



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0008133
(43) 공개일자 2017년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 15/89 (2006.01) B25J 9/10 (2006.01)
G01S 17/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 15/8929 (2013.01)
B25J 9/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0177226
(22) 출원일자 2015년12월11일
심사청구일자 2015년12월11일
(30) 우선권주장
1020150099235 2015년07월13일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
도락주
서울특별시 성북구 종암로21길 127, 104동 303호 (종암동, 현대아이파크1차아파트)
강재현
서울특별시 동대문구 무학로47길 28, 202호
(74) 대리인
심경식, 홍성욱

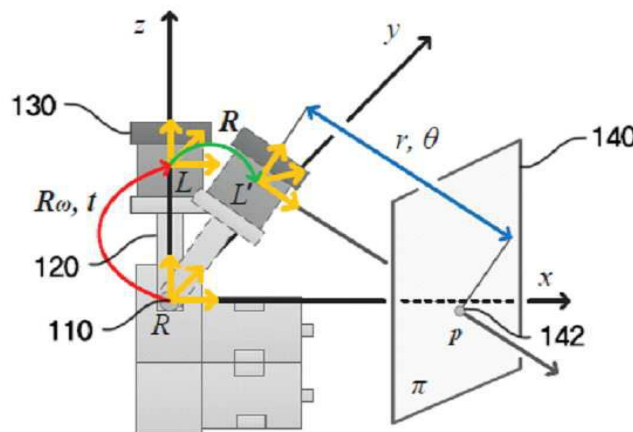
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법 및 장치

(57) 요약

회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법은 회전 모듈과 거리 센서를 연결하는 소정 이격 거리의 연결부가 회전되면, 복수의 회전된 위치에서의 상기 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하는 단계; 상기 복수의 회전 위치의 상기 거리 센서에서 레이저를 대상 평면에 투사하고 상기 대상 평면에 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 방향 정보를 산출하는 단계; 상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 단계; 및 상기 복수의 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보에 기초하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 17/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2014052754
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구자지원_핵심연구
연구과제명	[3차년도] 6자유도 이동로봇의 극지 탐사를 위한 지능형 매핑 기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2014.09.01 ~ 2015.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	2014052717
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	(원천)글로벌프론티어
연구과제명	동적 실내환경의 RGB-D SLAM 기반 실시간 삼차원 공간 모델링 기술
기 여 율	1/2
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2014.09.01 ~ 2015.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

회전 모듈과 거리 센서를 연결하는 소정 이격 거리의 연결부가 초기 위치로부터 회전되면, 복수의 회전된 위치에서의 상기 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하는 단계;

상기 복수의 회전 위치의 상기 거리 센서에서 레이저를 대상 평면에 투사하고 상기 대상 평면에 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 방향 정보를 산출하는 단계;

상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 단계; 및

상기 복수의 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보에 기초하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방향 정보를 산출하는 단계는

상기 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 상기 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 상기 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 상기 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출하는 단계;

상기 좌표 변환 관계에 기초하여, 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 2차원 좌표는 수학식 1에 의해 정의되고,

상기 3차원 좌표는 수학식 2에 의해 정의되는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

[수학식 1]

$$q = r \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \\ 0 \end{bmatrix}$$

여기서, q는 상기 2차원 좌표이고, r는 상기 거리 센서로부터 상기 2차원 좌표까지의 거리이고, θ 는 상기 거리 센서로부터 상기 2차원 좌표에 투사된 레이저가 이루는 방위각이다.

[수학식 2]

$$p = R (R_{\omega} \cdot q + t)$$

여기서, p는 상기 3차원 좌표이고, R은 상기 회전 정보이고, R_{ω} 는 상기 방향 정보이고, q는 상기 2차원 좌표이

고, t 는 상기 이격 거리 정보이다.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 단계는

상기 수학식 2를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 단계는

상기 좌표 변환 방정식에 상기 복수의 회전 정보 중 하나, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 대입함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 단계는

상기 복수의 평면 벡터와 상기 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하는 단계; 및

상기 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 회전 코스트 함수는 상기 복수의 평면 벡터의 집합을 트랜스포즈한 값과 상기 법선 벡터간의 내적 값으로 구성되고,

상기 복수의 평면 벡터 각각은 정규화된 벡터인 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 단계는

상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값과 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출하는 단계; 및

상기 이격 거리 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 이격 거리 코스트 함수는

상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값 각각으로부터 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 차감한 값으로 구성되는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 방향 정보는

롤(roll) 각도, 피치(pitch) 각도 및 요(yaw) 각도로 구성되는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 연결부는 회전축을 중심으로 회전하고,

상기 회전축은 2개 이상인 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법.

청구항 12

레이저를 대상 평면에 투사하여 상기 대상 평면까지의 거리를 측정하는 거리 센서;

상기 거리 센서와 소정 이격 거리의 연결부를 통해 연결되어, 상기 연결부를 회전시키고 상기 회전에 대응되는 회전 정보를 산출하는 회전 모듈;

상기 연결부를 초기 위치로부터 회전시켜, 복수의 회전된 위치에서 상기 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하도록 상기 회전 모듈을 제어하고, 상기 복수의 회전된 위치에서 레이저를 투사하여 상기 대상 평면에 복수의 투사 라인을 형성하도록 상기 거리 센서를 제어하는 제어부;

상기 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 방향 정보를 산출하고, 상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 연산부; 및

상기 복수의 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보에 기초하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 연산부는

상기 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 상기 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 상기 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 상기 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출하는 방정식산출부;

상기 좌표 변환 관계에 기초하여, 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 벡터생성부; 및

상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 방향정보산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 연산부는

상기 복수의 평면 벡터와 상기 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하는 함수산출부; 및

상기 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출하는 최소값산출부를 더 포함하고,

상기 방향정보산출부는 상기 함수산출부 및 상기 최소값산출부를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 위치 변환 관계 추정 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 연산부는

상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터 간의 복수의 내적 값과 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출하는 함수산출부; 및

상기 이격 거리코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출하는 최소값산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 거리 센서와 회전 모듈의 측정값을 이용하여 두 장치 사이의 위치 변환 관계를 추정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 과거에는 로봇이 2차원 상에서 이동하며 주변 환경을 인식하였지만 최근 들어서는 로봇이 센서로 인식하는 범위가 3차원으로 확장되었다. 이 때문에 3차원 정보를 취득하기 위한 센서에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

[0003] 주변 환경에 대한 3차원 정보를 취득하기 위한 센서는 3차원 거리 센서를 사용하는 방식과 2차원 거리 센서를 이동하는 방식이 있다. 3차원 거리 센서를 사용하면 한번에 많은 데이터를 얻을 수 있지만 센서의 가격이 비싸다는 한계가 있다. 따라서 2차원 센서를 이동하여 3차원 정보를 얻는 방식을 많이 사용하고 있다.

[0004] 2차원 거리 센서를 이동하는 방식은 이동 방식에 따라 2차원 센서를 선형이동(translation)하는 방식과 회전(rotation) 방식으로 나눌 수 있다. 2차원 거리 센서를 이동하여 3차원 정보를 얻기 위해서는 2차원 거리 센서와 이동 모듈 혹은 회전 모듈 사이의 위치 변환(transformation) 관계를 정확히 알아야 한다.

[0005] 본 발명이 속하는 분야는 3차원 정보를 취득하기 위해 2차원 거리 센서를 회전할 경우 2차원 거리 센서와 회전 모듈 사이의 위치 변환 관계 추정이다. 3차원 공간에서 위치 변환은 3차원 선형이동과 3차원 회전에 나눌 수 있다. 3차원 선형이동과 3차원 회전은 각각 3개의 변수로 나타내기 때문에 전체 위치 변환을 완전히 나타내기 위해서는 총 6개의 변수가 필요하다. 하지만, 해당 분야의 종래 기술은 위치 변환을 나타내는 변수를 제한하고 있다는 단점이 있다. 반면 모든 변수를 추정하는 기술의 경우 거리 센서와 회전 모듈 이외에 추가적인 장치를 필요로 한다는 문제점이 있다.

[0006] 한편, 관련된 선행기술로는 등록특허공보 제 10-1427364호(발명의 명칭: 라이다 장치를 이용한 3D 실내지도 생성용 스캔시스템, 공개일자: 2014년8월8일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 대상 평면에 대한 2차원 거리 센서와 회전 모듈의 측정값을 이용하여 거리 센서가 나타내는 대상 평면 위의 점들이 구성하는 직선의 방향성을 추출하여 3변수의 3차원 방향 정보를 추정하며, 이를 이용하여 평면의 법선 벡터를 계산하고, 추정한 법선 벡터와 3변수 방향 정보를 이용하여 3변수의 이격 거리 정보를 추정하고 이를 통해 거리 센서와 회전 모듈 사이의 위치 변환 관계를 추정하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서 제공하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법은 회전 모듈과 거리 센서를 연결하는 소정 이격 거리의 연결부가 초기 위치로부터 회전되면, 복수의 회전된 위치에서의 상기 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하는 단계; 상기 복수의 회전 위치의 상기 거리 센서에서 레이저를 대상 평면에 투사하고 상기 대상 평면에 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 방향 정보를 산출하는 단계; 상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 단계; 및 상기 복수의 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보에 기초하여 상기 회

전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 단계를 포함한다.

[0009] 바람직하게는, 상기 방향 정보를 산출하는 단계는 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 상기 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 상기 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 상기 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출하는 단계; 상기 좌표 변환 관계에 기초하여, 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 2차원 좌표는 수학식 1에 의해 정의되고, 상기 3차원 좌표는 수학식 2에 의해 정의될 수 있다.

[0011] [수학식 1]

$$q = r \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0012]

[0013] 여기서, q는 상기 2차원 좌표이고, r는 상기 거리 센서로부터 상기 2차원 좌표까지의 거리이고, θ 는 상기 거리 센서로부터 상기 2차원 좌표에 투사된 레이저가 이루는 방위각이다.

[0014] [수학식 2]

$$p = R(R_\omega \cdot q + t)$$

[0015]

[0016] 여기서, p는 상기 3차원 좌표이고, R은 상기 회전 정보이고, R_ω 는 상기 방향 정보이고, q는 상기 2차원 좌표이고, t는 상기 이격 거리 정보이다.

[0017] 바람직하게는, 상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 단계는 상기 수학식 2를 이용하여 수행될 수 있다. 바람직하게는, 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 단계는 상기 좌표 변환 방정식에 상기 복수의 회전 정보 중 하나, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 대입함으로써 수행될 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 단계는 상기 복수의 평면 벡터와 상기 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하는 단계; 및 상기 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 상기 회전 코스트 함수는 상기 복수의 평면 벡터의 집합을 트랜스포즈한 값과 상기 법선 벡터간의 내적 값으로 구성되고, 상기 복수의 평면 벡터 각각은 정규화된 벡터일 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 단계는 상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값과 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출하는 단계; 및 상기 이격 거리 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 바람직하게는, 상기 이격 거리 코스트 함수는 상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값 각각으로부터 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 차감한 값으로 구성될 수 있다.

[0022] 바람직하게는, 상기 방향 정보는 롤(roll) 각도, 피치(pitch) 각도 및 요(yaw) 각도로 구성될 수 있다.

[0023] 바람직하게는, 상기 연결부는 회전축을 중심으로 회전하고, 상기 회전축은 2개 이상일 수 있다.

[0024] 한편, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서 제공하는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치는 레이저를 대상 평면에 투사하여 상기 대상 평면까지의 거리를 측정하는 거리 센서; 상기 거리 센서와 소정 이격 거리의 연결부를 통해 연결되어, 상기 연결부를 회전시키고 상기 회전에 대응되는 회전 정보를 산출하는

회전 모듈; 상기 연결부를 초기 위치로부터 회전시켜, 복수의 회전된 위치에서 상기 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하도록 상기 회전 모듈을 제어하고, 상기 복수의 회전된 위치에서 레이저를 투사하여 상기 대상 평면에 복수의 투사 라인을 형성하도록 상기 거리 센서를 제어하는 제어부; 상기 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 방향 정보를 산출하고, 상기 방향 정보를 이용하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출하는 연산부; 및 상기 복수의 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보에 기초하여 상기 회전 모듈과 상기 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정하는 추정부를 포함한다.

[0025] 바람직하게는, 상기 연산부는 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 상기 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 상기 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 상기 회전 정보, 상기 방향 정보 및 상기 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출하는 방정식산출부; 상기 좌표 변환 관계에 기초하여, 상기 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 상기 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성하는 벡터생성부; 및 상기 복수의 평면 벡터와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 상기 방향 정보를 산출하는 방향정보산출부를 포함할 수 있다.

[0026] 바람직하게는, 상기 연산부는 상기 복수의 평면 벡터와 상기 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하는 함수산출부; 및 상기 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출하는 최소값산출부를 더 포함하고, 상기 방향정보산출부는 상기 함수산출부 및 상기 최소값산출부를 이용하여 상기 방향 정보를 산출할 수 있다.

[0027] 바람직하게는, 상기 연산부는 상기 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 상기 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값과 상기 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출하는 함수산출부; 및 상기 이격 거리코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출하는 최소값산출부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따른 거리 센서와 회전 모듈간의 위치 변환 관계 추정 방법은, 추가적인 장비의 도움 없이도 위치 변환 관계를 나타내기 위해 필요한 6개의 변수를 모두 추정할 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 거리 센서와 회전 모듈간의 위치 변환 관계에 대한 추정을 통하여, 2차원 거리 센서를 이용하여 회전 모듈을 기준으로 하는 보다 정확한 3차원 위치 정보를 획득할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서의 배치 구조를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법을 설명하기 위하여 도시한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보 산출 방법을 설명하기 위하여 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 위치 변환 관계 추정 장치의 연산부를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 평면 벡터 및 법선 벡터를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0032] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있

고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0033] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0034] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0036] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서의 배치 구조를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 회전 모듈(110)이 소정 이격 거리의 연결부(120)를 통해 거리 센서(130)와 연결되어 있으며, 거리 센서(130)가 초기 위치(L)로부터 다음 위치(L')로 회전된 채로 레이저를 대상 평면(140, π)에 투사하는 모습을 볼 수 있다. 최종적으로는, 레이저가 투사된 지점(142, p)의 회전 모듈(140) 기준의 3차원 좌표가 거리 센서(130)의 측정값(r, θ)으로부터 추정될 수 있다. 이때, 회전 모듈(110)은 거리 센서(130)의 중심까지 소정의 이격 거리(t)만큼 떨어져 있으며, 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)간의 거리는 소정의 방향성을 가지게 된다. 예컨대, 거리 센서(130)가 초기 위치(L)에 있을 경우에는 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)는 수직 방향성을 가지게 되고, 거리 센서(130)가 다음 위치(L')로 회전되면 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)는 대각선 방향성을 가지게 된다. 또한, 거리 센서(130)와 연결된 연결부(120)가 초기 위치(L)로부터 다음 위치(L')로 회전되면 초기 위치(L)로부터 다음 위치(L')까지의 회전된 각도 정보인 회전 정보(R)를 획득할 수 있게 된다. 여기서, 거리 센서(130)는 연결부(120)에 연결되어 있으므로, 연결부(120)가 회전됨에 따라 동일하게 회전이 된다. 따라서, 연결부(120)의 회전 정보는 거리 센서(130)의 회전 정보와 동일한 의미로 이해될 수 있다.
- [0039] 이하에서는 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)간의 이격 거리 정보(t)와 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)간의 방향 정보(R_w)를 추정함으로써 회전 모듈(110)과 거리 센서(130)간의 위치 변환 관계를 추정하게 된다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법을 설명하기 위하여 도시한 흐름도이다.
- [0041] 단계 S210에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 회전 모듈과 거리 센서를 연결하는 소정 이격 거리의 연결부가 초기 위치로부터 회전되면, 복수의 회전된 위치에서의 그 연결부의 복수의 회전 정보를 산출한다.
- [0042] 여기서, 회전 모듈은 소정 이격 거리를 가지는 연결부를 통해 연결된 거리 센서를 회전시키는 장치이며, 위치 변환 관계 추정 장치가 그 회전된 정도에 대응되는 결과를 출력하는 회전 모듈 내부의 인코더(encoder)를 이용하여 정확한 회전 각도에 대응되는 회전 정보를 산출할 수 있다.
- [0043] 한편, 거리 센서는 적어도 하나의 레이저 투사부를 포함하며, 레이저의 반사광을 이용하여 목표물까지의 거리를 측정하는 장치이다. 거리 센서는 2차원 거리 센서와 3차원 거리 센서가 각각 존재하나, 본 발명에서 언급되는 거리 센서는 특별한 언급이 없는 한 2차원 거리 센서로 이해될 수 있다. 또한, 거리 센서는 원거리 탐지 장비인 Lidar(Light detection and ranging)일 수 있다.
- [0044] 보다 구체적으로는, 회전 모듈이 연결부를 통해 연결된 거리 센서를 복수의 회전 위치로 움직이면서, 위치 변환 관계 추정 장치가 그 각각의 위치에서 마다 연결부의 초기 위치로부터 회전된 각도에 관한 정보인 회전 정보를 산출할 수 있다. 이때, 회전 정보의 산출은 회전 모듈의 내부에 탑재된 인코더의 출력에 기초하여 수행될 수 있

다.

- [0045] 단계 S220에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 그 복수의 회전 위치의 거리 센서에서 레이저를 대상 평면에 투사하고, 그 대상 평면에 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보를 산출한다.
- [0046] 여기서, 대상 평면은 거리 센서가 거리를 측정하려는 대상이 되는 평면을 의미한다.
- [0047] 또한, 방향 정보는 거리 센서가 거리를 측정하는 기준점인 거리 센서 중심부의 초기 위치가 회전 모듈의 회전 중심부를 기준으로 위치하는 방향에 관한 정보를 의미한다. 예컨대, 방향 정보는 3차원 공간에서의 방향을 의미하므로, 롤(roll) 각도, 피치(pitch) 각도 및 요(yaw)의 3개의 변수로 표현될 수 있다.
- [0048] 한편, 거리 센서가 대상 평면에 레이저를 투사할 때 형성되는 투사 라인은, 거리 센서에서 다수의 레이저가 선형의 형태로 투사되어 형성될 수도 있으며, 거리 센서에서 하나의 레이저가 투사되며 그 거리 센서가 중심축을 기준으로 회전하면서 대상 평면에 레이저를 투사하여 형성될 수도 있다.
- [0049] 이때, 거리 센서는 복수의 회전 위치 각각에서 대상 평면에 레이저를 투사하여 복수의 투사 라인을 형성시킬 수 있으며, 위치 변환 관계 추정 장치는 그 복수의 투사 라인을 이용하여 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보를 산출할 수 있다.
- [0050] 다른 실시예에서는, 방향 정보는 롤 각도, 피치 각도 및 요 각도로 구성될 수 있다.
- [0051] 즉, 방향 정보는 회전 모듈의 회전 중심부를 기준으로 하여 거리 센서 중심부의 초기 위치에 대한 롤 각도, 피치 각도 및 요 각도를 산출한 뒤, 산출된 3종류의 각도 정보를 포함하도록 구성될 수 있다. 한편, 롤 각도는 회전 중심부의 기준방향의 축을 중심으로 하는 회전 각도이고, 피치 각도는 회전 중심부의 기준방향의 축과 수직이면서 지면에 수평한 축을 중심으로 하는 회전 각도이고, 요 각도는 회전 중심부의 기준방향의 축과 수직이면서 지면에 수직인 축을 중심으로 하는 회전 각도이다.
- [0052] 한편, 복수의 투사 라인을 이용한 방향 정보의 산출 방법에 대해서는 도 2에 대한 설명에서 상세하게 후술한다.
- [0053] 단계 S230에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 산출된 방향 정보를 이용하여 회전 모듈과 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출한다.
- [0054] 여기서, 이격 거리 정보는 거리 센서 중심부의 초기 위치가 회전 모듈의 회전 중심부를 기준으로 얼마나 이격되어 위치하고 있는지에 관한 정보를 의미한다. 예컨대, xyz축을 기준으로 설명하면, 거리 센서 중심부가 회전 모듈의 회전 중심부를 기준으로 하여 x축 방향으로 0.3m, y축 방향으로 0.4m, z축 방향으로 0m 떨어진 곳에 위치할 수 있으며, 이때 이격 거리 정보는 (0.3, 0.4, 0)으로 표시될 수 있다.
- [0055] 한편, 회전 모듈과 거리 센서간의 이격 거리 정보의 산출은 이격 거리 코스트 함수를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0056] 즉, 위치 변환 관계 추정 장치가 복수의 투사 라인, 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출한 뒤, 이를 최소로 하는 이격 거리 정보를 산출할 수 있다.
- [0057] 보다 자세하게 설명하면, 위치 변환 관계 추정 장치가 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값과 그 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출한 뒤에, 그 이격 거리 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출할 수 있다.
- [0058] 이론적으로, 투사 라인 상의 복수의 좌표는 동일한 대상 평면 상에 존재하는 벡터이므로 대상 평면의 법선 벡터와 내적 값이 동일하여야 할 것이나, 실제로는 이 벡터값을 추정하여 계산한 뒤, 이격 거리 코스트 함수의 값이 최소가 되도록 하는 이격 거리 정보를 구할 수 있다.
- [0059] 이때, 이격 거리 코스트 함수의 산출은 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값 각각으로부터 그 복수의 내적 값의 평균 값을 차감한 값으로 구성될 수 있다.
- [0060] 한편, 이격 거리 코스트 함수는 아래의 수학식 1과 같이 표시될 수 있다.

수학식 1

$$c_t = \begin{bmatrix} p_1^T \cdot n \\ p_2^T \cdot n \\ \vdots \\ p_M^T \cdot n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \mu \\ \mu \\ \vdots \\ \mu \end{bmatrix}, \quad \text{with } \mu = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M p_i^T \cdot n$$

[0061]

[0062] 여기서, c_t 는 이격 거리 코스트 함수이고, p_i (단, $i=1,2,\dots,M$)은 투사 라인 각각에서의 복수의 좌표이고, n 은 대상 평면에 수직인 법선 벡터이고, μ 는 복수의 좌표 및 법선 벡터간의 내적 값의 평균 값이다.

[0063] 마지막으로 단계 S240에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 산출된 복수의 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보에 기초하여 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정한다.

[0064] 즉, 위치 변환 관계 추정 장치가 앞선 단계들에서 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보를 차례로 산출하였으며, 이 산출된 결과를 이용하여 거리 센서가 측정하는 2차원 좌표를 회전 모듈을 기준으로 하는 3차원 좌표로 변환할 수 있는 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정할 수 있게 된다. 따라서, 이후로는 거리 센서가 측정하는 2차원 좌표를 회전 모듈을 기준으로 하는 3차원 좌표로 변환할 수 있다.

[0065] 한편, 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계는 아래의 수학식으로 표시될 수 있다. 즉, 거리 센서를 이용하여 측정한 2차원 좌표(q)를 아래의 관계식에 대입하는 경우 이에 대응되는 회전 모듈을 기준으로 하는 3차원 좌표(p)를 계산할 수 있다.

수학식 2

$$p = R(R_\omega \cdot q + t)$$

[0066]

[0067] 여기서, p 는 3차원 좌표이고, R 은 회전 정보이고, R_ω 는 방향 정보이고, q 는 2차원 좌표이고, t 는 이격 거리 정보이다.

[0068] 다른 실시예에서는, 회전 모듈과 거리 센서를 연결하는 소정 이격 거리의 연결부는 회전축을 중심으로 회전하고, 그 회전축은 2개 이상일 수 있다.

[0069] 보다 자세하게는, 회전축이 하나인 경우(unidirectional rotation)에는 회전 모듈의 회전축과 같은 방향을 나타내는 축을 회전축으로 하는 방향 정보와 회전축 방향의 이격 거리 정보를 찾지 못하는 자유도 감소 디제너러시(degree of freedom reduction degeneracy), 방향 정보가 거리 센서의 스캐닝 평면(scanning plane)의 법선 벡터가 회전 모듈의 회전축과 같은 방향을 나타내게 만들 때 발생하는 전역 최소값 디제너러시(global minimum degeneracy), 대상 평면의 법선 벡터와 회전 모듈의 회전축이 같은 방향을 나타내는 경우 발생하는 법선 벡터 디제너러시(normal vector degeneracy)가 발생할 수 있다. 그러나, 회전축이 2개이거나 3개인 경우(bidirectional rotation 또는 tridirectional rotation)에는 디제너러시가 일부 또는 전부 상쇄되어 방향 정보 및 이격 거리 정보를 큰 문제없이 산출할 수 있다.

[0070] 따라서, 연결부는 디제너러시를 최소화하기 위하여 2개 이상의 회전축을 포함할 수 있다.

[0071] 이와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 방법은 회전 정보, 방향 정보, 이격 거리 정보에 대한 산출을 통해 거리 센서가 측정하는 2차원 좌표를 회전 모듈을 기준으로 하는 3차원 좌표로 보다 정확하게 변환할 수 있는 효과가 있다.

[0072] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보 산출 방법을 설명하기 위하여 도시한

흐름도이다.

[0073] 단계 S310에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출한다.

[0074] 즉, 거리 센서와 회전 모듈간의 위치 변환 관계를 설명하기 위하여 필요한 변수는 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보이므로, 이 3가지 정보를 모두 알고 있다면 거리 센서가 회전된 위치 기준의 2차원 좌표와 회전 모듈 기준의 3차원 좌표의 위치 변환 관계를 추정하여 좌표 변환 방정식을 구할 수 있다.

[0075] 그리고, 일단 좌표 변환 방정식이 산출되면, 거리 센서가 회전된 위치 기준의 2차원 좌표와 회전 모듈 기준의 3차원 좌표의 변환 관계에 대한 추정은 산출된 좌표 변환 방정식에 산출된 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보를 대입하여 수행될 수 있다.

[0076] 다른 실시예에서는, 거리 센서가 회전된 위치 기준의 2차원 좌표는 다음의 수학식 3에 의해 정의되고, 회전 모듈 기준의 3차원 좌표는 수학식 2에 의해 정의될 수 있다.

수학식 3

$$q = r \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0077]

[0078] 여기서, q는 회전된 위치의 2차원 좌표이고, r는 거리 센서로부터 2차원 좌표까지의 거리이고, θ 는 거리 센서로부터 2차원 좌표에 투사된 레이저가 이루는 방위각이다.

[0079] 단계 S320에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 그 좌표 변환 관계에 기초하여, 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성한다.

[0080] 즉, 위치 변환 관계 추정 장치가 동일한 투사 라인상의 임의의 두 지점에 대한 수학식 2의 좌표 변환 관계를 이용하여 이격 거리 정보가 제거된 형태로 평면 벡터를 생성할 수 있다.

[0081] 예컨대, 도 5를 참고하면, 대상 평면(π)에 투사된 투사 라인(1)상의 임의의 두 지점에 대응되는 레이저의 투사 위치를 $r_1, r_2, \dots, r_n$ 중에서 선택하여, 그 선택된 두 지점을 연결하는 평면 벡터(d)를 생성할 수 있다.

[0082] 보다 구체적으로는, 동일한 투사 라인상의 임의의 두 지점을 각각 p_1 과 p_2 라고 할 때, 평면 벡터를 d라고 하면, 두 지점을 연결하는 벡터 d는 p_1 과 p_2 의 차이로 표시될 수 있으며, 여기에 수학식 2를 대입하면 이격 거리 정보인 t가 소거된 채로 아래의 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

$$d = p_1 - p_2 = RR_w(q_1 - q_2)$$

[0083]

[0084] 여기서, d는 평면 벡터이고, p_1 및 p_2 는 투사 라인 상의 임의의 두 지점에 대응되는 3차원 좌표이고, R은 회전 정보이고, R_w 는 방향 정보이고, q_1 및 q_2 는 p_1 및 p_2 에 각각 대응되는 2차원 좌표이다.

[0085] 마지막으로 단계 S230에서는, 위치 변환 관계 추정 장치가 생성된 복수의 평면 벡터와 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 방향 정보를 산출한다.

[0086] 즉, 위치 변환 관계 추정 장치가 복수의 회전된 위치에서 각각의 평면 벡터를 산출하고, 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 산출한 뒤, 이를 이용하여 방향 정보를 산출할 수 있다.

- [0087] 보다 구체적으로는, 위치 변환 관계 추정 장치가 산출된 복수의 평면 벡터와 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하고, 그 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출할 수 있다.
- [0088] 이론적으로, 평면 벡터는 대상 평면 상에 존재하는 벡터이므로 대상 평면의 법선 벡터와 내적 값을 계산하면 0이 되어야 할 것이나, 실제로는 이 벡터값이 0이 되지 않으며, 회전 코스트 함수의 값이 최소가 되도록 하는 값을 구하여 이를 방향 정보로 결정할 수 있다.
- [0089] 이때, 산출된 회전 코스트 함수는 복수의 평면 벡터의 집합을 트랜스포즈한 값과 법선 벡터간의 내적 값으로 구성되고, 그 복수의 평면 벡터 각각은 정규화된 벡터일 수 있다.
- [0090] 한편, 회전 코스트 함수는 아래의 수학식 5와 같이 표시될 수 있다.

수학식 5

$$c_R = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_N]^T n$$

- [0091]
- [0092] 여기서, c_R 은 회전 코스트 함수이고, $d_i(i=1,2,\dots,N)$ 은 평면 벡터이고, n 은 법선 벡터이다.
- [0093] 이와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보 산출 방법은 거리 센서와 회전 모듈을 이용하여 획득한 값을 이용하여, 거리 센서 중심부의 초기 위치가 회전 모듈의 회전 중심부를 기준으로 위치하는 방향에 관한 정보인 방향 정보를 산출할 수 있는 효과가 있다.
- [0094] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- [0095] 도 4를 살펴보면, 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계 추정 장치(400)는 거리 센서(410), 회전 모듈(420), 제어부(430), 연산부(440) 및 추정부(450)로 구성되어 있다.
- [0096] 거리 센서(410)는 레이저를 대상 평면에 투사하여 대상 평면까지의 거리를 측정한다.
- [0097] 회전 모듈(420)은 거리 센서와 소정 이격 거리의 연결부를 통해 연결되어, 연결부를 회전시키고 그 회전에 대응되는 회전 정보를 산출한다.
- [0098] 제어부(430)는 연결부를 초기 위치로부터 회전시켜, 복수의 회전된 위치에서 연결부의 복수의 회전 정보를 산출하도록 회전 모듈을 제어하고, 복수의 회전된 위치에서 레이저를 투사하여 대상 평면에 복수의 투사 라인을 형성하도록 거리 센서를 제어한다.
- [0099] 연산부(440)는 형성된 복수의 투사 라인을 이용하여 회전 모듈과 거리 센서간의 방향 정보를 산출하고, 산출된 방향 정보를 이용하여 회전 모듈과 거리 센서간의 이격 거리 정보를 산출한다.
- [0100] 한편, 연산부(440)에 대하여는 도 5에 대한 설명에서 구체적으로 후술한다.
- [0101] 추정부(450)는 복수의 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보에 기초하여 회전 모듈과 거리 센서간의 위치 변환 관계를 추정한다.
- [0102] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 위치 변환 관계 추정 장치의 연산부를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.
- [0103] 도 5를 살펴보면, 위치 변환 관계 추정 장치(400)의 연산부(440)는 방정식산출부(442), 벡터생성부(444) 및 방향정보산출부(446)로 구성되어 있다. 또한, 선택적으로 함수산출부(미도시) 및 최소값산출부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0104] 방정식산출부(442)는 복수의 투사 라인상의 임의의 지점에 대한 회전 모듈 기준의 3차원 좌표를 거리 센서의 회전된 위치 기준의 2차원 좌표, 회전 정보, 방향 정보 및 이격 거리 정보를 이용하여 표시한 좌표 변환 방정식을 산출한다.
- [0105] 벡터생성부(444)는 산출된 좌표 변환 관계에 기초하여, 복수의 투사 라인상의 임의의 두 개의 지점에 대해 이격 거리 정보가 제거된 형태의 복수의 평면 벡터를 생성한다.

[0106] 방향정보산출부(446)는 복수의 평면 벡터와 대상 평면에 수직인 법선 벡터를 이용하여 방향 정보를 산출한다.

[0107] 다른 실시예에서는, 연산부(440)는 복수의 평면 벡터와 법선 벡터간의 내적 값을 이용하여 회전 코스트 함수를 산출하는 함수산출부(미도시) 및 회전 코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 방향 정보를 산출하는 최소값산출부(미도시)를 더 포함하고, 방향정보산출부(446)가 연산부(440)에 포함된 함수산출부 및 최소값산출부를 이용하여 방향 정보를 산출할 수 있다. 또 다른 실시예에서는, 연산부(340)는 복수의 투사 라인 각각에서의 임의의 복수 지점에 대한 복수의 좌표와 대상 평면에 수직인 법선 벡터간의 복수의 내적 값과 복수의 내적 값의 평균 값을 이용하여 이격 거리 코스트 함수를 산출하는 함수산출부 및 산출된 이격 거리코스트 함수의 연산 결과 값을 최소로 만드는 이격 거리 정보를 산출하는 최소값산출부를 더 포함할 수 있다.

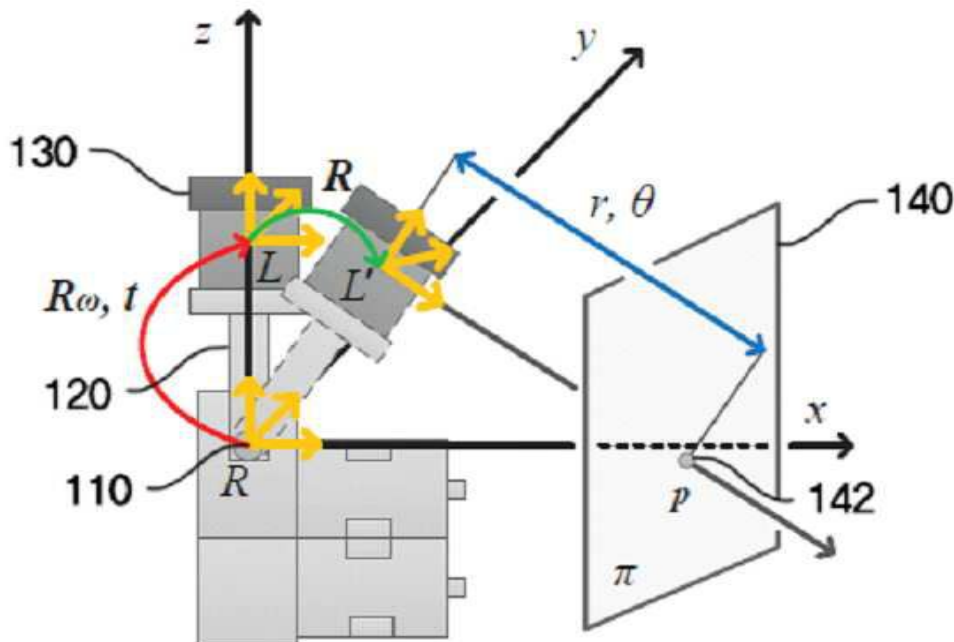
[0108] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0109] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.

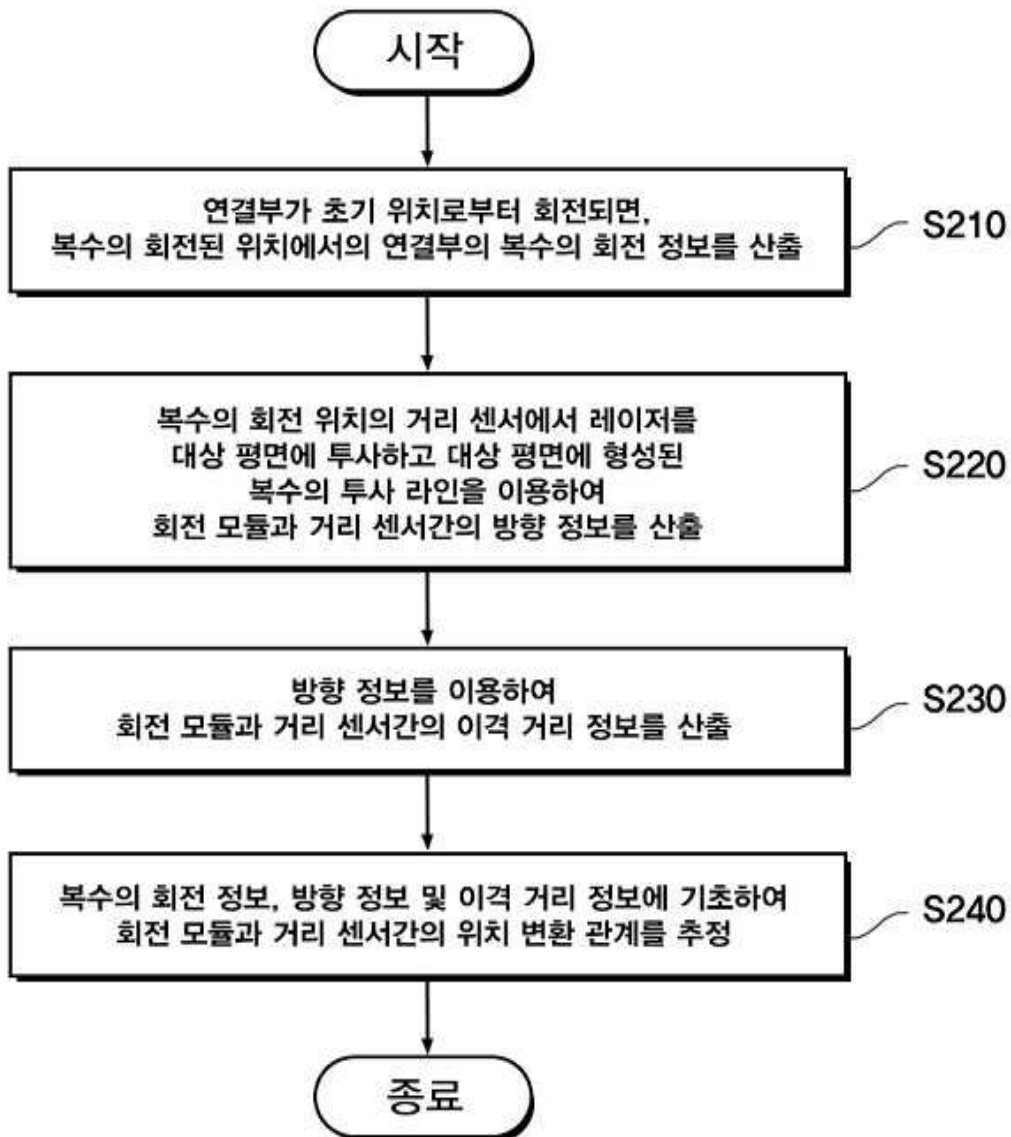
[0110] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

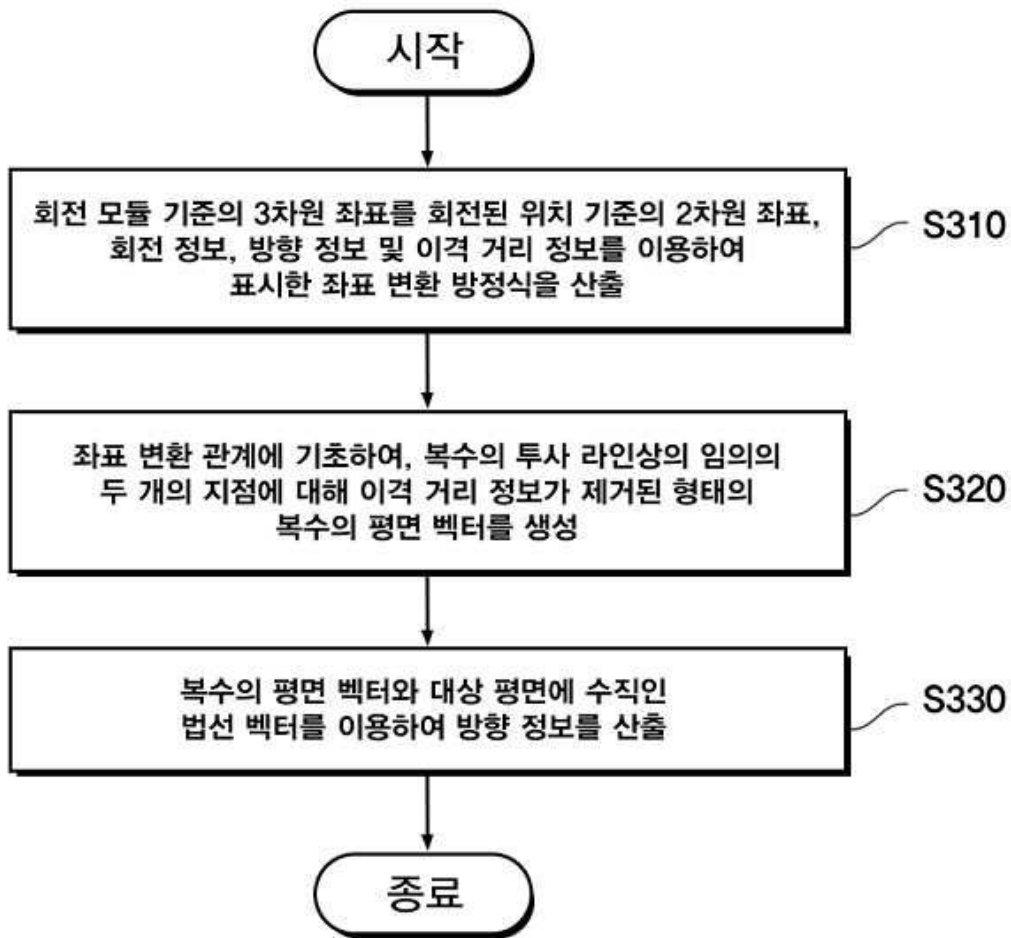
도면1



도면2

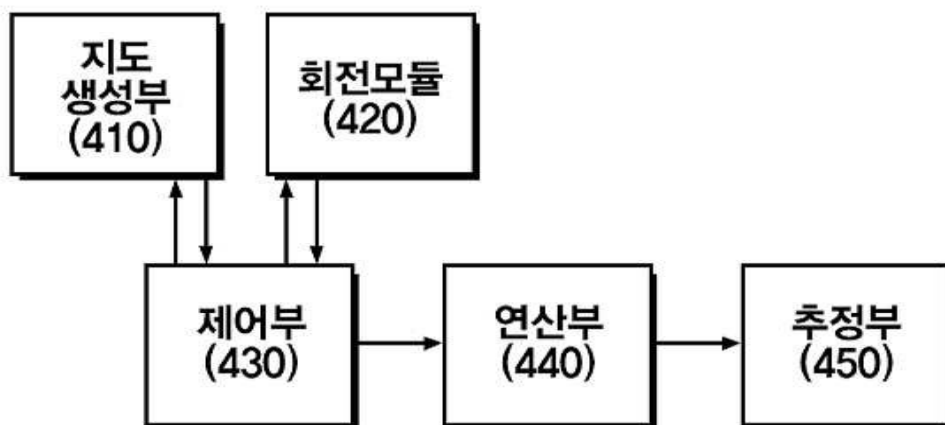


도면3



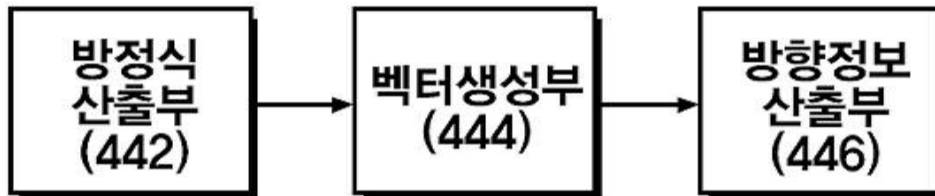
도면4

400



도면5

440



도면6

