# 3차원 실내·외 공간인식 비전시스템

**5대 분야** Smart Factory • **Function** Robotics • **기술분야명** 비전인식
**담당 센터** 지능로보틱스 • **연구자** 김영욱/전세웅

## Robotics

**개 념**

광시야각을 갖는 반송시간 측정 센서(TOF sensor)와 스테레오 카메라를 융합한 저가형 로봇용 3차원 실내외 공간인식 센서

## 개발 내용

**기술내용**

광시야각 Diffuse/Diffract Laser Emitter 및 발신부
CMOS SPAD 방식 Depth 센서 칩셋
SPAD 일체형 ROIC TOF 칩셋
광시야각 고효율 비구면 광학계
광각 스테레오 카메라 및 TOF 센서 융합 플랫폼
TOF/스테레오카메라 센서 캘리브레이션 및 3D 융합 모듈
3D 공간 인식용 프리미티브 점군데이터 생성 및 재구성 모듈

**차별성**

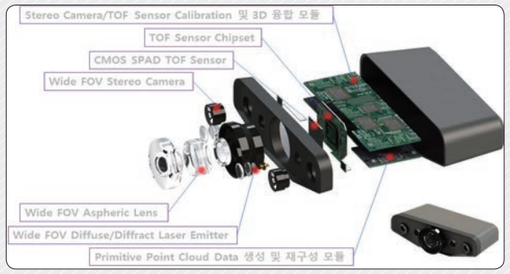
로봇 원격제어(Remote Control)와 자율주행(Autonomous Navigation) 및 작업수행(Manipulation)을 위해 필수적인 3D 공간정보 취득 및 환경모델링 센서
움직임이 많은 로봇에서 진동과 충격에 의한 측정오차 발생 요인인 기구적 구동계와 동기 제어시스템을 사용하지 않으면서도, 로봇 작업에 필요한 수직방향 90°, 수평방향 100° 이상의 시야각을 확보할 수 있도록 개발
실내외 로봇 동시 적용을 위한 우수한 내외란광 특성을 가지고, 로봇 작업성 극대화를 위한 수평, 수직방향 동시 광시야각 성능을 확보함과 동시에 저가격화를 통한 경제성이 확보되어진 센서

**해외주요기관**

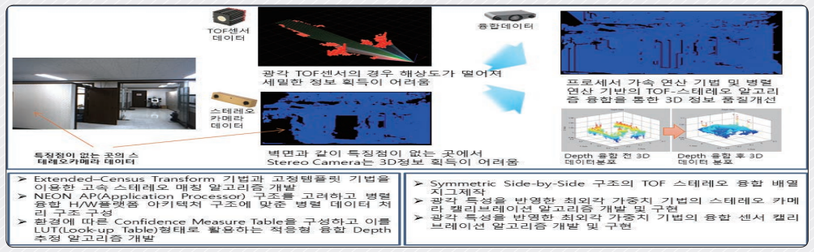
PMD(FLEXX, MONSTAR), 쿼너지(쿼너지LIDAR)

### 개발 내용

개념도




### 연구원 보유(개발) 핵심기술








## 연구원 보유(개발) 핵심기술

**KETI 핵심기술**

높은 해상도와 넓은 시야각의 구현이 가능한 스테레오 카메라와 TOF 센서와의 이종 센서 정밀 캘리브레이션을 통한 HD급 고해상도·고정밀 광시야각 센서
광각 TOF-스테레오 융합알고리즘 개발
TOF-스테레오 융합센서 캘리브레이션 솔루션
그래픽가속프로세서 기반 알고리즘

**차별성**

TOF 센서와 스테레오 카메라 센서를 융합하여, 고정밀·고해상도의 환경정보 취득이 가능하며, 로봇 주행·작업·제어 기능 적용을 위한 환경모델링 기능이 내장되어진 센서

**관련기술 보유 IP**

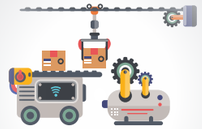
카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법(국내/출원/2015)
로봇 제어 시각화 장치(국내/등록/2014)
이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법(국내/등록/2011)
로봇의 위치 인식 방법 및 장치(국내/등록/2011)
이종 카메라를 이용한 객체 추적 시스템 및 방법(국내/등록/2011)

## Business Model

- **로봇 및 자율주행 관련 시장 타겟**
  - 이종 3D센서간 융합/캘리브레이션 시스템
  - TOF-스테레오카메라 고속 융합 알고리즘
- **수요 예상 기업**
  - 로봇 제조 기업, 로봇 센서 공급기업

## 관련 연구 분야

Core Technology



**딥러닝 피킹 로봇 알고리즘**
융합시스템/지능로보스틱스 전세웅

**3차원 실내·외 공간인식 비전시스템**
융합시스템/지능로보스틱스 김영욱

Related Technology

**작업안전 로봇**
충돌 감지/회피 기능탑재 경량 로봇 시스템
융합시스템/지능로보스틱스 박창우

**다축 로봇**
4축 병렬로봇 설계 및 자동화 제어시스템
융합시스템/지능로보스틱스 정일균

**구동모듈**
감속기 일체형 서보모터 국산화
융합시스템/지능메카트로닉스 서정무

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월16일
(11) 등록번호 10-1716805
(24) 등록일자 2017년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B25J 13/08* (2006.01) *B25J 19/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0190270
(22) 출원일자 2014년12월26일
심사청구일자 2014년12월26일
(65) 공개번호 10-2016-0079223
(43) 공개일자 2016년07월06일
(56) 선행기술조사문헌
JP5203037 B2*
JP2013132742 A*
한국해양공학회지 제27권 제2호. 한국해양공학회. 2013.04., (pp100-106)*
JP06262563 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**전자부품연구원**
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)
(72) 발명자
**전세웅**
인천광역시 서구 청라루비로 68, 461동 304호 (경서동, 인천청라 한일베라체)
**황정훈**
서울특별시 서초구 강남대로95길 56, 107호 (잠원동, 대주피오레아파트)
**김승훈**
서울특별시 동작구 상도로 320, 106동 1302호 (상도동, 중앙하이츠빌아파트)
(74) 대리인
**정부연**

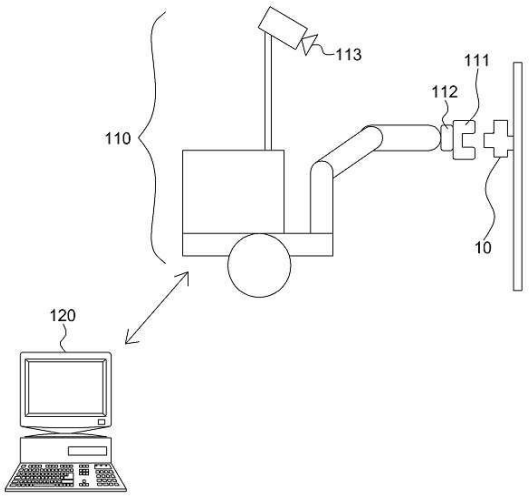
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 조은용

(54) 발명의 명칭 **로봇 제어 시각화 장치**

## (57) 요 약

로봇 제어 시각화 장치는 작업 대상에 물리력을 제공하는 매니퓰레이터, 상기 제공된 물리력을 측정하는 물리력 측정 센서 및 상기 매니퓰레이터에 의한 작업을 촬상하는 카메라를 포함하는 로봇, 상기 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 디스플레이하는 디스플레이부 및 상기 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상 상에 오버레이하는 비주얼 가이던스 제어부를 포함한다. 따라서, 로봇 제어 시각화 장치는 물리력 측정 센서를 통해 측정된 물리력을 작업 영상 상에 오버레이하여, 사용자가 직관적으로 인식할 수 있는 물리력에 대한 정보를 제공할 수 있다.

*대 표 도* - 도1



# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

작업 대상에 물리력을 제공하는 매니퓰레이터, 상기 작업 대상에 제공된 물리력을 측정하는 물리력 측정 센서 및 상기 매니퓰레이터에 의한 작업을 촬상하는 카메라를 포함하는 로봇;

상기 카메라에 의하여 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 디스플레이하는 디스플레이부; 및

상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상 상에 오버레이하는 비주얼 가이던스 제어부를 포함하고,

상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 객체를 제1색으로 디스플레이하고, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 객체를 제2색으로 디스플레이하며, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 상기 비주얼 객체를 제3색으로 디스플레이하고,

상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자를 기준 크기보다 크게 디스플레이하고, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 표시자를 상기 기준 크기로 디스플레이하며, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 상기 비주얼 표시자를 상기 기준 크기보다 크게 디스플레이하는 로봇 제어 시각화 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 물리력 측정 센서는

상기 매니퓰레이터에 의하여 상기 작업 대상에 제공되는 힘 및 토크 중 적어도 하나를 측정하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는

상기 작업 대상이 결정되면 상기 작업 대상의 윤곽선에 해당하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상에 디스플레이하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 매니퓰레이터의 이동 방향에 배치되고 기 설정된 거리 내에 있는 객체를 상기 작업 대상으로 결정하는 작업 대상 결정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는

상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 상기 작업 대상에 제공된 물리력의 세기에 따라 상기 작업 대상에 해당하는 비주얼 객체를 색체적으로 디스플레이하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는

상기 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 상기 작업 대상에 제공된 물리력의 세기에 해당하는 그레이스케일, 바이모달형 크기, 블링크 간격 및 수치 레벨 중 적어도 하나를 포함하는 비주얼 표시자를 디스플레이하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는

상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 상기 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 상기 작업 대상의 속성에 따른 적어도 하나의 작업 오퍼레이터를 표현하고, 현재 진행되고 있는 작업 오퍼레이터를 강조하는 것을 특징으로 하는 로봇 제어 시각화 장치.

**청구항 8**

작업 대상에 물리력을 제공하는 매니퓰레이터 및 상기 매니퓰레이터에 의한 작업을 촬상하는 카메라를 포함하는 로봇;

상기 카메라에 의하여 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 디스플레이하는 디스플레이부; 및

상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 작업 오퍼레이터에 따라 상기 작업 대상의 윤곽선에 해당하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상 상에 디스플레이하는 비주얼 가이던스 제어부를 포함하고,

상기 비주얼 가이던스 제어부는 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 객체를 제1색으로 디스플레이하고, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 객체를 제2색으로 디스플레이하며, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 상기 비주얼 객체를 제3색으로 디스플레이하고,

상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자를 기준 크기보다 크게 디스플레이하고, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 상기 비주얼 표시자를 상기 기준 크기로 디스플레이하며, 상기 물리력 측정 센서에 의하여 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 상기 비주얼 표시자를 상기 기준 크기보다 크게 디스플레이하는 로봇 제어 시각화 장치.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 로봇 제어 시각화 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 작업 대상에 제공되는 물리력을 측정하고, 이를 작업 영상 상에 오버레이하는 로봇 제어 시각화 장치에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 로봇은 자동화 처리 시스템에서 점차 일반화되어 사용되고 있으며, 인간 노동력을 사용하여 달성할 수 없는 정밀도와 효율을 가지며 작업을 수행한다. 또한, 로봇은 작업 환경이 민감하거나 위험한 환경에 해당하여 인간 노동력을 사용하는 것이 바람직하지 않은 경우 사용될 수 있다.

[0003] 종래의 기술은 사용자가 로봇을 원격으로 조종하는 경우 로봇에 가해지는 힘을 사람에게 감각으로 제공하였다.

종래의 기술은 높은 비용을 필요로 하고, 잦은 작업의 경우 사용자의 피로감을 증가시킨다는 문제점이 있다. 또한, 힘토크 센서의 정보값이 별도의 모니터에 디스플레이되는 경우, 사용자의 시선이 분산되어 사용자의 조작 과정에서 문제점이 발생하였다.

[0004] 한국등록특허 제1,227,934호는 웨이퍼 운반 로봇을 교정하기 위한 시각화 시스템 및 방법에 관한 것으로, 카메라가 로봇상에 배치되고 처리 시스템에 의하여 미리 정의된 위치에 배치되는 교정 웨이퍼의 이미지 데이터를 획득하여 처리 시스템 내에 배치된 로봇의 운동을 교정하기 위한 웨이퍼 운반 로봇을 교정하기 위한 시각화 시스템 및 방법에 대하여 개시한다.

[0005] 한국등록특허 제1,200,551호는 작업영역 인식이 가능한 원격 제어 로봇 시스템에 관한 것으로, 로봇 주위의 작업현장에 대한 영상 이미지를 원격 제어기를 통해 확인할 수 있고 자체 위치 인식에 의해 설정된 작업을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 주변 물체와의 충돌을 방지할 수 있어 안전성과 작업수행능력을 높일 수 있는 원격 제어 로봇 시스템에 대하여 개시한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제1,227,934호 (2013. 01. 24 등록)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제1,200,551호 (2012. 11. 06 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는 물리력 측정 센서를 통해 측정된 물리력을 작업 영상 상에 오버레이하고자 한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예는 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 오버레이하여 사용자가 직관적으로 인식할 수 있는 물리력에 대한 정보를 제공하고자 한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예는 카메라를 사용하여 작업 대상 및 매니퓰레이터의 위치를 포함하는 작업 영상을 사용자에게 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 실시예들 중에서, 로봇 제어 시각화 장치는 작업 대상에 물리력을 제공하는 매니퓰레이터, 상기 제공된 물리력을 측정하는 물리력 측정 센서 및 상기 매니퓰레이터에 의한 작업을 촬상하는 카메라를 포함하는 로봇, 상기 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 디스플레이하는 디스플레이부 및 상기 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상 상에 오버레이하는 비주얼 가이던스 제어부를 포함한다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 물리력 측정 센서는 상기 작업 대상에 대한 상기 매니퓰레이터의 힘 및 토크 중 적어도 하나를 측정할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 작업 대상이 결정되면 상기 작업 대상의 윤곽선에 해당하는 비주얼 객체를 상기 작업 영상에 디스플레이할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 로봇 제어 시각화 장치는 상기 매니퓰레이터의 이동 방향에 배치되고 기 설정된 거리 내에 있는 객체를 상기 작업 대상으로 결정하는 작업 대상 결정부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 상기 제공된 물리력의 세기에 따라 상기 작업 대상에 해당하는 비주얼 객체를 색체적으로 디스플레이할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 상기 제공된 물리력의 세기에 해당하는 그레이 스케일, 바이모달형 크기, 블링크 간격 및 수치 레벨 중 적어도 하나를 포함

하는 비주얼 표시자를 디스플레이할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 비주얼 가이던스 제어부는 상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 상기 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 상기 작업 대상의 속성에 따른 적어도 하나의 작업 오퍼레이터를 표현하고, 현재 진행되고 있는 작업 오퍼레이터를 강조할 수 있다.

[0017] 실시예들 중에서, 로봇 제어 시각화 장치는 작업 대상에 물리력을 제공하는 매니퓰레이터 및 상기 매니퓰레이터에 의한 작업을 촬상하는 카메라를 포함하는 로봇, 상기 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 디스플레이하는 디스플레이부 및 상기 매니퓰레이터가 상기 작업 대상을 제어하면 작업 오퍼레이터에 따라 상기 작업 대상에 오버레이되는 비주얼 객체를 상기 작업 영상 상에 디스플레이하는 비주얼 가이던스 제어부를 포함한다.

## *발명의 효과*

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 제어 시각화 장치는 물리력 측정 센서를 통해 측정된 물리력을 작업 영상 상에 오버레이할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 제어 시각화 장치는 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 오버레이하여 사용자가 직관적으로 인식할 수 있는 물리력에 대한 정보를 제공할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 제어 시각화 장치는 카메라를 사용하여 작업 대상 및 매니퓰레이터의 위치를 포함하는 작업 영상을 사용자에게 제공할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 제어 시각화 장치를 설명하는 도면이다.

도 2는 도 1에 있는 원격 제어 장치의 내부 구성을 설명하는 블록도이다.

도 3은 도 1에 있는 원격 제어 장치에서 디스플레이되는 작업 영상을 설명하는 도면이다.

도 4는 도 1에 있는 원격 제어 장치에서 디스플레이되는 비주얼 객체를 설명하는 도면이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0022] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0023] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.

[0024] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0025] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어"있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어"있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0026] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다"또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이

들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0027] 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0028] 본 발명은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현될 수 있고, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한, 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0029] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 제어 시각화 장치를 설명하는 도면이고, 도 2는 도 1에 있는 원격 제어 장치의 내부 구성을 설명하는 블록도이다.

[0031] 도 1 및 2를 참조하면, 로봇 제어 시각화 장치(100)는 로봇(110) 및 원격 제어 장치(120)를 포함한다.

[0032] 로봇(110)은 매니퓰레이터(111), 물리력 측정 센서(112) 및 카메라(113)를 포함한다.

[0033] 매니퓰레이터(111)는 작업 대상에 물리력을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 매니퓰레이터(111)는 작업 도구 또는 로봇 팔을 통해 구현될 수 있다. 매니퓰레이터(111)는 구조적 요소들(예를 들어, 복수의 축선들) 및 이들을 연결하는 관절들을 포함하고, 운동학적 용장성을 가지는 다관절식 작업 도구로 구현될 수 있다. 로봇 제어 시각화 장치(100)는 매니퓰레이터(111)의 복수의 축선들의 위치를 통해 관절들의 각을 추정할 수 있다. 또한, 로봇 제어 시각화 장치(100)는 매니퓰레이터(111)의 관절들의 각을 통해 복수의 축선들의 위치를 추정할 수 있다. 사용자는 카메라(113)에 의하여 생성된 작업 영상을 기초로 매니퓰레이터(111)를 제어하여 작업을 수행할 수 있다. 로봇 제어 시각화 장치(100)는 매니퓰레이터(111)에 의한 작업 대상(10)의 상태 변화를 작업 영상에 반영할 수 있다.

[0034] 물리력 측정 센서(112)는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)에 제공하는 물리력을 측정할 수 있다. 물리력 측정 센서(112)는 물리력이 작업 대상(10)에 작용할 때 발생되는 물체의 변형을 이용하여 물리력을 측정할 수 있다. 물리력 측정 센서(112)는 작용되는 물리력의 크기를 변위로 변환하고, 변환된 변위를 전기 신호로 변환할 수 있다. 일 실시예에서, 물리력 측정 센서(112)는 스트레인 게이지(Strain Gage)를 사용하여 작업 대상(10)의 변형을 측정할 수 있다. 스트레인 게이지는 금속 또는 반도체로 구성되는 전기저항으로 구현될 수 있고, 물리력 측정 센서(112)는 응력을 받아 변형되는 스트레인 게이지의 저항 값 변화를 이용하여 물리력을 측정할 수 있다. 일 실시예에서, 물리력 측정 센서(112)가 측정하는 물리력은 힘 및 토크에 해당할 수 있다. 즉, 물리력 측정 센서(112)는 작업 대상(10)에 대한 매니퓰레이터(111)의 힘 및 토크 중 적어도 하나를 측정할 수 있다.

[0035] 카메라(113)는 매니퓰레이터(111)의 작업 방향을 향해 배치되고 작업 대상(10) 및 작업 영상을 촬상할 수 있다. 일 실시예에서, 카메라(113)는 로봇 제어 시각화 장치(100)의 전면에 배치될 수 있고, 2-D 카메라 또는 3-D 카메라를 통해 구현될 수 있다. 여기에서, 카메라(113)의 위치는 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 실시예에 따라 변경될 수 있다. 카메라(113)는 사용자가 필요로 하는 특정 방향의 작업 영상을 촬영하기 위하여 배치될 수 있다. 카메라(113)는 초점 및 노출 양을 조절할 수 있고 시점 이동을 통해 다시점 영상을 촬상할 수 있다. 카메라(113)는 작업 대상(10)을 촬상하여 영상 처리부(130)에 제공할 수 있다. 작업 영상은 매니퓰레이터(111)의 작업 방향을 향해 배치된 작업 대상(10)에 대한 평면 영상 또는 입체적 영상에 해당할 수 있다.

[0036] 도 2를 참조하면, 원격 제어 장치(120)는 디스플레이부(210), 비주얼 가이던스 제어부(220), 작업 대상 결정부(230), 위치 인식부(240) 및 제어부(250)를 포함한다.

[0037] 디스플레이부(210)는 카메라(113)를 통해 촬상된 작업을 기초로 생성된 작업 영상을 사용자에게 디스플레이할

수 있다. 사용자는 작업 영상을 제공 받아 관심 영역에 대한 정보를 획득할 수 있다. 디스플레이부(210)는 비주얼 가이던스 제어부(220)에 의하여 제어되는 비주얼 객체, 비주얼 표시자 또는 작업 오퍼레이터를 디스플레이 화면 상에 출력할 수 있다.

[0038] 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 작업 영상 상에 오버레이(Overlay)할 수 있다. 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상(10)이 결정되면 작업 대상의 윤곽선에 해당하는 비주얼 객체를 작업 영상에 디스플레이할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상 결정부(230)에 의하여 결정된 작업 대상(10)에 대한 정보를 수신할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 결정된 작업 대상(10)의 윤곽선에 해당하는 비주얼 객체를 생성하여 디스플레이부(210)에 제공할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 객체는 비주얼 가이던스 제어부(220)에 의하여 작업 대상(10)의 윤곽선이 강조된 형태로 디스플레이될 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 비주얼 객체는 비주얼 가이던스 제어부(220)에 의하여 윤곽선의 두께 및 형태가 조절될 수 있다. 원격 제어 장치(120)의 데이터베이스는 작업 대상(10)에 대한 파라미터를 미리 저장할 수 있다. 원격 제어 장치(120)의 데이터베이스는 작업 대상(10)의 파라미터를 미리 일괄적으로 저장하거나 또는 이벤트 발생에 따라 저장할 수 있다. 또한, 작업 대상(10)이 작업 대상 결정부(230)에 의하여 결정되면 원격 제어 장치(120)는 작업 영상을 통해 디스플레이되는 작업 대상(10)의 상태 정보를 판단할 수 있다. 원격 제어 장치(120)의 데이터베이스는 비주얼 객체가 사용자의 조작에 의하여 제어되는 경우 해당 작업 대상(10)의 상태 정보를 판단하여 데이터베이스에 작업 대상(10)의 파라미터를 저장할 수 있다. 즉, 비주얼 객체는 데이터베이스에 저장된 작업 대상(10)의 파라미터에 대응하여 기 설정된 방식으로 제어되거나, 사용자의 조작에 의하여 제어될 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)을 제어하면 제공된 물리력의 세기에 따라 작업 대상(10)에 해당하는 비주얼 객체를 색체적으로 디스플레이할 수 있다. 보다 구체적으로, 원격 제어 장치(120)는 물리력 측정 센서(112)에 의하여 측정된 물리력을 수신할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상(10)에 제공된 물리력의 세기에 따라 비주얼 객체를 제어할 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 기준 물리력을 미리 설정할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 객체를 노란색으로 디스플레이할 수 있다. 여기에서, 제1 기준 물리력은 작업 대상(10)에 제공되는 물리력이 부족하여 작업을 수행을 할 수 없는 물리력에 해당한다. 사용자는 비주얼 객체가 노란색인 경우 매니퓰레이터(111)의 물리력을 증가시켜 작업을 수행할 수 있다. 또한, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 객체를 초록색으로 디스플레이할 수 있다. 한편, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 비주얼 객체를 빨간색으로 디스플레이할 수 있다. 여기에서, 제2 기준 물리력은 작업 대상(10)에 제공되는 물리력이 과잉되어 작업 대상(10)을 손상시킬 위험이 있는 물리력에 해당한다. 사용자는 비주얼 객체가 빨간 색인 경우 매니퓰레이터(111)의 물리력을 감소시켜 작업을 수행할 수 있다.

[0042] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 물리력의 세기에 해당하는 그레이 스케일, 바이모달형 크기, 블링크 간격 및 수치 레벨 중 적어도 하나를 포함하는 비주얼 표시자를 디스플레이 할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)가 비주얼 표시자를 그레이 스케일을 통해 디스플레이하는 경우, 비주얼 표시자는 매니퓰레이터(111)가 제공하는 물리력을 단계별로 색체 또는 명암의 변화를 나타내도록 디스플레이할 수 있다.

[0043] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)가 비주얼 표시자를 바이모달형 크기를 통해 디스플레이할 수 있다. 여기에서, 비주얼 표시자는 측정된 물리량을 수치로 표현할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 제1 및 제2 기준 물리력을 설정할 수 있고, 측정된 물리량이 제1 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자를 기준 크기보다 크게 디스플레이할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고 제2 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자를 기준 크기로 디스플레이할 수 있다. 또한, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리량이 제2 기준 물리력 이상인 경우 비주얼 표시자를 기준 크기보다 크게 디스플레이할 수 있다. 사용자는 비주얼 표시자의 크기가 커지는 경우, 매니퓰레이터(111)가 제공하는 물리력을 제어하여 작업을 수행할 수 있다.

[0044] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)가 비주얼 표시자를 블링크 간격을 통해 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리량의 크기에 따라 블링크의 시간 간격을 조절할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리량의 크기가 클수록 블링크의 시간 간격을 짧게 할 수 있다. 즉, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 블링크의 시간 간격이 측정된 물리량에 반비례하도록 비주얼 표시자를 디스플레이

할 수 있다.

[0045] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)가 비주얼 표시자를 수치 레벨을 통해 디스플레이할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력에 대응하도록 비주얼 표시자를 디스플레이할 수 있다.

[0046] 비주얼 가이던스 제어부(220)는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)을 제어하면 작업 대상(10)과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 작업 대상(10)의 속성에 따른 적어도 하나의 작업 오퍼레이터를 표현하고, 현재 진행되고 있는 작업 오퍼레이터를 강조할 수 있다. 일 실시예에서, 원격 제어 장치(120)의 데이터베이스는 작업 대상(10)의 속성을 미리 저장하거나, 작업을 진행면서 작업 대상(10)의 속성을 저장할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상(10)과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 적어도 하나의 작업 오퍼레이터를 표현할 수 있고, 사용자는 작업 오퍼레이터에 따라 작업을 수행할 수 있다. 예를 들어, 작업 오퍼레이터는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)을 미는 작업을 수행 중인 경우, [밀기]를 디스플레이할 수 있다.

[0047] 작업 대상 결정부(230)는 매니퓰레이터(111)의 이동 방향에 배치되고 기 설정된 거리에 있는 객체를 작업 대상(10)으로 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 원격 제어 장치(120)는 위치 인식부(240)를 통해 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 작업 대상 결정부(230)는 매니퓰레이터(111)가 이동하는 경우 매니퓰레이터(111)의 이동 방향에 배치되고 매니퓰레이터(111)의 작업 반경에 있는 객체를 작업 대상(10)으로 결정할 수 있다. 일 실시예에서, 작업 대상 결정부(230)는 매니퓰레이터(111)와 가장 가까운 객체를 작업 대상(10)으로 결정할 수 있다.

[0048] 일 실시예에서, 위치 인식부(240)는 고정 마커 또는 특징 영역을 인식하여 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 위치 인식부(240)는 캘리브레이션(Calibration)을 통해 고정 마커를 지정할 수 있고, 고정 마커를 기준으로 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 위치 인식부(240)는 절대 좌표계를 통해 고정 마커를 기준으로 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 위치 인식부(240)는 고정 마커의 위치 및 방향을 기초로 매니퓰레이터(111)의 위치, 방향 및 작업 수행 여부를 결정할 수 있다.

[0049] 일 실시예에서, 위치 인식부(240)는 특징 영역을 인식하고, 특징 영역의 유사도를 판단하여 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 보다 구체적으로, 위치 인식부(240)는 작업 영상에서 제1 특징 영역을 인식할 수 있다. 특징 영역은 특징 글자, 특징점, 특징 형상, 특징 모양, 특징 색깔 또는 특징 도형에 해당할 수 있다. 위치 인식부(240)는 제1 특징 영역과 매니퓰레이터(111)에 표시된 제2 특징 영역의 유사도를 분석할 수 있다. 위치 인식부(240)는 특징 영역들의 유사도에 따라 매니퓰레이터(111)의 검출 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 특징 영역들이 “+” 모양에 해당하고 유사도가 높다고 분석되는 경우, 위치 인식부(240)는 매니퓰레이터(111)의 위치를 인식할 수 있다. 한편, 제1 및 제2 특징 영역들의 유사도가 낮다고 분석되는 경우, 위치 인식부(240)는 서로 유사한 특징 영역들의 존재 여부를 검색할 수 있다.

[0050] 제어부(250)는 원격 제어 장치(120)의 전체적인 동작을 제어하고, 디스플레이부(210), 비주얼 가이던스 제어부(220), 작업 대상 결정부(230) 및 위치 인식부(240) 간의 제어 흐름 또는 데이터 흐름을 제어할 수 있다.

[0051] 로봇 제어 시각화 장치(100)는 영상 처리부(130)에서 생성된 작업 영상을 출력 장치를 통해 사용자에게 제공할 수 있다. 사용자는 작업 영상을 제공 받아 작업 대상(10) 또는 관심 영역에 대한 정보를 획득할 수 있다. 사용자는 작업 영상을 기초로 작업 환경에 대한 정보를 획득하고, 매니퓰레이터(111)를 제어하여 작업을 수행할 수 있다.

[0052] 도 3은 도 1에 있는 원격 제어 장치에서 디스플레이되는 작업 영상을 설명하는 도면이다.

[0053] 도 3을 참조하면, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)을 제어하면 제공된 물리력의 세기에 따라 비주얼 표시자(310)를 색체적으로 디스플레이할 수 있다. 보다 구체적으로, 원격 제어 장치(120)는 물리력 측정 센서(112)에 의하여 측정된 물리력을 수신할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상(10)에 제공된 물리력의 세기에 따라 비주얼 표시자(310)를 제어할 수 있다.

[0054] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 기준 물리력을 미리 설정할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자(310)를 노란색으로 디스플레이할 수 있다. 여기에서, 제1 기준 물리력은 작업 대상(10)에 제공되는 물리력이 부족하여 작업을 수행을 할 수 없는 물리력에 해당한다. 사용자는 비주얼 표시자(310)가 노란색인 경우 매니퓰레이터(111)의 물리력을 증가시켜 작업을 수행할 수 있다. 또한, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제1 기준 물리력 이상이고

제2 기준 물리력 이하인 경우 비주얼 표시자(310)를 초록색으로 디스플레이할 수 있다. 한편, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력이 제2 기준 물리력 이상인 경우 비주얼 표시자(310)를 빨간색으로 디스플레이할 수 있다. 여기에서, 제2 기준 물리력은 작업 대상(10)에 제공되는 물리력이 과잉되어 작업 대상(10)을 손상시킬 위험이 있는 물리력에 해당한다. 사용자는 비주얼 표시자(310)가 빨간 색인 경우 매니퓰레이터(111)의 물리력을 감소시켜 작업을 수행할 수 있다.

[0055] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)가 비주얼 표시자(320)를 수치 레벨을 통해 디스플레이할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력에 대응하도록 비주얼 표시자(320)를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 매니퓰레이터(111)가 제공할 수 있는 물리력을 9단계로 설정할 수 있다. 여기에서, 물리력 측정 센서(112)에 의하여 측정된 물리력이 1단계에 해당하는 경우, 비주얼 표시자(320)는 [111]에 해당할 수 있고, 측정된 물리력이 4단계에 해당하는 경우, 비주얼 표시자(320)는 [444]를 출력할 수 있다.

[0056] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 비주얼 표시자(330)를 막대 그래프를 통해 디스플레이할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 측정된 물리력에 대응하도록 막대 그래프를 표시할 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상과 겹치지 않는 인접한 배경 영역에 물리력의 세기에 해당하는 그레이 스케일, 바이모달형 크기, 블링크 간격 및 수치 레벨 중 적어도 하나를 포함하는 비주얼 표시자를 디스플레이 할 수 있다.

[0058] 도 4는 도 1에 있는 원격 제어 장치에서 디스플레이되는 비주얼 객체를 설명하는 도면이다.

[0059] 일 실시예에서, 비주얼 가이던스 제어부(220)는 매니퓰레이터(111)가 작업 대상(10)을 제어하면 제공된 물리력의 세기에 따라 작업 대상(10)에 해당하는 비주얼 객체(410)를 색체적으로 디스플레이할 수 있다. 보다 구체적으로, 원격 제어 장치(120)는 물리력 측정 센서(112)에 의하여 측정된 물리력을 수신할 수 있다. 비주얼 가이던스 제어부(220)는 작업 대상(10)에 제공된 물리력의 세기에 따라 비주얼 객체(410)를 제어할 수 있다.

[0060] 로봇 제어 시각화 장치(100)는 물리력 측정 센서(112)를 통해 측정된 물리력을 작업 영상 상에 오버레이할 수 있다. 로봇 제어 시각화 장치(100)는 측정된 물리력을 표현하는 비주얼 객체를 오버레이하여 사용자가 직관적으로 인식할 수 있는 물리력에 대한 정보를 제공할 수 있다. 또한, 로봇 제어 시각화 장치(100)는 카메라를 사용하여 작업 대상 및 매니퓰레이터의 위치를 포함하는 작업 영상을 사용자에게 제공할 수 있다.

[0061] 상기에서는 본 출원의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 출원을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

## *부호의 설명*

[0062] 100: 로봇 제어 시각화 장치

110: 로봇 111: 매니퓰레이터

112: 물리력 측정 센서 113: 카메라

120: 원격 제어 장치 210: 디스플레이부

220: 비주얼 가이던스 제어부 230: 작업 대상 결정부

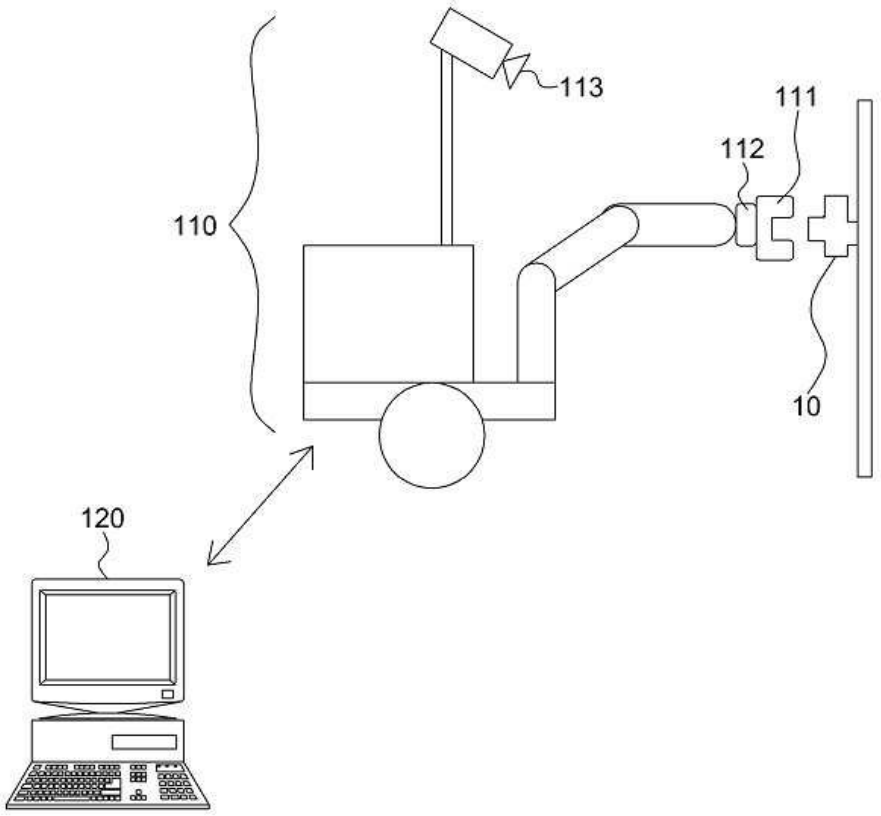
240: 위치 인식부 250: 제어부

310, 320, 330: 비주얼 표시자

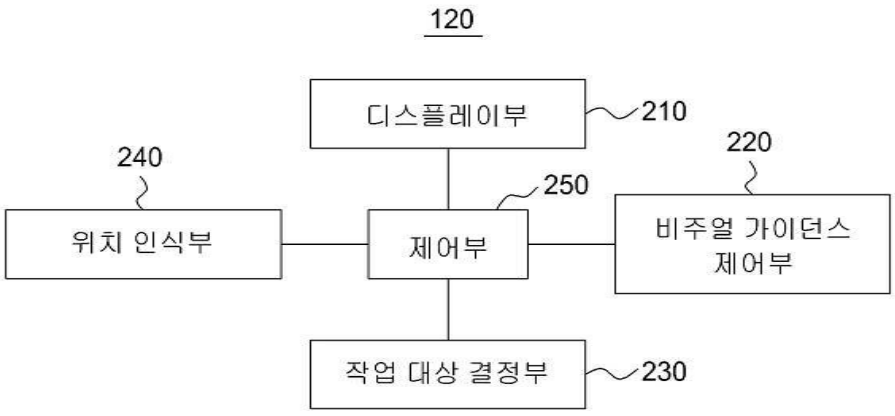
410: 비주얼 객체

## 도면

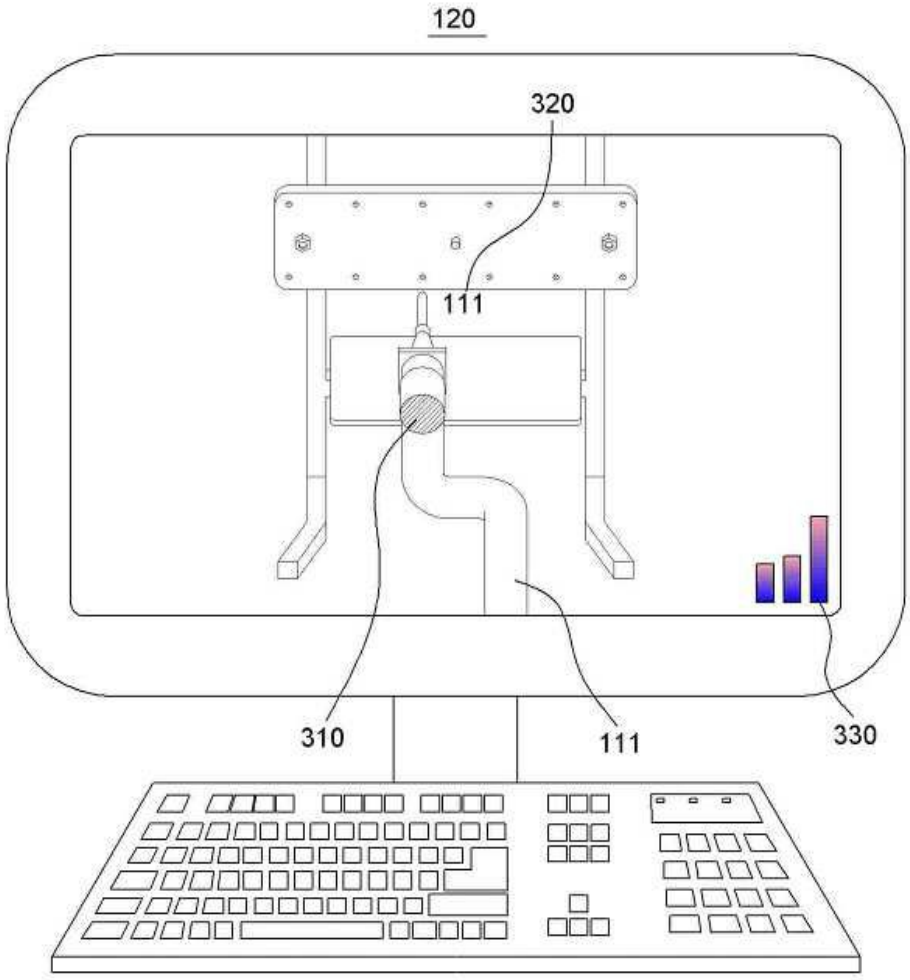
### 도면1


113
111
112
110
10
120

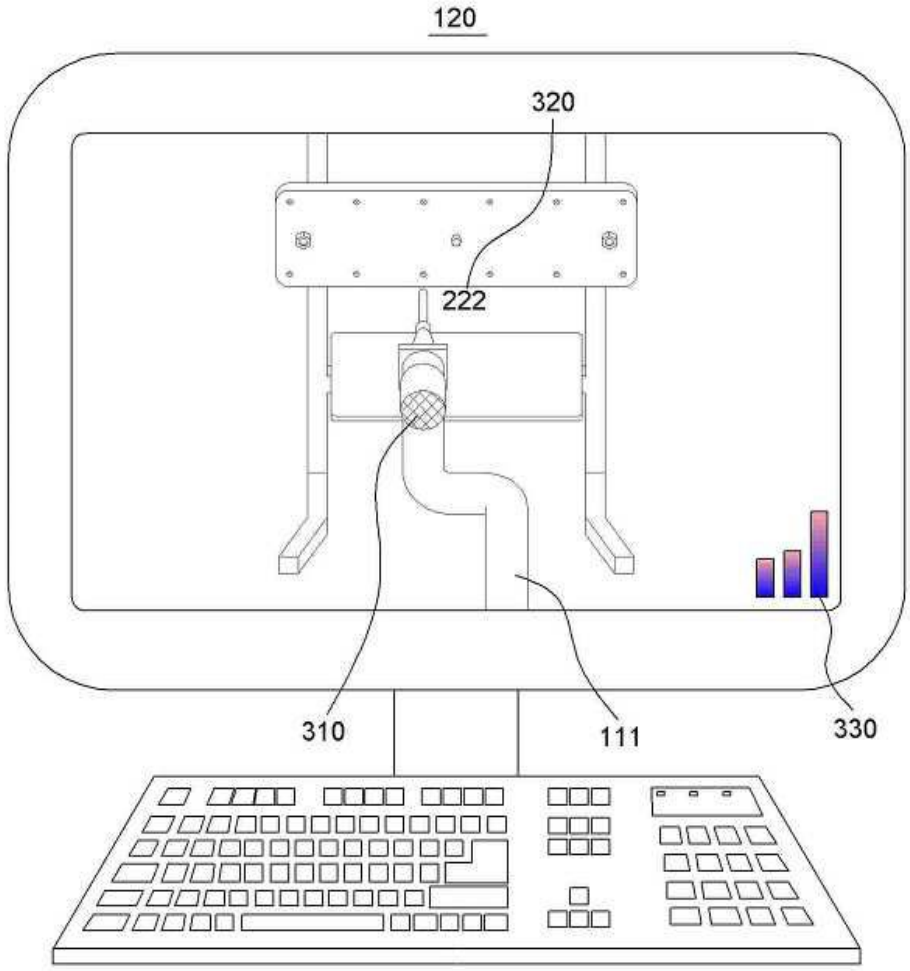
### 도면2


120
디스플레이부
210
240
220
250
위치 인식부
제어부
비주얼 가이던스
제어부
작업 대상 결정부
230

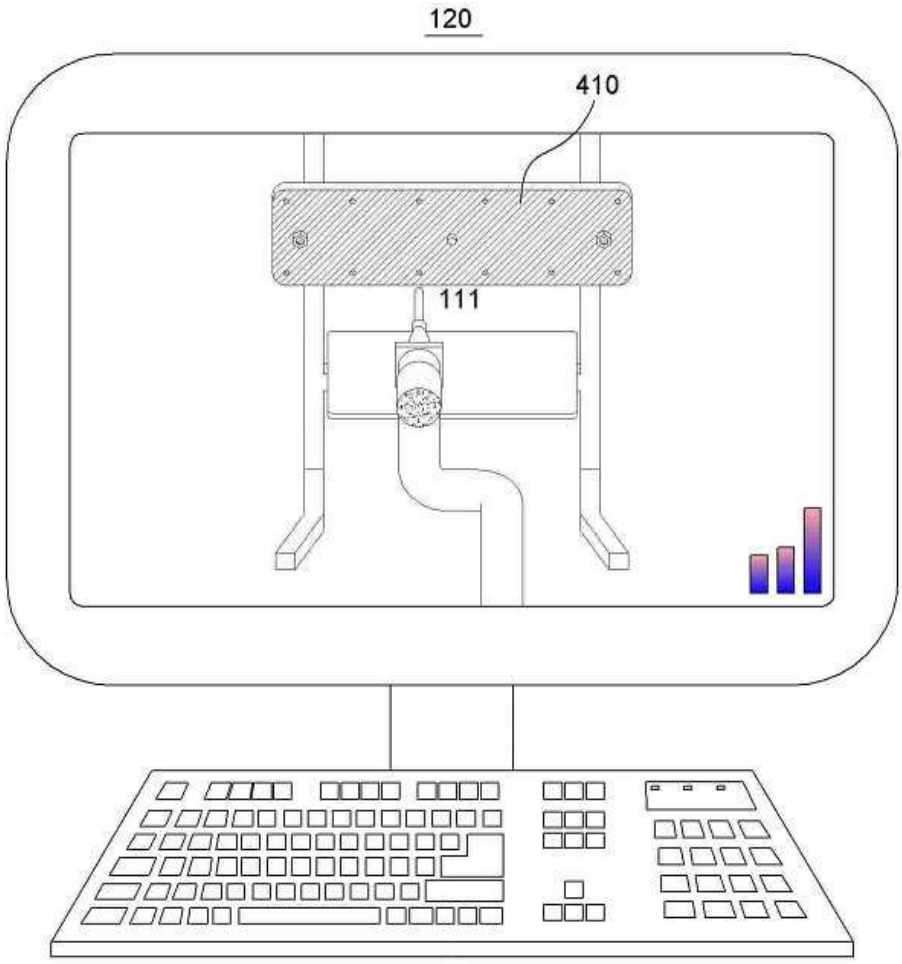
도면3a



도면3b



도면4



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월17일
(11) 등록번호 10-1040957
(24) 등록일자 2011년06월07일

(51) Int. Cl.
*B25J 13/08* (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
*B25J 9/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0068242
(22) 출원일자 2009년07월27일
심사청구일자 2009년07월27일
(65) 공개번호 10-2011-0010901
(43) 공개일자 2011년02월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080075730 A
KR1020040064930 A
JP06258028 A

(73) 특허권자
**전자부품연구원**
경기도 성남시 분당구 야탑동 68번지
(72) 발명자
**박창우**
서울특별시 송파구 잠실동 잠실리센츠 240-1303
**김영욱**
경기도 부천시 원미구 상3동 라일락마을 2307동 102호
**김봉석**
서울특별시 강서구 가양동 이스타빌 1차 904호
(74) 대리인
**박종한**

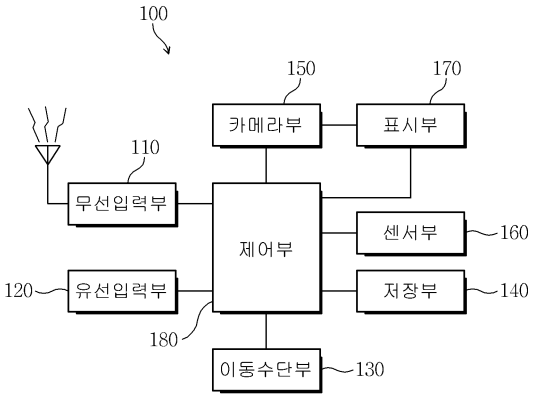
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 이현동

## (54) 로봇의 위치 인식 방법 및 장치

*(57) 요 약*

본 발명은 로봇의 위치 인식 방법 및 장치에 관한 것으로, 로봇 주행 공간에서의 수치적 위치가 아닌, 전방 카메라를 통해 습득하는 영상(Scene) 자체를 통하여 로봇의 현재 위치를 파악하며, 장소(공간)로 로봇 자신의 위치를 추정하기 위한 것이다. 본 발명에 따르면, 특정 공간들과 일대일 매핑되는 대표 행렬들을 저장하는 과정과, 위치를 인식하고자 하는 경우, 카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하는 과정과, 상기 영상 행렬과 고유 행렬을 곱하여 기준 행렬을 생성하는 과정과, 상기 기준 행렬과 상기 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 방법 및 이를 위한 장치를 제공한다.

*대 표 도* - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 C106D101000108D020100320
부처명 지식경제부
연구관리전문기관
연구사업명 산업원천기술개발사업
연구과제명 인지모델기반 실시간 환경지도 구축 및 전역 공간인지 기술개발
기여율
주관기관 전자부품연구원
연구기간 2008년 12월 01일 ~ 2013년 09월 30일

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

로봇의 위치 인식 방법에 있어서,

특정 공간들과 일대일 매핑되는 대표 행렬들을 저장하는 과정과,

위치를 인식하고자 하는 경우, 카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하는 과정과,

상기 영상 행렬과 고유 행렬을 곱하여 기준 행렬을 생성하는 과정과,

상기 기준 행렬과 상기 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 대표 행렬들을 저장하는 과정은,

카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하는 과정과,

상기 영상 행렬의 고유 벡터(eigen)로부터 선택된 인자들을 가지는 고유 행렬을 도출하는 과정과,

상기 영상 행렬 및 고유 행렬을 이용하여 대표 행렬을 생성하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 영상 행렬을 생성하는 과정은,

특정 공간이 c행 r열로 분할된 영상 벡터로부터 래스터 주사 방식에 따라 1차원 행렬로 변환하고, 상기 1차원 행렬을 놈 연산을 통해 정규화하며, 상기 정규화된 1차원 행렬의 각 인자를 상기 1차원 행렬의 평균 벡터로 나누는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 방법.

**청구항 4**

제2항에 있어서,

상기 고유 행렬을 도출하는 과정은,

상기 영상 행렬로부터 공분산 행렬을 산출하고, 산출한 공분산 행렬의 고유 벡터로부터 선택된 벡터를 이용하여 고유 행렬을 도출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 방법.

**청구항 5**

로봇의 위치 인식 장치에 있어서,

전방의 공간을 촬영하는 카메라부; 및

상기 카메라부로 촬영한 특정 공간들과 일대일 매핑되는 대표 행렬들을 저장하며,

임의의 공간을 인식하고자 하는 경우, 상기 카메라부를 통해 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하고, 상기 영상 행렬과 고유 행렬을 곱하여 기준 행렬을 생성하며, 상기 기준 행렬과 상기 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제어부는

카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하며, 상기 영상 행렬의 고유 벡터(eigen)로부터 선택된 인자들을 가지는 고유 행렬을 도출하고, 상기 영상 행렬 및 고유 행렬을 이용하여 대표 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제어부는

특정 공간이 c행 r열로 분할된 영상 벡터로부터 래스터 주사 방식에 따라 1차원 행렬로 변환하고, 상기 1차원 행렬을 놈 연산을 통해 정규화하며, 상기 정규화된 1차원 행렬의 각 인자를 상기 1차원 행렬의 평균 벡터로 나눔으로써 영상 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 장치.

**청구항 8**

제6항에 있어서,

상기 제어부는

상기 영상 행렬로부터 공분산 행렬을 산출하고, 산출한 공분산 행렬의 고유 벡터로부터 선택된 벡터를 이용하여 고유 행렬을 도출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 인식 장치.

# *명 세 서*

## *발명의 상세한 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 로봇의 위치 인식 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히, 학습을 통해 공간을 인식할 수 있는 로봇의 위치 인식 방법 및 장치에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 로봇(Robot)은 자동 조절에 의해 조작이나 이동 등의 일을 수행할 수 있는 기계 장치로서, 인간을 대신하여 여러 작업에 이용되고 있다. 그 동안 로봇 산업은 급속도로 발전해 왔으며, 산업용/특수 작업용 로봇에 대한 연구에서 가정용, 교육용 로봇과 같이 인간의 작업을 돕고 인간의 생활에 즐거움을 주는 목적으로 만들어지는 로봇에 대한 연구로 확대되고 있는 실정이다. 이러한 로봇들은 인간 생활환경 안에서 작업을 수행하기 때문에, 주로 작은 크기의 이동 로봇(Mobile Robot)들이 대부분이다.

[0003] 이런 이동 로봇의 위치 인식에 관한 연구는 로봇 분야에서 매우 중요한 연구 분야 중 하나이다.

[0004] 최근에는 미지의 자유 공간에서 센서(Sensor)나 비전(Vision) 등을 통해 임의의 장애물을 인식하고, 특정한 표시(Landmark)나 장착된 센서에서 획득한 정보를 이용해 자신의 현재 위치를 파악하여 목적지로 충돌 없이 이동하는 로봇에 대한 연구가 이루어지고 있다.

[0005] 종래 로봇 주행을 위한 자기 위치 인식 기법은 로봇이 취득한 영상에서 특징점(Invariant Feature)를 추출하고, 로봇이 일정 구간을 주행한 후, 재취득한 영상을 바탕으로 동일한 방법을 사용하여 특징점을 새로 취득하고, 두 영상사이에서의 특징점의 매칭을 수행한다.

[0006] 특징점 매칭을 바탕으로 로봇의 수평, 수직 방향의 트랜슬레이션(Translation) 양과 각도 변화량을 추정함으로써, 전 Step에서의 로봇 위치를 기준으로 로봇의 현재 위치를 추정하게 되며, 위치 추정결과는 2D 로봇 주행공간에서의 (x,y)좌표와 진행 각도(@)로 구해진다.

[0007] 그러나 이러한 종래 로봇 위치 인식 기법은 로봇이 취득한 영상에서의 특징점 추출, 특징점 매칭, 위치변화량 산출 과정에서 소요되는 계산 시간이 클 뿐 아니라, 로봇 자기 위치 추정 결과가 주행 공간에서 수치적으로 구

해지므로, 인간 위치 인식 방법과는 차이가 존재한다.

[0008] 따라서 기존의 불변 특징점(Invariant Feature) 기반의 위치 인식이 아닌 로봇이 주행 중에 전방 카메라를 통해 습득하는 영상(Scene) 자체를 통하여 로봇의 현재 위치를 파악하며, 로봇 주행 공간에서의 수치적 위치가 아닌, 장소(공간)로 로봇 자신의 위치가 추정되는 기법에 대한 연구가 요구되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0009] 따라서 상술한 바와 같은 종래의 요구를 감안한 본 발명의 목적은, 로봇 주행 공간에서의 수치적 위치가 아닌, 전방 카메라를 통해 습득하는 영상(Scene) 자체를 통하여 로봇의 현재 위치를 파악하며, 장소(공간)로 로봇 자신의 위치가 추정되는 로봇의 위치 인식 방법 및 장치를 제공함에 있다.

### 과제 해결수단

[0010] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 방법은, 특정 공간들과 일대일 매핑되는 대표 행렬들을 저장하는 과정과, 위치를 인식하고자 하는 경우, 카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하는 과정과, 상기 영상 행렬과 고유 행렬을 곱하여 기준 행렬을 생성하는 과정과, 상기 기준 행렬과 상기 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 대표 행렬들을 저장하는 과정은, 카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하는 과정과, 상기 영상 행렬의 고유 벡터(eigen)로부터 선택된 인자들을 가지는 고유 행렬을 도출하는 과정과, 상기 영상 행렬 및 고유 행렬을 이용하여 대표 행렬을 생성하는 과정을 포함한다.

[0012] 상기 영상 행렬을 생성하는 과정은, 특정 공간이 c행 r열로 분할된 영상 벡터로부터 래스터 주사 방식에 따라 1차원 행렬로 변환하고, 상기 1차원 행렬을 놈 연산을 통해 정규화하며, 상기 정규화된 1차원 행렬의 각 인자를 상기 1차원 행렬의 평균 벡터로 나누는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 고유 행렬을 도출하는 과정은, 상기 영상 행렬로부터 공분산 행렬을 산출하고, 산출한 공분산 행렬의 고유 벡터로부터 선택된 벡터를 이용하여 고유 행렬을 도출하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 장치는, 전방의 공간을 촬영하는 카메라부; 및 상기 카메라부로 촬영한 특정 공간들과 일대일 매핑되는 대표 행렬들을 저장하며, 임의의 공간을 인식하고자 하는 경우, 상기 카메라부를 통해 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하고, 상기 영상 행렬과 고유 행렬을 곱하여 기준 행렬을 생성하며, 상기 기준 행렬과 상기 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식하는 제어부를 포함한다.

[0015] 상기 제어부는 카메라가 촬영한 영상으로부터 영상 행렬을 생성하며, 상기 영상 행렬의 고유 벡터(eigen)로부터 선택된 인자들을 가지는 고유 행렬을 도출하고, 상기 영상 행렬 및 고유 행렬을 이용하여 대표 행렬을 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 제어부는 특정 공간이 c행 r열로 분할된 영상 벡터로부터 래스터 주사 방식에 따라 1차원 행렬로 변환하고, 상기 1차원 행렬을 놈 연산을 통해 정규화하며, 상기 정규화된 1차원 행렬의 각 인자를 상기 1차원 행렬의 평균 벡터로 나눔으로써 영상 행렬을 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 제어부는 상기 영상 행렬로부터 공분산 행렬을 산출하고, 산출한 공분산 행렬의 고유 벡터로부터 선택된 벡터를 이용하여 고유 행렬을 도출하는 것을 특징으로 한다.

### 효 과

[0018] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 방법 및 장치는 로봇이 전방 카메라를 통해 취득한 영상을 바탕으로 자기 위치가 한 번의 계산으로 구해지며, 이때의 위치 또한 수치적 위치가 아닌, 공간 이름으로 구성되므로, 보다 빠른 계산 시간과 실시간성 처리 보장 및 인간 인지 방법과 유사하다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본

발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0020] 실시 예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다. 마찬가지 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.

[0021] 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 방법은, 특정 공간에 대해 학습하고, 특정 공간에 로봇이 위치한 경우, 학습한 특정 공간과 동일한지 여부를 비교하여 공간을 인식하는 방법을 사용한다.

[0022] 이때, 본 발명의 실시 예에 따르면, 상술한 학습 및 공간 인식을 위해 벡터 공간에 주성분 분석(Principal Components Analysis : PCA)을 적용하는 방법을 사용한다.

[0023] 먼저, 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 장치에 대해서 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 구성을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 로봇(100)은 무선 입력부(110), 유선 입력부(120), 이동 수단부(130), 저장부(140), 카메라부(150), 표시부(160), 센서부(170) 및 제어부(180)를 포함한다.

[0025] 무선 입력부(110) 및 유선 입력부(120)는 기본적으로 사용자로부터 명령을 수신하기 위한 장치이며, 수신한 명령을 제어부(170)로 전달한다. 여기서, "명령"이라 함은 로봇이 사용자에게 제공할 수 있는 기능을 수행하도록 하는 입력 신호이다. 예를 들면, 로봇이 특정 물체를 집어 오라는 명령을 수행할 수 있도록 설계된 경우, 사용자는 로봇에게 "특정 물체를 집어 오라"는 명령을 입력할 수 있다.

[0026] 특히, 무선 입력부(110) 및 유선 입력부(120)는 사용자로부터 특정 공간을 학습하도록 하는 "학습 명령"을 입력받을 수 있다. 무선 입력부(110) 및 유선 입력부(120)는 이러한 학습 명령을 제어부(170)로 전달한다.

[0027] 무선 입력부(110)는 사용자로부터 "명령 입력 장치"를 통해 무선으로 입력 받는다. "명령 입력 장치"는 무선 송신 수단이며, 무선 송신을 수행하기 위한 장치를 말한다.

[0028] 무선 입력부(110)는 "명령 입력 장치"의 종류에 따라 다양한 형태로 구현 가능하다. 예컨대, 사용자의 명령 입력 장치가 적외선 신호를 사용하는 리모트 컨트롤러(remote controller)인 경우, 무선 입력부(110)는 적외선 수신 포트로 구현될 수 있다. 또한, 사용자의 명령 입력 장치가, 근거리 개인 통신 장치, 예컨대, 블루투스, 무선랜 등과 같은 프로토콜을 이용한 장치인 경우, 무선 입력부(110)는 블루투스 모듈, 무선랜 송수신 모듈 등으로 구현될 수 있다. 그리고 사용자의 명령 입력 장치가 광대역 무선 통신망을 이용한 통신 장치, 예컨대, CDMA, GSM의 통신 프로토콜을 이용할 수 있는 통신 장치인 경우, 무선 입력부(110)는 CDMA, GSM 망으로부터 데이터를 송수신할 수 있는 장치로 구현될 수 있다.

[0029] 유선 입력부(120)는 제어부(180)와 유선으로 직접 연결되는 입력 장치이며, 예컨대, 키보드(keyboard)와 같은 키 입력 수단 등이 될 수 있다. 유선 입력부(120)는 사용자로부터 명령, 공간지도, 물체 및 물체에 대한 정보를 유선으로 직접 입력 받는다.

[0030] 이동 수단부(130)는 제어부(180)의 제어에 따라 제어부(180)가 제공한 경로를 통해 로봇을 이동시킨다. 이를 위하여, 이동 수단부(130)는 실제로 이동하기 위한 수단인 이동 장치와, 그 이동 장치를 제어하기 위한 제어 모듈을 포함한다. 여기서, 이동 수단부(130)는 그 이동 장치로 바퀴, 4족, 6족, 등 다양한 형태로 구성될 수 있다.

[0031] 저장부(140)는 소위 하드디스크(hard disk)와 같은 스토리지 디바이스(storage device), 소위 디램(DRAM)과 같은 메모리(memory)를 포함하며, 스토리지 디바이스 및 메모리는 착탈 가능한 형태로 구현될 수 있다. 저장부(140)는 착탈 가능하도록 소정의 착탈 장비를 포함하여 구성될 수 있다.

[0032] 이러한 저장부(140)는 본 발명의 실시 예에 따른 특정 공간을 촬영한 사진(이미지)를 저장한다. 또한, 저장부(140)는 본 발명의 실시 예에 따라 공간을 인식하기 위한 대표 공간 행렬 백터를 저장할 수 있다.

[0033] 카메라부(150)는 로봇에 장착되어 로봇과 소정 거리 이격된 특정 물체를 촬영(캡처)하여 촬영한 영상을 표시부(170) 및 제어부(180)에 제공한다. 카메라부(150)는 카메라 모듈(미도시), 신호처리장치(미도시) 및 영상처리장치(미도시)를 구비한다. 카메라 모듈은 피사체를 촬영하며, 촬영된 피사체인, 광학적 화상 신호를 전기적 화상 신호로 변환하는 카메라 센서를 구비한다. 여기서 카메라 센서는 CCD센서를 사용함이 바람직하다. 신호처리장치는 카메라 모듈로부터 출력되는 아날로그 화상 신호를 디지털 화상 신호로 변환한다. 여기서 신호처리장치는 DSP(Digital Signal Processor)로 구현함이 바람직하다. 영상처리장치는 신호처리장치에서 출력되는 화상 신호

를 표시하기 위한 화면 화상 신호를 발생하는 기능을 수행한다. 영상처리장치는 제어부(180)의 제어에 따라 수신되는 화상 신호를 표시부(170)의 규격에 맞춰 화면 화상 신호로 출력한다.

[0034] 센서부(160)는 카메라부(150)와 동기되어, 현재 카메라부(150)가 촬영하는 특정 물체와 로봇과의 거리를 감지할 수 있다. 이를 위하여 센서부(160)는 거리 감지를 위한 센서를 구비할 수 있다. 예컨대, 적외선 센서를 이용하여 물체와 로봇과의 거리를 감지할 수 있다. 센서부(160)는 특정 물체와 로봇과의 거리를 감지하여 제어부(180)로 제공한다.

[0035] 센서부(160)는 로봇의 공간 이동 시, 장애물에 대한 정보를 획득한다. 센서부(160)는 적외선 센서(Infrared sensor), 터치 센서(Touch sensor), 휴먼 센서(Human sensor) 등의 센서를 구비할 수 있다.

[0036] 적외선 센서는 적외선을 이용하여 온도, 압력의 세기 등을 감지하여, 감지 결과를 제어부(180)로 전달한다. 터치 센서는 사용자로부터의 접촉 등을 감지하고, 외부 접촉에 의한 압력을 감지하여 감지 결과를 제어부(180)로 전달한다. 휴먼 센서는 인체에서 방출되는 적외선 양의 변화 상태를 포착하여 인체를 감지하는 PIR(Pyroelectronic Infrared) 센서 등으로 구성될 수 있고, 인체를 감지하여 감지 결과를 제어부(180)로 전달한다.

[0037] 표시부(170)는 현재 로봇의 상태 정보(예컨대, 위치, 배터리 등)를 시각적으로 안내하기 위한 화면, 로봇이 제공하는 서비스를 안내하고 그 서비스를 사용자가 입력하도록 안내하는 시각적 인터페이스(GUI, Graphic User Interface) 등을 제공한다. 이러한 표시부(170)는 터치스크린 형태로 형성될 수 있다. 터치스크린 형태로 표시부(170)가 형성된 경우, 표시부(170)는 유선 입력부(120)의 기능 중 일부 또는 전부를 수행할 수 있다.

[0038] 제어부(180)는 로봇의 전반적인 기능을 제어하기 위한 것이다. 특히, 제어부(180)는 카메라부가 촬영(캡처)한 영상을 통해 공간을 학습하며, 공간을 인식한다. 제어부(180)는 이러한 학습 및 인식을 위해 PCA(Principal Components Analysis, PCA) 방법을 사용한다.

[0039] 즉, 제어부(180)는 특정 공간을 촬영한 영상을 통해 벡터로 이루어진 영상 행렬을 생성한다. 그런 다음, 제어부(180)는 영상 행렬의 고유 벡터(eigen vector)로 이루어진 고유 행렬을 도출한다. 이어서, 제어부(180)는 영상 행렬 및 고유 행렬을 곱하여, 해당 공간을 인식하기 위한 자료인 대표 행렬을 생성한다. 이러한 대표 행렬은 공간 이름과 매핑되어 저장되며, 각 공간당 하나의 대표 행렬이 저장된다.

[0040] 한편, 제어부(180)는 특정 공간을 인식하기 위하여, 인식 하기 위한 공간에서 촬영한 영상을 통해 영상 행렬을 생성하고, 생성한 영상 행렬로부터 고유 행렬을 도출한다. 그런 다음, 제어부(180)는 영상 행렬과 고유 행렬과의 곱을 통해 특징 행렬을 생성한다.

[0041] 이때, 제어부(180)는 기 저장된 대표 행렬들 중 특징 행렬과 거리(유클리디안 거리)가 가장 가까운 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 로봇 자신이 위치한 공간으로 인식한다.

[0042] 상술한 영상 행렬을 생성하기 위하여 제어부(180)는 특정 공간을 c행 r열의 각 인자 수만큼 촬영하도록 카메라부(150)를 제어하거나, 한번의 촬영으로 만들어진 어느 일 영상을 c행 r열로 분할할 수 있다. 그런 다음, 제어부(180)는 이러한 c행 r열의 2차원 행렬을 영상 가중치(Intensity) 값을 래스터 주사(raster scan) 순서로 배열하여 1차원의 행렬로 변환한다. 이어서, 제어부(180)는 놈(L2 norm) 연산을 통해 1차원 행렬을 정규화하고, 1차원 행렬의 각 벡터 값을 1차원 행렬의 평균 벡터로 나누어 영상 행렬을 생성한다.

[0043] 또한, 상술한 고유 행렬을 생성하기 위해서, 제어부(180)는 공분산 행렬을 산출하고, 산출한 공분산 행렬로부터 고유 벡터를 구하며, 고유 벡터로부터 선택된 벡터를 이용하여 고유 행렬을 도출한다.

[0044] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 개략적인 구조에 대해서 설명하였으나, 로봇의 이용 태양에 따라 추가적으로 다른 구성이 추가될 수 있음은 당연하다.

[0045] 앞서 설명한 바와 같이, 로봇 위치인식 방법은 공간 학습 과정과 공간 인식 과정 두 가지로 구성되어진다. 공간 학습과정은 로봇이 위치 추정을 실시하는 공간을 수동으로 주행하면서 위치인식이 필요한 부분에서 영상을 복수개로 취득하고, 이에 위치를 등록하고, 이들을 통해 등록 위치를 학습, 저장하는 과정으로 PCA(Principal Components Analysis, PCA) 방법을 사용하고, 자세한 과정은 다음과 같다.

[0046] 먼저, 본 발명의 실시 예에 따른 공간 학습 방법에 대해서 도 1 내지 도 2b를 참조하여 설명하기로 한다. 여기서 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시 예에 따른 로봇(100)의 위치 인식을 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 로봇(100)은, 사용자의 수동 입력 또는 기 프로그래밍된 알고리즘에 따라 특정 위치에서 공간 인식을 위한 학습을 수행한다. 즉, 로봇(100)은 등록하고자 하는 위치에서 정지하여, 전방의 2차원의 화면을 기 설정된 수(n = c * r) 만큼 분할하여 카메라부(150)를 통하여 각각의 화면을 촬영한다.

[0048] 이때, 로봇(100)은 포커싱을 변경하여 전방의 화면을 기 설정된 수(n)만큼 반복 촬영한다. 반복 촬영시, 로봇(100)은 앞서 촬영한 화면과 일부가 겹쳐지도록 촬영할 수 있다.

[0049] 이를 위하여, 로봇(100)은 S201 단계에서 전방을 포커싱하여 공간을 촬영하고, S203 단계에서 촬영한 공간 이미지(화면)을 저장한다. 이어서, 로봇(100)은 S205 단계에서 포커싱의 위치를 변경한다.

[0050] 그런 다음, 로봇(100)은 S207 단계에서 기 설정된 수(n) 만큼 촬영을 실시 하였는지 판단하여, 기 설정된 수(n)만큼 촬영하여 저장한 경우, S209 단계로 진행하고, 그렇지 않은 경우, S201 단계로 진행하여 촬영을 계속한다.

[0051] 상술한 바와 같이, 기 설정된 수(n) 만큼 촬영하면, 로봇(100)은 S209 단계에서 그 인자수가 n개인 2차원 행렬을 그 인자수가 n개인 1차원 행렬로 재구성한다. 즉, 촬영한 화면이 n개이면, c행 r열을 가지는 2차원 행렬이라고 할 때, 이러한 행렬을 n개의 인자를 가지는 1차원 벡터 행렬(N)로 재구성한다. 이때, 1차원 벡터 행렬은 영상 가중치(Intensity) 값을 래스터 주사(raster scan) 순서로 배열한다. 즉, c×r 행렬에서 좌측에서 우측까지 그리고 상단에서 하단까지 순차로 배열한다.

[0052] 설명의 편의상 이러한 n개의 인자를 가지는 1차원 벡터를 "기준 행렬 벡터(N)"라고 칭하기로 하고, 기준 벡터의 각 인자의 수는 n개이다.

[0053] 한편 상술한 S201 내지 S209 단계에서 기준 행렬 벡터(N)은 n 번의 촬영에 의해 생성되었지만, 한번에 촬영에 의한 화면을 n( n = c행 r열)개로 분할하여 생성할 수도 있다.

[0054] 이어서, 로봇(100)은 S211 단계에서 다음의 <수학식 1>과 같이 기준 행렬 벡터의 n개의 인자 각각을 벡터 크기(L2 norm)으로 나누어 정규화시킨다. 이러한 정규화는 이 전 처리에 의해, 위치, 회전, 크기에 대하여 정규화하여, 그 영향을 없애고자 하는 것이다.

[0055] 설명의 편의상 이와 같이 정규화한 벡터를 "정규 벡터" 라고 칭하기로 한다.

*수학식 1*

[0056]
$$\frac{N(n)}{|N(n)|}$$

[0057] 이어서, 로봇(100)은 S213 단계에서 다음의 <수학식 2>와 같이, 기준 벡터의 각 인자들을 합하고, 합한 인자들을 n으로 나누어 "평균 벡터"를 구한다.

*수학식 2*

[0058]
$$\frac{N(1)+N(2)+N(3)+.....+N(n\text{-}1)+N(n)}{n}$$

[0059] 다음으로, 로봇(100)은 S215 단계에서 정규 벡터의 각 인자에서 평균 벡터를 차감한 벡터들을 구한다. 이러한 벡터들을 영상 행렬 X라고 정의하며, X는 "x(1), x(2), x(3), ....x(n-1), x(n)"와 같다.

[0060] 그런 다음, 로봇(100)은 S217 단계에서 영상 벡터 X를 n개의 벡터를 열벡터로 구성하여, n*n 영상 행렬 X를 구성한다.

[0061] 그런 다음, 로봇(100)은 S219 단계에서 행렬 X를 통해 다음의 <수학식 3>과 같이, 공분산(Covariance) 행렬 Q를 산출한다.

*수학식 3*

[0062] $Q = XX^T$

[0063] 이어서, 로봇(100)은 S221 단계에서 다음의 <수학식 4>를 이용하여 행렬 Q의 고유값(eigen value) n개 및 고유벡터(eigen vector) n개를 구한다.

*수학식 4*

[0064] $Qx = \lambda x$ (1)

[0065] $|A-\lambda I|=0$ , ( $|A|=det(A)$ , I는 단위행렬) (2)

[0066] <수학식 4>에서, <수학식 4>를 만족하는 λ를 행렬 Q의 고유값이라하며, 각각의 λ값에 대응하는 벡터x를 고유벡터라고 한다.

[0067] 그런 다음, 로봇(100)은 S223 단계에서 N개의 고유값 중 큰 순서로 상위 m개를 선택하고, 이에 해당하는 고유벡터 m개를 선택하여, 이를 e(i) (i=1,2,3,....m)로 정의한다.

[0068] 다음으로, 로봇(100)은 S225 단계에서 다음의 <수학식 5>와 같이, m개의 고유벡터를 열벡터로 하는 고유 행렬 E를 구성한다.

*수학식 5*

[0069] E=[e1,e2,e3,.....,em]T

[0070] 이어서, 로봇(100)은 S227 단계에서 영상 행렬("x(1), x(2), x(3), ....x(n-1), x(n)")와 고유 행렬 E를 곱한다. 이와 같이, 영상 행렬 및 고유 행렬을 곱한 값을 특징 행렬이라고 칭하기로 한다. 다음으로 로봇(100)은 S229 단계에서 특징 행렬과 공간 이름을 매핑하여 저장한다.

[0071] 이때, 이때, 로봇(100)은 S231 단계에서 기 등록되어진 공간 이름이 같은 특징 행렬들이 존재하면, S233 단계에서 기 등록되어진 공간 이름이 같은 특징 행렬들의 평균 행렬을 산출하고, S235 단계에서 이를 등록 공간의 대표 행렬로 설정한다.

[0072] 한편, 공간 이름이 같은 특징 행렬이 존재하지 않는 경우, 로봇(100)은 S235 단계에서 앞서 생성한 특징 행렬을 등록 공간의 대표 행렬로 설정한다.

[0073] 예를 들면, 등록 공간의 수가 k개 이면, 대표 벡터는 k개가 존재하게 된다. 이 공간 대표 벡터를 이용하여, 이후 위치인식 과정에서 취득되어진 영상이 어느 공간에 대응되는지를 결정하게 된다.

[0074] 그러면, 상술한 바와 같은 대표 벡터를 이용하여 위치를 인식하는 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[0075] 위치인식 과정은 실제 로봇(100)이 자율적으로 주행하면서 자신의 위치가 어디인지를 인식하는 과정으로 로봇(100)이 주행 중에 위치 파악이 필요한 부분에서 영상을 취득하고, 이 영상이 등록되어진 어느 위치에 해당하는 영상인지를 인식해 내는 과정이다. 자세한 과정은 다음과 같다.

[0076] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 로봇(100)의 위치 인식 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0077] 도 1 및 도 3을 참조하면, 로봇(100)은 임의로 이동할 수 있으며, 이러한 로봇(100)은 주행중에 공간을 인식하고자하는 경우, S301 단계에서 카메라부(150)를 통해 전방을 촬영하고, S303 단계에서 촬영한 영상을 저장한다.

[0078] 이때, 로봇(100)이 촬영한 영상은 2차원 영상(c행, r열)이며, 로봇(100)은 S305 단계에서 2차원 영상을 1차원 벡터 행렬로 재구성한다.

[0079] 이때, 로봇(100)은 (c행×r열) 개의 영상 가중치(Intensity) 값을 래스터 주사(raster scan) 순서에 따라 1차원으로 배열하여, 1차원 영상 벡터를 생성한다.

[0080] 그런 다음, 로봇(100)은 S307 단계에서 영상 벡터(1차원)의 각 성분을 영상벡터 크기(L2 norm)로 나누어, 정규화 시켜 정규 벡터로 재구성한다.

[0081] 이어서, 로봇(100)은 S309 단계에서 재구성된 정규 벡터에서 평균 벡터를 뺀 영상 행렬 y를 산출한다.

[0082] 그런 다음, 로봇(100)은 S311 단계에서 다음의 <수학식 6>을 이용하여 특징 행렬 g를 산출한다.

### *수학식 6*

[0083] g=Ey, 여기서, E는 고유 행렬

[0084] 그런 다음, 로봇(100)은 S313 단계에서 행렬 g와 기 등록된 대표 행렬들 중 거리가 가장 가까운 대표 행렬을 찾는다.

[0085] 그러면, 로봇(100)은 S315 단계에서 해당 대표 행렬이 지시하는 공간을 현재의 공간으로 인식한다.

[0086] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따르면, 기존의 불변 특징점(Invariant Feature) 기반의 위치인식이 아닌 로봇(100)이 주행 중에 전방 카메라부(150)를 통해 습득하는 영상(Scene) 자체를 통하여 로봇(100)의 현재 위치를 파악하며, 로봇(100) 주행 공간에서의 수치적 위치가 아닌, 장소(공간)로 로봇(100) 자신의 위치가 추정되는 기법으로 보다 인간에 가까운 위치 추정 기법을 제공한다.

[0087] 또한, 로봇(100)이 취득한 영상을 바탕으로 자기 위치가 한 번의 계산으로 구해지며, 이때의 위치 또한 공간 이름으로 구성되므로, 보다 빠른 계산 시간과 실시간성 처리 및 인간 인지 방법과 유사한 특징을 가진다.

## *도면의 간단한 설명*

[0088] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 구성을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0089] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식을 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0090] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 로봇의 위치 인식 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0091] * 도면의 주요 부분에 대한설명 *

[0092] 100 : 로봇 110 : 무선 입력부

[0093] 120 : 유선 입력부 130 : 이동 수단부

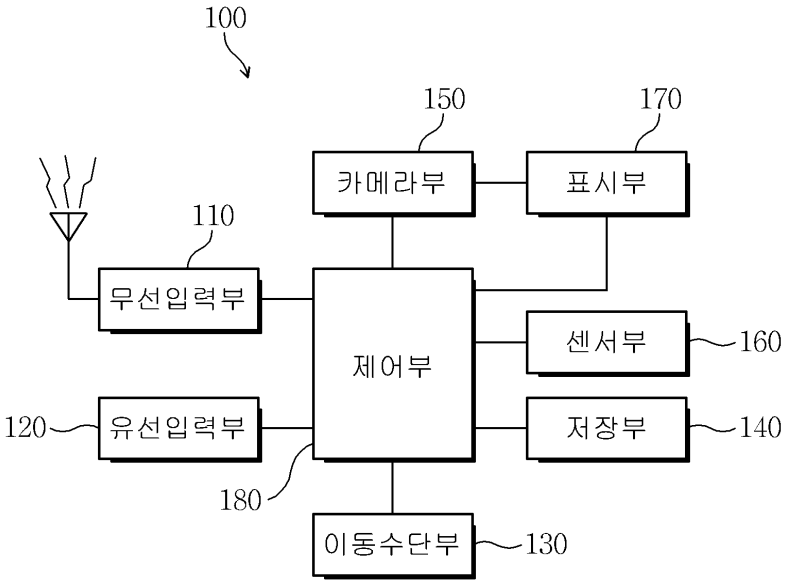
[0094] 140 : 저장부 150 : 카메라부

[0095] 160 : 센서부 170 : 표시부

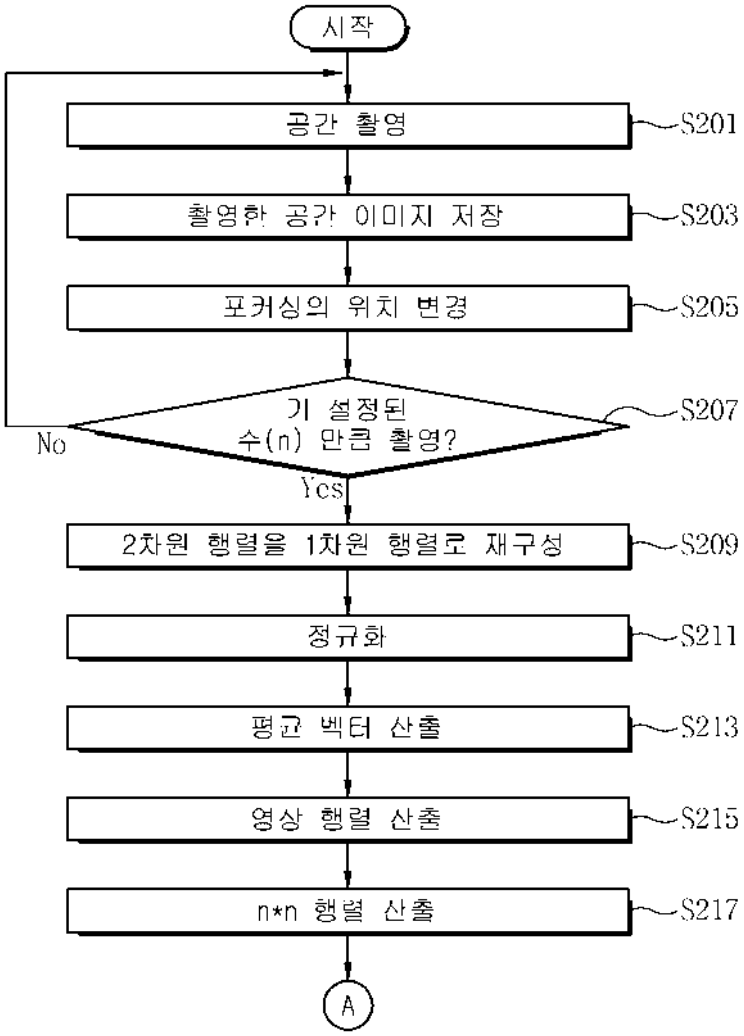
[0096] 180 : 제어부

## 도면

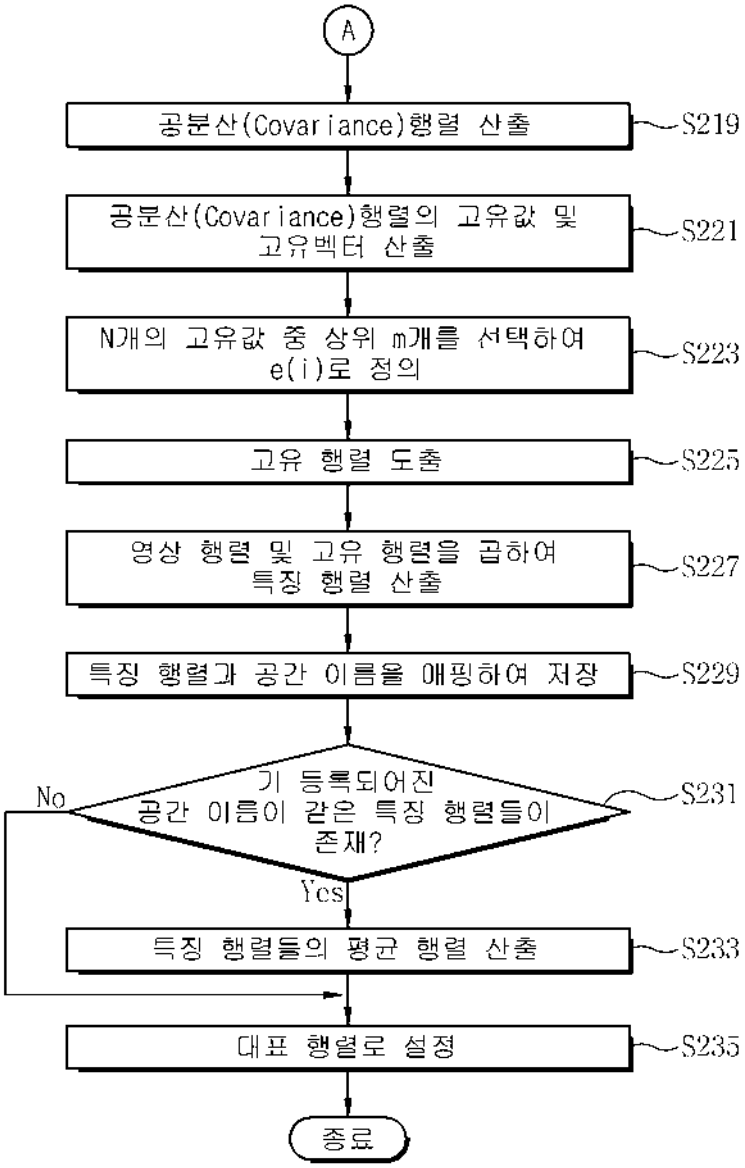
### 도면1


100
150
170
카메라부
표시부
110
무선입력부
제어부
센서부
160
120
유선입력부
저장부
140
180
이동수단부
130

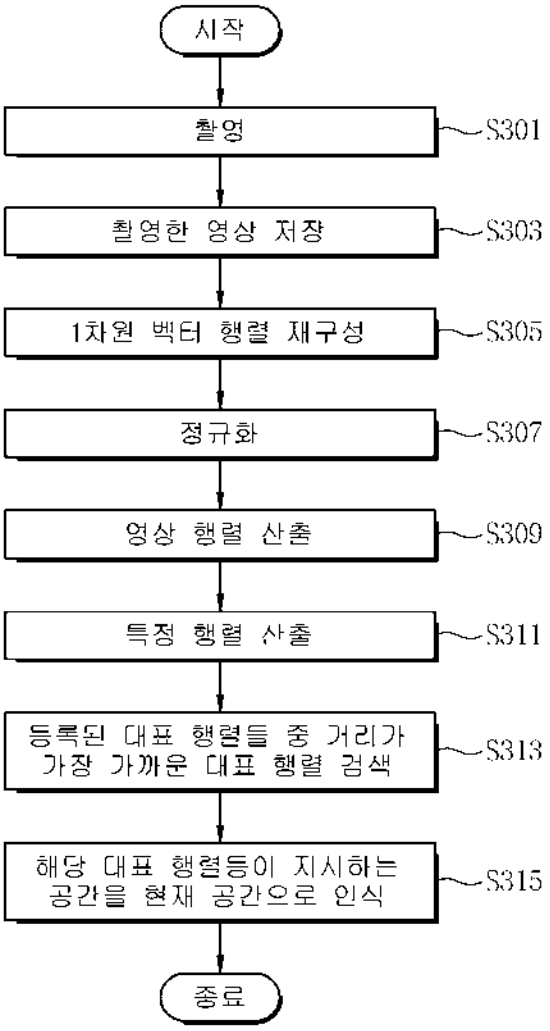
도면2a


시작
공간 촬영
S201
촬영한 공간 이미지 저장
S203
포커싱의 위치 변경
S205
기 설정된
수(n) 만큼 촬영?
S207
No
Yes
2차원 행렬을 1차원 행렬로 재구성
S209
정규화
S211
평균 벡터 산출
S213
영상 행렬 산출
S215
n*n 행렬 산출
S217
A

도면2b


A
공분산(Covariance)행렬 산출
S219
공분산(Covariance)행렬의 고유값 및 고유벡터 산출
S221
N개의 고유값 중 상위 m개를 선택하여 e(i)로 정의
S223
고유 행렬 도출
S225
영상 행렬 및 고유 행렬을 곱하여 특징 행렬 산출
S227
특징 행렬과 공간 이름을 매핑하여 저장
S229
기 등록되어진 공간 이름이 같은 특징 행렬들이 존재?
S231
No
Yes
특징 행렬들의 평균 행렬 산출
S233
대표 행렬로 설정
S235
종료

도면3




【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항5 세번째줄

【변경전】

상기 카메라부타 촬영한

【변경후】

상기 카메라부로 촬영한

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월19일
(11) 등록번호 10-1035058
(24) 등록일자 2011년05월09일

(51) Int. Cl.
*G06T 7/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0091350
(22) 출원일자 2009년09월25일
심사청구일자 2009년09월25일
(65) 공개번호 10-2011-0033741
(43) 공개일자 2011년03월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050011053 A*
KR1020090073796 A
KR1020080101131 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**전자부품연구원**
경기도 성남시 분당구 야탑동 68번지
(72) 발명자
**전세웅**
경기도 용인시 수지구 죽전1동 새터마을 현대홈타운 3차 1단지 702-101
**김영욱**
경기도 부천시 원미구 중2동 위브더스테이트 803동 601호
(74) 대리인
**박종한**

전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김홍수

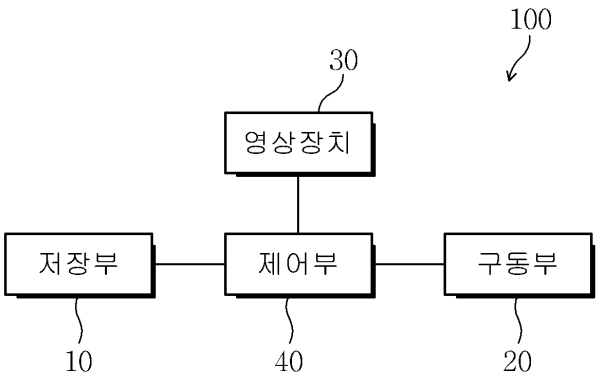
# (54) 이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법

## (57) 요 약

본 발명은 이동 로봇 및 그의 영상장치가 장착된 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 영상장치로부터 획득한 천장 영상으로부터 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계와, 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하는 단계와, 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 이동 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출하는 단계와, 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식하는 단계와, 인식된 천장영역을 구분하는 단계와, 구분된 천장영역의 에지를 구하여 영상영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하는 단계와, 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출하는 단계를 포함하는 이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법을 개시한다.

본 발명에 의하면, 천장영역을 효율적으로 인식하여 천장과 벽면 사이의 에지를 설정하고, 천장영역 내의 특징점만을 구분하여 어파인되지 않는 특징점을 용이하게 구별함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있다.

*대 표 도* - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10016712
부처명 지식경제부
연구관리전문기관
연구사업명 성장동력 기술 개발사업
연구과제명 청소(가정/빌딩)로봇 플랫폼용 영상기반 자율주행 모듈 및 상용화 기술개발
기여율
주관기관 전자부품연구원
연구기간 2007년 10월 01일 ~ 2009년 09월 30일

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

영상장치가 장착된 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서,

상기 영상장치로부터 획득한 천장 영상으로부터 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계와,

상기 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하는 단계와,

상기 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출하는 단계와,

상기 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식하는 단계와,

상기 인식된 천장영역을 구분하는 단계와,

상기 구분된 천장영역의 에지를 구하여 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하는 단계와,

상기 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출하는 단계,

를 포함하고,

상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계에서,

상기 영상장치가 상기 이동 로봇의 회전 중심에 장착되어 있지 않으면, 다음의 수학식, 즉

h = f/d * H

에 의해서 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하되, 여기서, h는 상기 이동 로봇의 중심 좌표이며, f는 상기 영상장치가 상기 천장 영상을 획득하는 초점거리이며, d는 상기 영상장치로부터 상기 천장까지의 거리이고, H는 상기 영상장치로부터 상기 이동 로봇의 회전 중심까지의 거리 좌표이고, h 및 H는 2차원 상의 좌표로서 벡터(vector)이고, f 및 d는 2차원 상의 거리로서 스칼라(scalar)인 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계 이전에 수행되는,

상기 영상장치의 초점 중심을 조정하고, 상기 영상장치로부터 획득될 천장 영상을 평탄화하는 캘리브레이션(calibration) 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계에서,

상기 영상장치가 상기 이동 로봇의 회전 중심에 장착되어 있으면, 상기 영상장치로부터 획득된 영상의 중심 좌표를 상기 이동 로봇의 중심 좌표로 산출하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

이동 로봇에 있어서,

천장 또는 벽면을 촬영하여 천장 영상을 획득하는 영상장치;

상기 영상장치로 획득한 상기 천장 영상으로부터 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하고, 상기 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하고, 상기 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출하고, 상기 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식하고, 상기 인식된 천장영역을 구분하고, 상기 구분된 천장영역의 에지를 구하여 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하고, 상기 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출하는 제어부;

를 포함하고,

상기 제어부는 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출할 때,

상기 영상장치가 상기 이동 로봇의 회전 중심에 장착되어 있지 않으면, 다음의 수학식, 즉

$$h = f/d * H$$

에 의해서 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하되, 여기서, h는 상기 이동 로봇의 중심 좌표이며, f는 상기 영상장치가 상기 천장 영상을 획득하는 초점거리이며, d는 상기 영상장치로부터 상기 천장까지의 거리이고, H는 상기 영상장치로부터 상기 이동 로봇의 회전 중심까지의 거리 좌표이고, h 및 H는 2차원 상의 좌표로서 벡터(vector)이고, f 및 d는 2차원 상의 거리로서 스칼라(scalar)인 것을 특징으로 하는 이동 로봇.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제어부는 상기 영상장치의 초점 중심을 조정하고, 상기 영상장치로부터 획득될 천장 영상을 평탄화하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇.

# *명 세 서*

## *발명의 상세한 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 천장영역을 효율적으로 인식하여 실내공간상에서 이동 로봇의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있도록 하는, 이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 통상적으로, 이동 로봇의 자기위치 인식기술은 센서를 이용하거나 카메라를 사용하여, 이동 로봇이 주변 사물을 인지 또는 인식함으로써 이동 로봇의 자기위치 및 방향성을 설정하였다. 하지만, 이러한 인식기술은 주변 사물의 변화 또는 이동에 의한 맵(map) 구성의 변동성이 크고, 어파인(affine)으로 인해서 자기위치인식(localization)이 어려운 점이 있었다.

[0003] 이를 극복하고자, 천장지향(ceiling vision) 카메라 기반 이동 로봇 자기위치 인식기술이 제안되었다. 즉, 종래의 천장지향 카메라 기반 이동 로봇 자기위치 인식기술은 획득된 영상으로부터 특징점(feature)을 추출하거나, 라인(line)을 추출하여 매칭하는 방법(matching)을 이용함으로써, 이동 로봇의 자기위치 및 방향을 인식하도록 하는 것이었다.

[0004] 하지만, 전술한 종래의 천장지향 카메라 기반 자기위치 인식기술은 어파인의 문제와, 천장과 벽면 사이의 분명하지 못한 구분의 문제가 있어서 실효적이지 못한 측면이 있었다. 한편, 이러한 문제점의 근본적인 원인은, 이동 로봇이 천장영역을 효율적으로 구분하여 인식하지 못하는 데 있었다. 예컨대, 도 1에 도시된 바와 같이, 실제영상(A) 상의 코너(corner)의 위치와 이동 로봇에 의해 인식되는 영상(B) 상의 코너의 위치가 명확하게 상응하지 않음을 알 수 있다(position uncertainty). 즉, 종래의 천장지향 카메라 기반 자기위치 인식기술에서는, 이동 로봇이 천장영역 및 천장영역 내에 포함된 특징점을 명확하게 구분하여 인식하지 못하는 문제점이 있었다.

[0005] 따라서, 천장영역을 효율적으로 구분하고 인식하여서, 천장과 벽면 사이의 라인 또는 에지를 용이하게

획득하고, 천장영역 내의 특징점만을 구분할 필요성이 절실히 제기된다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0006] 따라서 본 발명은 상기한 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로, 이동 로봇에 장착된 영상장치를 통해서 획득된 천장 영상으로부터 천장영역을 효율적으로 인식하여 천장과 벽면 사이의 라인 또는 에지를 구분하고, 천장영역 내의 특징점만을 구분하여 어파인(affine)되지 않는 특징점을 용이하게 구별함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있는 이동 로봇 및 그의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법을 제공함을 목적으로 한다.

### 과제 해결수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 영상장치가 장착된 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 상기 영상장치로 획득한 천장 영상으로부터 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계와, 상기 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하는 단계와, 상기 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출하는 단계와, 상기 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식하는 단계와, 상기 인식된 천장영역을 구분하는 단계와, 상기 구분된 천장영역의 에지를 구하여 상기 영상영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하는 단계와, 상기 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출하는 단계를 포함하는, 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법을 제공한다.

[0008] 본 발명에 따른 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계 이전에 수행되는 상기 영상장치의 초점 중심을 조정하고, 상기 영상장치로부터 획득될 천장 영상을 평탄화하는 캘리브레이션(calibration) 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따른 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계에서, 상기 영상장치가 상기 이동 로봇의 회전 중심에 장착되어 있으면, 상기 영상장치로부터 획득된 영상의 중심 좌표를 상기 이동 로봇의 중심 좌표로 산출할 수 있다.

[0010] 본 발명에 따른 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계에서, 상기 영상장치가 상기 이동 로봇의 회전 중심에 장착되어 있지 않으면, 다음의 수학식, 즉 $h = f/d * H$ 에 의해서 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하되, 여기서, h는 상기 이동 로봇의 중심 좌표이며, f는 상기 영상장치가 상기 천장 영상을 획득하는 초점거리이며, d는 상기 영상장치로부터 상기 천장까지의 거리이고, H는 상기 영상장치로부터 상기 이동 로봇의 회전 중심까지의 거리 좌표일 수 있다.

[0011] 본 발명은 또한, 영상장치 및 제어부를 포함하여 구성되는 이동 로봇을 제공한다. 상기 영상장치는 천장 또는 벽면을 촬영하여 천장 영상을 획득한다. 그리고 상기 제어부는 상기 영상장치로 획득한 상기 천장 영상으로부터 상기 이동 로봇의 중심 좌표를 산출한다. 상기 제어부는 상기 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하고, 상기 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 상기 로봇의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출한다. 상기 제어부는 상기 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식하고, 상기 인식된 천장영역을 구분한다. 그리고 상기 제어부는 상기 구분된 천장영역의 에지를 구하여 상기 영상영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하고, 상기 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출한다.

### 효 과

[0012] 본 발명에 의하면, 천장영역을 효율적으로 인식하여 천장과 벽면 사이의 에지를 구분하고, 천장영역 내의 특징점만을 구분하여 어파인되지 않는 특징점을 용이하게 구분함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있는 효과가 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명하고자 한다. 하기의 설명에서는 본 발명의 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흩트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.

[0014] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 일실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0015] 도 2는 본 발명의 바람직산 실시예에 의한 이동 로봇의 구성을 보여주는 블록도이다.

[0016] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 이동 로봇(100)은 천장영역을 효율적으로 인식하여 실내공간상에서 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지하여 설정하며, 저장부(10), 구동부(20), 영상장치(30) 및 제어부(40)를 포함하여 구성된다.

[0017] 이때 본 실시예에 따른 이동 로봇(100)은 가정 또는 빌딩 등에서 사용되는 청소 로봇일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0018] 저장부(10)는 이동 로봇(100)의 동작 제어시 필요한 프로그램과, 그 프로그램 수행 중에 발생되는 데이터를 저장하며, 하나 이상의 휘발성 메모리 소자와 비휘발성 메모리 소자로 이루어진다. 저장부(10)는 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위해 천장영역을 인식하기 위한 실행프로그램을 저장한다.

[0019] 구동부(20)는 제어부(40)의 제어에 따라 이동 로봇(100)을 이동시킨다.

[0020] 영상장치(30)는 피사체의 촬영 기능을 수행하며, 이동 중인 이동 로봇(30)의 자기위치 및 방향성 인식 및 설정에 필요한 주변의 영상 정보를 획득한다. 영상장치(30)는 이미지 센서, 신호처리부 및 영상처리부를 포함하여 구성될 수 있다. 이미지 센서는 촬영한 영상의 광신호를 아날로그 신호로 변환한다. 신호처리부는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. 그리고 영상처리부는 신호처리부를 통해 입력되는 영상신호를 처리하여 영상데이터를 획득하며, 획득된 영상데이터를 제어부(70)로 전달하거나 저장부(10)에 저장한다.

[0021] 제어부(40)은 이동 로봇(100)의 전반적인 제어 동작을 수행하는 마이크로프로세서(microprocessor)이다. 제어부(40)는 영상장치(30)로부터 수신되는 영상 정보를 이용한 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역의 인식을 수행한다.

[0022] 이때 제어부(40)는 다음과 같이 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역의 인식을 수행할 수 있다.

[0023] 먼저 제어부(40)는 영상장치(30)의 초점 중심을 조정하고, 영상장치(30)로부터 획득된 천장 영상을 평탄화한다. 제어부(40)는 평탄화된 천장 영상으로부터 이동 로봇(100)의 중심 좌표를 산출한다. 제어부(40)는 획득된 천장 영상의 패턴 분할을 수행하고, 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중 이동 로봇(100)의 중심 좌표가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출한다. 제어부(40)는 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식한다. 제어부(40)는 인식된 천장영역을 구분하고, 구분된 천장영역의 에지를 구하여 영상영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정한다. 그리고 제어부(40)는 에지에 의해 구분된 천장영역의 특징점을 추출함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇(100)의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있다.

[0024] 이때 이동 로봇(100)의 중심좌표를 산출할 때, 영상장치(30)가 이동 로봇(100)의 회전 중심에 장착되어 있으면, 제어부(40)는 영상장치(30)로부터 획득된 영상의 중심 좌표를 이동 로봇(100)의 중심 좌표로 산출할 수 있다.

[0025] 한편 이동 로봇(100)의 중심좌표를 산출할 때, 영상장치(100)가 이동 로봇(100)의 회전 중심에 장착되어 있지 않으면, 제어부(40)는 아래의 수학식1을 이용하여 이동 로봇(100)의 중심 좌표를 산출할 수 있다.

*수학식 1*

[0026] $h = f/d * H$

[0027] 여기서, h는 이동 로봇(100)의 중심 좌표이며, f는 영상장치(30)가 천장 영상을 획득하는 초점거리이며, d는 물리적인 실내공간 상에의 영상장치(30)로부터 천장까지의 거리이고, H는 영상장치(30)로부터 이동 로봇(100)의 회전 중심까지의 거리 좌표일 수 있다. 또한, h 및 H는 2차원 상의 좌표로서 벡터(vector)이고, f 및 d는 2차원 상의 거리로서 스칼라(scalar)이다.

[0028] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 영상장치(30)가 장착된 이동 로봇(100)은 영상장치(30)로 획득된 천장 영상으로부터 이동 로봇(100)의 중심 좌표를 산출하여 천장영역을 구분 인식하여서 천장과 벽면 사이의 에지를 용이

하게 구분하고, 천장영역 내의 특징점 만을 구분하여 어파인되지 않는 특징점을 용이하게 구별함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇(100)의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지할 수 있다.

[0029] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따른 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법을 도 2 내지 도 4g를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 여기서 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법의 개략적인 순서도이고, 도 4a 내지 4g는 도 3에 의한 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법의 각 단계를 예시한 것이다.

[0030] 도 2 내지 4g를 참조하면, 본 발명에 의한 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법은, 영상장치(30)의 중심 조정 및 천장 영상 평탄화 단계(S210), 중심 좌표 산출 단계(S220), 패턴 분할 수행 단계(S230), 천장 후보 영역 추출 단계(S240), 천장영역 인식 단계(S250), 천장영역 구분 단계(S260), 천장과 벽면 사이의 에지 설정 단계(S270), 및 천장영역 특징점 추출 단계(S280)를 포함한다.

[0031] 영상장치(30), 예컨대 카메라가 장착된 이동 로봇(100)의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 있어서, 우선, 제어부(40)는 영상장치(30)를 캘리브레이션한다(calibration). 즉, 제어부(40)는 영상장치(30)의 초점 중심을 조정하고, 영상장치(30)로부터 천장 영상을 획득하여 평탄화한다(rectification)(S210). 여기서, 제어부(40)는 영상장치(30)의 초점 중심은 천장 영상을 획득하는 영상장치(30)의 촬영 중심을 의미한다. 그 외 제어부(40)는 영상장치(30)의 캘리브레이션 방법은 기존과 동일하게 진행될 수 있기 때문에 상세한 설명은 생략한다.

[0032] 이후, 도 4a에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 영상장치(30)에 의해서 획득된 평탄화된 천장 영상으로부터 이동 로봇(100)의 중심 좌표를 산출한다(S220).

[0033] 여기서, 영상장치(30)가 이동 로봇(100)의 중심, 즉 회전 중심에 장착되어 있으면, 제어부(40)는 영상장치(30)로부터 획득된 천장 영상의 중심 좌표를 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h)로 산출한다. 예컨대, 영상장치(30)인 카메라의 렌즈 중심이 이동 로봇(100)의 회전 중심에 위치하면 천장 영상의 중심 좌표는 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h)가 된다.

[0034] 한편, 영상장치(30)의 렌즈 중심이 이동 로봇(100)의 회전 중심에 장착되어 있지 않으면, 제어부(40)는 수학식1을 이용하여 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h)를 산출할 수 있다.

[0035] 이후, 도 4b에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 획득된 천장 영상의 패턴 분할(pattern segmentation)을 수행한다(S230). 여기서, 천장 영상은 패턴 분할에 의해서 적어도 하나 이상의 영상 영역으로 분할될 수 있다. 도 4b를 참조하면, 예시적으로, 패턴 분할에 의해서 분할된 영상 영역은 색으로 명확하게 구분되어 있음을 알 수 있다.

[0036] 이후, 도 4c에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 패턴 분할에 의해 분할된 천장 영상 영역 중, 전술한 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h) 산출 단계(S220)에서 산출된 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h)가 포함된 영상 영역을 천장 후보 영역으로 추출한다(S240). 한편, 영상장치(30) 및 이동 로봇(100)의 구조상, 이동 로봇(100)의 중심 좌표(h)가 포함된 영상 영역이 천장 후보 영역일 수밖에 없다는 것은 주지의 사실이다.

[0037] 이후, 도 4d에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 추출된 천장 후보 영역 내측에 포함되는 영상 영역을 천장영역으로 인식한다(S250). 즉, 천장 후보 영역에 내재하는 영상 영역(r1,r2,r3)을 천장영역으로 포괄적으로 인식한다.

[0038] 한편 S250단계에서 제어부(40)는 천장영역으로 인식되지 않는 영역을 벽면영역으로 인식하여 천정영역을 인식하는 과정을 수행할 수도 있다.

[0039] 이후, 도 4e에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 인식된 천장영역(R)을 천장영역(R)으로 인식되지 않은 영상 영역(r4)과 구분한다(S260). 즉 천장영역(R)은 천장영역(R)으로 인식되지 않은 영상 영역(r4)과 색으로 명확하게 구분되기 때문에, 제어부(40)는 인식된 천장영역(R)을 천장영역(R)으로 인식되지 않은 영상 영역(r4)과 구분할 수 있다.

[0040] 이후, 도 4f에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 천장영역 영상에서 에지를 구하여 천장과 벽면 사이의 에지를 설정한다(S270). 즉 S270단계에서 제어부(40)는 S260단계에서 천장영역(R)으로 인식되지 않은 영상 영역과 구분되어진 천장영역(R)의 에지를 구한다. 그리고 제어부(40)는 영상 영역에서 천장(R)과 벽면(W) 사이의 라인 또는 에지(E)로 설정한다.

[0041] 이후, 도 4g에 도시된 바와 같이, 제어부(40)는 에지에 의해 구분된 천장영역에 포함되는 특징점(feature)(F)만

을 추출한다(S280).

[0042] 따라서, 전술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 영상장치(30)가 장착된 이동 로봇(100)에서, 획득된 천장 영상으로부터 이동 로봇(100)의 중심 좌표를 산출하여 천장영역을 구분 인식하여서 천장과 벽면 사이의 에지를 용이하게 구분하고, 천장영역 내의 특징점만을 구분하여 어파인되지 않는 특징점을 용이하게 구별함으로써, 실내공간상에서 이동 로봇(100)의 자기위치 및 방향성을 정확하게 인지될 수 있다.

[0043] 이상에서 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 첨부된 도면을 참조하여 특정 형상과 구조를 갖는 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법에 대해 설명하였으나, 본 발명은 당업자에 의하여 다양한 변형 및 변경이 가능하고, 이러한 변형 및 변경은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

## *도면의 간단한 설명*

[0044] 도 1은 종래기술에 의한 이동 로봇의 자기위치 인식방법에 의한 천장영역 인식을 위한 영상 분석의 예를 제시한 것이다.

[0045] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 이동 로봇의 구성을 보여주는 블록도이다.

[0046] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 이동 로봇의 자기위치 인식을 위한 천장영역 인식방법의 개략적인 순서도이다.

[0047] 도 4a는 도 3에 의한 평탄화된 천장 영상으로부터 이동 로봇의 중심 좌표를 산출하는 단계를 예시한 것이다.

[0048] 도 4b는 도 3에 의한 천장 영상의 패턴 분할을 수행하는 단계를 예시한 것이다.

[0049] 도 4c는 도 3에 의한 천장 후보 영역을 추출하는 단계를 예시한 것이다.

[0050] 도 4d는 도 3에 의한 천장영역으로 인식하는 단계를 예시한 것이다.

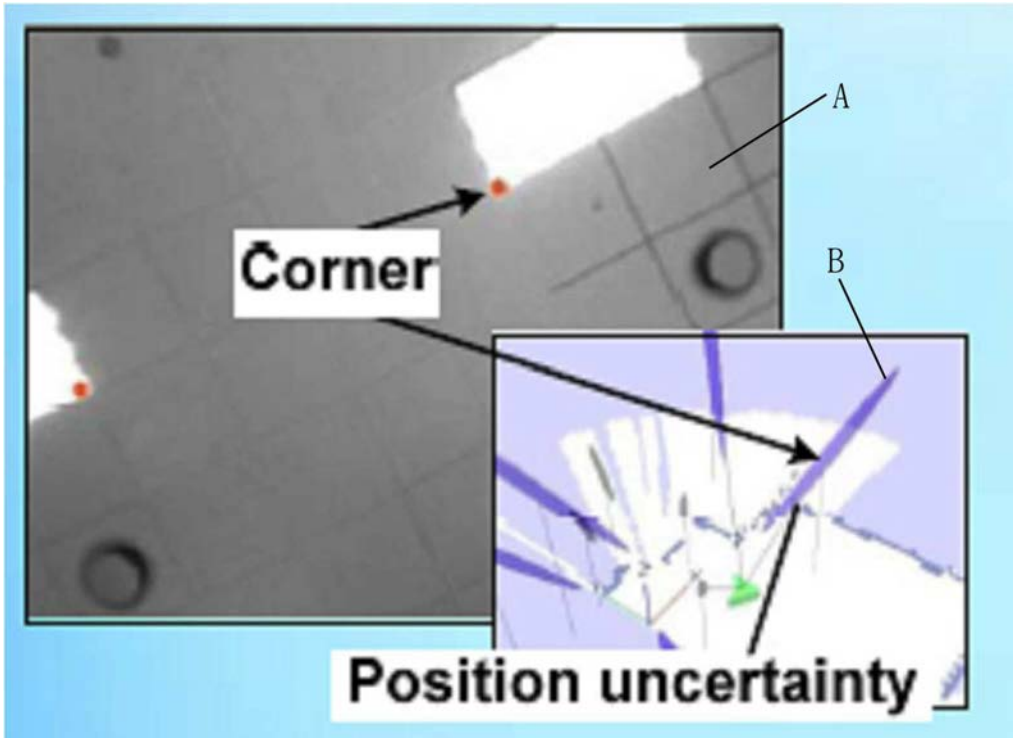
[0051] 도 4e는 도 3에 의한 인식된 천장영역을 구분하는 단계를 예시한 것이다.

[0052] 도 4f는 도 3에 의한 영상영역에서 천장과 벽면 사이의 에지로 설정하는 단계를 예시한 것이다.

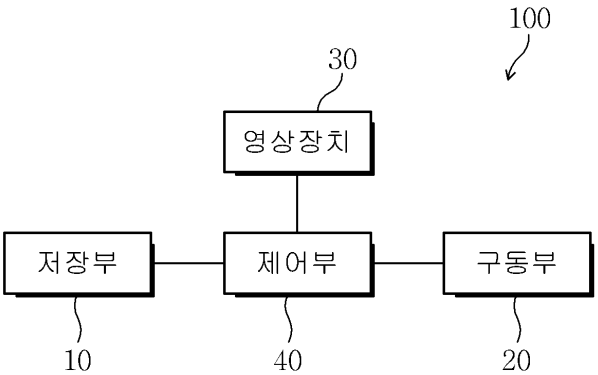
[0053] 도 4g는 도 3에 의한 천장영역의 특징점을 추출하는 단계를 예시한 것이다.

## 도면

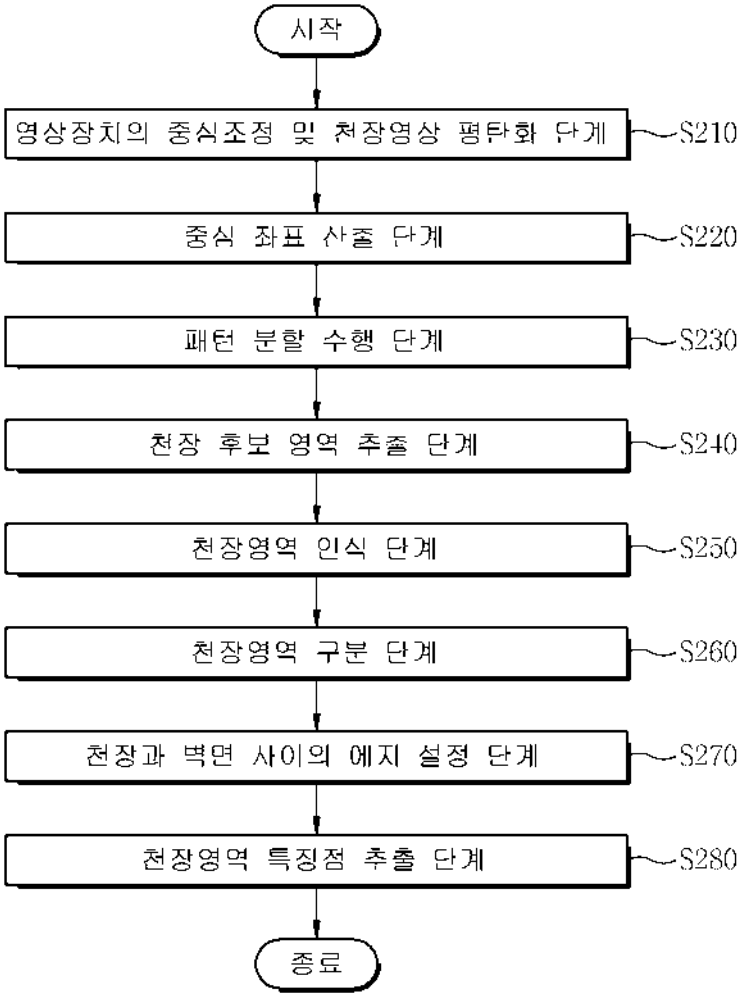
### 도면1


A
Corner
B
Position uncertainty

### 도면2


100
30
영상장치
저장부
제어부
구동부
10
40
20

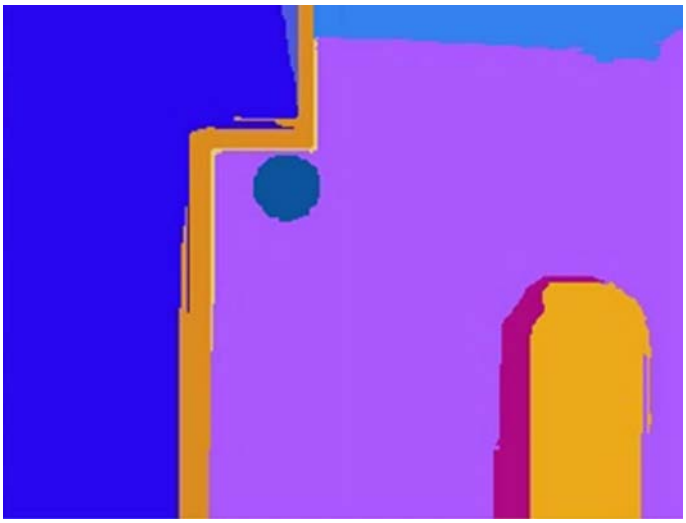
도면3


시작
영상장치의 중심조정 및 천장영상 평탄화 단계
S210
중심 좌표 산출 단계
S220
패턴 분할 수행 단계
S230
천장 후보 영역 추출 단계
S240
천장영역 인식 단계
S250
천장영역 구분 단계
S260
천장과 벽면 사이의 에지 설정 단계
S270
천장영역 특징점 추출 단계
S280
종료

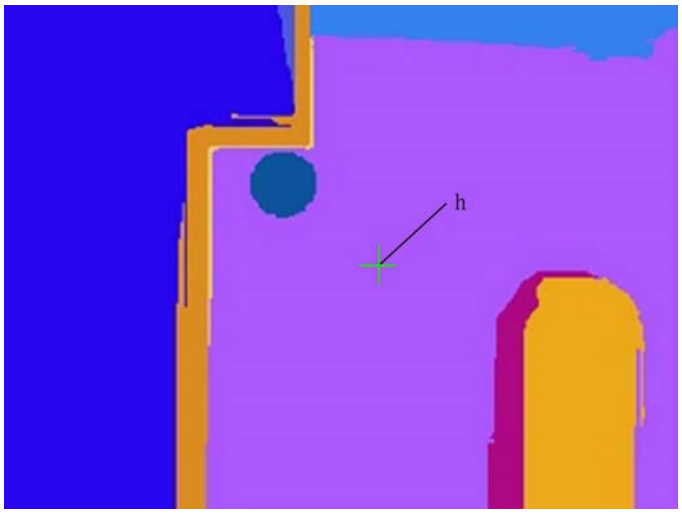
도면4a

h

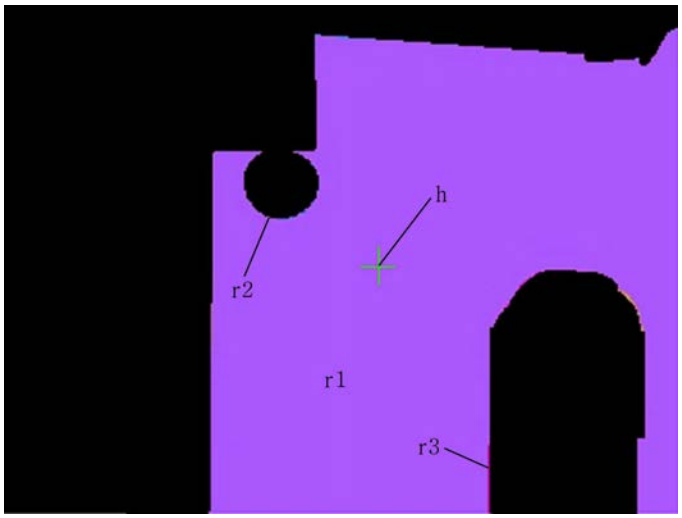
도면4b



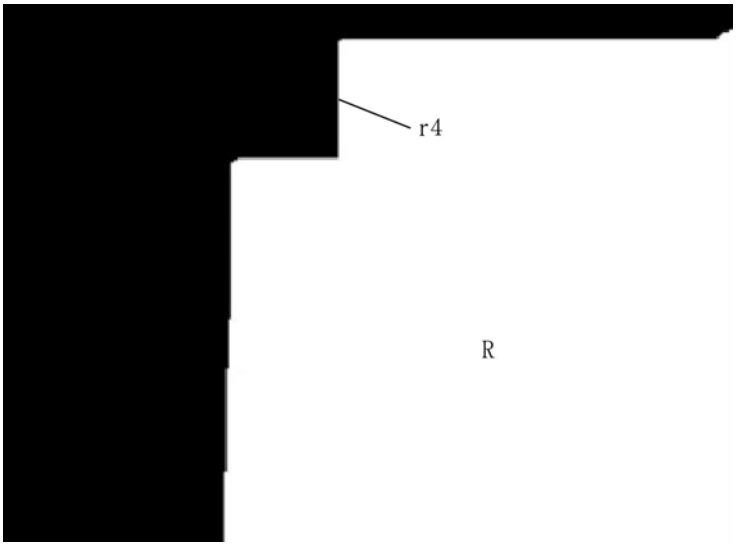
도면4c



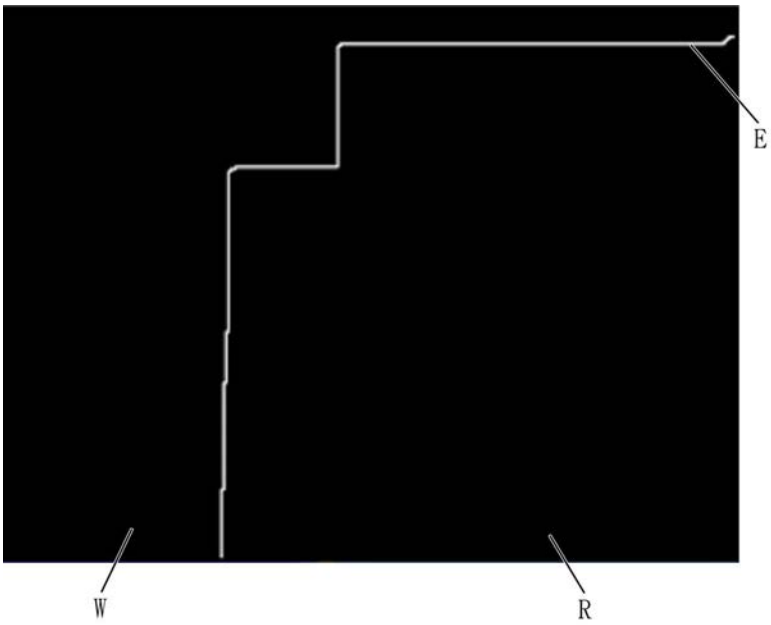
도면4d



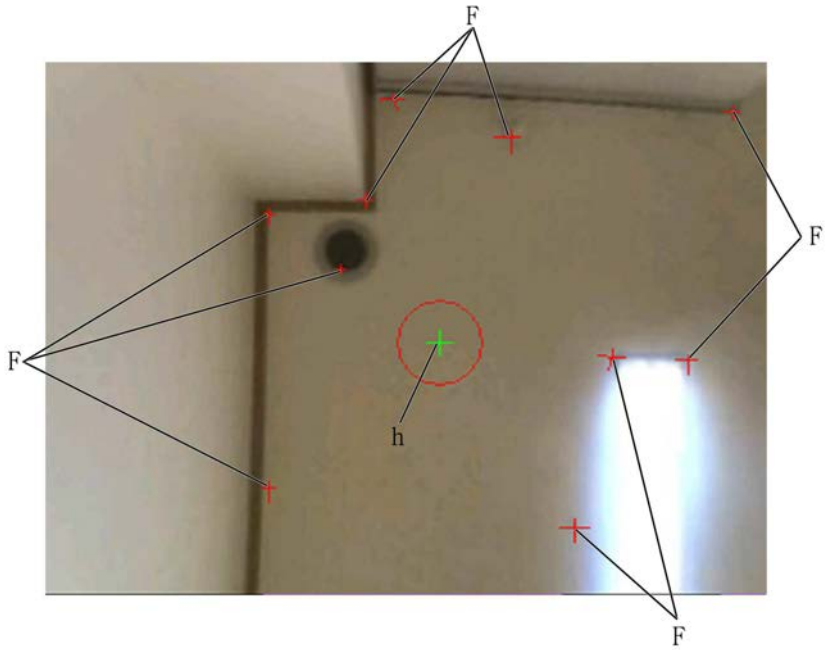

도면4e



도면4f




도면4g



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월19일
(11) 등록번호 10-1035055
(24) 등록일자 2011년05월09일

(51) Int. Cl.
*G06T 7/20* (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0056621
(22) 출원일자 2009년06월24일
심사청구일자 2009년06월24일
(65) 공개번호 10-2010-0138202
(43) 공개일자 2010년12월31일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003006642 A*
JP2005286577 A*
JP2003259362 A
JP20090071789 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**전자부품연구원**
경기도 성남시 분당구 야탑동 68번지
(72) 발명자
**김승훈**
서울특별시 은평구 역촌동 14-22
**백인호**
부산광역시 금정구 부곡3동 쌍용아파트 105동 1704호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**박종한**

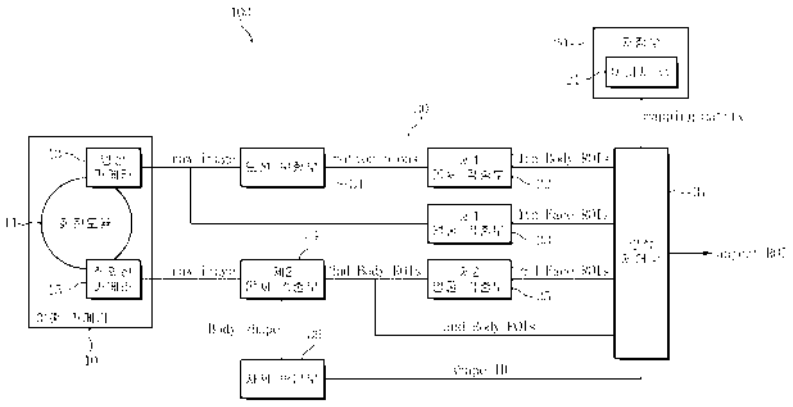
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 김홍수

## (54) 이종 카메라를 이용한 객체 추적 시스템 및 방법

### (57) 요 약

본 발명은 이종 카메라를 이용한 객체 추적 장치 및 방법에 관한 것으로, 이종 카메라를 이용하여 획득한 두 개의 객체 정보를 조합하여 정확한 객체를 추출하여 추적하기 위한 것이다. 본 발명에 따르면, 객체 추적 장치가 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득한다. 객체 추적 장치가 제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 객체의 형태를 추정한 제1 형태 정보를 산출한다. 객체 추적 장치가 제2 영상 데이터에서 객체의 온도와 배경의 온도의 차이를 이용하여 배경에서 객체를 분리하여 객체의 형태를 추정한 제2 형태 정보를 산출한다. 그리고 객체 추적 장치가 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정한다. 이때 추적할 객체를 결정할 때, 객체 추적 장치는 제1 및 제2 형태 정보와 더불어 객체의 자세 정보를 함께 고려할 수 있다.

### 대 표 도



(72) 발명자

**전세웅**

경기도 용인시 수지구 죽전1동 새터마을 현대홈타운 3차 1단지 702-101

**김영욱**

경기도 부천시 원미구 중2동 위브더스테이트 803동 601호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10030032

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 중기거점 기술개발 사업

연구과제명 이종영상센서 융합기반 사용자

기여율

주관기관 (주) 에이스웨이브텍

연구기간 2007년 09월 01일 ~ 2012년 06월 30일

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

객체 추적 장치가 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하는 획득 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 제1 영상 데이터에서 상기 객체의 움직임을 감지하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제1 형태 정보를 산출하는 제1 추정 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 제2 영상 데이터에서 상기 객체의 온도와 배경의 온도의 차이를 이용하여 상기 배경에서 상기 객체를 분리하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출하는 제2 추정 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정하는 결정 단계;를 포함하며,

상기 결정 단계는,

상기 객체 추적 장치가 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보에서 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하는 검출 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터를 정합하는 정합 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 정합된 영상으로부터 상기 객체를 추출하여 추적할 객체로 결정하는 객체 추출 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 객체는 사람인 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 제2 추정 단계 이후에 수행되는,

상기 객체 추적 장치가 추정한 상기 제2 형태 정보로부터 상기 객체의 외곽선을 검출하는 검출 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 검출한 외곽선을 이용하여 상기 객체의 자세를 판단하는 자세 판단 단계;를 더 포함하며,

상기 결정 단계에서 상기 객체 추적 장치는 상기 객체의 자세 정보를 기반으로 추적할 객체를 결정하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 자세 판단 단계에서,

상기 객체의 자세는 선 자세, 앉은 자세 또는 누운 자세 중에 하나인 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 객체 추적 장치가 회전 모듈에 상하로 장착된 상기 영상 카메라 및 적외선 카메라를 조정하여 상기 객체를 촬영 및 추적하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 회전 모듈은 팬/틸트(pan/tilt) 기능을 수행하며, 상기 영상 카메라 및 적외선 카메라는

줌(zoom) 기능을 수행하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 검출 단계에서,

상기 객체 추적 장치가 상기 객체의 이동하는 궤적을 이용하여 궤적 정합을 수행하여 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 검출 단계에서,

상기 객체 추적 장치가 아래의 선형 변형 알고리듬에 따른 수학식으로 산출한 변환 행렬 H를 이용하여 제1 및 제2 영상 간의 대응점을 검출하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \lambda H \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix}$$

$$A_i h = 0 (h \neq 0), h = \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ h_{33} \end{bmatrix}$$

(여기서 제1 및 제2 영상 데이터의 임의의 점($x_i \leftrightarrow x_i'$))

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 제1 및 제2 추정 단계에서,

상기 객체의 형태는 몸체(body)와 머리(head) 부분인 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 제2 추정 단계에서,

상기 객체 추적 장치는 PCA(principal component analysis)를 통해 객체의 형태를 모델링한 후 adaboost로 객체의 형태를 추정하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법.

**청구항 12**

회전 모듈과, 상기 회전 모듈에 장착되며 객체를 촬영한 제1 영상 데이터를 출력하는 영상 카메라와, 상기 영상 카메라의 하부에 설치되며 상기 객체를 촬영한 제2 영상 데이터를 출력하는 적외선 카메라를 갖는 이종 카메라;

상기 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하고, 상기 제1 영상 데이터에서 상기 객체의 움직임을 감지하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제1 형태 정보를 산출하고, 상기 제2 영상 데이터에서 상기 객체의 온도와 배경의 온도의 차이를 이용하여 상기 배경에서 상기 객체를 분리하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출하고, 상기 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정하는 제어부;를 포함하며,

상기 제어부는 추적할 객체를 결정할 때, 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보에서 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하고, 상기 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터를 정합하고, 상기 정합된 영상으로부터 상기 객체를 추출하여 추적할 객체로 결정하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 장치.

**청구항 13**

객체 추적 장치가 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하는 획득 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 제1 및 제2 영상 데이터에서 객체의 추정된 관심 영역을 추출하여 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하는 검출 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터의 추정된 관심 영역의 정합을 통하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터를 정합하는 정합 단계;

상기 객체 추적 장치가 상기 정합된 영상으로부터 상기 객체를 추출하여 추적할 객체를 결정하는 객체 추출 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 장치의 객체 추출 방법.

# 명 세 서

## 발명의 상세한 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 객체 추적 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이종 카메라를 이용하여 획득한 객체 정보를 조합하여 정확한 객체를 추출하여 추적할 수 있는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 시스템 및 방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 객체 추적 시스템은 촬영한 객체의 영상으로부터 관심 영역(ROI; Region of interest)을 추출하고, 추출한 관심 영역의 정보를 분석하여 객체의 위치를 추적하는 시스템으로, 영상 카메라 기반에서 객체의 움직임을 감지하여 기록하는 기능을 수행한다.

[0003] 이와 같은 종래의 객체 추적 시스템은 단일 영상 카메라를 이용하여 객체를 추적하기 때문에, 복잡한 환경에서는 정확한 객체를 추출하는 데 많은 어려움이 있다. 특히 얼굴, 사람, 형상 등과 같은 객체의 형상은 환경의 변화, 움직임의 형태에 따라 색상, 모양, 배경 등 환경적 변화와 중복(occlusion), 가림현상 등에 의해 단일 영상 카메라로는 추출하기가 쉽지 않다.

[0004] 또한 객체 추적 시스템은 제한된 시야범위(field of view; FOW)를 갖는 단일 영상 카메라를 사용하기 때문에, 추적 중인 객체의 전체 혹은 부분이 해당 FOV를 벗어나면 추적을 지속할 수 없는 문제점을 안고 있다.

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

[0005] 따라서, 본 발명의 목적은 객체의 위치 및 형상을 정확히 추출하여 추적할 수 있는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 제한된 시야범위로 인한 객체 추적 실패를 최소화할 수 있는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

#### 과제 해결수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 객체 추적 장치가 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하는 획득 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 제1 영상 데이터에서 상기 객

체의 움직임을 감지하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제1 형태 정보를 산출하는 제1 추정 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 제2 영상 데이터에서 상기 객체의 온도와 배경의 온도의 차이를 이용하여 상기 배경에서 상기 객체를 분리하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출하는 제2 추정 단계 및 상기 객체 추적 장치가 상기 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정하는 결정 단계를 포함하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법을 제공한다. 이때 객체는 사람일 수 있다.

[0008] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 있어서, 상기 제2 추정 단계 이후에 수행되는 상기 객체 추적 장치가 추정한 상기 제2 형태 정보로부터 상기 객체의 외곽선을 검출하는 검출 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 검출한 외곽선을 이용하여 상기 객체의 자세를 판단하는 자세 판단 단계를 더 포함할 수 있다. 이때 상기 결정 단계에서 상기 객체 추적 장치는 상기 객체의 자세 정보를 기반으로 추적할 객체를 결정할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 따른 상기 자세 판단 단계에서, 상기 객체의 자세는 선 자세, 앉은 자세 또는 누운 자세 중에 하나이다.

[0010] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 있어서, 상기 객체 추적 장치가 회전 모듈에 상하로 장착된 상기 영상 카메라 및 적외선 카메라를 조정하여 상기 객체를 촬영 및 추적한다. 상기 회전 모듈은 팬/틸트(pan/tilt) 기능을 수행하며, 상기 영상 카메라 및 적외선 카메라는 줌(zoom) 기능을 수행한다.

[0011] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 따른 상기 결정 단계는, 상기 객체 추적 장치가 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보에서 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하는 검출 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 추정한 상기 제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터를 정합하는 정합 단계 및 상기 객체 추적 장치가 상기 정합된 영상으로부터 상기 객체를 추출하여 추적할 객체로 결정하는 객체 추출 단계를 포함하여 구성된다.

[0012] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 따른 상기 검출 단계에서 상기 객체 추적 장치가 상기 객체의 이동하는 궤적을 이용하여 궤적 정합을 수행하여 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출한다. 이때 상기 검출 단계에서 상기 객체 추적 장치가 아래의 선형 변형 알고리듬에 따른 수학식17로 산출한 변환 행렬 H를 이용하여 대응점을 검출할 수 있다.

[0013] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 따른 상기 제1 및 제2 추정 단계에서, 상기 객체의 형태는 몸체(body)와 머리(head) 부분일 수 있다.

[0014] 본 발명에 따른 객체 추적 방법에 따른 상기 제2 추정 단계에서, 상기 객체 추적 장치는 PCA(principal component analysis)를 통해 객체의 형태를 모델링한 후 adaboost로 객체의 형태를 추정한다.

[0015] 본 발명에 따른 객체 추적 장치는 이종 카메라와 제어부를 포함하여 구성된다. 상기 이종 카메라는 회전 모듈과, 상기 회전 모듈에 장착되며 객체를 촬영한 제1 영상 데이터를 출력하는 영상 카메라와, 상기 영상 카메라의 하부에 설치되며 상기 객체를 촬영한 제2 영상 데이터를 출력하는 적외선 카메라를 갖는다. 상기 제어부는 상기 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하고, 상기 제1 영상 데이터에서 상기 객체의 움직임을 감지하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제1 형태 정보를 산출하고, 상기 제2 영상 데이터에서 상기 객체의 온도와 배경의 온도의 차이를 이용하여 상기 배경에서 상기 객체를 분리하여 상기 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출하고, 상기 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정한다.

[0016] 본 발명은 또한, 객체 추적 장치가 영상 카메라 및 적외선 카메라로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득하는 획득 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 제1 및 제2 영상 데이터에서 객체의 추정된 관심 영역을 추출하여 상기 객체의 상단점과 하단점을 검출하는 검출 단계, 상기 객체 추적 장치가 상기 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터의 추정된 관심 영역의 정합을 통하여 상기 제1 및 제2 영상 데이터를 정합하는 정합 단계 및 상기 객체 추적 장치가 상기 정합된 영상으로부터 상기 객체를 추출하는 객체 추출 단계를 포함하는 이종 카메라를 이용한 객체 추적 장치의 객체 추적 방법을 제공한다.

## 효 과

[0017] 본 발명에 따르면, 객체 추적 장치는 이종 카메라를 이용하여 획득한 객체 정보를 조합하여 정확한 객체를 추출하여 추적할 수 있다.

[0018] 영상 카메라를 이용하여 획득한 제1 영상 데이터의 모션 정보를 이용하여 추정한 객체의 제1 형태 정보, 적외선

카메라를 이용하여 획득한 제2 영상 데이터에서 객체와 배경의 온도 차이를 이용하여 추정한 객체의 제2 형태 정보 및 추출한 객체의 자세를 판단한 판정 정보를 조합하여 격체를 결정하기 때문에, 추적할 객체를 정확히 결정할 수 있다.

[0019] 그리고 본 발명에 따른 객체 추적 장치의 이종 카메라는 회전 모듈에 의한 영상 카메라 및 적외선 카메라를 상하좌우로 회전이 가능한 팬/틸트(pan/tilt) 기능을 갖고, 영상 카메라 및 적외선 카메라는 줌(zoom) 기능을 갖기 때문에, 시야범위를 확대하여 종래의 제한된 시야범위로 인한 객체 추적 실패를 최소화할 수 있다.

## *발명의 실시를 위한 구체적인 내용*

[0020] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0021] 본 발명의 실시예에 따른 객체 추적 장치(100)는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 이종 카메라(10)를 이용하여 획득한 영상 데이터의 객체 정보를 조합하여 정확한 객체를 추출하고, 추출한 객체를 추적하는 장치로서, 이종 카메라(10), 저장부(20) 및 제어부(30)를 포함하여 구성된다. 이때 객체는 사람일 수 있다.

[0022] 이종 카메라(10)는 회전 모듈(11), 영상 카메라(13) 및 적외선 카메라(15)를 포함하여 구성된다. 회전 모듈(11)은 회전 모듈(11)에 설치된 영상 카메라(13) 및 적외선 카메라(15)를 상하좌우로 회전이 가능한 팬/틸트(pan/tilt) 기능을 갖는 구동 장치이다. 영상 카메라(13) 및 적외선 카메라(15)는 줌(zoom) 기능을 갖는 카메라이다. 영상 카메라(13)는 회전 모듈(11)에 장착되며 객체를 촬영한 제1 영상 데이터를 출력한다. 적외선 카메라(15)는 영상 카메라(13)의 하부에 설치되며 객체를 촬영한 제2 영상 데이터를 출력한다. 이때 이종 카메라(10)는 제어부(30)의 제어에 따라 회전 및 렌즈의 줌인/줌아웃(zoom in/zoom out) 기능을 수행하면서 객체를 추적할 수 있다. 제1 영상 데이터는 일반 영상 데이터이고, 제2 영상 데이터는 열영상 데이터이다.

[0023] 한편 본 실시예에서는 이종 카메라(10)는 하나의 회전 모듈(11)에서 상하로 영상 카메라(13) 및 적외선 카메라(15)가 설치된 구조를 갖지만 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대 회전 모듈에 적외선 카메라 및 영상 카메라 순으로 설치될 수도 있다. 또는 영상 카메라와 적외선 카메라가 각각 회전 모듈에 독립적으로 설치될 수도 있다.

[0024] 저장부(20)는 객체 추적 장치(100)의 동작 제어시 동작 제어시 필요한 프로그램과, 그 프로그램 수행 중에 발생되는 데이터를 저장하며, 하나 이상의 휘발성 메모리 소자와 비휘발성 메모리 소자로 이루어진다. 저장부(20)는 이종 카메라(10)에서 획득한 영상 데이터를 정합하여 객체를 결정하고 추적하기 위한 실행프로그램을 저장한다. 저장부(20)는 이종 카메라(10)에서 획득한 영상 데이터를 정합하기 위한 이미지 맵(21; image map)을 저장한다. 이미지 맵(21)은 매핑 매트릭스(mapping matrix)를 통한 제1 및 제2 영상의 정합시 사용된다.

[0025] 그리고 제어부(30)는 객체 추적 장치(100)의 전반적인 제어 동작을 수행하는 마이크로프로세서이다. 제어부(30)는 영상 카메라(13) 및 적외선 카메라(15)로 각각 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득한다. 제어부(30)는 제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 객체의 형태를 추정한 제1 형태 정보를 산출한다. 제어부(30)는 제2 영상 데이터에서 객체의 온도와 배경 온도 차이를 이용하여 배경에서 객체를 분리하여 객체의 형태를 추정한 제2 형태 정보를 산출한다. 그리고 제어부(30)는 제1 및 제2 형태 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정한다. 이때 제1 및 제2 형태 정보는 객체의 관심 영역(ROI)으로, 사람의 얼굴과 몸체를 포함할 수 있다.

[0026] 특히 제어부(30)는 제1 영상 처리부(31,32,33), 제2 영상 처리부(34,35), 자세 판단부(36) 및 영상 제어부(37)를 포함하여 구성된다.

[0027] 제1 영상 처리부(31,32,33)는 영상 카메라(13)에서 획득한 제1 영상 데이터를 처리하여 추정한 객체의 제1 형태 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다. 제1 영상 처리부(31,32,33)는 제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 객체의 형태를 추정한 제1 형태 정보를 산출하고, 산출한 제1 형태 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다.

[0028] 제1 영상 처리부(31,32,33)는 모션 분할부(31), 제1 몸체 검출부(32) 및 제1 얼굴 검출부(33)를 포함하여 구성된다. 이때 제1 영상 데이터는 로 이미지(raw image) 데이터이다. 모션 분할부(31)는 영상 카메라(13)에서 출력되는 제1 영상 데이터에서 모션 분할(motion segmentation)을 수행하여 움직이는 객체를 추출하여 객체를 추정하고, 추정한 객체의 정보(Motion Blobs)를 제1 몸체 검출부(32)로 전송한다. 제1 몸체 검출부(32)는 추정한 객체의 정보로부터 객체의 몸체를 검출하고, 검출한 제1 몸체 정보(1th Body ROIs)를 영상 제어부(37)로 전송한다. 제1 얼굴 검출부(33)는 영상 카메라(13)로부터 제1 영상 데이터를 수신하여 객체의 얼굴을 검출한다. 제1 얼굴 검출부(33)는 검출한 제1 얼굴 정보(1th Face ROIs)를 영상 제어부(37)로 전송한다. 이때 제1 형태 정보는 제1 몸체 정보(1th Body ROIs)와 제1 얼굴 정보(1th Face ROIs)를 포함한다.

[0029] 제2 영상 처리부(34,35)는 적외선 카메라(15)에서 획득한 제2 영상 데이터를 처리하여 추정한 객체의 제2 형태 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다. 제2 영상 처리부(34,35)는 제2 영상 데이터에서 객체의 온도와 배경의 온도 차이를 이용하여 배경에서 객체를 분리하고, 분리한 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출한다. 제2 영상 처리부(34,35)는 산출한 제2 형태 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다. 이때 제2 영상 데이터는 로 이미지(raw image) 데이터이다.

[0030] 제2 영상 처리부(34,35)는 제2 몸체 검출부(34)와 제2 얼굴 검출부(35)를 포함하여 구성된다. 제2 몸체 검출부(34)는 적외선 카메라(15)에서 출력되는 제2 영상 데이터에서 객체의 몸체를 검출하고, 검출한 제2 몸체 정보(2nd Body ROIs)를 제2 얼굴 검출부(35) 및 영상 제어부(37)로 전송한다. 제2 얼굴 검출부(35)는 제2 몸체 정보(2nd Body ROIs)로부터 얼굴을 검출하고, 검출한 제2 얼굴 정보(2nd Face ROIs)를 영상 제어부(37)로 전송한다. 이때 제2 형태 정보는 제2 몸체 정보(2nd Body ROIs)와 제2 얼굴 정보(2nd Face ROIs)를 포함한다.

[0031] 이때 제2 영상 처리부(34,35)는 객체와 배경을 분리하기 위해서, PCA(principal component analysis)를 통해 adaboost로 객체의 형태를 추정하여 제2 형태 정보를 산출한다.

[0032] 자세 판단부(36)는 제2 몸체 검출부(34)로부터 수신한 몸체 형태 정보(Body shape)로부터 판단한 객체의 자세 정보(Shape ID)를 영상 제어부(37)로 전송한다. 자세 판단부(36)는 제2 형태 정보로부터 객체의 외곽선을 검출한다. 자세 판단부(36)는 검출한 외곽선을 이용하여 객체의 자세를 판단한다. 이때 객체의 자세는 선 자세, 앉은 자세 또는 누운 자세 중에 하나일 수 있다.

[0033] 그리고 영상 제어부(37)는 제1 영상 처리부(31,32,33)로부터 수신한 객체의 제1 형태 정보, 제2 영상 처리부(34,35)로부터 수신한 객체의 제2 형태 정보 및 자세 판단부(36)로부터 수신한 객체의 자세 정보를 조합하여 객체를 결정한다. 영상 제어부(37)는 결정한 객체를 추적하며, 결정한 객체 정보 및 추적 정보를 저장부(20)에 저장하거나 감시용 모니터 등에 출력할 수 있다.

[0034] 특히 영상 제어부(37)는 이종 카메라(10)를 이용하여 획득한 제1 및 제2 영상 데이터를 이용하여 추적할 객체를 다음과 같이 추출할 수 있다. 즉 영상 제어부(37)는 제1 및 제2 형태 정보에서 객체의 상단점과 하단점을 검출한다. 영상 제어부(37)는 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 추정한 제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여 제1 및 제2 영상 데이터를 정합한다. 그리고 영상 제어부(37)는 정합된 영상으로부터 객체를 추출하여 추적할 객체로 결정한다. 이때 상단점과 하단점과 같은 대응점은 객체의 이동하는 궤적을 이용한 궤적 정합을 통하여 검출할 수 있다.

[0035] 한편 본 실시예에 따른 제어부(30)는 제1 영상 처리부(31,32,33), 제2 영상 처리부(34,35), 자세 판단부(36) 및 영상 제어부(37)가 하나의 프로세서로 구현될 수도 있고, 개별 프로세서로 구현될 수 있다. 또는 제어부(30)는 제1 영상 처리부(31,32,33), 제2 영상 처리부(34,35), 자세 판단부(36) 및 영상 제어부(37) 중에 일부가 그룹화되어 복수의 프로세서로 구현될 수도 있다.

[0036] 그리고 본 실시예에서는 영상 제어부(37)가 추적할 객체를 결정할 때 제1 형태 정보, 제2 형태 정보 및 자세 정보를 조합하는 예를 개시하였지만, 제1 형태 정보 및 제2 형태 정보만을 조합할 수도 있다.

[0037] 이와 같이 본 실시예에 따른 객체 추적 장치(100)는 이종 카메라(10)를 이용하여 획득한 객체 정보를 조합하여 정확한 객체를 추출하여 추적할 수 있다. 또한 영상 카메라(13)를 이용하여 획득한 제1 영상 데이터의 모션 정보를 이용하여 추정한 객체의 제1 형태 정보, 적외선 카메라(15)를 이용하여 획득한 제2 영상 데이터에서 객체와 배경의 온도 차이를 이용하여 추정한 객체의 제2 형태 정보 및 추출한 객체의 자세를 판단한 판정 정보를 조합하여 격체를 결정하기 때문에, 추적할 객체를 정확히 결정할 수 있다.

[0038] 이와 같은 본 실시예에 따른 객체 추적 장치(100)를 이용한 객체 추적 방법을 도 1 내지 도 12를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 여기서 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이종 카메라(10)를 이용한 객체 추적 방법에 따른 흐름도이다. 도 4 및 도 5는 도 3의 제1 추정 단계에 따른 화면 예시도이다. 도 6 및 도 7은 도 3의 제2 추정 단계에 따른 화면 예시도이다. 도 8은 도 3의 자세 판단 단계에 따른 화면 예시도이다. 도 9는 도 3의 영상 정합 단계를 보여주는 흐름도이다. 그리고 도 10 내지 도 12는 도 9의 영상 정합 단계에 따른 화면 예시도이다.

[0039] 먼저 S51단계에서 이종 카메라(10)는 객체를 촬영하여 제1 및 제2 영상 데이터를 획득한다. 이종 카메라(10)는 획득한 제1 및 제2 영상 데이터를 각각 제1 영상 처리부(31,32,33) 및 제2 영상 처리부(34,35)로 전송한다.

[0040] 다음으로 S53단계에서 제1 영상 처리부(31,32,33)는 제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 객체의 형태를 추정한 제1 형태 정보를 산출한다. 제1 영상 처리부(31,32,33)는 산출한 제1 형태 정보를 영상 제어부(3

7)로 전송한다. 이때 제1 형태 정보는 제1 몸체 정보(1th Body ROIs)와 제1 얼굴 정보(1th Face ROIs)를 포함한다.

[0041] S53단계에 따른 제1 추정 단계를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 영상처리부(31,32,33)는 제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 객체의 형태를 추정한다. 이때 도 4는 방향 움직임 성분의 분할 및 객체 추출을 보여주는 화면 예시도이다.

[0042] 짧은 시간 간격 사이에 기억시킨 두 영상의 차이는 객체의 이동 또는 운동에 관한 사항을 측정하거나 인식하는데 있어서 기초가 된다. 이 두 영상으로부터 동일한 객체의 차이는 객체가 이동한 거리와 방향 그리고 객체의 운동 속도로 표현할 수 있으며, 세밀한 광강도를 가진 두 개의 연속된 영상의 변화를 연속적 흐름으로 나타내며 이를 광류(Optical flow)라고 부른다. 본 실시예에서는, 움직임 객체를 검출하기 위해 광류를 이용한 Lucas-Kanade optical flow를 사용하여 방향성분을 상하좌우의 4방향으로 나누어 분할한다. Lucas-Kanade optical flow는 원 영상에 가우시안 피라미드를 적용하여 두 영상 간에 있는 픽셀의 변화 벡터를 구할 수 있으며 움직임 정보는 색과 모양 변화에 강인한 결과를 얻을 수 있으며 실시간으로 구현 가능하다.

[0043] 광류는 아래와 같은 수학식1로 정의되며, 체인 룰(chain rule)에 의해 다음과 같은 수식을 얻을 수 있다.

*수학식 1*

[0044]
$$\frac{dS_C(x,y,t)}{dt}=\frac{\partial S_C(x,y,t)}{\partial x}\nu_x(x,y,t)+\frac{\partial S_C(x,y,t)}{\partial y}\nu_y(x,y,t)+\frac{\partial S_C(x,y,t)}{\partial t}=0$$

[0045] 여기서 $S_C(x,y,t)$는 두 영상의 밝기 차이이며, $v_x(x,y,t)=dx/dt, v_y(x,y,t)=dy/dt$이다.

[0046] 광류는 가로, 세로의 변화뿐만 아니라 시간상의 변화와 노이즈도 함께 고려되며, 아래의 수학식2로 간략하게 계산된다.

*수학식 2*

[0047]
$$\varepsilon_{OF}(\nu(x,y,t))=<\nabla S_C(x,y,t),\nu(x,y,t)>+\frac{\partial S_C(x,y,t)}{\partial t}=0$$

[0048]
$$\nabla S_C(x,y,t)=\left[\frac{\partial S_C}{\partial x}\ \frac{\partial S_C}{\partial y}\right]^T\nu(x,y,t)=[\nu_1(s,y,t)\,\nu_2(s,y,t)]^T$$

[0049] 광류의 에러(error) E는 아래의 수학식3으로 산출할 수 있다.

*수학식 3*

[0050]
$$E=\sum_{(x,y)\in R}\varepsilon_{OF}^2$$

[0051] 배경이나 움직임을 이용하여 분리된 객체들 중에서 일정한 크기 이상을 갖는 영역은 객체의 후보가 된다. 하지만 영상내의 노이즈나 작은 틈 등의 오류에 의해 완전한 후보 영역을 검출하기 어렵기 때문에, 추출된 픽셀들의 방향 성분을 3ㅅ3의 Blob을 설정하여 평균치를 해당 Blob의 방향 성분으로 간주하여 영상 내의 차분을 통해 미리 지정한 일정 크기의 Threshold값 이상의 값만 취함으로써 오류를 최소화 할 수 있다. 또한 수학식4 내지 6을 이용하여 연속된 프레임에서 움직임을 추출하여 영상 좌표를 기준으로 상하좌우의 4방향으로 객체 움직임을 분할하고 형태학적 연산(morphological operation)을 적용하여 영역의 작은 틈(hole)을 제거할 수 있다.

*수학식 4*

[0052]
$$D_i=\frac{1}{N}\sum_{(x,y)\in R}|I_t(x,y)-I_{t-1}(x,y)|$$

수학식 5

[0053] $$v_i^t = \begin{cases} v_i^t, (d_i \geq T) \\ 0, (d_i < T) \end{cases}$$

수학식 6

[0054] $$d_i = \sum_{t=0}^{K-1} \sqrt{(x_i^{t+1} - x_i^t)^2 + (y_i^{t+1} - y_i^t)^2}$$

[0055] 여기서 R은 차이점을 검사할 영역이며 N은 전체 픽셀의 개수이다. 시간 t상에서 D는 두 영상의 밝기(I)의 차이이며, 속도의 크기(d)가 미리 정한 임계치(T)값보다 작은 경우 속도(v)를 제거한다.

[0056] 회전 모듈(11)의 회전에 의해 전체 영상에서 같은 방향의 움직임 성분들을 확인할 수 있다. 이러한 성분들을 제거하기 위해 4방향으로 방향을 분류하여 각각의 평균적인 움직임을 측정하고 측정된 평균움직임과 다른 방향성만을 객체가 움직인 지역으로 분류한다.

[0057] 제1 영상 처리부(31,32,33)의 제1 얼굴 검출부(33)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 얼굴 정면 특징들을 이용하여 사람의 얼굴인지를 판단하기 위해 학습 기반의 Haar 모델을 사용하였다. 실시간으로 얼굴영역을 검출하기 위해서, 얼굴 피부 컬러 모델(skin-color model)을 적용하여 계산량을 줄였다. 얼굴 피부 컬러 모델은 사람의 얼굴 영역의 색상을 미리 구분해서 얼굴이 있는 영역과 없는 영역으로 구분한다. 여기서 도 5(a)는 RGB 모드로 변환된 영상, 도 5(b)는 YCbCr 모드로 변환된 영상, 도 5(c)는 HIS 모드로 변환된 영상에서 다각형 내부에 존재하는 컬러들만의 히스토그램을 추출하여 역사상(BackProjection)을 하였을 때의 결과를 보여준다.

[0058] 이렇게 미리 정한 영상의 영역에서만 특징을 파악하고 비교함으로써, 조금 더 빠르게 제1 얼굴 정보(1th Face ROIs)를 산출할 수 있다. 제1 영상 데이터에서 두 개 이상의 지역에서의 픽셀의 값이 다르다는 특징을 이용하여 Haar Feature를 이용했다. 빠른 탐색을 위해 정면 얼굴에 대한 공통적인 패턴만을 사용하여 제1 얼굴 정보(1th Face ROIs)를 산출한다.

[0059] 다음으로 S55단계에서 제2 영상 처리부(34,35)는 제2 영상 데이터에서 객체의 온도와 배경 온도 차이를 이용하여 배경에서 객체를 분리하여 객체의 형태를 추정하고, 추정한 제2 형태 정보를 산출한다. 제2 영상 처리부(34,35)는 산출한 제2 형태 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다.

[0060] S55단계에 따른 제2 추정 단계를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 제2 영상 데이터에서는 사람의 형상이 많은 열데이터를 갖기 때문에 배경의 열데이터보다 높은 수치를 보인다. 이러한 높은 열영상의 데이터 내에서 국부적인 열값의 존재를 확인하여 객체를 분할(Segmentation)을 할 수 있다. 제2 영상 처리부(34,35)는, 도 6에 도시된 바와 같이, 제2 영상 데이터에서 히스토그램(histogram)을 이용하여 국부적 열데이터를 검출함으로써, 객체의 제2 형태 정보를 추출할 수 있다.

[0061] 여기서 히스토그램은 간단하게 미리 정한 영역의 데이터 개수로 표현이 가능하다. 이러한 영역을 그리드 셀(grid cell)이라 하고, 수평 수직방향으로 그리드 셀 내에 있는 데이터의 빈도수(bin)의 또는 지역내의 그레디언트 크기(gradient magnitudes)를 누적시켜 축방향의 데이터 분산값을 얻을 수 있다. 이러한 분산값들의 통계적인 특징들을 이용하여 객체의 위치를 추정한다.

[0062] 제2 얼굴 검출부(35)는 얼굴 영상의 경우 추출된 몸체 부분의 내부에 존재한다는 가정하에 국부적인 최고 온도를 추적하여 얼굴 영역을 검출하고, 검출한 제2 얼굴 정보(2nd Face ROIs)를 영상 제어부(37)로 전송한다.

[0063] 이어서 S57단계에서 자세 판단부(36)는 제2 영상 처리부(34,35)로부터 수신한 제2 형태 정보로부터 객체의 자세를 판단한다. 즉 자세 판단부(36)는 제2 형태 정보로부터 객체의 외곽선을 검출한다. 자세 판단부(36)는 검출한 외곽선을 이용하여 객체의 자세를 판단하고, 판단한 자세 정보를 영상 제어부(37)로 전송한다.

[0064] 자세 판단부(36)는, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 제2 영상 처리부(34,35)로부터 수신한 객체의 제2 형태 정보로부터 객체의 최외곽 성분을 분석하여 사람의 형상을 판단한다. 즉, 적외선 카메라(15)에 획득된 제2 영상에는 사람의 열영상뿐만 아니라 모니터, 열기구 등 여러 오류 패턴들이 존재한다. 사람의 열영상과 아닌 영상을 분리하기 위해 adaboost 분류기를 이용하여 오류 형상과 사람 영상을 분리하였다. 또한 사람의 형상일 경우 현

재 형상을 선 자세, 앉은 자세, 누운 자세의 3가지의 모델을 적용하여 현재 사람의 상태를 분리하였다.

[0065] 이때 사람 형상의 경우 외곽의 성분을 이용한다. 사람의 외곽 성분은 주어진 입력 영상으로부터 적당한 기준점을 객체의 윤곽선에 할당한다. 기준점은 한 영상에서 기준점으로 선택된 특징점으로 연결되어 있어야 하며 외곽선분의 코사인(cosin)각을 이용하여 객체의 외곽 성분을 추출하였다.

[0066] 제2 영상 데이터에서 객체 영상은 다음과 같은 방식으로 분리할 수 있다.

[0067] 1. 아래의 수학식7을 이용하여 객체의 외곽선을 검출한다.

*수학식 7*

[0068] $$C=p_i=(x_i,y_i)|i=1,2,...,n$$

[0069] 여기서 p는 외곽선의 좌표이며, N은 외곽선을 구성하는 화소수이다.

[0070] 2. 모든 외곽선 상의 화소(p_i)와 i+k와 i-k번째 외곽선상의 화소를 잇는 벡터를 수학식8 및 9로 산출한다.

*수학식 8*

[0071] $$\overrightarrow{a_{ik}}=(x_i-x_{i+k},y_i-y_{i+k})$$

*수학식 9*

[0072] $$\overrightarrow{b_{ik}}=(x_i-x_{i-k},y_i-y_{i-k})$$

[0073] 3. 구해진 두 벡터에 의한 p_i의 k-cosine 함수(f(i))를 수학식10으로 산출한다.

*수학식 10*

[0074] $$f(i)=\cos_{ik}()=\frac{\overrightarrow{a_{ik}}\,Y\overrightarrow{b_{ik}}}{|\overrightarrow{a_{ik}}||\overrightarrow{b_{ik}}|}$$

[0075] 4. 잡음을 제거하기 위하여 구해진 k-cosine에 수학식11의 가우시안(Gaussian) 함수를 컨볼루션하여 평활화를 수행한다.

*수학식 11*

[0076] $$G(i,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\left(\frac{i^2}{2\sigma^2}\right)}$$

[0077] 5. 평활화된 f(i)의 임계치보다 큰 극대값을 특징점으로 지정한다.

[0078] 2차원 영상에서 n개의 기준점을 2n차원의 벡터를 사용해서 수학식12와 같이 표현 할 수 있다.

*수학식 12*

[0079] $$\chi=[x_1,\cdots,x_n,y_1,\cdots,y_n]^T$$

[0080] 이때 기준점은 외곽 성분의 최외곽 성분의 각도를 10도씩 나누었을 때 보이는 형상을 기준점으로 정했기 때문에 n=36으로 정했다. 또한 초기값으로 설정된 기준점은 계속 유지되는 것이 아니라, 각각의 기준점에서 경계의 수직방향에 따라 추적하는 객체의 실제 윤곽과의 편차를 최소화하는 방향으로 갱신된다.

[0081] n개의 기준점의 집합은, 도 8에 도시된 바와 같이, 객체의 형태를 표현한다. 훈련 집합에서 각각의 형태는 2차원 공간에서 존재하지만, PCA기술을 기반으로 하여 좀더 적은 수의 변수를 가지고 객체의 형태를 모델링하였다.

훈련 집합에서 m개의 형태를 가지고 있다고 가정하자. 여기서 x는 각각의 형태에 따른 훈련 집합을 의미하다. (i=1,2,…,m) 단계별로 PCA 알고리즘을 살펴보면 다음과 같다.

[0082] 1. 훈련 집합에서 m개의 표본 형태의 평균을 수학식13으로 산출한다.

*수학식 13*

[0083] $$\bar{x} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} x_i$$

[0084] 2. 훈련 집합으로부터 공분산 행렬(covariance matrix)을 수학식14로 산출한다.

*수학식 14*

[0085] $$S = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^T$$

[0086] 3. 공분산 행렬로부터 수학식15와 같은 값을 얻을 수 있다.

*수학식 15*

[0087] $$\Phi = [\phi_1 | \phi_2 | \ldots | \phi_q]$$

[0088] 여기서 'Φ'는 S에서 q개의 가장 큰 고유값(eigen value)에 해당하는 고유벡터(eigen vector)를 의미한다.

[0089] 주어진 Φ와 $\bar{x}$로부터 각각의 형태는 수학식16과 같이 간략화 시킬 수 있다.

*수학식 16*

[0090] $$x_i \cong \bar{x} + \Phi b_i, \quad b_i = \Phi^T(x_i - \bar{x})$$

[0091] 벡터b는 변형 가능한 모델 변수의 집합을 정의한다. b의 요소가 변하면서 형태를 변화시킬 수 있다. PCA 알고리듬의 3번째 단계에서 q값은 데이터의 전체적인 분산값에 98%에 해당되는 모델형태의 개수를 나타낸다.

[0092] 이와 같이 PCA 기술을 기반으로 객체의 형태를 모델링함으로써, 도 8에 도시된 바와 같이, 자세 판단부(36)는 객체의 현재 자세를 판단한다. 즉 n개의 기준점의 집합이 도 8(a)에 도시된 바와 같은 형태로 표현되는 경우, 자세 판단부(36)는 누운 자세로 판단한다. n개의 기준점의 집합이 도 8(b)에 도시된 바와 같은 형태로 표현되는 경우, 자세 판단부(36)는 앉은 자세로 판단한다. n개의 기준점의 집합이 도 8(c)에 도시된 바와 같은 형태로 표현되는 경우, 자세 판단부(36)는 선 자세로 판단한다. 여기서 도 8은 PCA를 통해 투영된 객체의 영상을 나타낸다.

[0093] 그리고 S59단계에서 영상 제어부(37)는 제1 형태 정보, 제2 형태 정보 및 자세 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정한다. S59단계를 도 9 내지 도 12를 참조하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0094] S591단계에서 영상 제어부(37)는 제1 및 제2 형태 정보에서 객체의 상단점과 하단점을 검출한다. 다음으로 S593단계에서 영상 제어부(37)는 검출된 상단점과 하단점을 이용하여 추정한 제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여 제1 및 제2 영상 데이터를 정합한다. 그리고 S595단계에서 영상 제어부(37)는 정합된 영상으로부터 객체를 추출하여 추적할 객체로 결정한다.

[0095] 이종 카메라(10)를 구성하는 영상 카메라(13)와 적외선 카메라(15)에서 획득된 제1 및 제2 영상에 나타나는 특징들이 서로 다르기 때문에 정확한 정합 기준을 확인하기 어렵다. 제2 영상의 경우 사람이 인지할 수 있는 영상이 아닌 단순한 열의 방출(Emission)량에 따라 다르며 정확한 객체의 인지가 어렵다. 따라서 육안으로 추정하여 대략적인 위치 좌표를 이용할 경우, 도 10과 같이 불안정한 형태를 만들 수 있다.

[0096] 이러한 단점을 극복하기 위해 내부변수(intrinsic parameters)를 알고 있는 카메라(13,15)로부터 외부 변수(extrinsic parameters)를 계산하는 카메라 자동 보정 기술을 이용하였다. 즉 사람과 같이 열을 방출하며 움직

이는 객체의 위치를 제1 및 제2 영상에서 같은 객체라 생각하고 객체의 머리 부분과 다리 부분의 위치를 이용하여 제1 및 제2 영상에서 각각 객체의 상단점과 하단점을 검출한다(S591). 다음으로 검출한 상단점과 하단점을 이용하여 정합시킴으로써(S593), 최종적인 영상 정합을 수행한다(S595).

[0097] S59단계에 따른 영상 정합은 첫째 객체 및 대응점 추출, 둘째 직접선형(Direct linear transformation; DLT) 변환을 이용한 외부 변수 유도로 나눌 수 있다. 제1 및 제2 영상간의 대응점은 카메라(13,15) 간 겹침 영역이 존재해야 하며 카메라(13,15) 간 관계를 결정하기 위한 기준 영상(reference frame)과 목표 영상(target frame)의 대응점들에 대한 투영 변환식을 유도한다. 여기서 제2 영상을 목표영상으로 설정하여 제2 영상에 제1 영상을 정합하였다. 제2 영상과 제1 영상은 특징이 크게 다르기 때문에, 제1 및 제2 영상 간의 특징점 쌍을 유도하기는 어렵다. 따라서 영상 정합을 위해, 도 11에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 영상 간의 같은 객체를 추출하여 상단점과 하단점의 위치를 검출한다.

[0098] 영상 제어부(37)는, 도 12에 도시된 바와 같이, 객체의 이동하는 궤적(Trajectory)을 이용하여 궤적 정합(Trajectory matching)을 하여 대응점을 검출한다. 영상 제어부(37)는 반복적인 특징점 계산에 쓰이는 비효율적인 기능을 줄이고 육안을 이용한 수동적 방법에서 실시간 자동으로 대응점을 찾았다.

[0099] 예컨대 영상 제어부(37)는 선형 변환 알고리듬에 따른 아래의 수학식17로 산출한 변환 행렬 H를 이용하여 궤적 정합을 수행할 수 있다. 즉 대응점 및 특징점 쌍은 항상 선형적이지 않기 때문에 비선형적인 특징점을 제거하고 추정되는 대표 특징점을 이용하여 직접 선형 변환 알고리듬을 적용하여 변환행렬 H를 결정하였다.

*수학식 17*

[0100]
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \lambda H \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix}$$

[0101]
$$A_i h = 0 (h \neq 0), h = \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ h_{33} \end{bmatrix}$$

[0102] 수학식17에서, 제1 및 제2 영상 데이터에서 동시에 생성된 두 개의 객체의 임의의 점($x_i \leftrightarrow x_i'$)을 선택하여 대응점을 생성하고, 생성한 대응점을 이용하여 $n_{2\times9}$의 $A_i$ 행렬을 정리하였다. $A_i h=0$에서 $h\neq0$이기 때문에, $A_i$는 SVD(singular value decomposition)를 이용하여 h를 산출하고, 산출한 h로부터 H 행렬을 결정할 수 있다.

[0103] 영상 제어부(37)는, 도 12에 도시된 바와 같이, 영상에서 분할된 공간은 관심영역(ROIs)이 되고 관심 영역들의 크기, 움직임, 형태를 비교하여 총 오차값($E_{total}$)이 가장 적은 후보자를 추적중인 객체로 인지한다. 오차값은 아래의 수학식 18과 같이 가중치를 주어 계산되며 가중치의 합은 1이다.

*수학식 18*

[0104]
$$Proj_{ij} = H \times ROI_{ij} \quad H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix}, ROI_{ij} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0105] 여기서 Proj는 제2 영상에서 ROI를 제1 영상의 좌표계로 투영된 결과이며 i는 ROI는 각변의 Vertex, j는 각 후보 집합들을 의미한다.

[0106]
$$E_j = w_{head} \times \sum_{i=0}^{4} (ROI_{ij} - Proj_{ij}) + w_{body} \times \sum_{i=0}^{4} (ROI_{ij} - Proj_{ij})$$

[0107] 여기서 $ROI_i$는 제1 영상의 좌표이고 제 2영상에서 투영된 각 ROI들의 차에 가중치를 주어 모든 후보의 오차값(Ej)을 계산하며 가중치의 합은 1이다. 오차값이 가장 적은 관심 영역을 대상으로 크기와 형태를 재 분할하여 오차값이 큰 영역을 제거함으로써 최종적인 관심 영역들에서 오차값이 가장 작고 임계치 보다 적은 영역을 최적의 추적 객체의 영역(Object ROI)를 추정할 수 있으며 영상 제어부(37)의 최종 출력이 된다.

[0108] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0109] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이종 카메라를 이용한 객체 추적 장치의 구성을 보여주는 블록도이다.

[0110] 도 2는 도 1의 이종 카메라를 보여주는 도면이다.

[0111] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이종 카메라를 이용한 객체 추적 방법에 따른 흐름도이다.

[0112] 도 4 및 도 5는 도 3의 제1 추정 단계에 따른 화면 예시도이다.

[0113] 도 6 및 도 7은 도 3의 제2 추정 단계에 따른 화면 예시도이다.

[0114] 도 8은 도 3의 자세 판단 단계에 따른 화면 예시도이다.

[0115] 도 9는 도 3의 영상 정합 단계를 보여주는 흐름도이다.

[0116] 도 10 내지 도 12는 도 9의 영상 정합 단계에 따른 화면 예시도이다.

[0117] * 도면의 주요 부분에 대한 설명 *

[0118] 10 : 이종 카메라 11 : 회전 모듈

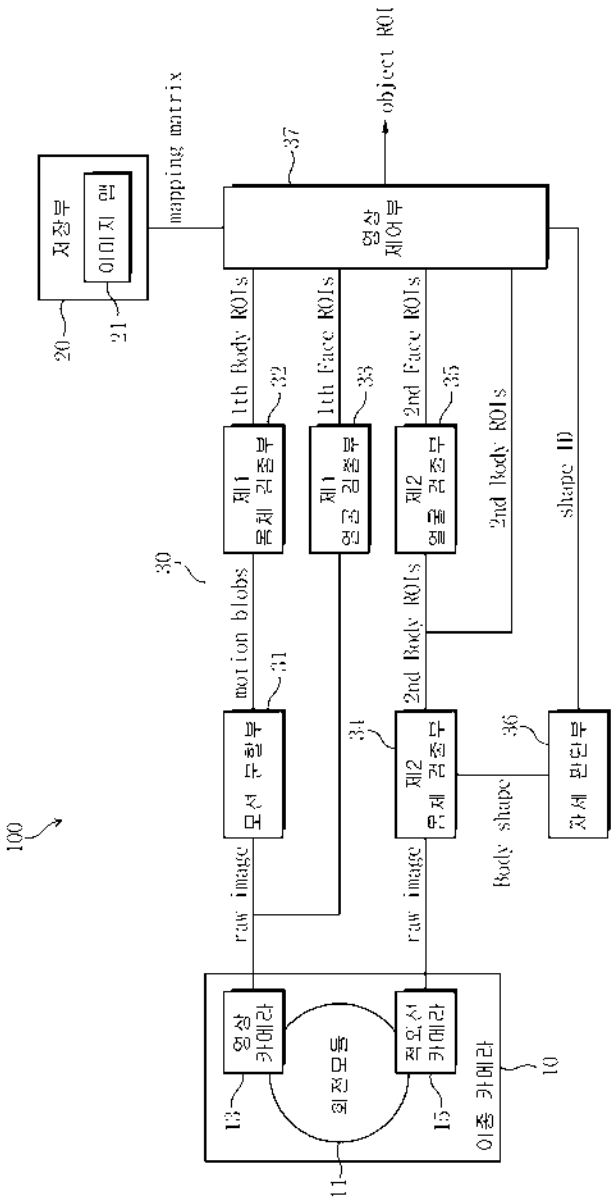
[0119] 13 : 영상 카메라 15 : 적외선 카메라

[0120] 20 : 저장부 30 : 제어부

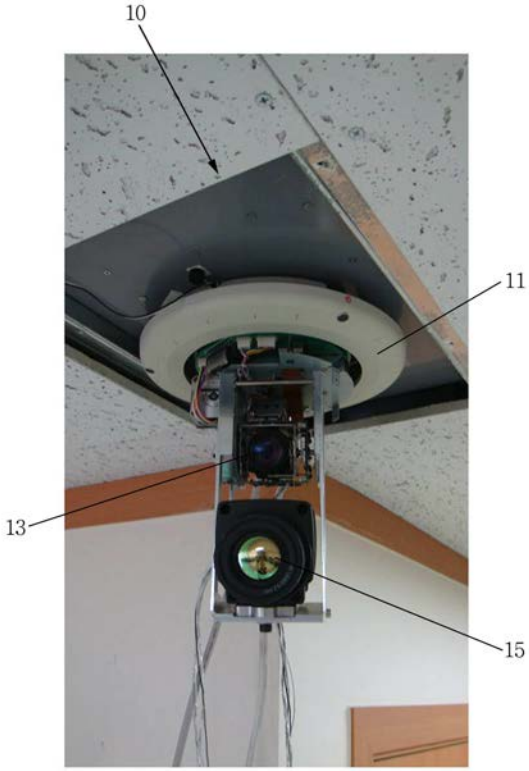
[0121] 37 : 영상 제어부 100 : 객체 추적 장치

## 도면

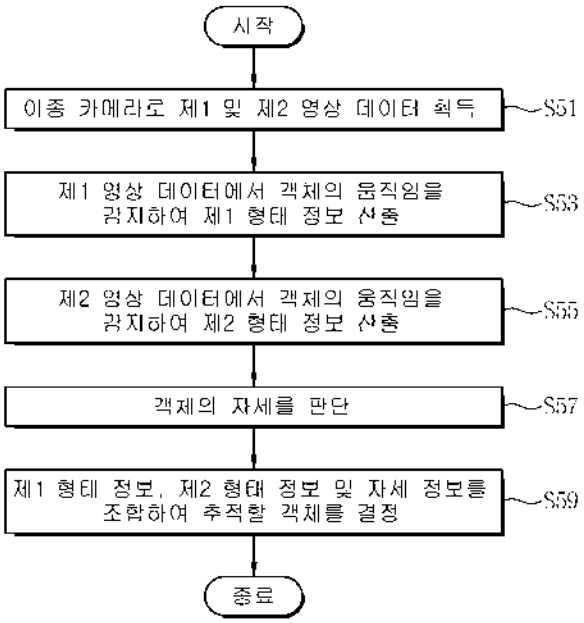
### 도면1


100
이종 카메라
10
영상 카메라
13
적외선 카메라
15
외적모듈
11
raw image
raw image
motion blobs
31
2nd Body ROIs
34
Body shape
36
1th Body ROIs
32
1th Face ROIs
33
2nd Face ROIs
35
2nd Body ROIs
shape ID
30
모션 추출부
제1 몸체 검출부
제1 얼굴 검출부
제2 얼굴 검출부
제2 몸체 검출부
자세 판단부
영상 제어부
37
object ROI
mapping matrix
저장부
이미지 맵
20
21

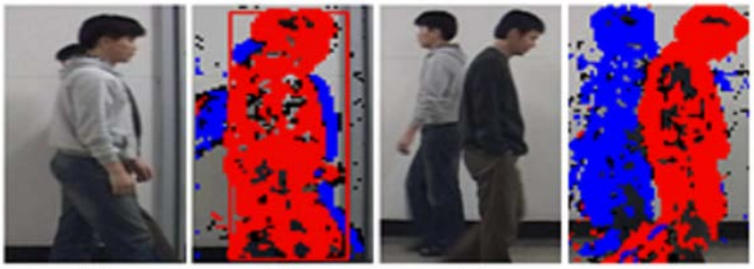
도면2


10
11
13
15

도면3


시작
이종 카메라로 제1 및 제2 영상 데이터 획득
S51
제1 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 제1 형태 정보 산출
S53
제2 영상 데이터에서 객체의 움직임을 감지하여 제2 형태 정보 산출
S55
객체의 자세를 판단
S57
제1 형태 정보, 제2 형태 정보 및 자세 정보를 조합하여 추적할 객체를 결정
S59
종료

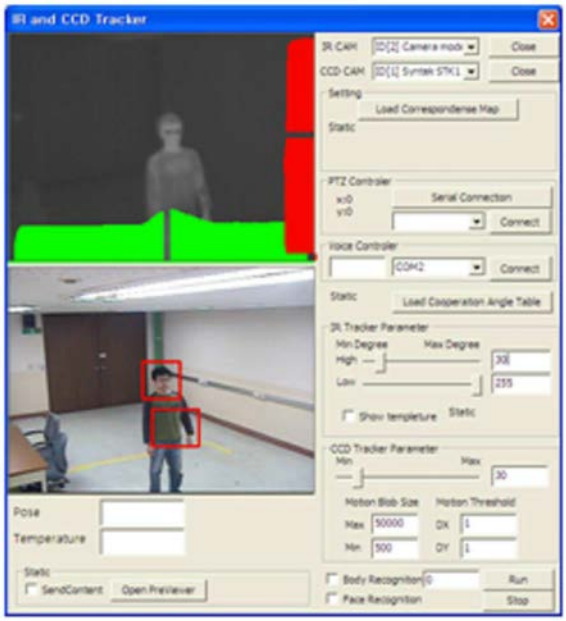
도면4


(a)
(b)
(c)
(d)

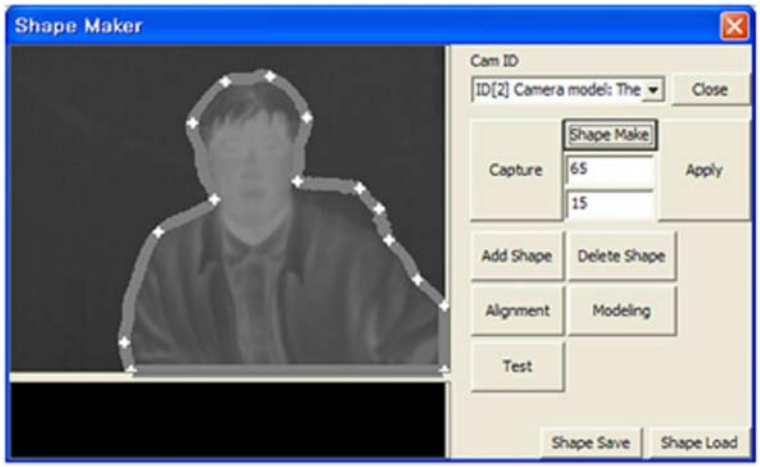
도면5

(a)
(b)
(c)

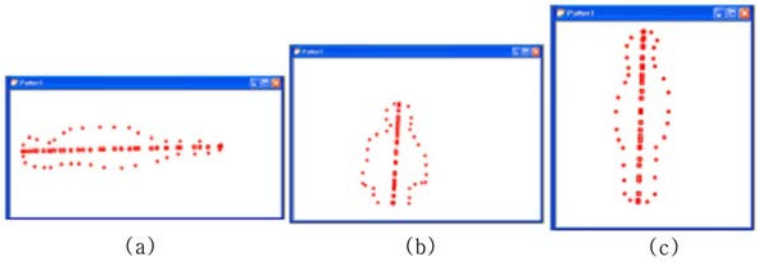
도면6


IR and CCD Tracker
IR CAM
CCD CAM
Close
Close
Setting
Load Correspondense Map
Static
PTZ Controler
Serial Connection
Connect
Voice Controler
COM2
Connect
Static
Load Cooperation Angle Table
IR Tracker Parameter
Min Degree
Max Degree
High
Low
Show template
Static
CCD Tracker Parameter
Min
Max
Motion Blob Size
Motion Threshold
Max
Min
DX
DY
Pose
Temperature
Static
SendContent
Open Previewer
Body Recognition
Face Recognition
Run
Stop

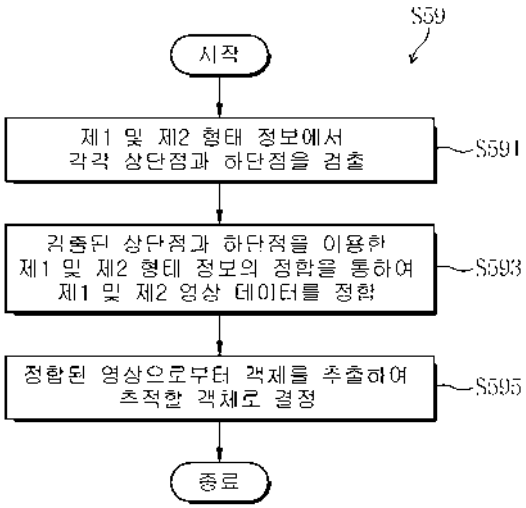
도면7


Shape Maker
Cam ID
ID[2] Camera model: The
Close
Capture
Shape Make
65
15
Apply
Add Shape
Delete Shape
Alignment
Modeling
Test
Shape Save
Shape Load

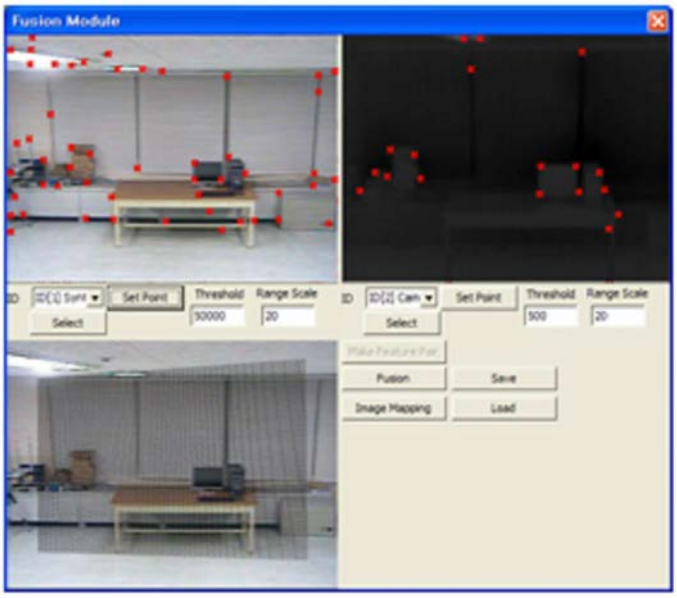
도면8


(a)
(b)
(c)

도면9


S59
시작
제1 및 제2 형태 정보에서
각각 상단점과 하단점을 검출
S591
검출된 상단점과 하단점을 이용하
제1 및 제2 형태 정보의 정합을 통하여
제1 및 제2 영상 데이터를 정합
S593
정합된 영상으로부터 객체를 추출하여
추적할 객체로 결정
S595
종료

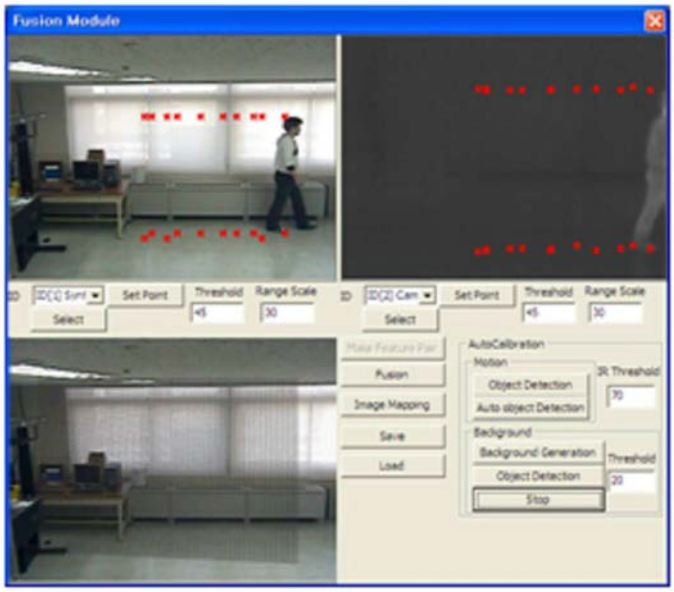
도면10


Fusion Module
Set Point
Threshold
Range Scale
Select
50000
20
Set Point
Threshold
Range Scale
Select
500
20
Fusion
Save
Image Mapping
Load

도면11

(a) (b)

도면12


Fusion Module
Set Point
Threshold
Range Scale
Select
Set Point
Threshold
Range Scale
Select
Fusion
Image Mapping
Save
Load
AutoCalibration
Motion
Object Detection
Auto object Detection
IR Threshold
Background
Background Generation
Object Detection
Threshold
Stop

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0005312
(43) 공개일자 2017년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G03B 43/00* (2015.01) *G01B 11/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*G03B 43/00* (2013.01)
*G01B 11/14* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0095091
(22) 출원일자 2015년07월03일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
**전자부품연구원**
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)
(72) 발명자
**김동엽**
서울특별시 마포구 마포대로20길 26 삼성래미안공덕2차아파트 101동 1303호
**김영옥**
경기도 부천시 원미구 도약로 56, 2201동 101호 (상동, 진달래마을)
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**박종한**

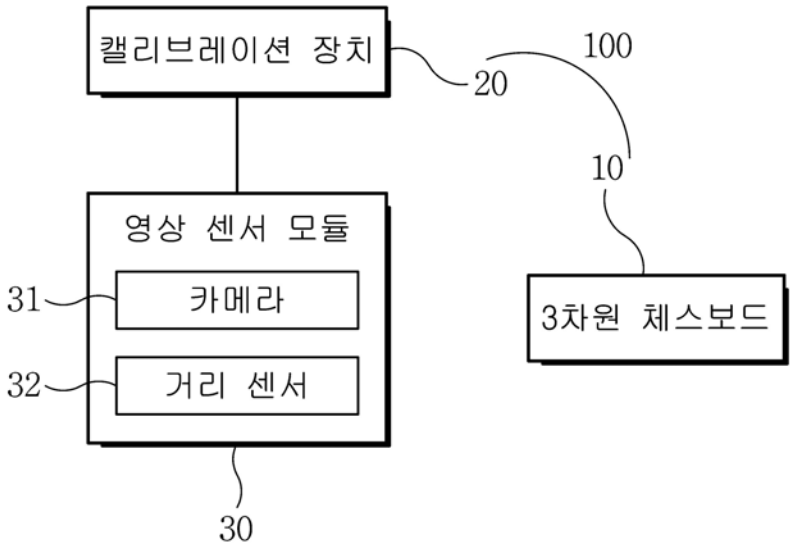
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법**

## (57) 요 약

본 발명은 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 캘리브레이션 시스템은 서로 인접한 복수의 단위 무늬의 색상이 서로 다르도록 격자 형태로 형성되고, 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되며, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 3차원 체스보드, 3차원 체스보드에 포함된 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하여 카메라를 캘리브레이션하고, 요철 형태의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하여 거리 센서를 캘리브레이션 하는 캘리브레이션 장치를 포함하며, 이를 통해 가시광선 영역을 촬영하는 카메라와 대상 물체까지의 거리를 감지하는 거리 센서를 동시에 캘리브레이션 할 수 있어, 캘리브레이션에 요구되는 시간과 노력을 절감할 수 있다.

*대 표 도* - 도1



(72) 발명자

**박창우**

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 247동 1303호 (잠실동,리센츠)

**이재민**

경기도 안산시 상록구 오목로14길 4-8 202호 (본오동)

**전세웅**

인천광역시 서구 청라루비로 68 461동 304호 (경서동,인천청라한일베라체)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10050534

부처명 산업부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 (산업부)소재부품기술개발사업

연구과제명 광시야각을 갖는 반송시간 측정 센서(TOF sensor)와 스테레오 카메라를 융합한 저가형 로봇용 3차원 실내외 공간인식 센서

기 여 율 1/1

주관기관 (주)오토닉스

연구기간 2014.10.01 ~ 2018.07.31

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

서로 인접한 복수의 단위 무늬의 색상이 서로 다르도록 격자 형태로 형성되고, 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되며, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 3차원 체스보드; 및

상기 3차원 체스보드에 포함된 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하여 카메라를 캘리브레이션하고, 상기 요철 형태의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하여 거리 센서를 캘리브레이션 하는 캘리브레이션 장치;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 거리 센서는, TOF(Time Of Flight) 방식으로 거리를 감지하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 캘리브레이션 장치는, 상기 3차원 체스보드 중 상대적으로 깊이가 깊은 무늬를 제외하고 동일 평면 상에 위치하는 나머지 무늬를 인식하여 가상의 2차원 체스보드를 생성하고, 상기 가상의 2차원 체스보드를 이용해 상기 카메라를 캘리브레이션 하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 캘리브레이션 장치는, 해리스 코너 알고리즘을 이용해 특징점을 추출하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 캘리브레이션 장치는, 상기 카메라의 좌표와 상기 거리 센서의 좌표 간의 변환행렬을 연산하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템.

### 청구항 6

캘리브레이션 장치가, 서로 인접한 복수의 무늬가 서로 색상이 다르도록 격자 형태로 형성되고, 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되며, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 3차원 체스보드에 포함된 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하여 카메라를 캘리브레이션 하는 단계;

상기 캘리브레이션 장치가, 상기 3차원 체스보드에 포함된 상기 요철 형태의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하여 거리 센서를 캘리브레이션 하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 방법.

## 발명의 설명

## 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 카메라의 캘리브레이션(calibration) 기술과 관련한 것으로, 더욱 상세하게는 가시광선 영역의 이미지를 촬영하는 카메라와 대상 물체까지의 거리를 감지하는 거리 센서의 캘리브레이션을 동시에 수행할 수 있는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0002] 피사체를 촬영하여 가시광선 영역의 영상을 촬영하는 RGB(Red-Green-Blue) 카메라는 3차원 공간좌표와 2차원 이미지 좌표간의 파리미터 값을 구하는 캘리브레이션 과정을 거치게 되는데, 이때 통상 체스보드와 같은 격자무늬의 보드가 활용된다. 또한 TOF(Time Of Flight)를 이용해 감지 대상 물체까지의 거리(depth)를 판단하는 거리 센서도 캘리브레이션 과정을 필요로 하는데, 평면이 아닌 입체 형상의 지그(jig) 등을 활용하여 캘리브레이션이 진행된다.

[0003] 그런데 이러한 RGB 카메라와 TOF 방식의 거리 센서는 캘리브레이션에 이용되는 도구의 형태가 서로 달라, 각각 별개의 도구를 이용해 캘리브레이션을 진행하여야만 하고, 특히 이들 모두를 활용하여 3차원 영상을 촬영하는 장치의 경우 캘리브레이션을 복수회 반복해야만 하는 번거로움이 존재한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1033167호 (2011년 04월 28일 공고)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 입체 형상의 3차원 체스보드를 이용해 가시광선 영역의 이미지를 촬영하는 카메라와 대상 물체까지의 거리를 감지하는 거리 센서의 캘리브레이션을 동시에 수행할 수 있는 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템은, 서로 인접한 복수의 단위 무늬의 색상이 서로 다르도록 격자 형태로 형성되고, 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되며, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 3차원 체스보드, 및 상기 3차원 체스보드에 포함된 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하여 카메라를 캘리브레이션하고, 상기 요철 형태의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하여 거리 센서를 캘리브레이션 하는 캘리브레이션 장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템에 있어서, 상기 거리 센서는, TOF(Time Of Flight) 방식으로 거리를 감지하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템에 있어서, 상기 캘리브레이션 장치는, 상기 3차원 체스보드 중 상대적으로 깊이가 깊은 무늬를 제외하고 동일 평면 상에 위치하는 나머지 무늬를 인식하여 가상의 2차원 체스보드를 생성하고, 상기 가상의 2차원 체스보드를 이용해 상기 카메라를 캘리브레이션 하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템에 있어서, 상기 캘리브레이션 장치는, 해리스 코너 알고리즘을 이용해 특징점을 추출하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템에 있어서, 상기 캘리브레이션 장치는, 상기 카메라의 좌표와 상기 거리 센서의 좌표 간의 변환행렬을 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 거리 센서의 동시 캘리브레이션 방법은, 캘리브레이션 장치가, 서로 인접한 복수의 무늬가 서로 색상이 다르도록 격자 형태로 형성되고, 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가

요철 형태로 반복되며, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 3차원 체스보드에 포함된 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하여 카메라를 캘리브레이션 하는 단계, 및 상기 캘리브레이션 장치가, 상기 3차원 체스보드에 포함된 상기 요철 형태의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하여 거리 센서를 캘리브레이션 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

[0012] 본 발명의 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 시스템 및 방법에 따르면, 가시광선 영역을 촬영하는 카메라와 대상 물체까지의 거리를 감지하는 거리 센서를 동시에 캘리브레이션 할 수 있어, 캘리브레이션에 요구되는 시간과 노력을 절감할 수 있고 사용자 편의와 효율이 개선된다.

## 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 캘리브레이션 시스템을 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 체스보드를 나타낸 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 체스보드를 나타낸 정면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 캘리브레이션 방법의 과정을 나타낸 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흩트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.

[0015] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0016] 본 발명은 캘리브레이션 기술과 관련한 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 캘리브레이션 시스템(100)을 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 체스보드(10)를 나타낸 사시도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 체스보드(10)를 나타낸 정면도이다.

[0018] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예의 캘리브레이션 시스템(100)은 3차원 체스보드(10) 및 캘리브레이션(20) 장치를 포함하고, 도 1에는 캘리브레이션 대상인 영상 센서 모듈(30)이 도시된다.

[0019] 3차원 체스보드(10)는 영상 센서 모듈(30)에 포함된 카메라(31)와 거리 센서(32)를 캘리브레이션 하는데 이용되는 구성이다.

[0020] 3차원 체스보드(10)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 정면에서 바라봤을 때는 빨강(Red) 무늬, 초록(Green) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬가 격자 형태로 반복되는 체스보드(chessboard)의 형태를 가지되, 빨강(Red) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬가 동일 평면의 무늬를 형성하고 초록(Green) 무늬 부분은 상대적으로 깊이가 깊도록 형성된 입체 형상의 보드이다. 이때 3차원 체스보드(10)의 가장자리는 검정색(Black) 또는 하얀색(White)으로 되어 격자 무늬와 구별이 가능하다.

[0021] 본 실시예의 3차원 체스보드(10)에서 최상단 행은 좌측에서부터 우측으로 갈수록 빨강(Red) 무늬 및 초록(Green) 무늬가 번갈아 반복되며, 이때 빨강(Red) 무늬보다 초록(Green) 무늬의 깊이가 상대적으로 더 깊도록 요철 형태가 반복되는 모양을 갖는다. 또한 3차원 체스보드(10)에서 그 다음 행은 좌측에서부터 우측으로 갈수록 초록(Green) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬가 번갈아 반복되며, 이때 파랑(Blue) 무늬보다 초록(Green) 무늬의 깊이가 상대적으로 더 깊도록 요철 형태가 반복되는 모양을 갖는다.

[0022] 그리고 본 실시예의 3차원 체스보드(10)에서 좌측 끝 열은 상단으로부터 하단으로 갈수록 빨강(Red) 무늬 및 초록(Green) 무늬가 번갈아 반복되며, 이때 빨강(Red) 무늬보다 초록(Green) 무늬의 깊이가 상대적으로 더 깊도록

요철 형태가 반복되는 모양을 갖는다. 또한 3차원 체스보드(10)에서 그 다음 열은 상단으로부터 하단으로 갈수록 초록(Green) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬가 번갈아 반복되며, 이때 파랑(Blue) 무늬보다 초록(Green) 무늬의 깊이가 상대적으로 더 깊도록 요철 형태가 반복되는 모양을 갖는다.

[0023] 이에 따라 3차원 체스보드(10)에서 특정 빨강(Red) 무늬와 인접한 상하좌우의 무늬는 초록(Green) 무늬가 되고, 특정 파랑(Blue) 무늬와 인접한 상하좌우의 무늬는 초록(Green) 무늬가 되며, 특정 초록(Green) 무늬와 인접한 상하좌우의 무늬는 빨강(Red) 무늬 또는 파랑(Blue) 무늬가 된다. 즉, 3차원 체스보드(10)에서 특정 무늬의 색상은 인접한 다른 무늬의 색상과 다르게 형성되어 색상에 따라 각 무늬를 구분할 수 있다.

[0024] 캘리브레이션 장치(20)는 영상 센서 모듈(30)에 포함된 카메라(31)와 거리 센서(32)를 캘리브레이션 하는 역할을 한다.

[0025] 영상 센서 모듈(30)에 포함된 카메라(31)는 3차원 공간을 2차원 이미지로 촬영하는 장치로서 가시광선 영역을 촬영하는 RGB(Red-Green-Blue) 카메라가 될 수 있다. 또한 영상 센서 모듈(30)에 포함된 거리 센서(32)는 감지 대상 물체까지의 거리(depth)를 감지하는 역할을 하며, 빛을 투사하고 되돌아오는 시간을 계산하여 거리값을 측정하는 TOF(Time Of Flight) 방식의 센서일 수 있다.

[0026] 캘리브레이션 장치(20)는 3차원 체스보드(10)의 격자 무늬에서 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 이용해 카메라(31)를 캘리브레이션 한다. 이때 캘리브레이션 장치(20)는 3차원 체스보드(10) 중 상대적으로 깊이가 깊은 초록(Green) 무늬 부분을 제외하고, 빨강(Red) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬를 인식하여 가상의 2차원 체스보드를 생성한다. 이때 빨강(Red) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬는 동일 평면상에 위치하는 무늬로서, 통상의 평면 체스보드와 유사한 형태를 갖는다. 그리고 캘리브레이션 장치(20)는 가상의 2차원 체스보드에서 빨강(Red) 무늬 또는 파랑(Blue) 무늬와 인접 무늬의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 이용해 카메라(31)의 캘리브레이션을 수행한다.

[0027] 또한 캘리브레이션 장치(20)는 3차원 체스보드(10)의 요철 형태에서 빨강(Red) 무늬 및 파랑(Blue) 무늬보다 상대적으로 깊이가 깊은 초록(Green) 무늬의 깊이 차이를 이용해 특징점을 추출하고, 추출된 특징점을 이용해 거리 센서(32)의 캘리브레이션을 수행한다.

[0028] 이때 캘리브레이션 장치(20)는 해리스(Harris) 코너 알고리즘을 이용해 3차원 체스보드(10)에서 특징점을 추출할 수 있다.

[0029] 그리고 캘리브레이션 장치(20)는 카메라(31)의 좌표와 거리 센서(32)의 좌표 간에 변환행렬을 연산하고, 카메라(31)에서 촬영한 이미지와 거리 센서(32)에서 감지한 거리 데이터에 따라 픽셀을 매칭하여 3차원 영상을 생성할 수 있다.

[0030] 본 발명에 따라 3차원 체스보드(10)를 이용해 캘리브레이션 하는 과정에 대해서는 도 4를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0031] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 캘리브레이션 방법의 과정을 나타낸 도면이다.

[0032] 도 4를 참조하면, 카메라를 이용해 3차원 체스보드를 촬영한다(S1).

[0033] 이때 3차원 체스보드는 전면에서 바라볼 때 서로 인접한 복수의 무늬가 서로 색상이 다르도록 격자 형태로 형성되며, 이때 각 행은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되고, 각 열은 서로 깊이가 다른 단위 무늬가 요철 형태로 반복되는 입체적 형상을 갖는다.

[0034] 그리고 캘리브레이션 장치는 카메라가 촬영한 영상에서, 상대적으로 깊이가 깊은 무늬를 제외하고 동일 평면상에 위치하는 나머지 무늬를 인식하여 가상의 2차원 체스보드를 생성한다(S2).

[0035] 이후 캘리브레이션 장치는 가상의 2차원 체스보드에서 단위 무늬 간의 색상 차이를 이용해 특징점을 추출하고, 해당 특징점을 이용해 카메라를 캘리브레이션 한다(S3).

[0036] 한편 거리 센서를 이용해 동일한 3차원 체스보드를 감지한다(S2).

[0037] 이때 거리 센서는 예를 들어 빛을 투사하고 되돌아오는 시간을 계산하여 거리값을 측정하는 TOF 방식의 센서일 수 있다.

[0038] 그리고 캘리브레이션 장치는 거리 센서의 감지 데이터에서 특징점을 추출하고(S5), 추출된 특징점을 이용해 거리 센서를 캘리브레이션 한다(S6).

[0039] 이때 캘리브레이션 장치는 해리스 코너 알고리즘을 이용해 특징점을 추출할 수 있다.

[0040] 이후 캘리브레이션 장치는 카메라의 좌표와 거리 센서의 좌표 간의 변환행렬을 연산한다(S7).

[0041] 단계(S7)에서 연산한 변환행렬에 따라 카메라의 촬영 이미지와 거리 센서의 감지 데이터를 매칭하여 3차원 영상을 생성할 수 있다.

[0042] 실시예에 따라서는 단계(S1 내지 S3)의 카메라에 대한 캘리브레이션 과정과 단계(S4 내지 S6)의 거리 센서에 대한 캘리브레이션 과정이 서로 순서를 바꾸어 진행되거나 동시에 병행하여 진행될 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에 따른 카메라와 거리 센서의 동시 캘리브레이션 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 판독 가능한 프로그램 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 기록될 수 있다.

[0044] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다. 또한, 본 명세서와 도면에서 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.

## *부호의 설명*

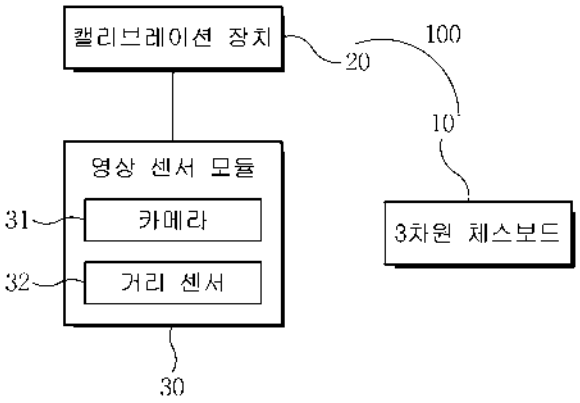
[0045] 10: 3차원 체스보드 20: 캘리브레이션 장치

30: 영상 센서 모듈 31: 카메라

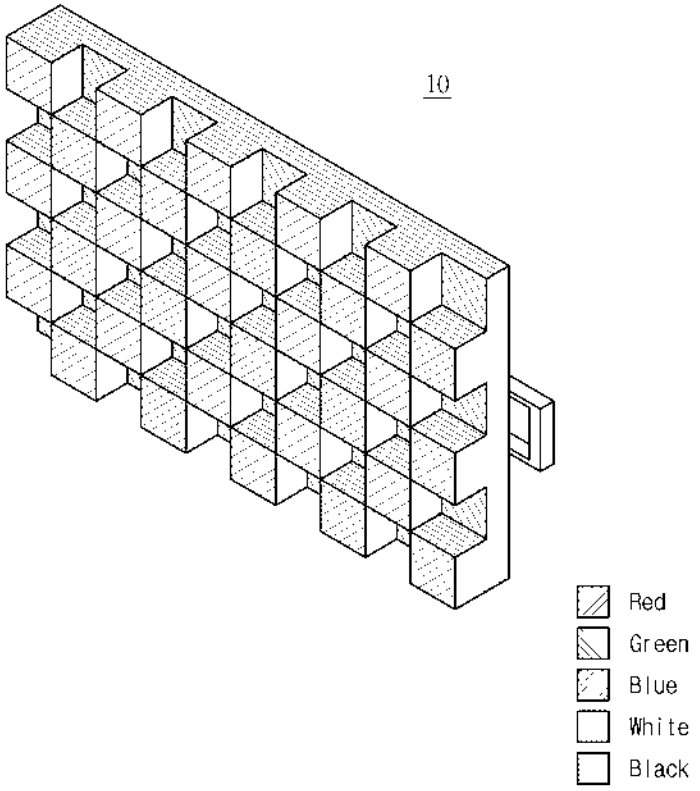
32: 거리센서 100: 캘리브레이션 시스템

## *도면*

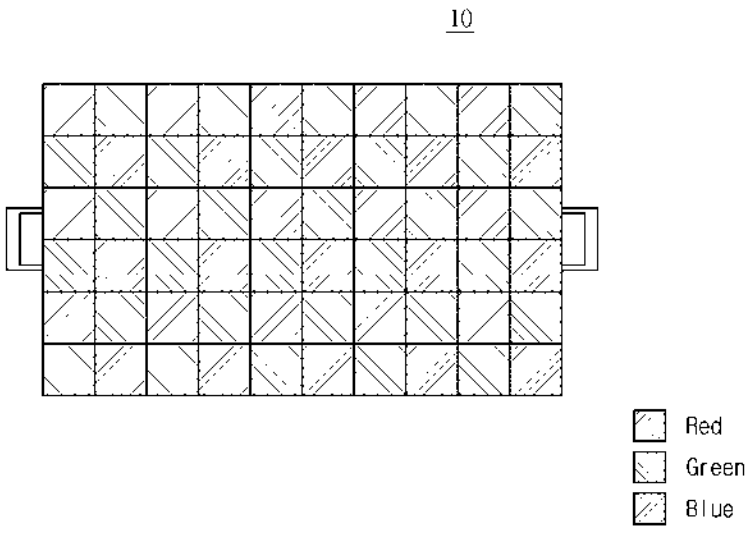
### *도면1*



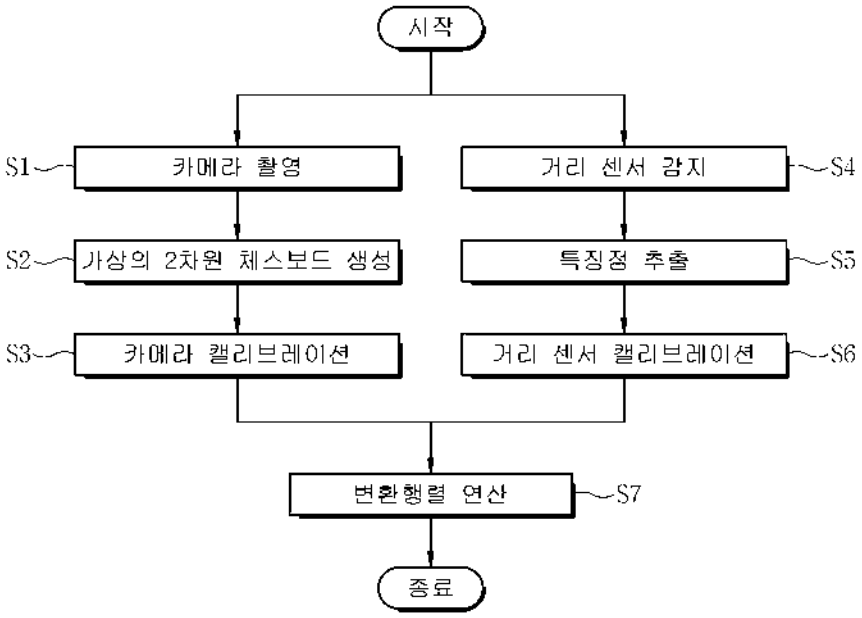
도면2




도면3



도면4


시작
S1
카메라 촬영
S2
가상의 2차원 체스보드 생성
S3
카메라 캘리브레이션
S4
거리 센서 감지
S5
특징점 추출
S6
거리 센서 캘리브레이션
S7
변환행렬 연산
종료