(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0013173
(43) 공개일자 2014년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/08 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0078979
(22) 출원일자 2012년07월19일
심사청구일자 2012년07월19일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
연수용
서울 동대문구 무학로42길 31, 509호 (제기동, 연지오피스텔)
전창현
서울특별시 성북구 숭인로2길 61 동부센트레빌아파트 110동 703호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
홍동우

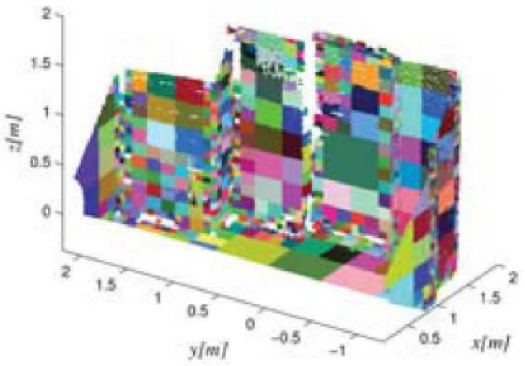
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **평면 추출 방법 및 이를 구비하는 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 감지부, 저장부와, 연산부와, 제어부와, 구동부를 구비하는 이동 로봇을 제공하는 제공 단계와, 상기 제어부의 감지 제어 신호에 따라 상기 감지부가 주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하는 감지 단계와, 상기 감지부가 감지한 포인트 데이터 및 상기 저장부의 사전 설정 데이터를 이용하여 상기 제어부가 평면 특징을 추출하는 평면 특징 추출 단계와, 상기 이전 평면 특징 및 상기 현재 평면 특징를 이용하여 상기 이동 로봇의 이동에 따라 획득되는 주변 환경에 대한 지도 정보를 정합하는 정보 교합 단계를 포함하고, 상기 평면 특징 추출 단계는: 주변 환경에 대한 상기 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 정보를 순차적으로 저장하는 포텐셜 큐와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위의 정보를 상기 포텐셜 큐로부터 전달받는 플레인 큐를 이용하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법을 제공하여, 주변 환경 복잡도에 따라 계층적으로 차등 분할되거나 병합되는 평면 추출 과정을 가능하게 한다.

대 표 도 - 도7



(72) 발명자

최형아

서울특별시 성북구 인촌로26길 45-16 304호

강재현

서울특별시 동대문구 무학로47길 28 202호

윤영목

서울특별시 송파구 송파대로44길 12 201호

도낙주

서울 성북구 정릉로52길 46, 101동 204호 (돈암동, 성일우리미아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20110031648
부처명	교육과학기술부
연구사업명	(원천)글로벌프론티어
연구과제명	3D SLAM 기반 삼차원 환경 실시간 모델링 기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2011.08.22 ~ 2012.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	ITAH1502120110020001000110020O
부처명	지식경제부
연구사업명	융복합형 로봇 전문인력 양성사업
연구과제명	실내외 로봇자율주행 기술개발을 통한 수요지향적 글로벌리더 양성
기 여 율	1/2
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하는 감지부와, 상기 감지부의 포인트 데이터, 상기 포인트 데이터로부터 평면 특징 추출을 위한 사전 설정 데이터, 상기 감지 데이터 및 상기 사전 설정 데이터로부터 주변 환경에 대하여 추출되는 현재 평면 특징 및 기추출된 이전 평면 특징을 저장하는 저장부와, 상기 포인트 데이터 및 사전 설정 데이터를 이용하여 평면 특징 성분을 연산하는 연산부와, 상기 연산부와 연결되어 연산 제어 신호를 인가하는 제어부와, 상기 제어부의 구동 제어 신호에 따라 이동하는 구동부를 구비하는 이동 로봇을 제공하는 제공 단계와,

상기 제어부의 감지 제어 신호에 따라 상기 감지부가 주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하는 감지 단계와,

상기 감지부가 감지한 포인트 데이터 및 상기 저장부의 사전 설정 데이터를 이용하여 상기 제어부가 평면 특징을 추출하도록 하는 평면 특징 추출 단계와,

상기 이전 평면 특징 및 상기 현재 평면 특징를 이용하여 상기 이동 로봇의 이동에 따라 획득되는 주변 환경에 대한 지도 정보를 정합하는 정보 교합 단계를 포함하고,

상기 평면 특징 추출 단계는:

주변 환경에 대한 상기 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 정보를 순차적으로 저장하는 포텐셜 큐와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위의 정보를 상기 포텐셜 큐로부터 전달받는 플레인 큐를 이용하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 평면 특징 추출 단계는:

주변 환경에 대한 상기 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할하고, 상기 포텐셜 큐 및 상기 플레인 큐를 초기화시키는 초기화 단계와,

상기 큐브 사이즈로 분할된 해당 큐브 단위의 포인트 데이터를 상기 포텐셜 큐 및 상기 플레인 큐를 이용하여 상기 큐브 사이즈로 분할된 해당 큐브 단위의 포인트 데이터로부터 단일의 평면 특징을 추출하거나 또는 상기 큐브 사이즈로 분할된 포인트 데이터가 복수 개의 평면 특징을 구비하는 경우 세그먼트화하여 복수 개의 평면 특징을 추출하는 세그먼트 단계와,

상기 플레인 큐에 저장되는 평면 특징 중 동일한 평면 특징을 병합시키는 플레인 병합 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 초기화 단계는:

상기 큐브 사이즈를 설정하는 큐브 사이즈 설정 단계와,

설정된 상기 큐브 사이즈로 상기 포인트 데이터를 분할하고, 상기 포텐셜 큐와 상기 플레인 큐를 초기화하는 큐 초기화 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 세그먼트 단계는:

상기 큐브 사이즈로 분할된 포인트 데이터를 상기 포텐셜 큐에 순차적으로 배치하는 큐브 큐잉 단계와,

상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 큐브 단위의 포인트 데이터로부터 평면 특징을 추출하고 플레인 큐로 전달하는 플래너 익스트랙션 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 플래너 익스트랙션 단계는, 상기 포텐셜 큐의 큐브 단위의 포인트 데이터에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 경우 사전 설정된 개수의 서브 큐브로 세그먼트화하고 상기 포텐셜 큐의 후위로 이동시키는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 포텐셜 큐의 서브 큐브 내 복수 개의 평면 특징이 존재하는 경우 사전 설정된 개수의 서브 큐브로 세그먼트화하고 상기 포텐셜 큐의 후위로 이동시키는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 플래너 익스트랙션 단계는:

상기 포텐셜 큐의 비움 여부를 확인하는 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계에서 상기 포텐셜 큐가 비워지지 않은 것으로 판단되는 경우,

상기 포텐셜 큐로부터 순차적으로 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위에 대한 포인트 데이터로부터 파라미터 평면 특징을 추출하고, 상기 파라미터 평면 특징이 이루는 파라미터 노말 벡터와, 상기 파라미터 평면 특징으로부터 상기 이동 로봇 상의 좌표계의 원점 까지의 파라미터 평면 거리와, 상기 포인트 데이터와 상기 파라미터 평면 간의 거리의 분산을 나타내는 파라미터 분산을 포함하는 큐브 파라미터를 산출하는 큐브 파라미터 산출 단계와,

상기 파라미터 분산과 상기 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정 파라미터 분산값을 비교하는 파라미터 분산 비교 단계와,

상기 파라미터 분산 비교 단계에서의 비교 결과에 따라, 상기 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위의 상기 플레인 큐로의 이동 내지 상기 포텐셜 큐의 후위로의 위치 이동 및 세그먼트화를 이루는 큐 정리 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 큐 정리 단계에서,

상기 파라미터 분산이 상기 사전 설정 파라미터 분산값보다 작은 경우, 상기 제어부가 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위에 단일의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위의 거리 데이터 및 상기 해당 큐브 단위 정보를 상기 플레인 큐로 전달되는 플레인 큐 전달 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 큐 정리 단계에서,

상기 파라미터 분산이 상기 사전 설정 파라미터 분산값 이상인 경우, 상기 제어부가 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위를 상기 사전 설정된 개수로 세그먼트화하는 서브 큐브 분할 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법.

청구항 11

이동 로봇의 감지부를 통하여 감지되는 주변 환경에 대한 포인트 데이터와 의 저장부의 사전 설정 데이터를 이용하여 제어부가 평면 특징을 추출하는 평면 특징 추출 방법으로서,

상기 포인트 데이터가 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 위치를 포함하는 큐브 단위 정보를 순차적으로 저장하는 포텐셜 큐와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위의 정보를 상기 포텐셜 큐로부터 전달받는 플레인 큐가 이용되는 것을 특징으로 하는 평면 특징 추출 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 평면 특징을 추출하는 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 신속하게 평면 특징을 추출하고 이를 이용하여 3차원 공간에서 로봇 자신의 위치를 인식하고 주변 지도를 작성하는 이동 로봇의 자율 주행 기술의 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 과거 산업용 고정 로봇에 수요가 집중되었던 것과 달리, 최근에는 가정용 로봇 시장의 수요가 증대됨에 따라 이동 로봇의 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서도 특히 이동 로봇의 위치를 인식하고 주변 지도를 작성하는 기술은 가장 활발한 연구 분야 중 하나이다. 이동 로봇의 경우 작업 공간이 계속해서 변하기 때문에, 로봇의 주어진 임무에 앞서 자신의 위치 및 주변 환경을 인식하는 기술이 반드시 선행되어야 한다.

[0003] 위치 인식 및 지도 작성을 위해 가장 많이 이용되는 방법 중 하나는 스캔 정합(scan matching) 기술이다. 기술 초기에는 획득된 원센서 정보(raw sensor data)를 이용하여 스캔 정합 기술을 실시하였으나, 이러한 방법은 정확도가 높지 않고, 특히 3차원 공간에서는 매우 많은 연산량을 갖는 문제를 가지고 있다. 따라서 원센서 정보로부터 특징(feature)을 추출하여 이용하는 방법이 각광받고 있다.

[0004] 종래의 기술들은 센서 정보로부터 평면을 추출하는 데 여전히 상당한 연산 시간을 필요로 하여 실시간 위치 인식 및 지도 작성을 하는 데에 어려움을 겪고 있으며, 평면이 정확하게 추출되지 않아 스캔 정합에 실패하는 문제를 가지고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) J. Weingarten, G. Gruener, and R. Siegwart, "A fast and robust 3D feature extraction algorithm for structured environment reconstruction," in Int. Conf. on Advanced Robotics, 2003.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점들을 해결하기 위한 것으로,

[0007] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 포텐셜 큐와 플레인 큐를 사용하여 계층적으로 해당 평면의 범위를 관리하고, 강인한 주성분분석(Robust Principal Component Analysis, Robust-PCA)을 이용하여 잡음(noise)이 많은 원센서 정보로부터 정확하고 빠르게 평면을 추출하고 이를 이용하는 3차원 지도 작성을 통한 이동 로봇의 지도 작성 및 위치 인식 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하는 감지부와, 상기 감지부의 포인트 데이터, 상기 포인트 데이터로부터 평면 특징 추출을 위한 사전 설정 데이터, 상기 감지 데이터 및 상기 사전 설정 데이터로부터 주변 환경에 대하여 추출되는 현재 평면 특징 및 기추출된 이전 평면 특징을 저장하는 저장부와, 상기 포인트 데이터 및 사전 설정 데이터를 이용하여 평면 특징 성분을 연산하는 연산부와, 상기 연산부와 연결되어 연산 제어 신호를 인가하는 제어부와, 상기 제어부의 구동 제어 신호에 따라 이동하는 구동부를 구비하는 이동 로봇을 제공하는 제공 단계와, 상기 제어부의 감지 제어 신호에 따라 상기 감지부가 주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하는 감지 단계와, 상기 감지부가 감지한 포인트 데이터 및 상기 저장부의 사전 설정 데이터를 이용하여 상기 제어부가 평면 특징을 추출하도록 하는 평면 특징 추출 단계와, 상기 이전 평면 특징 및 상기 현재 평면 특징를 이용하여 상기 이동 로봇의 이동에 따라 획득되는 주변 환경에 대한 지도 정보를 정합하는 정보 교합 단계를 포함하고, 상기 평면 특징 추출 단계는: 주변 환경에 대한 상기 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 정보를 순차적으로 저장하는 포텐셜 큐와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위의 정보를 상기 포텐셜 큐로부터 전달받는 플레인 큐를 이용하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법을 제공한다.

[0009] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 평면 특징 추출 단계는: 주변 환경에 대한 상기 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할하고, 상기 포텐셜 큐 및 상기 플레인 큐를 초기화시키는 초기화 단계와, 상기 큐브 사이즈로 분할된 해당 큐브 단위의 포인트 데이터를 상기 포텐셜 큐 및 상기 플레인 큐를 이용하여 상기 큐브 사이즈로 분할된 해당 큐브 단위의 포인트 데이터로부터 단일의 평면 특징을 추출하거나 또는 상기 큐브 사이즈로 분할된 포인트 데이터가 복수 개의 평면 특징을 구비하는 경우 세그먼트화하여 복수 개의 평면 특징을 추출하는 세그먼트 단계와, 상기 플레인 큐에 저장되는 평면 특징 중 동일한 평면 특징을 병합시키는 플레인 병합 단계를 포함할 수도 있다.

[0010] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 초기화 단계는: 상기 큐브 사이즈를 설정하는 큐브 사이즈 설정 단계와, 설정된 상기 큐브 사이즈로 상기 포인트 데이터를 분할하고, 상기 포텐셜 큐와 상기 플레인 큐를 초기화하는 큐 초기화 단계를 포함할 수도 있다.

[0011] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 세그먼트 단계는: 상기 큐브 사이즈로 분할된 포인트 데이터를 상기 포텐셜 큐에 순차적으로 배치하는 큐브 큐잉 단계와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 큐브 단위의 포인트 데이터로부터 평면 특징을 추출하고 플레인 큐로 전달하는 플래너 익스트랙션 단계를 포함할 수도 있다.

[0012] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 플래너 익스트랙션 단계는, 상기 포텐셜 큐의 큐브 단위의 포인트 데이터에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 경우 사전 설정된 개수의 서브 큐브로 세그먼트화하고 상기 포텐셜 큐의 후위로 이동시킬 수도 있다.

[0013] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 포텐셜 큐의 서브 큐브 내 복수 개의 평면 특징이 존재하는 경우 사전 설정된 개수의 서브 큐브로 세그먼트화하고 상기 포텐셜 큐의 후위로 이동시킬 수도 있다.

[0014] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 플래너 익스트랙션 단계는: 상기 포텐셜 큐의 비움 여부를 확인하는 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계를 포함할 수도 있다.

[0015] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계에서 상기 포텐셜 큐가 비워지지 않은 것으로 판단되는 경우, 상기 포텐셜 큐로부터 순차적으로 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위에 대한 포인트 데이터로부터 파라미터 평면 특징을 추출하고, 상기 파라미터 평면 특징이 이루는 파라미터 노말 벡터와, 상기 파라미터 평면 특징으로부터 상기 이동 로봇 상의 좌표계의 원점 까지의 파라미터 평면 거리와, 상기 포인트 데이터와 상기 파라미터 평면 간의 분산을 나타내는 파라미터 분산을 포함하는 큐브 파라미터를 산출하는 큐브 파라미터 산출 단계와, 상기 파라미터 분산과 상기 사전 설정 데이터에 포함되는

사전 설정 파라미터 분산값을 비교하는 파라미터 분산 비교 단계와, 상기 파라미터 분산 비교 단계에서의 비교 결과에 따라, 상기 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위의 상기 플레인 큐로의 이동 내지 상기 포텐셜 큐의 후위로의 위치 이동 및 세그먼트화를 이루는 큐 정리 단계를 포함할 수도 있다.

[0016] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 큐 정리 단계에서, 상기 파라미터 분산이 상기 사전 설정 파라미터 분산값보다 작은 경우, 상기 제어부가 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위에 단일의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위의 거리 데이터 및 상기 해당 큐브 단위 정보를 상기 플레인 큐로 전달되는 플레인 큐 전달 단계를 포함할 수도 있다.

[0017] 상기 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 있어서, 상기 큐 정리 단계에서, 상기 파라미터 분산이 상기 사전 설정 파라미터 분산값 이상인 경우, 상기 제어부가 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 상기 해당 큐브 단위 또는 상기 해당 서브 큐브 단위를 상기 사전 설정된 개수로 세그먼트화하는 서브 큐브 분할 단계를 포함할 수도 있다.

[0018] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명은 이동 로봇의 감지부를 통하여 감지되는 주변 환경에 대한 포인트 데이터와 의 저장부의 사전 설정 데이터를 이용하여 제어부가 평면 특징을 추출하는 평면 특징 추출 방법으로서, 상기 포인트 데이터가 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 위치를 포함하는 큐브 단위 정보를 순차적으로 저장하는 포텐셜 큐와, 상기 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위의 정보를 상기 포텐셜 큐로부터 전달받는 플레인 큐가 이용되는 것을 특징으로 하는 평면 특징 추출 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0019] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 특징 추출 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0020] 첫째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 추출 방법은, 포텐셜 큐와 플레인 큐를 이용하여 큐브 단위 내지 서브 큐브 단위의 분할 내지 세그먼트화 구조를 통하여 계층적 평면 추출을 통한 정확한 평면 추출 방법을 제공할 수 있다.

[0021] 둘째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 추출 방법은, 강인한 주성분분석(Robust-PCA)을 이용하여 추출된 평면 특징으로 우수한 정확도를 제공하여 보다 정확한 지도 작성 및 위치 인식을 가능하게 할 수 있다.

[0022] 셋째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 추출 방법은, 각 영역에서 추출된 평면을 세그먼트화 여부를 판단함에 있어 강인한 주성분분석을 이용하여 보다 정확한 판단으로 연산 부하를 최소화시킬 수도 있다.

[0023] 넷째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 추출 방법은, 계층적 평면 추출에서 동일한 계층의 각 영역의 평면 특징은 서로 독립적으로 추출되기 때문에 병렬처리함으로써 연산시간을 줄일 수 있다.

[0024] 다섯째,본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법 및 평면 추출 방법은, 정확하게 추출된 평면 특징을 통하여 스캔 정합의 높은 성공률을 보장하며, 빠른 연산속도와 더불어 실시간 3차원 위치 인식 및 지도 작성을 가능하게 한다.

[0025] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 이동 로봇의 개략적인 블록 선도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 이동 로봇의 감지부를 통하여 감지된 포인트 데이터의 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 상태를 나타내는 선도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라, 큐브 사이즈로의 분할을 설명하는 2차원 선도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라, 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포텐셜 큐로의 배치 상태를 나타내는 선도이다.

도 5는 본 발명의 큐브 단위의 플레인 큐로의 전달 및 포텐셜 큐의 정리 과정을 도시하는 선도이다.

도 6은 본 발명의 큐브 단위의 세그먼트화 및 포텐셜 큐의 정리 과정을 도시하는 선도이다.

도 7은 본 발명의 포텐셜 큐의 비움이 완료되어 포인트 데이터로부터 모든 평면 특징 추출이 완료된 경우의 포인트 데이터로부터 추출된 평면 특징의 배치 상태를 도시하는 선도이다.

도 8은 본 발명의 포텐셜 큐의 비움이 완료되어 포인트 데이터로부터 모든 평면 특징 추출이 완료된 경우의 포인트 데이터로부터 추출된 평면 특징을 병합하여 정리한 상태를 도시하는 선도이다.

도 9는 본 발명의 플레인 병합 단계 후 다각화 단계를 통하여 폐곡선화된 상태를 도시하는 평면 특징의 선도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법의 제어 흐름도이다.

도 11 내지 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법의 세부적인 제어 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 따른 이동 로봇의 지도 형성 방법 및 위치 인식 방법은 제공 단계(S1)와, 감지 단계(S10)와, 평면 특징 추출 단계(S20)와, 정보 교합 단계(S30)와, 최적화 단계(S40)를 포함하는데, 제공 단계에서 제공되는 이동 로봇에 구비되는 감지부(10)를 통하여 주변 환경에 대한 포인트 데이터가 감지되고 이를 통하여 평면 특징 추출 단계에서 평면 특징을 추출하고 이를 이동 로봇의 위치에 따라 얻어지는 데이터들을 정보 교합(data association)하여 최적화된 이동 로봇의 지도를 형성하고 이동 로봇의 현재 위치를 인식한다. 여기서, 최적화 단계는 이동 로봇이 특정 위치를 재방문하는 경우 발생하는데, 루프 디텍션을 통하여 재방문이 아닌 경우 다시 감지 단계로부터 정보 교합 단계까지의 제어 흐름을 반복하고, 루프 디텍션을 통하여 재방문 여부를 확인하고 루프 디텍션이 이루어지는 재방문으로 판단되는 경우 이동 로봇이 취합한 모든 위치 정보와 지도 정보를 총합하여 이동 로봇의 모든 위치와 지도 정보를 최적화하는 과정으로 구성될 수도 있다.

[0029] 본 발명에서는 이들 단계 중 평면 특징 추출 단계를 중심으로 설명하며, 다른 단계들은 본 기술 분야의 다양한 방식이 사용되어 변형될 수 있다.

[0030] 먼저, 본 발명에 따른 이동 로봇의 지도 형성 및 위치 인식 방법은 이동 로봇(1)을 제공하는 제공 단계(S1)를 실행한다. 제공 단계(S1)에서 본 발명에 따른 이동 로봇(1)이 제공되는데, 이동 로봇(1)은 감지부(10)와, 제어부(20)와, 저장부(30)와, 연산부(40)와, 구동부(50)를 포함하는데, 감지부(10)는 감지 주기마다 이동 로봇(1)의 이동 위치에서 주변 영역에 대한 포인트 데이터를 감지하여 획득한다. 감지부(10)는 3차원 레이저 거리 측정 모듈(11)과 적외선 카메라 모듈(13)을 포함하는데, 3차원 레이저 거리 측정 모듈(11)은 레이저를 통하여 2차원의 거리를 측정하는 2차원 레이저 거리 측정기(11a)와, 2차원 레이저 거리 측정기(11a)를 틸팅시켜 3차원 정보 감지를 가능하게 하는 팬틸트 모듈(11b)과, 감지된 정보를 하기되는 제어부(20) 측으로 전달하는 통신 모듈(11c)을 포함하고, 적외선 카메라 모듈(13)은 적외선의 비행 시간(time of flight)를 통하여 거리를 측정하는 적외선 카메라(13a)와 감지 신호를 제어부(20)로 전달하는 통신 모듈(13b)을 포함한다. 본 발명의 감지부(10)는 3차원 레이저 거리 측정 모듈(11) 및/또는 적외선 카메라 모듈(13)을 통하여 주변 환경에 대한 스캔 데이터, 즉 클라우드 포인트인 포인트 데이터가 획득될 수 있는데, 이러한 포인트 데이터를 획득하는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.

[0031] 제어부(20)는 감지부(10)로부터 감지된 주변 환경에 대한 포인트 데이터를 저장부(30)로 전달하여 저장시킨다. 저장부(30)에는 이동 로봇(1)의 현재 위치에서 감지된 포인트 데이터가 저장되는데, 경우에 따라 이전 위치 또는 앞선 위치에서의 감지된 포인트 데이터가 필요에 따라 더 저장될 수도 있고, 저장 부하를 경감시키기 위하여 이전 위치 또는 앞선 위치에서의 포인트 데이터로부터 추출된 평면 특징 등의 특징 정보를 제외한 일반적인 포인트 데이터는 제거될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다. 또한, 저장부(30)는 포인트 데

이터로부터 평면 특징을 도출하는 과정 또는 평면 특징로부터 이전 위치와 현재 위치에서의 특징으 짝 맞춤 여부 내지 정보 교합 여부를 판단하는데 사용되는 사전 설정값 들을 포함하는 사전 설정 데이터를 저장한다.

[0032] 제어부(20)는 저장부(30) 및 연산부(40)와 연결되고, 제어부(20)의 저장 제어 신호 내지 연산 제어 신호를 통하여 연산부(40)가 소정의 연산 과정을 실행하여 포인트 데이터 및 사전 설정 데이터를 이용하여 평면 특징 성분을 연산하거나 정합에 필요한 파라미터 들을 도출할 수 있다.

[0033] 구동부(50)는 제어부(20)의 구동 제어 신호에 따라 구동되어 이동 로봇(10)을 소정의 방향으로 이동시킨다.

[0034] 제공 단계(S1)에서 이동 로봇(1)이 제공된 후, 제어부(20)는 감지 단계(S10)를 실행한다. 감지 단계(S10)에서 감지부(10)는 제어부(20)의 감지 제어 신호에 따라 주변 환경에 대한 포인트 데이터를 감지하는데, 이동 로봇(1)의 현재 위치에서 감지된 주변 환경에 대한 포인트 데이터는 제어부(20)에 의하여 저장부(30)에 저장된다.

[0035] 그런 후, 제어부(20)는 본 발명의 평면 특징 추출 단계(S20)를 실행한다. 평면 특징 추출 단계(S20)에서, 제어부(20)는 현재 위치에서 감지된 포인트 데이터와 저장부(30)에 저장된 사전 설정 데이터를 이용하여, 현재 위치에서의 포인트 데이터에 대한 평면 특징을 추출하는데, 평면 특징 추출 단계(S20)는 포텐셜 큐(Qp)와 플레인 큐(Q1)를 사용한다. 포텐셜 큐는 주변 환경에 대한 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할된 큐브 단위의 포인트 데이터 및 해당 큐브 단위의 정보를 순차적으로 저장한다. 여기서, 큐브 단위는 초기에 설정된 큐브 단위 뿐만 아니라, 하기되는 서브 큐브 단위를 포함한다. 포텐셜 큐는 감지부(10)에서 감지된 포인트 데이터를 3차원 격자 단위로 분할된 큐브 단위 내 포인트 데이터와 해당 큐브 단위에 대한 정보, 즉 큐브의 3차원 공간 상에서의 좌표 정보를 저장하는 저장부(30) 내의 가상의 공간이며, 포텐셜 큐에서의 큐브 단위는 초기에 분할된 3차원 격자 단위뿐만 아니라, 초기에 분할된 3차원 격자 단위가 필요에 따라 세그먼트화되어 하기되는 서브 큐브 단위로 분할되는 경우의 포인트 데이터 및 해당 서브 큐브 단위의 좌표 위치 정보를 포함하는 서브 큐브 단위를 포함한다(도 5 및 도 6 참조).

[0036] 또한, 플레인 큐는 포텐셜 큐에서 순차적으로 처리되어 단일의 평면 특징을 구비하는 큐브 단위(서브 큐브 단위 포함)의 정보, 즉 포인트 데이터 및 큐브 단위 정보 및 추출된 평면 특징을 전달받아 저장하는 저장부(30)에서의 가상의 공간이다. 이와 같은, 포텐셜 큐와 플레인 큐를 사용한 계층적 처리 과정을 통하여 3차원 정보로서의 포인트 데이터로부터 평면 특징을 보다 신속하고 원활하게 추출할 수 있다.

[0037] 보다 구체적으로 평면 특징 추출 단계(S20)는 초기화 단계(S21)와 세그먼트 단계(S23)와 플레인 병합 단계(S25)를 포함하고, 다각화 단계(S27)를 더 구비할 수 있다.

[0038] 초기화 단계(S21)는 주변 환경에 대한 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈로 분할하고, 포텐셜 큐 및 플레인 큐를 초기화시키고, 세그먼트 단계(S23)는 큐브 사이즈로 분할된 포인트 데이터를 포텐셜 큐(Qp)와 플레인 큐(Q1)를 이용하여 큐브 사이즈로 분할된 해당 큐브 단위 내 포인트 데이터로부터 단일의 평면 특징을 추출하거나 또는 큐브 사이즈로 해당 큐브 단위 내 분할된 포인트 데이터가 복수 개의 평면 특징을 구비하는 경우 세그먼트화하여 복수 개의 평면 특징을 추출하는데, 세그먼트화의 발생 회수는 해당 단위 내 평면 특징이 단수 개가 추출될 때까지 반복될 수 있다.

[0039] 초기화 단계(S21)는 큐브 사이즈 설정 단계(S211)와 큐 초기화 단계(S213)를 포함하는데, 큐브 사이즈 설정 단계(S211)에서 큐브 사이즈가 설정된다. 큐브 사이즈(Ncube)는 사전 설정 데이터에 포함되어 저장부(30)에 저장될 수 있는데, 경우에 따라 이동 로봇에는 입력부(미도시)가 더 구비되어 사용자에 의한 별도의 입력을 통하여 설정되는 구성을 취할 수도 있으나, 본 실시예에서 큐브 사이즈는 저장부(30)의 사전 설정 데이터에 포함된다.

[0040] 그런 후, 제어부(20)가 포인트 데이터를 사전 설정된 큐브 사이즈(Ncube)로 분할하고, 포텐셜 큐(Qp) 및 플레인 큐(Q1)를 초기화하는 큐 초기화 단계(S213)를 실행한다. 도 2에 도시된 바와 같이 감지부(10)에서 감지되어 획득된 3차원 데이터로서의 포인트 데이터는 사전 설정된 큐브 사이즈(Ncube)로 분할된다. 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 포텐셜 큐(Qp) 및 플레인 큐(Q1)는 가상의 공간으로서, 포텐셜 큐(Qp)에는 평면 추출 과정을 순차적으로 대기하거나 또는 단일의 평면을 이루지 못한 해당 단위 내 포인트 데이터가 분할 내지 세그먼트화되어 재차 평면 추출 과정을 순차적으로 대기하도록 저장되는 포인트 데이터 및 해당 포인트 데이터에 대한 해당 단위(큐브 단위 내지 서브 큐브 단위)의 공간에 대한 정보가 저장되고, 플레인 큐(Q1)에는 포텐셜 큐에 저장되어 평면 추출되어 최종적으로 단일의 평면 특징을 이루는 것으로 판단된 해당 단위의 포인트 데이터 및 해당 단위의 공간 정보가 저장된다.

[0041] 세그먼트 단계(S23)는 큐브 큐잉 단계(S231)와 플래너 익스트랙션 단계(S233)를 포함한다. 큐브 큐잉 단계

(S231)에서는 큐브 사이즈(Ncube)로 분할된 포인트 데이터가 포텐셜 큐에 순차적으로 배치되는데, 여기서 순차의 의미는 평면 추출을 위한 하기되는 플래너 익스트랙션 단계에서의 연산 순서를 의미하는 것으로 포텐셜 큐에서의 1차원 상으로 배열되는 위치 순서는 연산 순서를 의미한다. 즉, 도 3 및 도 4에는 큐브 사이즈로 분할된 단위, 즉 큐브 단위의 포텐셜 큐에의 배치 상태를 도식적으로 나타내는 선도가 도시되는데, 도 3는 이해를 용이하게 하기 위하여 2차원 선도가 도시된다. 즉, 도 3에서 포인트 데이터는 큐브 사이즈에 의하여 각각의 큐브 단위(A,B,C,D,E,F,G,H,I)로 분할되고, 분할된 큐브 단위는 도 4에 도시된 바와 같이 포텐셜 큐에 순차적으로 배치되는데, 포텐셜 큐에 순차 배치되는 큐브 단위에는 분할된 포인트 데이터 및 큐브 단위에 대한 좌표계 상에서의 공간 위치 정보를 포함한다.

[0042] 그런 후, 제어부(20)는 플래너 익스트랙션 단계(S233)를 실행하는데, 플래너 익스트랙션 단계(S233)에서 포텐셜 큐(Qp)에서 순차적으로 해당 단위의 포인트 데이터로부터 평면 특징을 추출하고 평면 특징이 추출되면 플레인 큐(Ql)로 전달하다. 플래너 익스트랙션 단계(S233)에서는 포텐셜 큐의 해당 단위, 즉 큐브 단위의 포인트 데이터에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 경우, 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정된 개수의 서브 큐브로 세그먼트화한다. 본 실시예에서 세그먼트화를 위한 사전 설정된 개수는 8이나 이는 설계 사양에 따라 다양한 숫자로 변형될 수 있으나, 세그먼트화를 위한 사전 설정된 개수는 정확한 평면 추출 내지 연산 부하를 고려하여 적절하게 선택되는 것이 바람직하다.

[0043] 세그먼트화된 서브 큐브는 포텐셜 큐의 후위로 전달되어 평면 특징 추출 연산 과정 상에서의 순서가 조정된다. 이때, 세그먼트화된 서브 큐브 내 포인트 데이터로부터 추출된 평면이 단일 평면이 아닐 경우 재차 세그먼트화되어 다시 포텐셜 큐의 후위로 전달되어 평면 특징 추출 연산 과정 상의 순서가 조정되는데, 이러한 반복적인 과정은 해당 단위 내 포인트 데이터로부터 단일 평면이 추출될 때까지 반복된다.

[0044] 보다 구체적으로, 플래너 익스트랙션 단계(S233)눈 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계(S2331)와, 큐브 파라미터 산출 단계(S2333)와 파라미터 분산 비교 단계(S2335)와 큐 정리 단계(S2337)를 포함한다.

[0045] 포텐셜 큐 엠프티 확인 단계(S2331)에서는 포텐셜 큐의 비움 여부를 확인하는데, 포텐셜 큐의 비움이 확인되는 경우 제어부(20)는 포텐셜 큐 내의 모든 정보가 플레인 큐로 전달되었다고 판단하는데, 달리 표현하면 포텐셜 큐 내 해당 단위, 즉 큐브 단위 또는 서브 큐브 단위 내 포인트 데이터로부터 모두 단일의 평면 특징이 추출되고 정보가 플레인 큐로 전달되어, 모든 포인트 데이터에 대한 큐브 단위 내지 서브 큐브 단위로의 평면 특징 추출이 완료되었다고 판단한다.

[0046] 반면, 단계 S2331에서 제어부(20)가 현재 포텐셜 큐가 비움 상태가 아니고 큐브 단위 또는 서브 큐브 단위의 포인트 데이터 및 단위 정보가 점유된 상태인 것으로 판단하는 경우, 제어부(20)는 연산부(40)로 하여금 해당 단위(큐브 단위 또는 서브 큐브 단위) 내의 포인트 데이터에 대한 파라미터 평면 특징을 추출하고 파라미터 평면 특징을 이루는 큐브 파라미터를 산출하도록 한다(S2333). 큐브 파라미터 산출 단계(S2333)에서 제어부(20)는 해당 단위 내의 포인트 데이터로부터 파라미터 평면을 추출하는데, 파라미터 평면이 추후 파라미터 분산 비교 단계에서 조건을 만족시키는 경우 평면 특징으로 확정되고 플레인 큐로 전달된다.

[0047] 큐브 파라미터 산출 단계(S2333)는 로버스트 평균 산출 단계(S2333a)와 로버스트 공분산 매트릭스 산출 단계(S2333b)와, 파라미터 노말 벡터 산출 단계(S2333c)와, 파라미터 평면 거리 산출 단계(S2333d)와, 파라미터 분산 산출 단계(S2333e)를 포함하는데, 이러한 산출 과정은 로버스트 주성분 분석(robust pricipal componet analysis)를 이용한다. 먼저, 로버스트 평균 산출 단계(S2333a)에서 제어부(20)는 연산부(40)로 하여금 해당 단위(큐브 단위 내지 서브 큐브 단위) 내 포인트 데이터인 $x_i=[x_i \;\; y_i \;\; z_i]^T$ 에 대한 로버스트 평균(μ^*)를 다음과 같이 산출하도록 한다.

$$\mu^* = \frac{\sum_{i=1}^{m} w(M_i^2)x_i}{\sum_{i=1}^{m} w(M_i^2)}$$

[0048]

[0049] 여기서, Mi는 어느 포인트와 해당 포인트를 포함하는 그룹의 평균 사이의 확률적 거리인 마할라노비스 거리

(Mahalanobis distance)를, $w(M_i^2)$ 는 Mi에 기초한 가중치 함수를 나타낸다.

[0050] 그런 후, 제어부(20)는 연산부(40)로 하여금 로버스트 공분산 매트릭스를 산출하는 단계 S2333b를 실행하는데, 로버스트 공분산 매트릭스(S*)는 다음과 같다.

$$S^* = \frac{\sum_{i=1}^{m} w(M_i^2)^2 (x_i - \mu^*)(x_i - \mu^*)^T}{\sum_{i=1}^{m} w(M_i^2)^2 - 1}$$

[0051]

[0052] 그런후, 제어부(20)는 파라미터 노말 벡터 산출 단계(S2333c)를 실행한다. 파라미터 노말 벡터는 상기 로버스트 공분산 매트릭스(S*)를 이용하여 산출되는데, 로버스트 공분산 매트릭스(S*)로부터 얻어지는 세 개의 직교 고유 벡터(orthogonal eignenvector) 중 최소 노름(minimum norm)은 노말 벡터(np)를 그리고 나머지 두 개 고유 벡터는 평면을 구성하는데, 이때 노말 벡터를 파라미터 노말 벡터, 그리고 두 개의 고유 벡터가 이루는 평면을 파라미터 평면으로 설정한다.

[0053] 그런 후, 제어부(20)는 파라미터 평면 거리(dp)를 산출하는데, 파라미터 평면 거리(dp)는 이동 로봇 상의 좌표계의 원점으로부터 해당 큐브 단위 내지 해당 서브 큐브 단위 내의 해당 포인트들이 형성하는 파라미터 평면까지의 거리를 나타낸다. 파라미터 평면 거리(dp)는 파라미터 노말 벡터(np)와 로버스트 평균을 이용하여 다음과 같이 산출된다(S2333d).

$$d_p = n_p^T \cdot \mu^*$$

[0054]

[0055] 그런 후, 단계 S2333e에서 제어부(20)는 연산부(40)로 하여금 해당 단위 내 포인트 데이터와 파라미터 평면 사이의 거리의 분산(vp)을 산출한다(S2333e).

[0056] 이와 같이 큐브 파라미터 산출이 완료된 후, 제어부(20)는 파라미터 분산 비교 단계(S2335)를 실행하는데, 파라미터 분산 비교 단계(S2335)에서 파라미터 분산(vp)과 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정 파라미터 분산값(vs)이 비교된다. 큐 정리 단계(S2337)는 파라미터 분산 비교 단계에서의 결과에 따라 해당 단위(큐브 단위 내지 서브 큐브 단위) 내의 포인트 데이터의 플레인 큐로의 이동 내지 포텐셜 큐의 후위로의 위치 이동과 세그먼트화를 이룬다.

[0057] 단계 S2335에서 파라미터 분산(vp)이 사전 설정 파라미터 분산값(vs)보다 작은 경우, 형성된 파라미터 평면은 해당 단위 내 포인트 데이터 들이 이루는 단일의 평면으로 제어부(20)가 판단하고 제어 흐름을 큐 정리 단계(S2337)에서의 플레인 큐 전달 단계(S2337a)로 진행시킨다.

[0058] 반면, 단계 S2335에서 파라미터 분산(vp)이 사전 설정 파라미터 분산값(vs) 이상인 경우, 형성된 파라미터 평면은 해당 단위 내 포인트 데이터들이 이루는 단일의 평면이 아니고 복수 개의 평면 특징이 포함되었을 가능성이 높은 것으로 제어부(20)가 판단하여 제어 흐름을 큐 정리 단계(S2337)에서의 단계 S2337c로 전환한다.

[0059] 단계 S2335에서 파라미터 분산이 사전 설정 파라미터 분산값(vs)보다 작은 것으로 판단한 경우, 제어부(200)는 큐 정리 단계(S2337)에서 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위에 단일의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위의 거리 데이터 및 포인트 데이터 및 좌표 상의 공간 위치 정보를 플레인 큐로 전달하는 플레인 큐 전달 단계(S2337a)를 실시하고 포텐셜 큐(Qp)를 정리하는, 즉 플레인 큐로 전달된 해당 단위의 다음의 큐브 단위 내지 서브 큐브 단위를 차순위의 평면 특징 추출 연산 과정의 대상으로 연산 순서를 정리하는 포텐셜 큐 정리 단계(S2337b)를 실행한다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 포텐셜 큐의 제 1순위 연산 대상인 해당 단위 "A"에 대한 파라미터 평면의 분산이 사전 설정 파라미터 분산값보다 작은 경우 이를 포텐셜 큐(Qp)로부터 플레인 큐(Ql)로 전달하고(도 5 (a) 참조), 포텐셜 큐(Qp)의 위치를 정리하는 포텐셜 큐 정리 단계를 실행한다(도 5 (b) 참조). 이때 플레인 큐로 전달된 해당 단위의 큐브 파라미터는 해당 단위의 평면 특징(노말 벡터 및 평면 거리 등)으로 저장된다.

[0060] 반면, 단계 S2335에서 파라미터 분산이 사전 설정 파라미터 분산값(vs)이상인 것으로 판단한 경우, 제어부(20

0)는 큐 정리 단계(S2337)에서 해당 큐브 단위 또는 해당 서브 큐브 단위에 복수 개의 평면 특징이 존재하는 것으로 판단하여, 해당 단위를 사전 설정된 개수의 서브 큐브 단위로 세그먼트화하고(도 6 (a) 참조), 세그먼트화된 서브 큐브 단위의 위치를 후위로 이동시키는 포텐셜 큐 위치 이동 단계(S2337d)를 실행한다(도 6(b) 참조). 그리고, 경우에 따라 단계 S2337b로 전달되어 포텐셜 큐 내 차순위 연산 대상을 정리하는 단계가 더 실행될 수도 있다.

[0061] 그런 후 제어 흐름은 단계 S2331로 전달되어 포텐셜 큐의 비움 여부가 확인되고 포텐셜 큐가 완전히 비워져 모든 포인트 데이터에 대한 평면 특징이 추출된 것으로 판단된 경우(도 7 참조), 제어 흐름은 단계 S25로 전달된다.

[0062] 플레인 병합 단계에서 제어부(20)는 모든 포인트 데이터에 대한 큐브 단위 내지 서브 큐브 단위(반복적으로 세그먼트화된 서브 큐브 포함)에 대한 평면 특징의 노말 벡터 및 평면 거리(n, d)가 동일 내지 실질적으로 동일한지 여부를 판단하는데, 두 평면 특징의 노말 벡터의 내적이 1 내지 1에 근접한 경우 이 두 평면은 동일 평면 상에 배치된 것으로 간주되고, 또한 평면 거리가 동일 내지 실질적으로 동일한 경우(일정한 오차 범위 내에 존재하는 경우), 두 개의 평면 특징은 동일하다고 판단하고 이를 병합하여 중복된 평면 특징을 단일화시킨다. 이러한 병합 과정을 통하여 도 7의 분포된 평면 특징은 도 8과 같이 병합되어 재정립될 수 있다.

[0063] 그런 후, 제어부(20)는 소정의 다각화 단계(S27)를 통하여 평면 모양을 구체화하고 시각화하는데, 이러한 다각화 단계는 본 기술 분야의 주지적인 사항인바 구체적 설명은 생략한다.

[0064] 상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일예들로, 본 발명이 이에 국한되지 않고 다양한 변형이 가능하다. 즉, 본 발명의 평면 특징 추출 방법은 감지부로부터 감지되는 원데이터로부터 평면을 추출하는 범위에서 다양한 정보 교합 방식과 연결될 수도 있는 등 변형이 가능하다.

부호의 설명

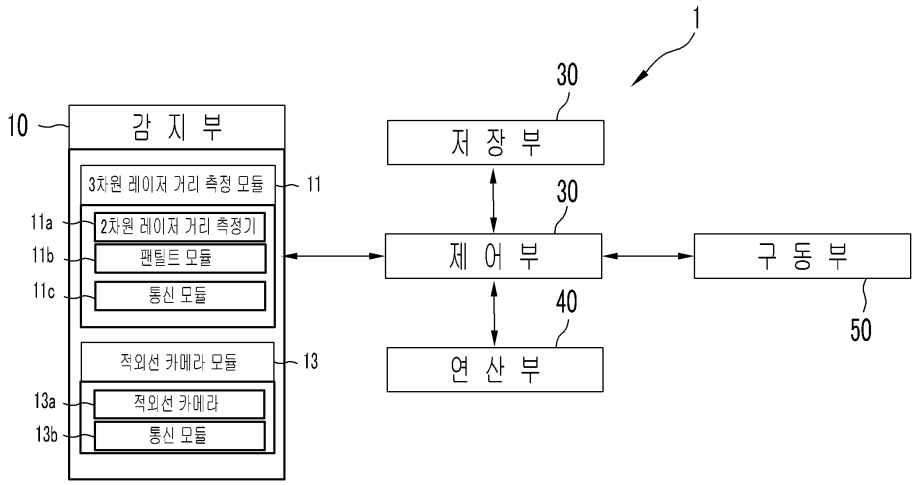
[0065] 1...이동 로봇 10...감지부

20...제어부 30...저장부

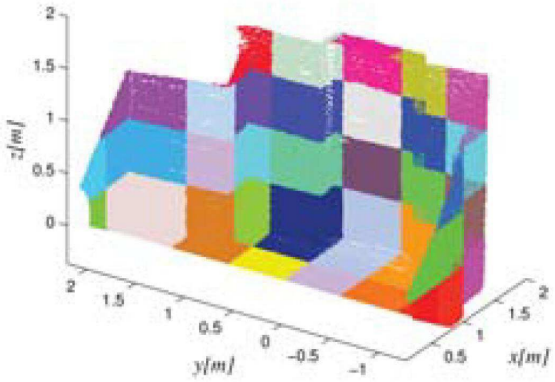
40...연산부 50...구동부

도면

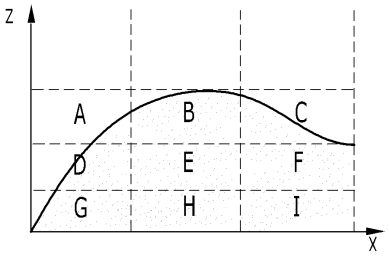
도면1



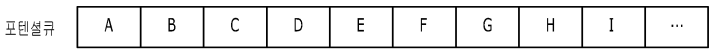
도면2



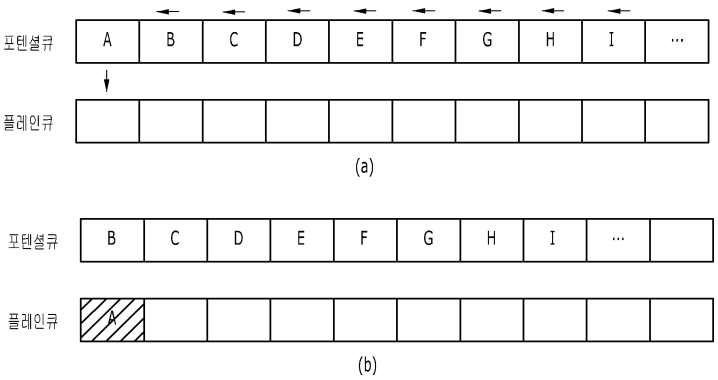
도면3



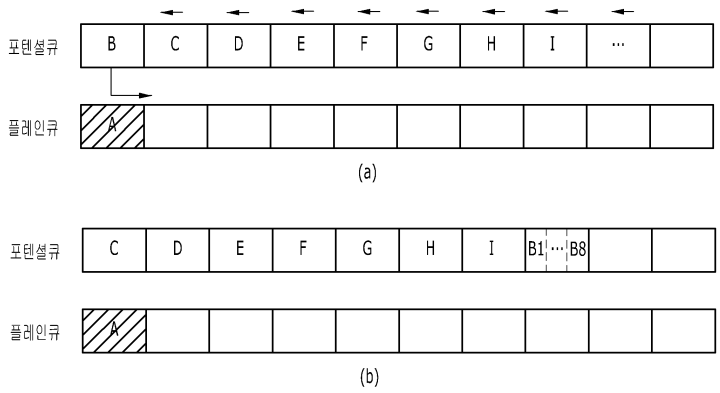
도면4



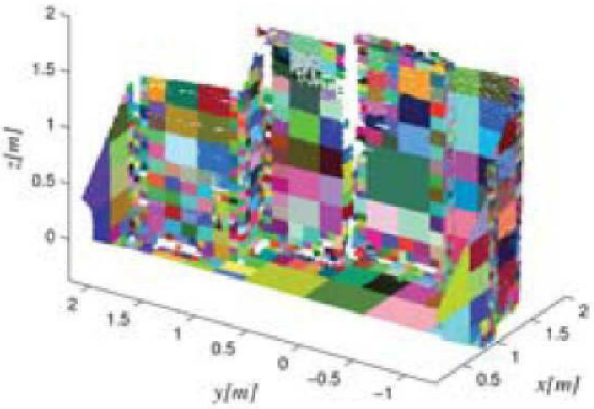
도면5



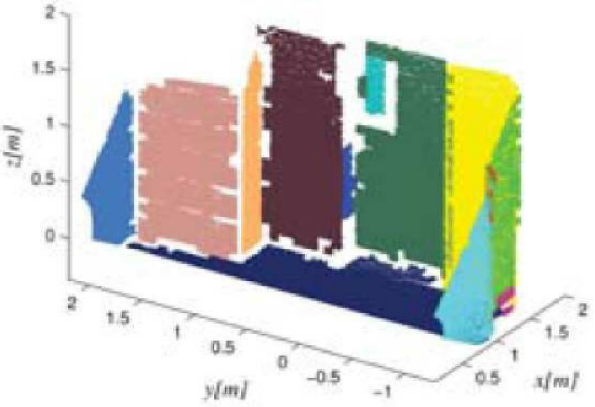
도면6


포텐셜큐
B
C
D
E
F
G
H
I
···
플레인큐
A
(a)
포텐셜큐
C
D
E
F
G
H
I
B1
···
B8
플레인큐
A
(b)

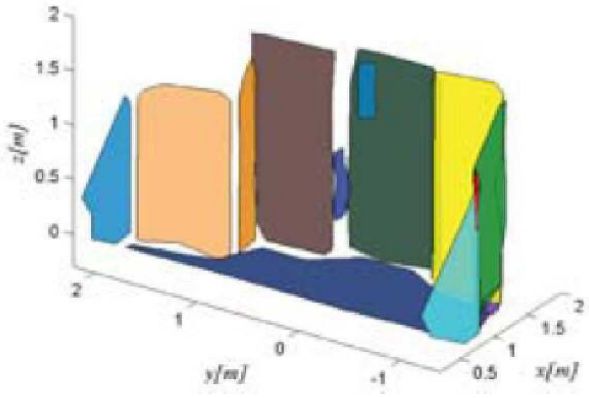
도면7


z[m]
y[m]
x[m]

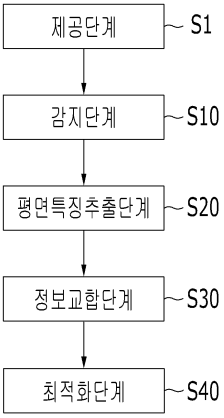
도면8


z[m]
y[m]
x[m]

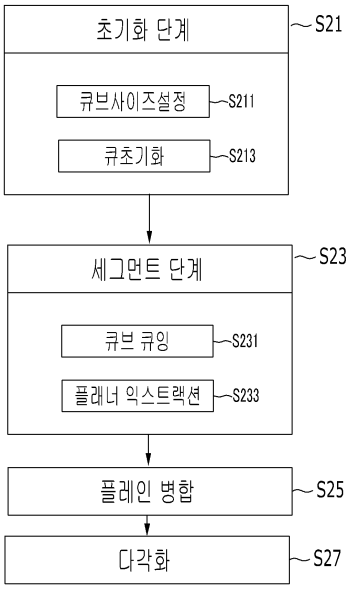
도면9



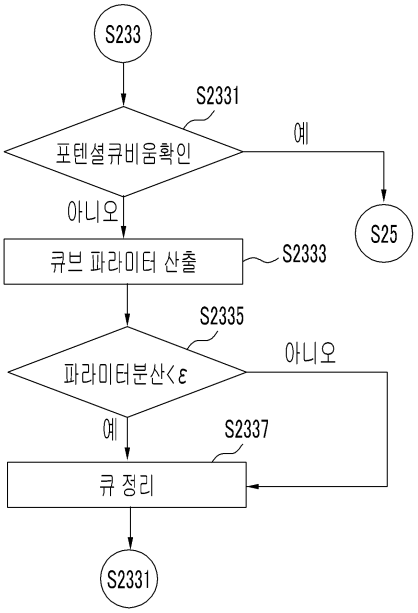
도면10



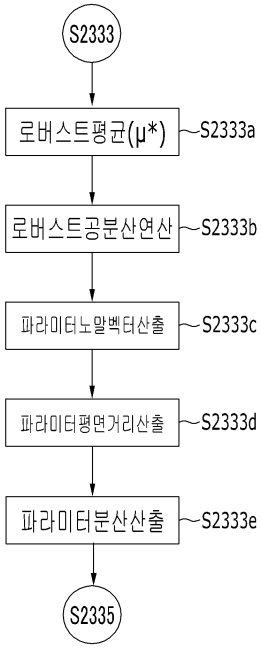
도면11



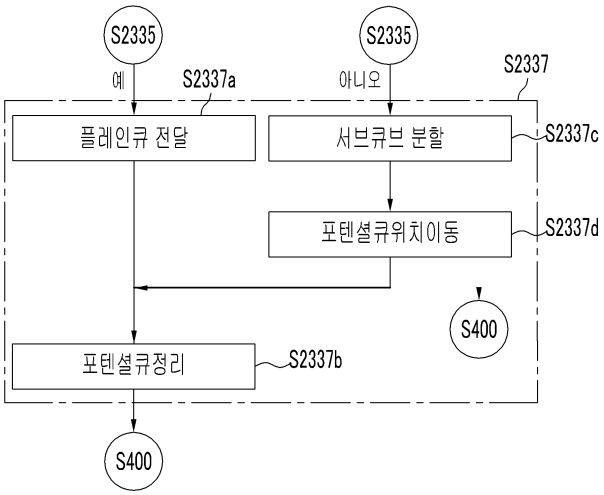
도면12


S233
S2331
포텐셜큐비움확인
예
아니오
S25
큐브 파라미터 산출
S2333
S2335
파라미터분산<ε
아니오
예
S2337
큐 정리
S2331

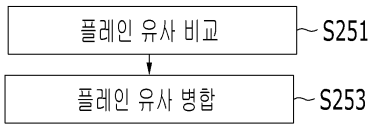
도면13


S2333
로버스트평균(μ*)
S2333a
로버스트공분산연산
S2333b
파라미터노말벡터산출
S2333c
파라미터평면거리산출
S2333d
파라미터분산산출
S2333e
S2335

도면14


S2335
예
S2337a
플레인큐 전달
S2335
아니오
S2337
서브큐브 분할
S2337c
포텐셜큐위치이동
S2337d
S400
포텐셜큐정리
S2337b
S400

도면15


플레인 유사 비교
S251
플레인 유사 병합
S253