 두 개의 흰색 픽셀 모두가 동일한 에지 세그먼트를 따라 D_{disjoin} 개 이상의 흰색 픽셀에 의해 서로로부터 분리되거나 다른 에지 세그먼트에 속하는 경우에, 그리고 그러한 경우에만, 동일하거나 다른 에지 세그먼트로부터의 두 개의 흰색 픽셀을 직선 세그먼트로 연결한다.
- [0053] 도 4a의 클로징된 에지 루프에 추가적 픽셀 연결 규칙을 적용한 결과는 도 4b에 도시된다. 본 예시에서, 하나의 그늘진 픽셀의 추가적 직선 세그먼트는 ES_1 의 끝 픽셀 e_1 을 ES_1 의 중간 흰색 픽셀에 연결한다.
- [0054] 파라미터 D_{join} 은 나타날 추가적 에지 세그먼트 루프의 개수를 판단하고, 그 값이 높을수록 클로징된 루프의 해체(decomposition)가 더 세부적으로 될 것이고, 이것은 후속 처리에 이용가능한 더 나은 로컬 에지 세그먼트

를 만드는 경향이 있다. 1 내지 5의 범위 내의 D_{join} 값은 저 해상도 이미지를 위한 에지 품질과 계산적 복잡성 사이의 합리적 절충을 설정한다. 파라미터 $D_{disjoin}$ 은 동일한 에지 세그먼트의 가까운 부분의 연결을 방지하기 위해 사용된다. 이 파라미터의 적당한 값은 저해상도 이미지를 위해 대략 5 내지 20의 범위 내에 있다. 더 높은 값은 더 나은 해상도의 이미지를 위해 사용될 수 있다. 도 4b 예시에서, 파라미터는 $D_{join} \geq 1$ 및 $D_{disjoin} \leq 5$ 로 선택된다.

[0055] 4. 각각의 에지 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 에서, ES_n 의 각각의 면에서 하나씩, 한 쌍의 픽셀을 찾아, 영역 채움(region filling)을 위한 인접 영역을 정의한다. 적어도 두 개의 인접 영역이 각각의 에지 세그먼트 ES_n 에 할당된다.

[0056] 5. 각각의 에지 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 에 대하여, 플러드 채움(flood fill) 또는 빠른 채움(quick fill) 알고리즘과 같은 고속 채움 알고리즘을 사용하여 단계 4에서 결정된 인접한 영역을 채운다. 채워진 인접 영역의 각각의 세트는 단계(210)에서 대응 에지 세그먼트에 대한 통계치 수집(statistics gathering)을 위해 사용될 픽셀의 세트를 나타낸다.

[0057] 전술한 예시에서, 단계 2에서 함께 연결되는 복수의 에지 세그먼트는 하나 이상의 동일한 채워진 영역을 공유할 수 있다. 따라서, 영역 채움과 관련된 계산적 복잡성을 감소시키기 위해, 각각의 공유된 영역은 한번 채워진 후, 그 영역을 공유하는 모든 에지 세그먼트가 식별될 수 있고 단계(210)에서 수집된 대응하는 통계치를 공유할 것이다. 또한, 에지 세그먼트 연결 과정에서, 중간 픽셀을 다른 세그먼트의 시작 또는 끝 픽셀로 연결함으로써 하나의 세그먼트가 두 개 이상의 부분으로 나누어질 수 있다.

[0058] 네이버후드 정의 예시는 다음에 설명될 다른 네이버후드 정의 예시보다 더 높은 계산적 복잡성을 나타내지만, 이것은 또한 각각의 에지 세그먼트의 픽셀의 더 큰 네이버후드에 걸친 통계적 샘플링을 포함하기 때문에 향상된 에지 검증 신뢰성을 제공한다.

[0059] 제 2 예시에서, 다음의 단계를 사용하여 최대 부근 반경 파라미터에 기초하여 각각의 에지 세그먼트를 위한 네이버후드가 결정된다:

[0060] 1. 각각의 에지 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 에서, 각각 R_v 개의 픽셀까지 에지 세그먼트의 양쪽 끝을 연장한다. 이 연장 과정에서 에지 세그먼트가 연장되는 도중 흰색 픽셀을 만난다면, 에지 세그먼트를 흰색 픽셀에 연결하고 에지 세그먼트를 연장하는 것을 멈춘다. 파라미터 R_v 는 부근 반경을 나타내는 양의 정수이다. 부근 반경 R_v 이 클수록, 각각의 에지 세그먼트를 위해 정의된 네이버후드에 더 많은 픽셀이 포함될 것이다.

[0061] 2. 단계 1로부터 각각의 연장된 에지 세그먼트에서, 단계 1의 연장 이전에 에지 세그먼트 ES_n 로부터 R_v 보다 멀지 않고, 에지 세그먼트를 연장하는 도중에 만난 첫 번째 흰색 픽셀보다 멀지 않게 위치한, 연장된 에지 세그먼트 각각의 면의 모든 픽셀을 찾는다.

[0062] 본 예시의 에지 세그먼트 연장을 사용하는 것은 각각의 에지 세그먼트의 양면을 포함하는 적절한 네이버후드의 결정을 가능하게 한다. 그것의 계산적 복잡성은 이전의 예시에 비해 크게 감소하지만, 일반적인 깊이 이미지에 대해서는 유사한 에지 확인 신뢰성을 제공할 수 있다.

[0063] 제 3 예시에서, 다음 단계를 사용하여, 슬라이딩 수직선(sliding perpendicular line)을 따르는 최대 부근 거리에 기초하여 각각의 에지 세그먼트에 대하여 네이버후드가 결정된다:

[0064] 1. 각각의 에지 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 에 대하여, 에지 세그먼트의 각각의 픽셀에서 에지 세그먼트의 현재 접선에 대한 수직선을 만들고, D_v 픽셀까지의 거리 또는 흰색 픽셀을 만날 때까지 양쪽 방향으로 수직선을 따라 이동하고, 에지 세그먼트의 네이버후드에 모든 방문된 픽셀을 결합한다. 결과적인 네이버후드는 폭 $2D_v$ 를 가지는 픽셀의 긴 조각과 유사하고 에지 자체는 조각의 중간에 위치한다.

[0065] 이전의 예시와 유사하게, 제 3 예시 역시 단일의 양의 정수 파라미터, 이 경우 최대 부근 거리 D_v 를 이용하며, 그에 따라 이전의 예시에서 만들어진 것과 비슷한 네이버후드를 생성한다. 부근 거리 D_v 가 클수록, 각각의 에지 세그먼트를 위해 정의된 네이버후드에 더 많은 픽셀이 포함될 것이다. 본 예시는 앞선 제 1 예시 및 제 2 예시보다 낮은 계산적 복잡성을 갖지만, 일반적 깊이 이미지에 대해서는 유사한 에지 확인 신뢰성을 제공할 수 있다.

[0066] 앞서 언급한 바와 같이, 본 명세서에 사용된 용어 "부근"은 앞선 예시와 함께 설명된 예시적 네이버후드보다 광범위하게 해석되도록 의도된 것이다. 주어진 에지 세그먼트의 부근은, 예시로서, 클로징된 에지 곡선의 각각의 측면에 위치한 픽셀의 서브세트를 포함하고, 이 서브세트는 대응하는 에지에 의해 서로 완전히 분리된다. 다양한 다른 기술이 사용되어, 레벨 통계치를 획득하는데 사용하기 위한 주변 픽셀의 무게를 재고 선택할 수 있고, 이러한 기술 중 특정 하나가 계산적 복잡성 및 희망 에지 확인 신뢰와 같은 계정 요인을 고려하여 주어진 응용에 사용되도록 결정될 수 있다.

[0067] 단계(210)에서, 전처리 단계(200)의 출력에서의 그레이스케일 이미지 G와 단계(208)에서 정의된 에지 세그먼트 네이버후드가 사용되어, 에지 세그먼트를 위한 레벨 통계치를 획득한다. 본 실시예에서, 그레이스케일 레벨 통계치는 양면(two-sided) 에지 세그먼트 부근에 걸쳐 수집된다. 이후 더 자세히 설명되었지만, 이것은, 예를 들어, 모든 에지 세그먼트 양면에 로컬 그레이스케일 레벨 파라미터를 계산하는 것을 포함할 수 있다. 이에 따라 레벨 통계치는 각각의 에지 세그먼트에 대한 관련된 분산 추정(variance estimates) 및 양면의 측면 평균(two-sided lateral mean)과 비슷한 값과 같은 정보를 포함할 수 있다.

[0068] 특히, 단계(210)의 레벨 통계치의 수집은 에지 세그먼트 $ES_n(n=1, \dots, N)$ 의 두 면 $s(s=1$ 또는 $2)$ 에 걸쳐 정의된 에지 세그먼트 부근에 대한 특유의 전체 그레이스케일 레벨(characteristic integral grayscale level) $MG_p(n, s)$ 에 관한 평가를 포함할 수 있다. 그레이스케일 레벨은 이미지 G의 구체적인 속성에 의존하는, 이미지된 장면 내의 물체의 깊이 또는 거리, 밝기, 온도, 밀도 또는 다른 물리적 특성을 대표할 수 있다. 용어 "깊이"는 거리 측정을 포함하기 위해 광범위하게 해석되도록 의도된 것이라는 점에 유의해야한다.

[0069] 전체 그레이스케일 레벨 $MG_p(n, s)$ 은,

[0070] 중간값으로서:

[0071]
$$MG_p(n, s) = \text{median}_{m=1}^{M(n, s)}(g_m^p(n, s))$$

[0072] 을 포함하거나 일반화된 평균값으로서:

[0073]
$$MG_p(n, s) = \left(\frac{1}{M(n, s)} \sum_{m=1}^{M(n, s)} g_m^p(n, s) \right)^{1/p}$$

[0074] 을 포함하는, 다양한 상이한 방법으로 정의될 수 있고, 여기서 $M(n, s)$ 는 대응 에지 세그먼트에 대한 단계(208)에서 결정된 부근 내의 픽셀의 총 개수를 나타내고, $p \geq 1$ 은 거리 측정 공간 파라미터를 나타내며, $g_m(n, s)$ 는 픽셀 그레이스케일 레벨을 나타낸다. $p=1$ 의 경우, 위의 일반화된 평균은 간단한 산술 평균 $MG_1(n, s)$ 로 축소된다.

[0075] $MG_p(n, 1)$ 및 $MG_p(n, 2)$ 의 차이가 아주 미세하다면, 에지 세그먼트는 신뢰할 수 없다고 지정되고 폐기될 수 있는데, 이는 서로 다른 전체 그레이스케일 레벨의 두 개의 기하학적 영역으로 나뉘지 않기 때문이다. 예를 들어, 이러한 에지 세그먼트의 양면은 이미지된 장면의 동일한 물체에 속할 수 있고, 그에 따라 에지에 의해 분리되어서는 안 된다. 이와 반대로, 에지 세그먼트의 상이한 면의 전체 그레이스케일 레벨의 확연한 차이는 에지 세그먼트에 의해 정의된 경계에 걸쳐 연관된 물체 속성과 이미지 그레이스케일 레벨의 계단형 변환(step-like transition)을 나타낸다. 이러한 에지 세그먼트는 신뢰할 수 있다고 지정되고 수락된다.

[0076] 따라서, 에지 세그먼트 ES_n 의 신뢰성을 나타내는 가능한 레벨 통계치는 $MG_p(n, 1)$ 및 $MG_p(n, 2)$ 사이의 차이에 기초할 수 있다. 이 차이는 예를 들어, 간단한 산술 차이:

[0077]
$$\Delta MG_{psa}(n) = |MG_p(n, 1) - MG_p(n, 2)|$$

[0078] 정규화 산술 차이:

[0079]
$$\Delta MG_{pna}(n) = |MG_p(n, 1) - MG_p(n, 2)| / |MG_p(n, 1) + MG_p(n, 2)|$$

[0080] 또는 기하학적 차이:

[0081]
$$\Delta MG_{pg}(n) = \frac{\min(|MG_p(n, 1)|, |MG_p(n, 2)|)}{\max(|MG_p(n, 1)|, |MG_p(n, 2)|)}$$

[0082] 를 포함하는, 다양한 방법으로 표현될 수 있다.

[0083] 다른 레벨 통계치는 그레이스케일 레벨 분산을 포함할 수 있다. 그러한 분산은 다음과 같이 정의될 수 있다:

$$[0084] \text{var}_p(n,s) = \frac{1}{M(n,s)} \sum_{m=1}^{M(n,s)} (g_m(n,s) - MG_p(n,s))^2$$

[0085] 이 값은 에지 세그먼트 부근의 균일성을 나타낸다. 더 큰 분산은 일반적으로 $\Delta MG(n)$ 의 덜 신뢰 가능한 추정을 나타낸다. 이러한 경우에서, $MG_p(n,s)$ 의 가중된 추정에 기초한 레벨 평활기(smoother)가 사용될 수 있다.

[0086] 예를 들어, 이러한 가중된 추정은 다음과 같이, 에지 세그먼트에 더 가까운 부근 픽셀을 더 높은 중요성을 가진 것으로 취급할 수 있다:

$$[0087] MG_{pwt}(n,s) = \left(\frac{1}{M(n,s)} \sum_{m=1}^{M(n,s)} g_m^p(n,s) \cdot \frac{1}{\text{distance_from_edge}(g_m(n,s))^r} \right)^{1/p}$$

[0088] 여기서 파라미터 $r > 0$ 은 에지 세그먼트로부터의 거리가 증가함에 따라 픽셀 중요성의 비율이 감소하도록 설정한다. 다른 예시로, 레벨 아웃라이어(outliers)는 다음과 같이 억제될 수 있다:

$$[0089] MG_{pwt}(n,s) = \left(\frac{1}{M(n,s)} \sum_{m=1}^{M(n,s)} g_m^p(n,s) \cdot \frac{1}{|MG_p(n,s) - g_m(n,s)|^r} \right)^{1/p}$$

[0090] 이때, 파라미터 r 은 아웃라이어 억제 함수의 선예도(sharpness)를 설정한다.

[0091] 이러한 예시적 레벨 평활기는 결합되어 양방향(bilateral) 필터로 동작할 수 있다. 대안적으로, 기존의 양방향 필터가 사용될 수 있고, 이는 당업자에 의해 이해될 것이다.

[0092] 그러나 다른 레벨 통계치가 특정 동적 범위의 하한값 또는 상한값에서 출발하는 추정된 레벨의 정도에 기초할 수 있다. 예를 들어, 레벨은 에지 세그먼트의 하나의 면 상의 언더플로우(underflow) 및 노이즈의 대상이 되거나 에지 세그먼트의 다른 면 상의 오버플로우 및 포화의 대상이 될 수 있다. 범위 내의 값은 다음에 개시한 바와 같이 통계적 신뢰성을 더 보여준다:

$$[0093] \text{value_confidence}(n,s) = \left(\frac{1}{M(n,s)} \sum_{m=1}^{M(n,s)} |g_m(n,s) - \text{saturation_level}| \cdot |g_m(n,s) - \text{noise_level}| \right)$$

[0094] saturation_level은 동적 범위의 상한을 나타내고, noise_level은 동적 범위의 하한을 나타낸다. 동적 범위의 하한에서, 이미지의 물리적 제한에 의해 값이 정확하게 측정되지 않는다. 주어진 픽셀의 value_confidence(n,s)가 높을수록, 이미지에 의한 그레이스케일 레벨은 더 정확하게 판단된다.

[0095] 전술한 것은 단계(210)의 다양한 에지 세그먼트를 위해 수집될 수 있는 레벨 통계치에 관한 예시일뿐이다. 에지 세그먼트 전체에 걸친 레벨 차이 $\Delta MG(n)$ 에 기초한 통계치는 에지 세그먼트의 신뢰성을 판단하는데 있어서 $\text{var}_p(n,s)$ 및 value_confidence(n,s)와 같은 다른 통계치보다 일반적으로 더 중요하다는 점에 유의해야 한다. 후자의 두 개의 통계치는, 예를 들어, 레벨 차이 $\Delta MG(n)$ 에 기초한 통계치를 사용하여 신뢰할 수 있다고 식별된 주어진 에지 세그먼트의 상관성을 판단하기 위해 사용될 수 있다. 그레이스케일 레벨 이외의 다양한 종류의 이미지 정보에 기초한 통계치를 포함하는 다수의 다른 종류의 레벨 통계치가 다른 실시예에서 사용될 수 있다.

[0096] 단계(212)에서, 단계(210)에서 판단된 레벨 통계치 및 특정된 임계값에 기초하여 각각의 에지 세그먼트를 위한 수락 또는 폐기 결정이 생성된다. 본 실시예의 임계값은 본 명세서에 더 일반적으로 "특정된 신뢰성(specified reliability)"으로 지칭되는, 특정한 신뢰성을 달성한다. 주어진 이러한 특정된 신뢰성은 에지 픽셀이 수락되는 값 이상 및 에지 픽셀이 폐기되는 값 이하의 신뢰성 값을 나타낼 수 있다. 따라서, 본 명세서의 에지의 특정된 신뢰성은 다양한 임계값-기반의 신뢰성 측정을 포함할 수 있다. 다수의 다른 종류의 특정된 신뢰성이 다른 실시예에서 사용될 수 있다. 도시적 예시로서, 단계(212)에서 이용된 임계값은 $0 < \text{threshold} < 1$ 과 같은 단위가 없는 정규화된 값, 또는 $\min(G) < \text{threshold} < \max(G)$ 와 같은 이미지 G의 각각 최소 및 최대 그레이스케일 값에 기초하는 또 다른 값일 수 있다.

[0097] 더 상세한 예시로서, 에지 세그먼트 ES_n 를 수락할지 폐기할지 여부의 판단은 대응하는 레벨 차이 $\Delta MG(n)$ 를 임계값과 비교하는 단계를 포함할 수 있고, 아마도 다음의 규칙 중 특정 하나 또는 두 개 이상의 규칙의 조합을

이용할 수 있다:

- [0098] 1. $\Delta MG_{psa}(n) \geq \text{threshold}_{psa}$ 인 경우, ES_n 를 승인, 그렇지 않으면 G에서 ES_n 제거.
- [0099] 2. $\Delta MG_{pna}(n) \geq \text{threshold}_{pna}$ 인 경우, ES_n 를 승인, 그렇지 않으면 G에서 ES_n 제거.
- [0100] 3. $\Delta MG_{pg}(n) \leq \text{threshold}_{pg}$ 인 경우, ES_n 를 승인, 그렇지 않으면 G에서 ES_n 제거.

[0101] 도 2의 처리는 간단한 방식으로 파이프라이닝될(pipelined) 수 있다. 예를 들어, 단계(208, 210 및 212)의 적어도 일부는 단계(206)에서 식별된 상이한 에지 세그먼트에 대해 병렬적으로 수행되고, 그에 따라 주어진 입력 이미지의 처리의 전체적 대기 시간을 감소시키고, 실제 이미지 처리 응용에 설명된 기술의 구현을 가능하게 한다. 또한, 펌웨어(firmware)의 백터 처리는 단계(210)의 통계치 수집과 같은 처리의 부분을 가속하기 위해 사용될 수 있다.

[0102] 단계(212)에서 수락된 에지 세그먼트는 이미지 프로세서(102)에 의해 제공된 수정된 에지 이미지에 남아있도록 허락된 신뢰할 수 있는 에지의 세트를 집합적으로 나타낸다. 전술한 바와 같이, 이러한 수정된 에지 이미지는 이미지 프로세서(102) 내에서 더 처리되거나, 다른 처리 디바이스(106) 또는 이미지 목적지(107)에 공급될 수 있다. 수락된 에지 세그먼트의 각각은 그로부터 도출된 정보 또는 관련된 레벨 통계치에 의해 주어진 관련된 신뢰성 추정치를 가질 수 있다.

[0103] 도 5는 도 1의 이미지 처리 시스템의 에지 이미지의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하기 위한 다른 예시적 처리를 도시한다. 도 2 처리와 같이, 도 5 처리는 에지 선택 모듈(114)을 사용하여 이미지 프로세서(102)에 의해 구현된다고 가정된다. 본 실시예의 처리는 단계(500 내지 508)를 포함한다. 단계(500 및 502)는 일반적으로 도 2의 단계(200 및 202) 각각에 대응하는 전처리 및 에지 검출 단계이고, 실질적으로 앞서 설명된 바와 동일한 방법으로 구현될 수 있다.

[0104] 단계(504)에서, 분리가능한 선형 필터링(separable linear filtering) 동작이 그레이스케일 이미지 G에 적용되고 정규화 유사 그래디언트(NPG)가 결과적으로 필터된 그레이스케일 이미지로부터 생성된다.

[0105] 본 실시예의 그레이스케일 이미지 G의 주어진 픽셀 $G(i, j)$ 에 적용된 분리 가능한 선형 필터링은 일차원의 선형 합 및 차와 같은 유한개의 추정을 획득하기 위해 이미지 높이 및 폭을 따라 2L 개의 이웃하는(neighboring) 픽셀을 이용하도록 다음과 같이 구성될 수 있다:

$$\begin{aligned}
 gx(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i, j+l) w_g(l), & gy(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i+l, j) w_g(l) \\
 dx(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i, j+l) w_d(l), & dy(i, j) &= \sum_{l=-L}^L G(i+l, j) w_d(l)
 \end{aligned}$$

[0107] 자연적 대칭 및 방향 등가 고려로부터, $w_g(1)=w_g(-1) \geq 0$, $w_d(1)=-w_d(-1)$ 이고, 그에 따라, $w_d(0)=0$ 이다. 특정 예시로서, L=3인 경우에 다음의 계산적으로 단순한 추정기가 적용될 수 있다:

$$\begin{aligned}
 gx(i, j) &= G(i, j-3) + G(i, j-2) + G(i, j-1) + G(i, j+1) + G(i, j+2) + G(i, j+3), \\
 gy(i, j) &= G(i-3, j) + G(i-2, j) + G(i-1, j) + G(i+1, j) + G(i+2, j) + G(i+3, j), \\
 dx(i, j) &= -G(i, j-3) - G(i, j-2) - G(i, j-1) + G(i, j+1) + G(i, j+2) + G(i, j+3), \\
 dy(i, j) &= -G(i-3, j) - G(i-2, j) - G(i-1, j) + G(i+1, j) + G(i+2, j) + G(i+3, j).
 \end{aligned}$$

[0109] 앞서 설명된 예시적 분리 가능한 선형 필터는 x와 y에서 분리 가능하여, 계산적 부담을 감소시키는 것에 도움이 된다는 것에 유의해야한다. 그러나, 다른 실시예는 다양한 다른 종류의 필터를 사용할 수 있고, 그 필터는 다양한 종류의 분리 불가능 및 비선형 필터를 포함할 수 있다.

[0110] NPG는 다음의 방법으로 생성될 수 있다. 추정 $gx(i, j)$ 및 $gy(i, j)$ 의 쌍의 각각을 위해, 대응하는 레벨을 찾는다:

$$gm(i, j) = (|gx(i, j)|^p + |gy(i, j)|^p)^{1/p}$$

[0112] 그레이스케일 G를 제공하는 이미지가 음이 아닌 샘플 값만을 제공하면, 레벨 결정은 다음과 같이 단순화될 수 있다:

[0113]

$$gm(i, j) = (gx(i, j)^p + gy(i, j)^p)^{1/p}$$

[0114]

이전의 공식이 $gm(i, j) = |gx(i, j)| + |gy(i, j)|$ 와 $gm(i, j) = \max(|gx(i, j)|, |gy(i, j)|)$ 로 각각 감소하는, 최소 계산적 복잡도는 전형적으로 $p=1$ 및 $p=\infty$ 의 값에 대하여 획득된다.

[0115]

본 실시예는 SL 또는 ToF 카메라 또는 다른 종류의 깊이 이미저에 의해 제공된 이미지의 특징적 속성을 이용한다. 특히, 이러한 깊이 이미저에서, 거리 측정 불확실성은 일반적으로 이미지된 물체까지의 거리 함수이다. 거리 함수 $G(i, j)$ 로서의 거리 측정 불확실성이 $DV(G(i, j))$ 로 나타내어진다고 하자. 전형적인 SL 카메라에서 거리를 판단하기 위해 삼각 측량을 사용함에 따라 다음이 유지된다:

[0116]

$$DV_{sl}(G(i, j)) \propto G^2(i, j)$$

[0117]

일반적인 ToF 카메라는 더 느린 정확성 손실에 의해 특징지어진다:

[0118]

$$DV_{tof}(G(i, j)) \propto G(i, j)$$

[0119]

본 실시예는 SL 또는 ToF 카메라 또는 다른 종류의 깊이 이미저에 의해 제공된 이미지의 특성 속성을 단계(504)에서 NPG를 생성할 때 이용한다.

[0120]

예시로서, NPG는 다음과 같이 거리 측정 불확실성 의존성 $DV(G(i, j))$ 을 사용하여 정의될 수 있다:

[0121]

$$NPG(i, j) = \sqrt{dx^2(i, j) + dy^2(i, j)} / DV(gm(i, j))$$

[0122]

NPG에 대한 이 공식의 제공된 미분 요소 $gx(i, j)$ 및 $gy(i, j)$ 의 제공근의 합은 유사 그레디언트의 방향 불변 추정을 제공하고, $DV(\cdot)$ 에 의한 분할은 $G(i, j)$ 의 네이버후드의 기존 픽셀 데이터의 정확성에 결과의 자동 정규화(normalization)를 제공한다. 이 예시적인 음이 아닌 값의 $NPG(i, j)$ 는 매칭된 필터와 유사한 방법으로 동작하고, 이 방법은 신뢰할 수 없는 데이터 영역의 영향을 억제하고 신뢰할 수 있는 데이터 영역의 영향을 증폭시킨다. 그러나, 다른 실시예에서 다른 NPG가 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0123]

단계(506)에서, 전술한 NPG에 기초하여 에지 마스크가 생성된다. 에지 마스크를 생성하는 기술의 일 실시예로, NPG는 먼저 예를 들어, 2D 가우스 필터(Gaussian filter)와 같은 회전 불변의 2D 저역 필터(LPF)를 사용하여 평활화된다. 그 이후, 평활화된 NPG는 양의 값의 일정한 중요성 임계값과 픽셀마다 비교된다. $NPG(\cdot)$ 의 모든 픽셀은 임계값보다 작은 경우 검은색으로 표시되고 임계값보다 큰 경우 흰색으로 표시된다:

[0124]

$$PG_{thresholded}(i, j) = \text{vrai}(LPF(NPG(i, j)) > \text{threshold})$$

[0125]

$\text{vari}(\text{true})=1$ 이고, $\text{vari}(\text{false})=0$ 이다. 마지막으로, 불연속 요소들은 다음의 규칙의 하나 이상의 응용을 사용해 지정된다: 만약 $NPG(i, j)=0$ 이고 적어도 하나의 바로 옆의 네이버가 1이라면, $NPG(i, j)=1$ 로 설정한다. 과정의 이 부분은 에지 마스크에서 실수로 분리된 에지의 부분들을 결합한다.

[0126]

단계(508)에서, 단계(506)에서 결정된 에지 마스크가 에지 이미지 E에 적용된다. 특히, 신뢰할 수 없는 에지는 이 단계에서 다음과 같은 픽셀마다(pixel-wise) 마스크를 적용하여 제거된다.

[0127]

$$E_{\text{improved}}(i, j) = (E(i, j) \text{ and } \text{mask}(i, j))$$

[0128]

여기서, and는 논리 연산자이다.

[0129]

도 2의 실시예와 같이, 도 5 처리의 출력은 이미지 프로세서(102)에 의해 제공된 수정된 에지 이미지 내에 남아 있는 것이 허용된 신뢰할 수 있는 에지의 세트다. 다시 말하면, 이 수정된 에지 이미지는 이미지 프로세서(102)에서 더 처리되거나, 다른 처리 디바이스(106) 또는 이미지 목적지(107)에 공급될 수 있다.

[0130]

도 5의 처리는 주어진 에지 픽셀이 신뢰할 수 있는 에지의 부분인지 아닌지 여부를 결정하기 위해 로컬화된 픽셀-기반 접근법을 사용한다. 이러한 접근법은 더 중요한 배경 물체와 관련된 더 잘 정의된 에지로부터 덜 중요한 배경 물체와 관련된 덜 정밀한 에지를 분별하기 위해, 상대적으로 더 적은 이웃하는 픽셀을 전형적으로 포함하는 로컬화된 통계치를 이용한다. 도 5의 에지 신뢰성 판단은 도 2 처리에서와 같이 에지 세그먼트 전체로 행해지지 않고 그 대신 각각의 에지 픽셀에 대하여 개별적으로 행해진다. 또한, 도 5 처리는 입력 이미지를 제공하는 이미저를 위한 거리의 함수로서 거리 측정 불확실성이 변하는 특정 방식을 고려한다.

[0131]

도 5의 처리에서 다수의 단순화가 이루어질 수 있다. 예를 들어, 에지 이미지 E가 전술한 에지 세그먼트 ES_n 와

같거나 유사한 속성을 가지는 에지 세그먼트를 제공하는 방법으로 이미 구성된 경우, 그 정보는 각각의 에지 픽셀에 대한 적절한 이웃하는 픽셀에 관한 결정을 가능하게 하기 위해 단계(504)에 제공될 수 있다. 또한, 도 5의 다양한 동작은 간단한 방식으로 파이프라이닝될 수 있다. 예를 들어, 단계(504, 506 및 508)에서 상이한 마스크 영역은 개별적으로 계산되고 서로 병렬적으로 적용될 수 있다.

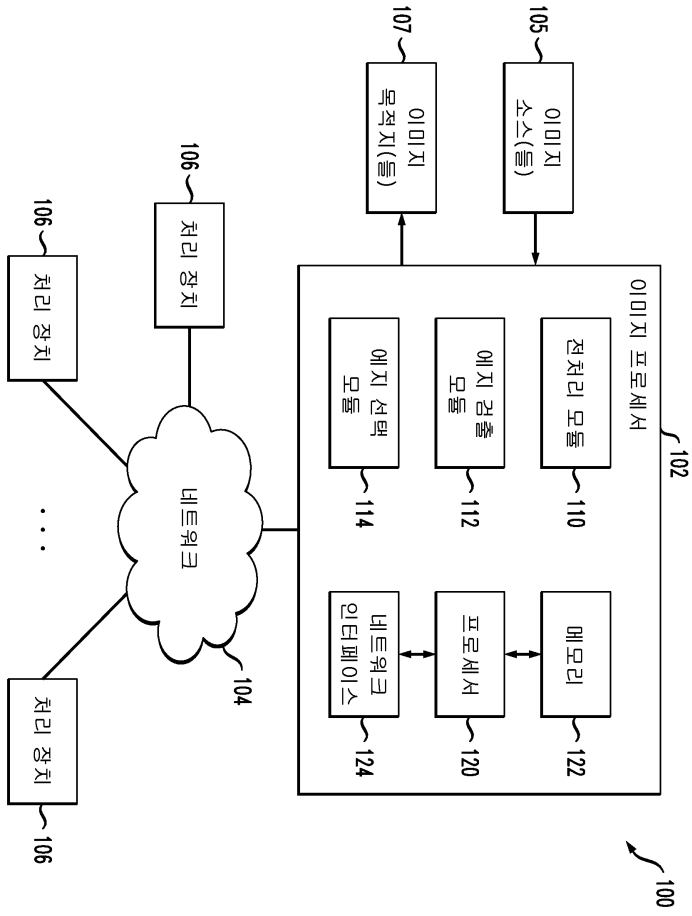
[0132] 따라서, 도 2 및 도 5의 실시예에서 사용된 특정 처리 단계들은 예시적일 뿐이고, 다른 실시예에서 다른 종류 및 배열의 이미지 처리 동작을 이용할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 신뢰할 수 있는 에지가 식별되는 특정 방식, 및 신뢰할 수 있는 에지를 사용하여 수정된 에지 이미지가 제공되는 특정 방식은 다른 실시예들에서 달라질 수 있다. 또한, 전술한 바와 같이, 도면에서 순차적으로 수행되는 것으로 나타난 단계는 다른 실시예의 하나 이상의 단계와 적어도 부분적으로 병렬적으로 수행될 수 있다.

[0133] 본 발명의 실시예는 이미지 내의 신뢰할 수 있는 에지를 식별하는데에 특히 효과적인 기술을 제공한다. 예를 들어, 이러한 기술은 SL 또는 ToF 카메라 또는 다른 종류의 깊이 이미저로부터의 깊이 이미지와 같은 특정 종류의 이미지를 위해 일반적으로 낮은 품질의 검출된 에지를 생산하는 기존의 에지 검출 기술에 비해 크게 향상된 에지 이미지를 제공할 수 있다. 더욱이, 신뢰할 수 있는 에지는 종종 기존의 에지 검출 동작에서 필요한 과도한 파라미터 조율의 복잡성 및 비용 없이 본 명세서에 개시된 기술을 사용하여 제공된다.

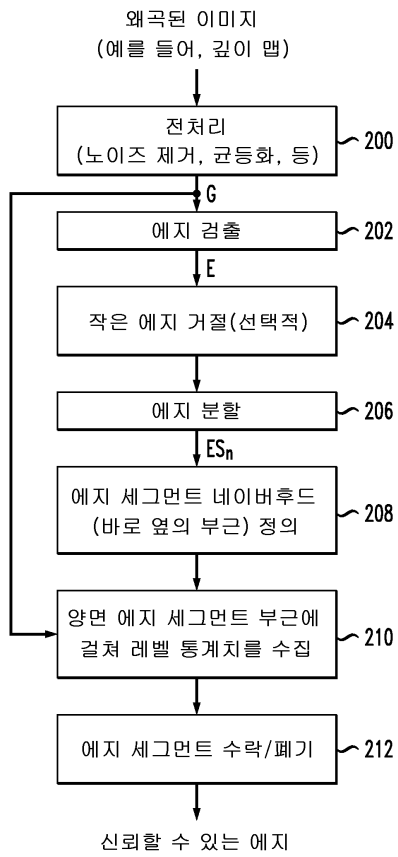
[0134] 따라서, 본 발명의 실시예에 제공된 신뢰할 수 있는 에지 이미지는 예를 들어, 특징 추출, 패턴 인식, 제스처 인식, 물체 인식 또는 추적을 포함하는, 이러한 에지 이미지를 이용하는 후속 이미지 처리 동작의 효과를 크게 향상한다.

[0135] 본 명세서에 설명된 본 발명의 실시예는 예시일 뿐이라는 것이 다시 강조되어야 한다. 예를 들어, 본 발명의 다른 실시예들이 본 명세서에 개시된 특정 실시예에서 이용된 것보다 다양한 다른 종류와 배열의 이미지 처리 회로, 모듈과 처리 동작을 이용하여 구현될 수 있다. 게다가, 본 명세서에 특정 실시예를 설명하는 맥락에서 만든 특정 가정은 다른 실시예에 적용될 필요가 없다. 다음 청구항 범위 이내의 다수의 다른 대안 실시예는 당업자에게 명백할 것이다.

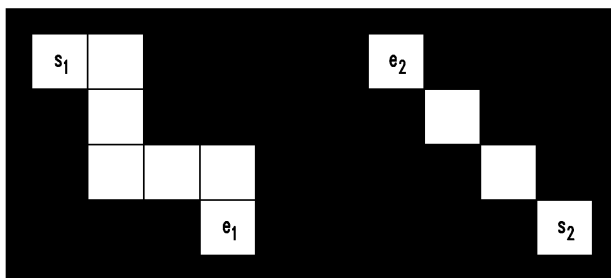
도 1
도 2



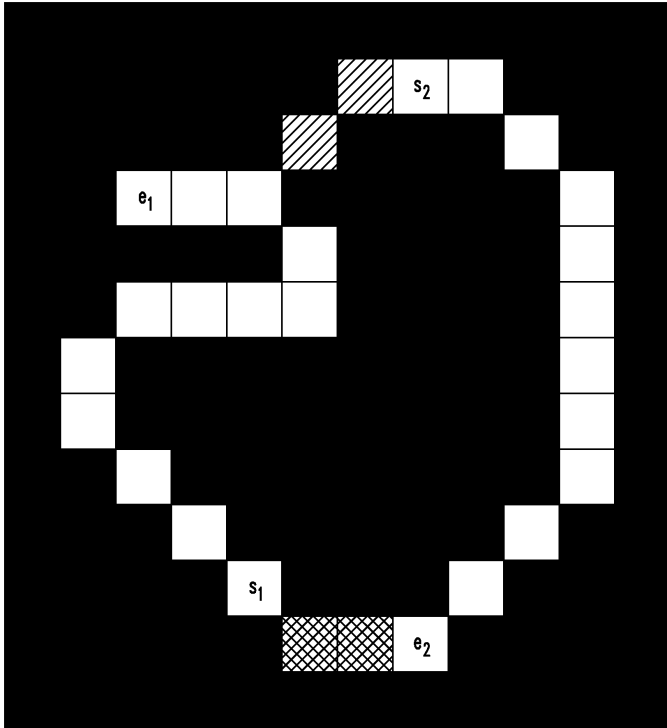
도면2



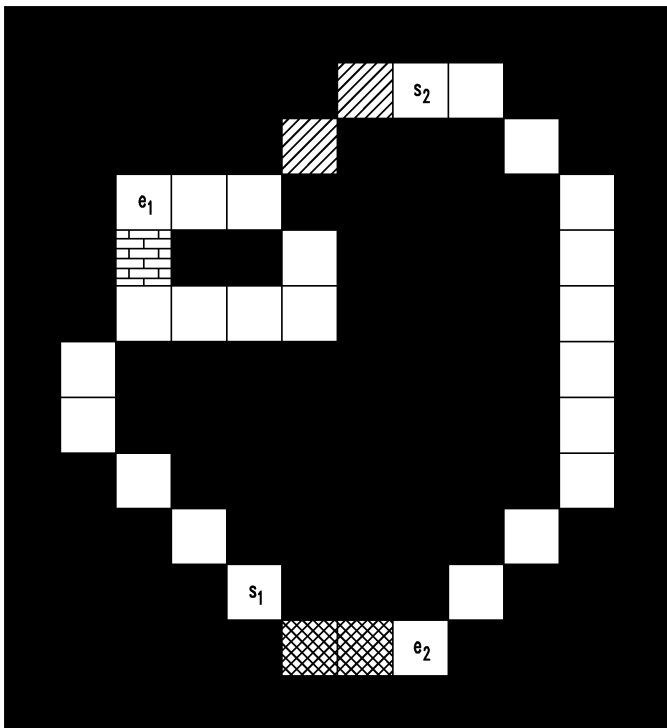
도면3



도면4a



도면4b



도면5

