(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월03일
(11) 등록번호 10-1671784
(24) 등록일자 2016년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2006.01) *G06F 3/01* (2006.01)
G06T 7/60 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/00 (2013.01)
G06F 3/016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0076044
(22) 출원일자 2015년05월29일
심사청구일자 2015년05월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007323572 A*
JP2011250928 A*
KR1020070117877 A*
논문1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
김광택
경기도 용인시 기흥구 동백1로 9, 5002동 1802호 (중동, 초당마을코아루아파트)
(74) 대리인
특허법인충정

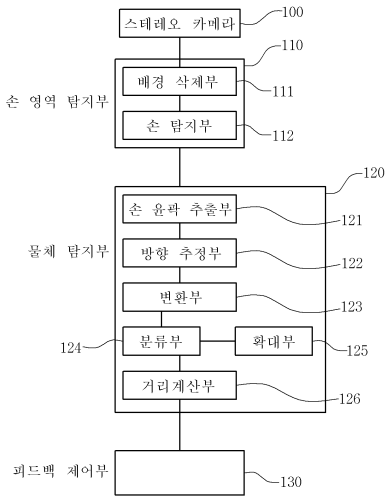
전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 **물체 탐지 시스템 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지하는 손 영역 탐지부 및 상기 손 영역 탐지부에서 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 추출된 상기 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향에 물체가 존재하는지 여부를 탐지하고, 물체가 탐지된 경우 상기 손 윤곽과 탐지된 상기 물체와의 거리를 계산하는 물체 탐지부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 3/017 (2013.01)
G06T 7/60 (2013.01)
G06T 2207/30196 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지하는 손 영역 탐지부; 및

상기 손 영역 탐지부에서 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 추출된 상기 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향에 물체가 존재하는지 여부를 탐지하고, 물체가 탐지된 경우 상기 손 윤곽과 탐지된 상기 물체 간의 거리를 계산하는 물체 탐지부를 포함하며,

상기 물체탐지부는,

다각형 근사법을 이용하여 상기 손 윤곽을 추출하는 손 윤곽 추출부;

상기 손 윤곽 추출부에서 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정하는 방향 추정부; 및

상기 방향 추정부에서 추정된 상기 손가락이 가리키는 방향으로부터 2차원(2D) 이미지에서 다음 수학식 5로 2차원 점들에 대응하는 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점들을 획득하기 위한 변환부를 포함하는 물체 탐지 시스템.

[수학식 5]

$$Z = \frac{f}{d}B,\quad X = \frac{u}{f}Z,\quad Y = \frac{v}{f}Z$$

여기서, f는 카메라의 초점거리, B는 스테레오 카메라의 기저선 거리이고, d는 어떤 위치에서의 차이 값이고, (u,v)는 2차원 이미지 상에서의 위치임.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 물체 탐지부과 연결되어, 추출된 상기 손 윤곽과 상기 물체 간의 거리에 따라 촉각 피드백 신호를 출력하는 피드백 제어부를 더 포함하는 물체 탐지 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 손 영역 탐지부는,

정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하는 배경 삭제부를 포함하며,

상기 배경 삭제부는

이미지 프레임들의 집합에서 산출된 이미지 프레임 간의 변화값이 설정치보다 낮을 경우 정적 배경 삭제 방법을 적용하고, 상기 변화값이 설정치보다 높을 경우, 동적 배경 삭제 방법을 적용하는, 물체 탐지 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 손 영역 탐지부는,

상기 배경 삭제부를 통해 배경이 삭제된 이미지의 YUV 색공간에서 다음 수학식 1로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) U 및 V 값을 계산하고, 계산된 U 및 V 값을 다음 수학식 2로 변위(displacement) 벡터 C 와 위상 각(θ)를 계산하며, YIQ 색공간에서 다음 수학식 3으로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) I 및 Q 값을 계산하는 손 탐지부를 더 포함하는 물체 탐지 시스템.

[수학식 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[수학식 2]

$$C = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \ \ and \ \ \theta = \tan^{-1}(V/U)$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ -0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

여기서, R은 적색, G는 녹색, B는 청색이며, 상기 위상각(θ)와 색차 구성요소 I를 사람의 손을 세분화하는 기준으로 사용함.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 물체 탐지부는,

상기 변환부에서 변환된 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점에 관하여 x-z 및 y-z 평면에서 측정된 거리를 이용하여 상기 3차원 점들을 적어도 2개 이상의 그룹들로 분류하고, 분류된 상기 그룹들 중 적어도 1개의 그룹으로 분류된 상기 3차원 점들에 상응하는 2차원 이미지 평면으로 역투영(back-project)하여 관심영역과 비관심영역을 결정하는 분류부를 더 포함하는 물체 탐지 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 분류부는

x-z 및 y-z 평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현하고, 구현된 상기 가상의 실린더를 x-z 및 y-z평면들에 각각 투영하여 두 개의 가상의 직사각형들을 형성하고, 상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2 개의 직각의 바들(perpendicular bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영하여 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정하는 것을 특징으로 하는 물체 탐지 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 물체 탐지부는,

상기 분류부에서 결정된 상기 최종 관심영역을 이중 선형 보간(bilinear interpolation) 방법을 이용하여 확대

하는 확대부를 더 포함하는 물체 탐지 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 물체 탐지부는,

상기 분류부에서 결정된 상기 최종 관심영역에서 상기 손 윤곽과 탐지된 물체 간의 거리를 산출하는 거리 계산부를 더 포함하는 물체 탐지 시스템.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 촉각 피드백 신호는 산출된 상기 손 윤곽과 상기 물체 간의 거리에 따라 다른 주파수를 가지는 물체 탐지 시스템.

청구항 13

(a) 손 영역 탐지부를 이용하여, 스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지하는 단계; 및

(b) 물체 탐지부를 이용하여 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 추출된 상기 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향에 물체가 존재하는지 여부를 탐지하고, 물체가 탐지된 경우 상기 손 윤곽과 탐지된 상기 물체와의 거리를 계산하는 단계를 포함하며,

상기 (b) 단계는

(b-1) 손 윤곽 추출부를 통해 다각형 근사법으로 상기 손 윤곽을 추출하는 단계;

(b-2) 방향 추정부를 이용하여, 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정하는 단계; 및

(b-3) 변환부를 이용하여, 2차원(2D) 이미지에서 상기 손가락이 가리키는 방향으로부터 다음 수학식 5로 2차원 점들에 대응하는 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점들을 획득하는 단계를 포함하는 물체 탐지 방법.

[수학식 5]

$$Z = \frac{f}{d}B,\ X = \frac{u}{f}Z,\ Y = \frac{v}{f}Z$$

여기서, f는 카메라의 초점거리, B는 스테레오 카메라의 기저선 거리이고, d는 어떤 위치에서의 차이 값이고, (u,v)는 2차원 이미지 상에서의 위치임.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 (b) 단계 이후에

(c) 피드백 제어부를 이용하여, 상기 손 윤곽과 상기 물체 간의 거리에 따라 촉각 피드백 신호를 출력하는 단계를 더 포함하는 물체 탐지 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

(a-1) 배경 삭제부를 이용하여 이미지 프레임의 집합에서 변화값을 산출하고 산출된 변화값에 따라 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하는 단계를 포함하며,

상기 (a-1) 단계는

산출된 변화값이 설정치보다 낮을 경우 정적 배경 삭제 방법을 적용하고, 상기 변화값이 설정치보다 높을 경우, 동적 배경 삭제 방법을 적용하는 물체 탐지 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 (a-1) 단계 이후에,

(a-2) 손 탐지부를 통해 YUV 색공간에서 다음 수학식 1로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) U 및 V 값을 계산하고, 계산된 U 및 V 값을 다음 수학식 2로 변위(displacement) 벡터 C 와 위상 각(θ)를 계산하며, YIQ 색공간에서 다음 수학식 3으로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) I 및 Q 값을 계산하는 물체 탐지 방법.

[수학식 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[수학식 2]

$$C = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \ \ and \ \ \theta = \tan^{-1}(V/U)$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ -0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

여기서, R은 적색, G는 녹색, B는 청색이며, 상기 위상각(θ)와 색차 구성요소 I를 사람의 손을 세분화하는 기준으로 사용함.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제13항에 있어서, 상기 (b-3) 단계 이후에,

(b-4) 분류부를 통해 변환된 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점에 관하여 x-z 및 y-z 평면에서 측정된 거리를 이용하여 3차원 점들을 적어도 2개 이상의 그룹들로 분류하고, 분류된 상기 그룹들 중 적어도 1개의 그룹으로 분류된 상기 3차원 점들을 상기 3차원 점들에 상응하는 2차원 이미지 평면으로 역투영(back-project)하여 분류하는 단계를 더 포함하는 물체 탐지 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 (b-4) 단계 이후에,

(b-5) 분류부를 통해 x-z 및 y-z 평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현하고, 구현된 상기 가상의 실린더를 x-z 및 y-z평면들에 각각 투영하여 두 개의 가상의 직사각형들을 형성하고, 상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2 개의 직각 바들(perpendicular bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영하여 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정하는 단계를 더 포함하는 물체 탐지 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 (b-5) 단계 이후에,

(b-6) 확대부를 통해 결정된 상기 최종 관심영역을 이중 선형 보간(bilinear interpolation)하여 확대하는 단계를 더 포함하는 물체 탐지 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 (b-6) 단계 이후에,

(b-7) 거리 계산부를 통해 결정된 상기 최종 관심영역에서 상기 손 윤곽과 탐지된 물체간의 거리를 산출하는 단계를 더 포함하는 물체 탐지 방법.

청구항 24

제14항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 촉각 피드백 신호는 상기 손 윤곽과 상기 물체 간의 거리에 따라 다른 주파수를 가지는 물체 탐지 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 물체 탐지 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 손가락이 가리키는 방향에 물체를 탐지하고 탐지된 물체의 거리에 관한 촉각 피드백을 출력하는 물체 탐지 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 시각장애인들은 외부의 환경에 대한 정보를 획득하기 어렵기 때문에 보행이 매우 제한되어 있으며, 장애물과 같은 위험한 요소들에 대해 적절한 대응을 하기가 어렵다.

[0003] 현재 시각장애인들의 안전한 보행을 위한 물체 감지 장치 및 시스템들이 국내외에서 활발히 연구되고 있다.

[0004] 종래의 시각장애인들을 위한 물체 탐지 시스템들은 초음파, 촉각 및 레이저 등을 이용하여 시각장애인의 보행을 보조하기 위한 안내정보를 제공하였다.

[0005] 초음파를 사용한 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템은, 벨트의 형태로 구성된 초음파 센서 묶음을 착용하고 가방의 형태로 착용된 컴퓨터를 통해 각 방향에 대한 정보들을 분석하여 시각장애인에게 알려주도록 되어 있다. 이러한 초음파 센서를 이용한 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템은 그 구현이 비교적 간단하며 계산량이 많지 않다는 장점이 있지만, 주변 장애물의 유무만을 판단할 수 있을 뿐, 물체가 가지는 질감, 색상에 대한 정보를 얻을 수 없고, 물체의 이동정보를 얻기에 제한이 많은 단점을 가지고 있다.

[0006] 초음파 센서를 사용하는 다른 형태의 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템으로는 지팡이 형태로 되어 있는 물체 탐지 시스템이 있다. 이 물체 탐지 시스템은 일반 시각장애인용 안내 지팡이에 초음파 센서를 장착하여 장애물을 검출하고 위험하지 않은 방향으로 길을 안내하도록 되어 있다. 이와 같은 물체 탐지 시스템도 구조가 간단하고 적용하기가 쉽지만, 전방의 작은 물체나 가까이 있는 장애물만을 검출할 수 있기 때문에 감지 거리에 제한이 있는 단점을 가지고 있다.

[0007] 레이저를 사용한 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템은, 사용자가 레이저 센서 도구를 들고 좌우로 흔들어 주변에 존재하는 지역적인 정보를 획득할 수 있고, 시간적인 측면에서 계단, 낭떠러지와 같은 이동에 위험한 요소

를 분석함에 따라 굴곡이 있거나 단일 카메라를 이용해 알 수 없는 거리정보를 획득할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 근접한 지역에 대해서만 적용이 가능하며 검출된 물체의 색상이나 질감에 대한 특징을 알 수 없는 단점을 가지고 있다.

[0008] 카메라를 이용한 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템은 두개의 카메라를 장착하여, 전방 영역을 분석하고 3차원 정보를 구성하여 전방 영역 내의 물체를 검출한다. 카메라를 통해 실세계 공간에 존재하는 물체의 크기와 거리정보를 획득하기 위해서는 스테레오 카메라를 사용하는 것이 일반적이다. 이와 같은 카메라를 이용한 시각장애인을 위한 물체 탐지 시스템은 대부분 실내와 같은 제한적인 공간에서 수행되며, 물체의 특징을 얻기 위해 단순한 배경에서 이루어졌다. 특히 건물 내에서의 복도와 같은 환경은 3차원정보를 획득하기에 매우 좋은 환경이라고 할 수 있다.

[0009] 전술된 바와 같이 종래의 물체 탐지 시스템은 외부의 복잡한 배경을 가지는 환경에서 적용하기 어려울 뿐만 아니라, 사용자가 움직이는 동적 장면들 하에서는 그 적용이 어려운 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1488132호(2015.01.23.등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 발명된 것으로, 그 목적은 외부의 복잡한 배경 또는 동적 장면들 하에서 적용 할 수 있는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 다른 목적은 손가락이 가리키는 방향에 물체가 감지된 경우 감지된 물체와의 거리를 계산하여 사용자에게 물체와의 거리에 따라 다른 촉각 피드백 신호를 출력하는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 사용자가 감지된 물체들의 상세함을 알게 하기 위하여 시각적으로 확대할 수 있는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지하는 손 영역 탐지부 및 상기 손 영역 탐지부에서 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 상기 추출된 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향을 추정하고 상기 추정된 방향에 존재하는 물체를 세분화에 의해서 탐지하고 물체가 탐지된 경우 상기 스테레오 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 상기 손 윤곽과 상기 탐지된 물체와의 거리를 계산하는 물체 탐지부를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 물체 탐지 시스템은 상기 물체 탐지부에서 물체가 탐지된 거리에 따라 촉각 피드백 신호를 출력하는 피드백 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 손 영역 탐지부는, 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하는 배경 삭제부를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 손 영역 탐지부는, YUV 색공간에서 다음 수학식 1로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) U 및 V 값을 계산하고, 상기 계산된 U 및 V 값을 다음 수학식 2로 변위(displacement) 벡터 C 와 위상 각(θ)를 계산하며, YIQ 색공간에서 다음 수학식 3으로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) I 및 Q 값을 계산하고, R은 적색, G는 녹색, B는 청색이며, 상기 위상각(θ)와 색차 구성요소 I를 사람의 손을 세분화하는 기준으로 사용하는 손 탐지부를 포함할 수 있다.

[0018] [수학식 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0019]

[0020] [수학식 2]

$$C = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \;\; and \;\; \theta = \tan^{-1}(V/U)$$

[0021]

[0022] [수학식 3]

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ -0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0023]

[0024] 또한, 상기 물체탐지부는 다각형 근사법을 이용하여 상기 손 윤곽을 추출할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 물체탐지부는, 상기 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 물체탐지부는, 상기 2차원(2D) 이미지에서 상기 손가락이 가리키는 방향을 다음 수학식 5로 2차원 점들에 대응하는 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점들을 획득하기 위한 변환부를 포함하고, f는 카메라의 초점거리, B는 스테레오 카메라의 기저선 거리이고, d는 어떤 위치에서의 차이 값이고, (u,v)는 2차원 이미지 상에서의 위치일 수 있다.

[0027] [수학식 5]

$$Z = \frac{f}{d}B, \;\; X = \frac{u}{f}Z, \;\; Y = \frac{v}{f}Z$$

[0028]

[0029] 또한, 상기 물체 탐지부는, x-z 및 y-z 평면에서 측정된 거리를 이용하여 상기 3차원 점들을 적어도 2개 이상의 그룹들로 분류하고, 상기 분류된 그룹들 중 적어도 1개의 그룹으로 분류된 상기 3차원 점들을 상기 3차원 점들에 상응하는 2차원 이미지 평면으로 역투영(back-project)하여 관심영역과 비관심 영역을 결정할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 물체 탐지부는, x-z 및 y-z 평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현하고, 상기 구현된 가상의 실린더를 x-z 및 y-z평면들에 각각 투영하여 두 개의 가상의 직사각형들을 형성하고, 상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2 개의 직각의 바들(perpendicular bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영하여 상기 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정하는 분류부를 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 물체 탐지부는, 상기 최종 관심영역을 이중 선형 보간(bilinear interpolation) 방법을 이용하여 확대하는 확대부를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 촉각 피드백 신호는 상기 탐지된 물체와의 거리에 따라 다른 주파수를 가질 수 있다.

[0033] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 물체 탐지 시스템이 스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지하는 단계 및 물체 탐지 시스템이 상기 손 영역 탐지부에서 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 상기 추출된 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향을 추정하고 상기 추정된 방향에 존재하는 물체를 세분화에 의해서 탐지하고 물체가 탐지된 경우 상기 스테레오 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 상기 손 윤곽과 상기 탐지된 물체와의 거리를 계산하는 단계를 포함한다.

[0034] 또한, 상기 물체 탐지 방법은 물체가 탐지된 거리에 따라 촉각 피드백 신호를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있

다.

[0035] 또한, 상기 손 영역을 탐지하는 단계는, 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하는 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 또한, 상기 손 영역을 탐지하는 단계는, YUV 색공간에서 다음 수학식 1로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) U 및 V 값을 계산하고, 상기 계산된 U 및 V 값을 다음 수학식 2로 변위(displacement) 벡터 C 와 위상 각(θ)를 계산하며, YIQ 색공간에서 다음 수학식 3으로 휘도 Y, 색차 구성요소들(chrominance components) I 및 Q 값을 계산하고, R은 적색, G는 녹색, B는 청색이며, 상기 위상각(θ)와 색차 구성요소 I를 사람의 손을 세분화하는 기준으로 사용할 수 있다.

[0037] [수학식 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0038]

[0039] [수학식 2]

$$C = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \ \ and \ \ \theta = \tan^{-1}(V/U)$$

[0040]

[0041] [수학식 3]

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ -0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0042]

[0043] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는 다각형 근사법을 이용하여 상기 손 윤곽을 추출할 수 있다.

[0044] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는, 상기 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정할 수 있다.

[0045] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는, 상기 2차원(2D) 이미지에서 상기 손가락이 가리키는 방향을 다음 수학식 5로 2차원 점들에 대응하는 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점들을 획득하기 위한 변환하는 단계를 포함하고, f는 카메라의 초점거리, B는 스테레오 카메라의 기저선 거리이고, d는 어떤 위치에서의 차이 값이고, (u,v)는 2차원 이미지 상에서의 위치일 수 있다.

[0046] [수학식 5]

$$Z = \frac{f}{d}B, \ \ X = \frac{u}{f}Z, \ \ Y = \frac{v}{f}Z$$

[0047]

[0048] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는,

[0049] x-z 및 y-z 평면에서 측정된 거리를 이용하여 상기 3차원 점들을 적어도 2개 이상의 그룹들로 분류하고, 상기 분류된 그룹들 중 적어도 1개의 그룹으로 분류된 상기 3차원 점들을 상기 3차원 점들에 상응하는 2차원 이미지 평면으로 역투영(back-project)하여 분류하는 단계 포함할 수 있다.

[0050] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는, x-z 및 y-z 평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현하고, 상기 구현된 가상의 실린더를 x-z 및 y-z평면들에 각각 투영하여 두 개의 가상의 직사각형들을 형성하고, 상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2 개의 직각 바들(perpendicular bars)이 형성된 이미

지 평면으로 투영하여 상기 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정할 수 있다.

[0051] 또한, 상기 거리를 탐지하는 단계는, 상기 최종 관심영역을 이중 선형 보간(bilinear interpolation) 방법을 이용하여 확대하는 단계를 포함할 수 있다.

[0052] 또한, 상기 촉각 피드백 신호는 상기 탐지된 물체와의 거리에 따라 다른 주파수를 가질 수 있다.

발명의 효과

[0053] 본 발명에 의하면, 외부의 복잡한 배경 또는 동적 장면들 하에서 적용 할 수 있는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0054] 또한, 본 발명에 의하면, 손가락이 가리키는 방향에 물체가 감지된 경우 감지된 물체와의 거리를 계산하여 사용자에게 물체와의 거리에 따라 다른 촉각 피드백 신호를 출력하는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0055] 또한, 본 발명에 의하면, 사용자가 감지된 물체들의 상세함을 알게 하기 위하여 시각적으로 확대할 수 있는 물체 감지 시스템 및 방법을 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 물체 탐지 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 3D 포인팅 방향을 추정하는 실제 화면의 예를 나타낸 것이다. (a)2D 포인팅 벡터, (b)x-y 평면으로 손 영역 투영, (c)연관딘 2D 포인팅 벡터로부터 추정된 3D 벡터

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 이미지 좌표와 카메라 좌표 사이의 관계를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 분류기로 사용되는 가상의 사각형들이다. (a)x-z 평면, (b)y-z평면

도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 촉각 피드백 인터페이스를 포함하는 물체 탐지 시스템의 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 물체 탐지 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0057] 본 발명을 충분히 이해하기 위해서 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세히 설명하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공 되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어 표현될 수 있다. 각 도면에서 동일한 부재는 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.

[0058] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 실시예를 상세하게 설명한다.

[0059] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 물체 탐지 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

[0060] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 물체 탐지 시스템은 스테레오 카메라(100), 손 영역 탐지부(110), 물체 탐지부(120) 및 피드백 제어부(130)를 포함한다.

[0061] 스테레오 카메라(100)는 통상적으로 입체 영상을 생성하기 위한 장치를 말한다. 현재 통상적으로 입체영상을 생성하는 방법은 사람의 양안, 즉 우측눈과 좌측눈의 시각 차이, 즉 양안의 시각차(이하 양안 시차라고 칭한다)를 이용하여 생성한다. 이러한 양안 시차는 인간의 좌측 눈과 우측 눈이 미간을 사이에 두고 약간의 거리를 두고 위치하여 있기 때문에, 좌측 눈의 시각에 따른 이미지와 우측 눈의 시각에 따른 이미지가 서로 다르기 때문에 발생한다. 따라서 이러한 사람의 눈을 통해 생성되는 것과 유사한 입체감을 가지는 영상을 생성하기 위해서는 사람의 눈과 같이 약간의 거리를 두고 위치한 좌, 우 두개의 카메라를 필요로 한다. 따라서 스테레오 카메라는 적어도 두 개의 좌, 우 카메라를 포함하여 구성되고, 이러한 서로 다른 위치에서 이미지를 촬상하는 좌, 우 카메라를 이용하여 사람의 양안 시차로부터 생성되는 입체 영상과 비슷한 입체 영상을 생성한다.

[0062] 손 영역 탐지부(110)는 스테레오 카메라로부터 얻어지는 이미지로부터 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지한다.

[0063] 손 영역 탐지부(110)는 배경 삭제부(111) 및 손 탐지부(112)를 포함한다.

[0064] 배경 삭제부(111)는 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하고, 정적과 동적 환경들 둘 다에서 손 영역 탐지에 관한 기본적인(fundamental) 프레임워크(framework, 이하 프레임워크)를 제공한다. 본 발명의 알고리즘에서, 정적과 동적 배경 삭제 방법들에 적용 가능하며 이용될 수 있는 퓨전 프레임워크(fusion framework)을 만들었다. 이런 접근을 위하여, 본 발명은 이미지 프레임워크의 변화가 상대적으로 적은 것은 정적 배경으로 정의하고, 반면에 이미지 프레임이 큰 전반적인 변화들을 가진 것을 동적 배경이라고 정의한다(예를 들면, 전체 장면이 변하는 것). 정적 배경 삭제를 이행하기 위하여, 본 발명은 배경 모델을 만들기 위해서, 통계학적 방법으로 잘 알려진 평균 학습 방법(learning average method)을 채용했다. 상기 방법은 근본적으로 축적된 이미지 프레임들의 집합으로부터 계산된 평균의 차이에 기반한 배경 모델을 만든다. 후속 프레임들은 세분화(segmentation) 결과 생성된 배경 모델로부터 감해진다. 이런 단순한 접근이 정적 환경에서 움직이는 손의 빠른 탐지를 가능하게 해준다.

[0065] 동적 장면들에서 정적 배경 삭제 접근의 이점을 얻기 위하여, 본 발명은 동적 환경들 하에서 시스템을 지능적으로 잘 동작하게 만드는 전략을 소개한다. 전략은 계속적인 동적 모델의 업데이트들과 새로운 배경 모델을 만드는 것을 촉발시키기 위하여 전반적인 장면의 변화들을 탐지하는 것을 포함한다. 전자는 동적 장면들로부터 캡쳐된(captured) 가장 최신의 배경 모델과 정적 배경 모델을 대체하여 정적 배경 삭제의 확장 버전을 개발했다. 다시 말해서, 시간 t에 캡쳐된(captured) 어떤 동적 장면도 동적 환경들 하에서 손 세분화(segmentation)를 위한 새로운 정적 배경 모델로서 간주될 수 있다. 이런 접근은 정적과 동적 배경 삭제 모두에 관하여 잘 작용된다.

[0066] 그러나 스테레오 카메라가 움직이고 있을 때 새로운 배경 모델을 위한 업데이트 타이밍(timing)을 어떻게 우리 시스템이 알게 하느냐의 하나의 문제가 있다. 본 발명의 일 실시예의 관찰에서, 전반적인 변화들의 두 가지 전형적인 유형들이 동적 환경에서 발견되었다. : 움직이는 카메라에 의한 변화들과 움직이는 물체들에 의한 지역(local) 변화들. 후자는 모델의 업데이팅(updating)을 위하여 반드시 제외되어야 한다. 이것이 본 발명의 전략이 전반적인 장면의 변화들을 감지하는 것을 포함하는 이유이다. 이를 위해, 본 발명은 전반적인 장면이 변화했는지 아닌지를 결정하기 위하여 미리 정의된 윈도우 블록들(window blocks) 안에 있는 지역 변화들을 비교하는 디씨전 메이커 알고리즘(decision maker algorithm)을 개발했다. 임계 값은 기준을 위한 우리의 파일럿 스터디(pilot study)에 의해 정의되었다. 지역 변화들의 합은 한계점(threshold)과 비교된다. 예를 들면, 더 큰 값은 그 결과 새로운 배경 모델을 만들게 되는 전반적인 장면들이 변화하는 경우이다. 반면에 반대의 경우 이전 모델로부터 배경 모델을 지역적으로 업데이트 한다. 이 과정에서, 손 영역은 업데이트되지 않는다.

[0067] 효율적인 처리를 위해, 입력 이미지 (320 x 240 pixels)는 6개의 블록들(40 x 40 pixels)(blocks)에 의해 8개로 나눠진다. 각 블록들을 위하여, 본 발명의 디씨전 메이커 알고리즘(decision maker algorithm)이 새로운 전반적인 배경 모델이 생성되어야 하는지 아닌지를 결정하기 위하여 제공된다. 만일 각 블록(block)안의 반 이상의 픽셀들(pixels)이 변화를 보인다면, 블록(block)은 업데이트해야 할 블록(block)으로 분류된다. 배경 모델은 블록(block)의 8개의 가장 가까운 이웃들(neighbors)과 함께 업데이트 된다. 본 발명의 접근에서, 색 배경 모델과 깊이(depth)배경 모델 둘 다 다음 과정(process)을 위하여 피부 색깔(skin-colored)의 손 영역의 전경 지역(foreground region)을 제외하고 업데이트 된다.

[0068] 손 탐지부(112)는 색 세분화(Segmentation)를 이용하여 손을 탐지한다.

[0069] 사용자의 팔을 포함한 검출 영역과 손 영역은 피부색 정보에 의해 식별된다. YUV와 YIQ의 두 색 공간들은 본 발명의 접근에서 색 세분화를 위하여 특별한 분류기를 만들기 위하여 함께 사용된다. 본 발명의 분류기는 두 개의 색 공간으로부터 나온 두 개의 특성 파라미터들을 얻기 위해 디자인되었다(예를 들면 각각으로부터 하나). 본 발명이 특정한 색 모델들을 선택하는 이유는 두 모델들이 사람 시각의 인식처럼 낮은 색 농도들(이미지 대역폭)에 민감하기 때문이다. YUV와 YIQ는 같은 휘도(luminnace) 요소를 가진다고 알려졌다. 그러나 색차 구성요소들(chrominance components)을 위한 동등한 시스템들에서는 다르다. YUV 모델과 함께 특성 파라미터들을 생성하기 위하여, 휘도(luminnace)와 두 개의 색차 구성요소들(chrominance components)(U 와 V)은 RGB 공간으로부터 아래의 변환 매트릭스에 의하여 계산된다.

[0070] [수학식 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0071]

[0072] 계산된 U 와 V 값들은 두 개의 특성 파라미터들을 계산하기 위하여 이용되고, 변위(displacement) 벡터(C)와 위상 각(θ)는 색 세분화를 위하여 이용될 수 있다. 이러한 특성들은 다음과 같이 계산될 수 있다.

[0073] [수학식 2]

$$C = \sqrt{|U|^2 + |V|^2} \ \ and \ \ \theta = \tan^{-1}(V/U)$$

[0074]

[0075] YIQ 색 공간에서, 색차 값들로 표현된, I 와 Q는 역시 특성들로서 이용될 수 있다. RGB로부터 이들 값들을 얻는 것은 변환 매트릭스에 의해 달성된다.

[0076] [수학식 3]

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ -0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

[0077]

[0078] C, θ , I 및 Q의 네 특성들의 조합은 사람의 손들로 정확하게 나눌 수 있는 특별한 기준(unique criterion)을 만들 수 있다. 그러므로 이러한 값들은 세분화의 목적하는(aiming) 레벨로 조율될 수 있다. 본 발명의 적용에서, 본 발명은 단지 , θ 및 I, 두 개의 특성들만을 이용했다. 손 세분화를 위하여 최적화된 값의 범위는 각각 105에서 150과 15에서 100이다. 이런 색 특성들과 함께 피부 색 영역을 탐지한 후에, 노이즈들은 연결된 요소 분석을 사용하여 완전히 제거된다.

[0079] 물체 탐지부(120)는 상기 손 영역 탐지부에서 탐지된 손 영역에서 형태분석을 이용하여 손 윤곽을 추출하고 상기 추출된 손 윤곽의 형태를 분석하여 손가락이 가리키는 방향을 추정하고 상기 추정된 방향에 존재하는 물체를 세분화에 의해서 탐지하고 물체가 탐지된 경우 상기 스테레오 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 상기 손 윤곽과 상기 탐지된 물체와의 거리를 계산한다.

[0080] 물체 탐지부(120)는 손 윤곽 추출부(121), 방향 추정부(122), 변환부(123), 분류부(124), 확대부(125) 및 거리 계산부(126)를 포함한다.

[0081] 손 윤곽 추출부(121)는 다각형 근사법을 이용하여 손 윤곽을 추출한다.

[0082] 손가락들을 이용하여 포인팅하는 동작은 일반적으로 요철 형상들의 조합에 의해 만들어진 특정한 손모양을 형성한다. 본 발명은 2D 공간에서 형태 분석에 기반한 손가락 포인팅 방향을 추정하기 위하여 이런 현상을 이용하고, 추정된 방향은 기존의 카메라 지오메트리(existing camera geometry)를 사용하여 3차원으로 확장된다. 본 발명은 다음 두 단계를 추가로 제시한다. 2D 공간에서 포인팅 방향은 세 가지 단계를 취함으로써 추정된다. 손의 윤곽을 추출하고, 추출된 윤곽 상에서 볼록 다각형을 찾고, 정확한 포인팅 벡터를 추정한다. 정확한 손 윤곽을 추출하기 위해서, 왜냐하면 그것의 조명들에 대한 견고함(robustness) 때문에 다각형 근사법이 적용된다. 추출된 윤곽은 볼록 꼭지점 포인트들(convex vertex)과 볼록 결함(convex defects(오목한, concave))들 둘 다를 찾는 볼록 껍질(convex hull) 알고리즘에 의해 확인된다. 볼록함을 조사하는 과정은 다음과 같다. : Ω 지역 안에 있는 A와 B 포인트들이 고려되고, 볼록함은 다음 기준에 의해 평가 될 수 있다.

[0083] [수학식 4]

[0084] $$V = \alpha A + \beta B$$

[0085] 여기에서, $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ 및 $\alpha + \beta = 1$.

[0086] 만일 α 및 β 의 임의의 값들을 위한 모든 가능한 V가 Ω 지역 안에 있다면, A에서 B로의 윤곽은 볼록(convex)하다. 이런 식으로 볼록 다각형 및 볼록함 결함들(convexity defects)은 출력으로 생성된다.

[0087] 방향 추정부(122)는 상기 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정한다.

[0088] 정확한 2D 포인팅 방향은 두 단계들을 취함으로써 추정되고, 초기 추정(initial estimate) 및 정제 과정(refinement process), 필터된 손 윤곽과 손가락 끝들과 볼록함으로부터 형성된 손 형태 다각형. 초기의 방향은 손 윤곽의 결합된 직사각형으로부터 대략 결정된다. 직사각형의 긴 쪽은 손의 기하학적인 중심에서 2D 포인팅 방향의 단위 벡터(unit vector)가 된다. 초기 포인팅 방향은 손 형태 다각형의 원칙(principle) 벡터에 의해 검지손가락 방향으로 개선된다.

[0089] 변환부(123)는 2차원 이미지에서 상기 손가락이 가리키는 방향에 해당하는 2차원 점들에 대응하는 3차원 포인팅 벡터상의 3차원 점들을 획득한다.

[0090] 대응하는 3D 포인팅 벡터를 추정하기 위해서, 카메라 캘리브레이션(camera calibration)으로부터 계산된 본질적인 파라미터들이 이용된다. 이론적으로, 2D 포인트들에 상응하는 3D 포인팅 벡터 상의 3D 포인트들은 다음과 같이 얻어진다.

[0091] [수학식 5]

[0092] $$Z = \frac{f}{d}B, \quad X = \frac{u}{f}Z, \quad Y = \frac{v}{f}Z$$

[0093] 여기에서 3D 포인트는 카메라 좌표계들(camera coordinate)의 기원(origin)으로부터 벡터 (X, Y, Z) 에 의해 나타내어지고, f 는 카메라의 초점거리, B 는 스테레오 카메라 기저선이고, d 는 어떤 위치(any location)에서의 차이 값(disparity value)이고, (u, v) 는 2D 이미지 상에서의 위치이다.

[0094] 도 2는 어떻게 2D 포인팅 방향으로부터 3D 포인팅 방향이 추정되는지 그래프로 보여준다.

[0095] 분류부(124)는 3차원 점들을 적어도 2개 이상의 그룹들로 분류한다.

[0096] 이전 단계에서 추정된 3D 포인팅 벡터를 고려해볼 때, 3D공간에서 어떤 두 점들을 가로지르는 선은 동차 좌표(homogeneous coordinates)안에서 간단히 얻을 수 있다. 간략화를 위해, 본 발명은 3D 공간 대신에 2D 이미지 평면들(x-z 및 y-z 투영된 평면들)에서 물체 후보들의 3D 포인트들을 분류한다. 이렇게 함으로써, 계산 코스트, 3D라인과 3D 포인트들 사이의 거리 계산을 위해 요구되는(예를 들어, 핑거 포인팅 벡터), 대단히 감소된다. 그러므로 분류 알고리즘은 다음과 같이 동작한다. 첫 번째, 2D 평면에 투영된 2D 포인트들 (p_1, p_2) 사이의 라인 (l) 은 두 점들 사이의 크로스 프로덕트로 계산된다.

[0097] [수학식 6]

[0098] $$l = p_1 \times p_2$$

[0099] 동차 좌표(homogeneous coordinates)안에서 $l, p_1, p_2 \in R^3$ 로 표시된다.

[0100] 두 번째로, 수학식 5를 사용하여, 2D 이미지 안에 있는 모든 픽셀들은 스테레오 카메라의 기하학적 구조(또는 두 개의 바라봄 기하학적 구조라 불리는)에 의해 상응하는 3D점들에 매핑된다. 각 3D 포인트는 $x\text{-}z$ 및 $y\text{-}z$ 이미지 평면들에서 측정된 거리에 의해서 두 그룹들(관심 등급 (C_I) 과 비관심 등급 (C_{NI})로 분류된다. 점에서부터 선으로의 직교 거리는 도트 프로덕트에 의해 얻어진다.

[0101] [수학식 7]

[0102] $$l \cdot p = d$$

[0103] 동차 좌표(homogeneous coordinates)안에서 $l, p \in R^3$ 이고, d 는 스칼라이다.

[0104] d (직교 거리)의 고정된 값을 이용하여, 가상의 실린더가 도 3처럼 형성되고 그것의 경계, d 에 의해 정의된, 3D 포인트들의 분류기가 된다. 이런 구성에 기반하여, 가상의 실린더 안에 있는 어떤 3D 포인트도 관심 등급(C_I) 으로 나눠지고 그렇지 않으면 비관심 등급(C_{NI})에 속하게 된다. (C_I)안의 모든 점들은 상응하는 2D 이미지 평면상으로 역투영되고(back-projected), 그 영역은 물체 탐색을 위한 ROI 후보가 된다. 2D 이미지 좌표와 3D 카메라 좌표 사이의 이 변환은 도 3에 일러스트 되었다. 도에 있는 웃는 얼굴 픽토그램은 카메라 좌표 시스템의 중앙을 나타냄을 유의하라.

[0105] 도 4에 보여지듯, 3D 포인트들은 가상의 실린더로부터 $x\text{-}z$ 및 $y\text{-}z$ 평면들에 각각 투영된 두 개의 가상의 직사각형들을 이용하여 분류된다. 마지막으로 최종 ROI후보를 추출하기 위하여, ROI 관심 그룹에서 분류된 3D 포인트들은 두 개의 직각의 바들(bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영된다. 두 개의 바들(bars)의 교차점은 최종 ROI로서 선택된다.

[0106] 확대부(125)는 본 발명의 최종 ROI를 사용자가 감지된 물체들의 상세함(details)(질감 정보(texture information))을 알게 하기 위하여 시각적으로 확대할 수 있다. ROI의 확대는 이중 선형보간(bilinear interpolation) 방법을 이용하여 수행된다. 이중 선형보간(bilinear interpolation)은 처음에 한 방향으로 선형 보간이 수행되고 다른 방향을 위해 그것이 다시 수행된다.

[0107] 거리 계산부(126)는 상기 스테레오 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 상기 손 윤곽과 상기 탐지된 물체와의 거리를 계산한다. 검출된 물체의 실제 거리는 2D와 3D 공간들 사이의 변환을 제공하는 스테레오 카메라의 기하학적 구조를 이용하여 정확하게 계산된다.

[0108] 피드백 제어부(130)는 상기 물체 탐지부(120)에서 물체가 탐지된 거리에 따라 촉각 피드백 신호를 출력한다. 상기 피드백제어부(130)의 상기 촉각 피드백 신호는 상기 탐지된 물체와의 거리에 따라 다른 주파수를 가진다.

[0109] 본 발명은 촉각 피드백을 위한 식별 가능한 신호들의 조합을 찾기 위하여 식별 실험을 디자인했다. 햅틱 피드백 신호 웨이브들의 디자인에서, 본 발명은 주파수 식별에 초점을 맞췄다. 왜냐하면 작은 피에조 드라이버(piezo driver)(DRV8662, Texas Instrument Inc., Dallas, TX, USA에서 생산된)와 함께 설정된 본 발명의 하드웨어가 진폭에 비해 더 넓은 주파수 응답의 범위를 제공한다. 실험의 설정을 위해서, 싸이클과 진폭은 3,60 Vpp로 고정되었고, 구형파, 사용자의 선호에 기반한. 추가적으로, 구형파 형태가 선택되었다. 왜냐하면 같은 전압 입력이 주어졌을 때, 그것은 다른 파 형태(정현파 또는 톱니파)보다 더 강한 햅틱 효과를 제공하기 때문이다. 본 발명은 특별히 검지 손가락에서 식별가능한 주파수들을 찾는데 관심이 있다. 왜냐하면 본 발명의 목표는 단순한 포인팅 제스처에 의해 동작될 수 있는 물체 감지 시스템을 개발하는 것이다. 또한 잘 알려진 사실은 검지 손가락이 우리의 인체에서 촉각 감각에 대하여 가장 민감하다는 것이다.

[0110] 본 발명의 실시예에서 촉각 피드백을 위한 바이브레이터는 압전(piezoelectric) 엑츄에이터(20 mm diameter, Murata Manufacturing Co. Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, Japan)로 구현되었으며, 투명 아크릴 사각 컷(cut)(20 mm

long and 2 mm thick)에 부착되었다. 프로그램 가능한 피에조 액츄에이터 드라이버(piezo actuator driver (DRV 8662 EVM, Texas Instrument Inc.))는 바이브레이터를 드라이브(drive)하기 위해 사용된다. 촉각 신호들은 다른 주파수들의 구형파들과 함께 미리 만들어지고, 자동적으로 피에조 드라이버(piezo driver)로 보내진다.

[0111] 식별 실험의 결과 인식 가능한 주파수들의 최종 조합은 (10 Hz, 100 Hz and 600 Hz)으로 밝혀졌다.

[0112] 본 발명의 실시예에서 진동 피드백을 제공하는 수단을 압전 엑츄에이터(piezoelectric actuator)로 하였으나 이에 한정되지 않고, 선형 액츄에이터(linear actuator)를 비롯하여 1KHZ까지 왜곡없이 주파수응답을 제공하는 진동소자라면 얼마든지 본 발명에 적용이 가능하다.

[0113] 본 발명의 디자인은 인식 가능한 거리 피드백과 스테레오 카메라 뷰 안에서 사용자의 손을 유지할 수 있는 손 유도 피드백 둘 다를 고려한다.

[0114] 촉각 거리 피드백에 관하여 상기 물체 탐지부(120)로부터 추정된 거리는 세 개의 인식가능한 주파수들(10 Hz, 100 Hz and 600 Hz) 중에 하나로 맵드(mapped)된다. 예를 들어, 사용자들이 검출된 장애물을 피하기 위하여 더 빠른 동작을 취해야 하기 때문에 더 높은 주파수는 더 가까운 거리에 할당된다. 그와는 반대로, 유도 피드백은 사용자의 손이 카메라 뷰의 외부로 나갔을 때만 제공되고, 일반적으로 사람들은 더 높은 주파수들을 경고 신호들로 인식하기 때문에 가장 높은 주파수(600 Hz)가 사용된다. 두 개의 신호들은 두 개의 분리된 햅틱 액츄에이터들로 제공되고, 거리 피드백을 위하여 검지손가락에 붙여질 수 있고, 유도 피드백을 위하여 손목에 붙여질 수 있다. 도 5에 어떻게 디자인된 촉각 피드백 인터페이스가 VIDA시스템 안으로 성공적으로 통합될 수 있도록 디자인되었는지를 보여준다. 개발된 촉각 피드백 인터페이스는 독특한 거리 값들이 제공되기만 하면 다른 네비게이션 시스템에도 역시 사용될 수 있다.

[0115] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 물체 탐지 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0116] 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 의한 물체 탐지 방법은 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 상기 이미지의 배경을 삭제하고(S600), 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지한다(S601).

[0117] 상기 탐지된 손 영역에서 다각형 근사법을 이용하여 손 윤곽을 추출한다(S602).

[0118] 상기 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정한다(S603).

[0119] 손가락이 가리키는 방향을 나타내는 2차원 포인팅 벡터를 카메라 캘리브레이션(camera calibration)으로부터 계산된 파라미터들 이용하여 3차원 포인팅 벡터로 변환한다(S604).

[0120] x-z 및 y-z 평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현하고(S605), 상기 가상의 실린더를 x-z 및 y-z 평면상으로 투영하여 두 개의 직사각형들을 형성한다(S606).

[0121] 상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2 개의 직각 바들(perpendicular bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영하고(S607), 상기 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정한다(S608).

[0122] 상기 최종 관심영역을 사용자가 감지된 물체들의 상세함(details)(질감 정보(texture information))을 알게 하기 위하여 시각적으로 확대하고(S609), 탐지된 물체와의 거리에 따라 다른 주파수를 가지는 촉각 피드백 신호를 출력한다(S610).

[0123] 이상에서 본 발명에 의한 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역의 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

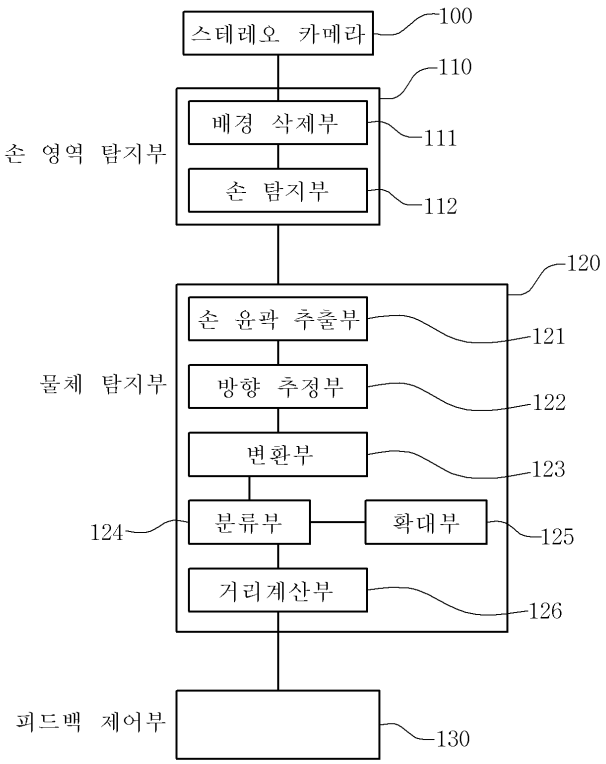
부호의 설명

[0124] 100....스테레오 카메라 110....손 영역 탐지부

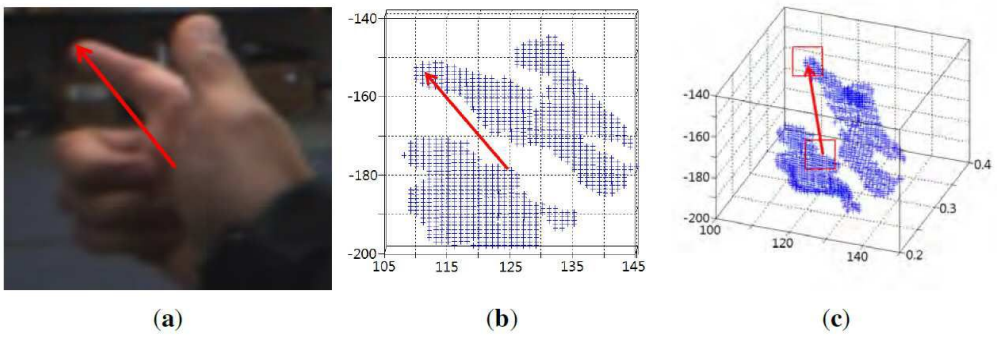
120....물체 탐지부 130....피드백 제어부

도면

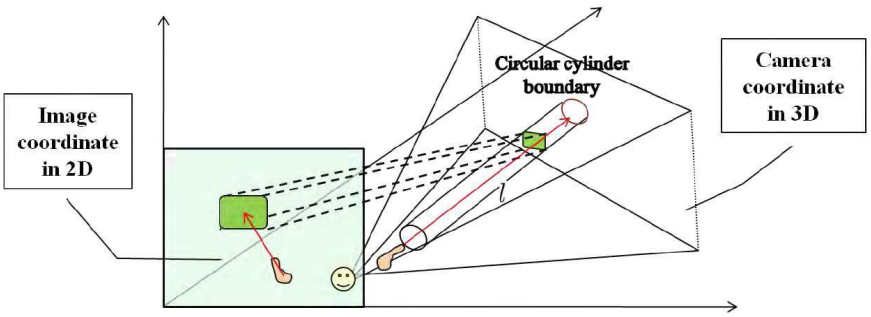
도면1



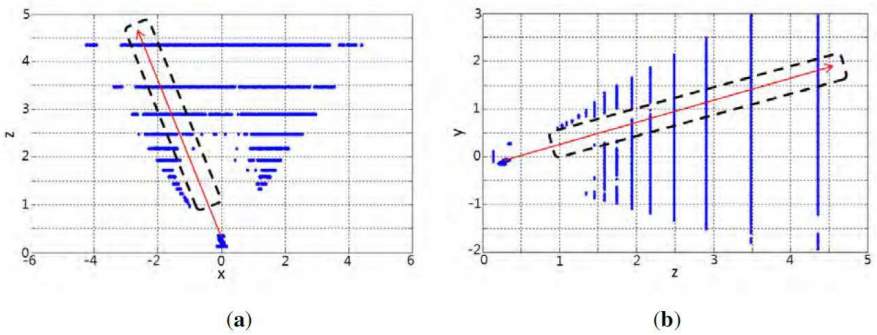
도면2



도면3

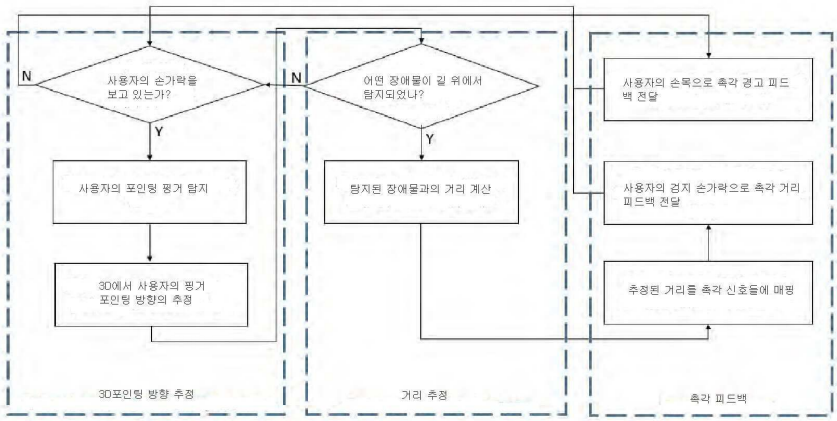


도면4

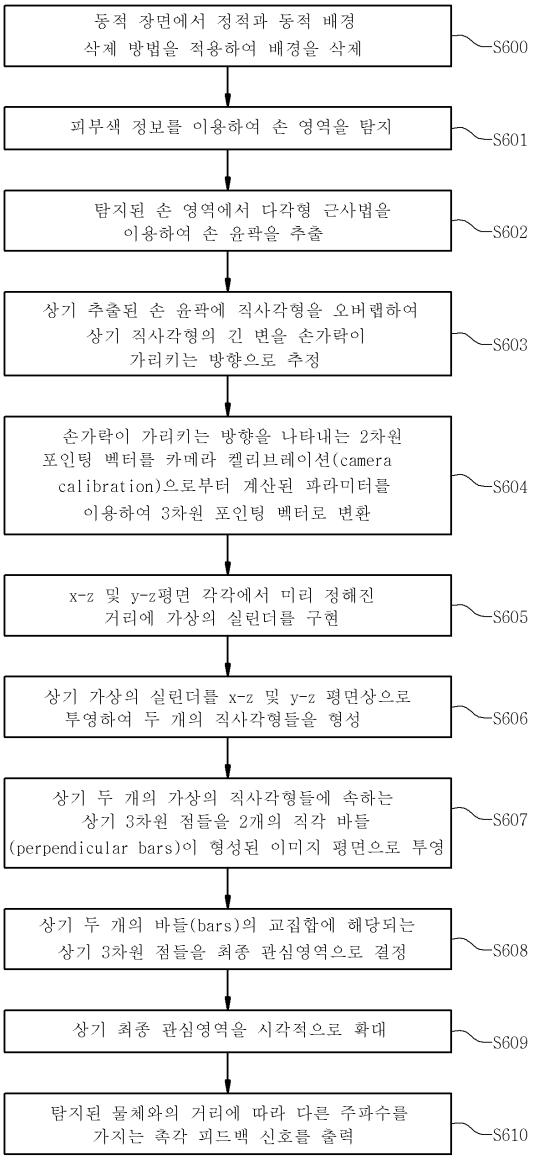

z
x
y
z

(a) (b)

도면5


N
사용자의 손가락을 보고 있는가?
Y
사용자의 포인팅 핑거 탐지
3D에서 사용자의 핑거 포인팅 방향의 추정
3D포인팅 방향 추정
N
어떤 장애물이 길 위에서 탐지되었나?
Y
탐지된 장애물과의 거리 계산
거리 추정
사용자의 손목으로 촉각 경고 피드백 전달
사용자의 검지 손가락으로 촉각 거리 피드백 전달
추정된 거리를 촉각 신호들에 매핑
촉각 피드백

도면6


동적 장면에서 정적과 동적 배경 삭제 방법을 적용하여 배경을 삭제
S600
피부색 정보를 이용하여 손 영역을 탐지
S601
탐지된 손 영역에서 다각형 근사법을 이용하여 손 윤곽을 추출
S602
상기 추출된 손 윤곽에 직사각형을 오버랩하여 상기 직사각형의 긴 변을 손가락이 가리키는 방향으로 추정
S603
손가락이 가리키는 방향을 나타내는 2차원 포인팅 벡터를 카메라 켈리브레이션(camera calibration)으로부터 계산된 파라미터를 이용하여 3차원 포인팅 벡터로 변환
S604
x-z 및 y-z평면 각각에서 미리 정해진 거리에 가상의 실린더를 구현
S605
상기 가상의 실린더를 x-z 및 y-z 평면상으로 투영하여 두 개의 직사각형들을 형성
S606
상기 두 개의 가상의 직사각형들에 속하는 상기 3차원 점들을 2개의 직각 바들 (perpendicular bars)이 형성된 이미지 평면으로 투영
S607
상기 두 개의 바들(bars)의 교집합에 해당되는 상기 3차원 점들을 최종 관심영역으로 결정
S608
상기 최종 관심영역을 시각적으로 확대
S609
탐지된 물체와의 거리에 따라 다른 주파수를 가지는 촉각 피드백 신호를 출력
S610