



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0039037
(43) 공개일자 2011년04월15일

(51) Int. Cl.

B25J 13/08 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0096300

(22) 출원일자 2009년10월09일

심사청구일자 2009년10월09일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

도낙주

서울특별시 성북구 돈암동 성일 우리미아파트 204호

남창주

서울특별시 동대문구 제기동 67-207 10/2

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

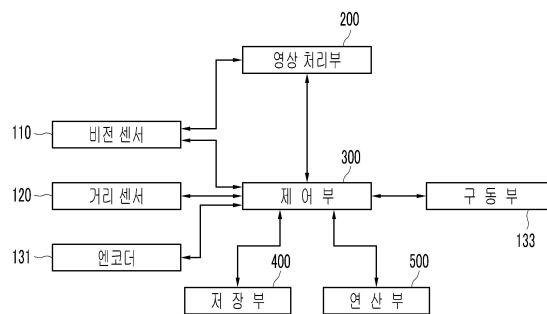
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 로봇 이동 장치 지도 작성 방법

(57) 요약

본 발명은, 감지부와 저장부 및 상기 감지부 및 제어부와 전기적 소통을 이루는 제어부를 포함하는 로봇 이동 장치의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도를 포함하는 입력 상태를 초기화하는 초기화 단계와, 상기 입력 상태에 기초하여 상기 로봇 이동 장치의 현재 상태를 예측하는 예측 단계와, 상기 감지부가 상기 주변 환경을 감지하는 감지 단계와, 상기 감지 단계에서 감지된 상기 주변 환경에 대한 감지 신호에 기초하여 상기 주변 환경에 대한 직선 경로 및 상기 직선 경로에 대한 소실점을 추출하고 상기 직선 경로에 대한 병진 운동 불변 각도를 산출하는 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계와, 상기 소실점의 저장 여부를 판단하고 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 및 상기 병진 운동 불변 각도에 기초하여 산출되는 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값으로부터 이노베이션을 산출 연산하는 데이터 연관 단계와, 상기 데이터 연관 단계의 결과에 기초하여 상기 입력 상태를 갱신 내지 상태 추가하는 업데이트 단계를 포함하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법을 제공한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이건용

서울특별시 동대문구 제기2동 67-259

이영훈

경기도 남양주시 오남읍 오남10리 보영아파트 102
동 202호

위엔, 상 리

서울시 성북구 안암동 전기전자전파공학부 공학관
321호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0907331

부처명 산학협동재단

연구관리전문기관

연구사업명 연구용역

연구과제명 소실점 정보를 이용한 실내 환경에서의 정밀한 지도형성 기술개발

기여율

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

감지부와 저장부 및 상기 감지부 및 제어부와 전기적 소통을 이루는 제어부를 포함하는 로봇 이동 장치의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도를 포함하는 입력 상태를 초기화하는 초기화 단계와,

상기 입력 상태에 기초하여 상기 로봇 이동 장치의 현재 상태를 예측하는 예측 단계와,

상기 감지부가 상기 주변 환경을 감지하는 감지 단계와,

상기 감지 단계에서 감지된 상기 주변 환경에 대한 감지 신호에 기초하여 상기 주변 환경에 대한 직선 경로 및 상기 직선 경로에 대한 소실점을 추출하고 상기 직선 경로에 대한 병진 운동 불변 각도를 산출하는 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계와,

상기 소실점의 저장 여부를 판단하고 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 및 상기 병진 운동 불변 각도에 기초하여 산출되는 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값으로부터 이노베이션을 산출 연산하는 데이터 연관 단계와,

상기 데이터 연관 단계의 결과에 기초하여 상기 입력 상태를 갱신 내지 상태 추가하는 업데이트 단계를 포함하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계는:

상기 감지 단계에서 감지된 주변 환경 정보에 대한 감지 신호에 기초하여 상기 주변 환경에 대한 직선 경로를 추출하는 직선 경로 추출 단계와,

상기 직선 경로에 대한 소실점을 연산하는 소실점 연산 단계와,

상기 소실점 연산 단계 후, 상기 직선 경로에 대한 절대 좌표계 y축 상의 교차점을 무한대로 하였을 때 상기 절대 좌표계에 대한 법선 각도를 상기 병진 운동 불변 각도로 설정하는 병진 운동 불변 각도 연산 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 소실점 연산 단계는:

상기 직선 경로 추출 단계에서 산출된 직선 경로에 대한 동차 좌표축 소실점을 추출하는 동차 좌표축 소실점 추출 단계와,

상기 동차 좌표축 소실점을 비동차 좌표축 상의 소실점으로 산출하는 소실점 산출 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 데이터 연관 단계는:

상기 소실점이 새로운 소실점인지를 판단하는 소실점 신규 판단 단계와,

상기 소실점 신규 판단 단계에서 상기 소실점이 새로운 소실점이라고 판단되는 경우, 상기 소실점이 상기 저장부에 저장되는 소실점 저장 단계와,

상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 및 상기 병진 운동 불변 각도로부터 산출되는 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값과, 상기 감지 단계에서 감지된 주변 환경 정보에 대한 감지 신호에 포함하는 상대 법선 각도 측정값과, 그리고 상기 상대 회전 각도에 기초하여 상기 이노베이션을 연산하는 이노베이션 연산 단계를 포

합하는 것을 특징으로 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 업데이트 단계는:

상기 데이터 연관 단계의 결과에 기초하여 상기 입력 상태와 상기 입력 상태에 대한 코베리언스를 갱신하는 상태 갱신 단계와,

상기 직선 경로가 새로운 직선 경로로 판단되는 경우, 상기 직선 경로에 대한 상기 병진 운동 불변 각도를 새로운 입력 상태로 추가하고 상기 코베리언스를 갱신하는 데이터 확장 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 업데이트 단계 후,

상기 제어부는 제어 흐름을 상기 예측 단계로 복귀시키고, 상기 입력 상태 중 상기 로봇 이동 장치의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도를 상기 업데이트 단계에서 갱신된 상대 회전 각도를 사용하는 것을 특징으로 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로봇의 지도 작성 방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 보다 정확하고 신속한 위치 인식 및 지도 작성을 가능하게 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 로봇에 대한 수요는 산업용으로서 뿐만 아니라 가정용에 대한 수요도 증대되고 있고, 이에 따라 로봇 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 종래의 위치 고정된 로봇과는 달리 이동 가능한 이동 로봇에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 이동 가능한 이동 로봇은 주변 환경을 사용하여 자신의 위치를 정확하게 인식하는 기술 및 이를 위하여 기준이 되는 표식을 기점으로 자신의 위치 파악을 가능하게 하는 지도 작성에 대한 기술의 연구가 진행되고 있다.

[0003] 이동 로봇의 자기 위치 인식 기술은 통상적으로 상대 위치 인식과 절대 위치 인식 방법이 있다. 상대 위치 인식의 경우 엔코더와 같은 주행거리계 및 초음파 센서와 레이저 등을 이용한 거리 측정 장치와 같은 거리 계측, 장애물 검출이 가능한 장치 등을 이용하여 이동 로봇의 상대적인 자기 위치를 인식하게 되고, 절대 위치 인식 방법의 경우 카메라 등의 영상 처리 장치를 이용하여 실내의 소정의 위치에 부착된 인공 표식 등의 위치를 검출함으로써 이동 로봇의 절대적인 위치를 인식하는 기술로 구분된다. 상대 위치 인식의 경우 초음파 센서 및 엔코더 등을 통한 환경 지도 작성과 이를 통한 자율 주행을 가능하게 하나 엔코더 등의 계측 장치는 이동 로봇의 이동시 발생하는 슬립 현상 등으로 인하여 점진적 오차가 발생함에 따라 이동 로봇의 이동 거리가 증대될수록 누적 오차가 증대한다는 문제점이 수반되었다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이, 실제 제공된 주행 이동 경로는 ㄷ자 형상을 구비하는데(도 1(a)), 실제 이동 로봇(A)이 이동하며 계측 형성된 지도는 뒤틀린 형상(도 1(b))을 구비한다. 이는 이동 로봇(A)의 슬립 현상 등을 통하여 형성되는 오차가 주행 이동 과정에서 누적되어 종국에는 실제 경로와 상이한 계측 지도가 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0004] 절대 위치 인식 방법의 경우 이와 같은 상대 위치 인식 방법이 갖는 문제점을 구비하지는 않으나, 각각의 인공 표식을 장착함에 있어 카메라와 같은 이미지 촬상 수단이 커버하는 영역의 한정으로 인하여 상당한 수의 인공 표식이 이동 경로 상에 배치되어야 하고 이로 인한 초기 설비 투자 비용이 상당히 소요된다는 문제점이 수반되었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하고자 하는 것으로, 간단한 구조의 감지부를 통하여 신속한 위치 인식과 환경 지도 형성을 가능하게 하고 형성된 환경 지도의 강인성을 증대시킬 수 있도록 하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0006] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 감지부와 저장부 및 상기 감지부 및 제어부와 전기적 소통을 이루는 제어부를 포함하는 로봇 이동 장치의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도를 포함하는 입력 상태를 초기화하는 초기화 단계와, 상기 입력 상태에 기초하여 상기 로봇 이동 장치의 현재 상태를 예측하는 예측 단계와, 상기 감지부가 상기 주변 환경을 감지하는 감지 단계와, 상기 감지 단계에서 감지된 상기 주변 환경에 대한 감지 신호에 기초하여 상기 주변 환경에 대한 직선 경로 및 상기 직선 경로에 대한 소실점을 추출하고 상기 직선 경로에 대한 병진 운동 불변 각도를 산출하는 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계와, 상기 소실점의 저장 여부를 판단하고 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 및 상기 병진 운동 불변 각도에 기초하여 산출되는 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값으로부터 이노베이션을 산출 연산하는 데이터 연관 단계와, 상기 데이터 연관 단계의 결과에 기초하여 상기 입력 상태를 갱신 내지 상태 추가하는 업데이트 단계를 포함하는 로봇 이동 장치 지도 작성 방법을 제공한다.

[0007] 상기 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 있어서, 상기 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계는: 상기 감지 단계에서 감지된 주변 환경 정보에 대한 감지 신호에 기초하여 상기 주변 환경에 대한 직선 경로를 추출하는 직선 경로 추출 단계와, 상기 직선 경로에 대한 소실점을 연산하는 소실점 연산 단계와, 상기 소실점 연산 단계 후, 상기 직선 경로에 대한 절대 좌표계 y축 상의 교차점을 무한대로 하였을 때 상기 절대 좌표계에 대한 법선 각도를 상기 병진 운동 불변 각도로 설정하는 병진 운동 불변 각도 연산 단계를 포함할 수도 있다.

[0008] 상기 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 있어서, 상기 소실점 연산 단계는: 상기 직선 경로 추출 단계에서 산출된 직선 경로에 대한 동차 좌표축 소실점을 추출하는 동차 좌표축 소실점 추출 단계와, 상기 동차 좌표축 소실점을 비동차 좌표축 상의 소실점으로 산출하는 소실점 산출 단계를 포함할 수도 있다.

[0009] 상기 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 있어서, 상기 데이터 연관 단계는: 상기 소실점이 새로운 소실점인지를 판단하는 소실점 신규 판단 단계와, 상기 소실점 신규 판단 단계에서 상기 소실점이 새로운 소실점이라고 판단되는 경우, 상기 소실점이 상기 저장부에 저장되는 소실점 저장 단계와, 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 및 상기 병진 운동 불변 각도로부터 산출되는 상기 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값과, 상기 감지 단계에서 감지된 주변 환경 정보에 대한 감지 신호에 포함하는 상대 법선 각도 측정값과, 그리고 상기 상대 회전 각도에 기초하여 상기 이노베이션을 연산하는 이노베이션 연산 단계를 포함할 수도 있다.

[0010] 상기 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 있어서, 상기 업데이트 단계는: 상기 데이터 연관 단계의 결과에 기초하여 상기 입력 상태와 상기 입력 상태에 대한 코베리언스를 갱신하는 상태 갱신 단계와, 상기 직선 경로가 새로운 직선 경로로 판단되는 경우, 상기 직선 경로에 대한 상기 병진 운동 불변 각도를 새로운 입력 상태로 추가하고 상기 코베리언스를 갱신하는 데이터 확장 단계를 포함할 수도 있다.

[0011] 상기 로봇 이동 장치 지도 작성 방법에 있어서, 상기 업데이트 단계 후, 상기 제어부는 제어 흐름을 상기 예측 단계로 복귀시키고, 상기 입력 상태 중 상기 로봇 이동 장치의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도를 상기 업데이트 단계에서 갱신된 상대 회전 각도를 사용할 수도 있다.

효과

[0012] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 로봇 이동 장치 지도 작성 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0013] 첫째, 본 발명에 따른 로봇 이동 장치 지도 작성 방법은, 소실점 정보를 활용하여 감지부의 측정 오차로 인한 환경 지도의 부정확성을 방지 내지 현저하게 저감시켜 신뢰성 높고 오차에 강인한 환경 지도 작성을 가능하게 한다.

[0014] 둘째, 본 발명에 따른 로봇 이동 장치 지도 작성 방법은, 소실점 정보를 활용하여 절대 표식(absolute

landmark)로서의 기능을 담당하도록 하되, 작성 방법을 간소화하여 신속한 환경 지도 작성을 가능하게 한다.

[0015] 셋째, 본 발명에 따른 로봇 이동 장치 지도 작성 방법은, 신뢰성 높은 환경 지도를 통하여 보다 정확한 위치 인식을 가능하게 함으로써, 이를 통한 자율 주행 경로를 최적화하여 불필요한 주행 효율성을 극대화할 수도 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0016] 이하에서는 본 발명에 따른 인공 표식 및 이를 구비하는 이동 로봇 시스템 및 이의 제어 방법의 구체적 내용에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

[0017] 도 2에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 개략적인 블록 선도가 도시되고, 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법에 대한 개략적인 흐름도가 도시되고, 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 개략적인 상태도가 도시되고, 도 6에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계에 대한 흐름도가 도시되고, 도 7 내지 도 10에는 본 발명의 로봇 이동 장치(100)가 주행하는 개방 경로(open loop environment)와 폐경로(closed loop environment)의 일예가 도시되고, 도 11에는 절대 좌표계의 X-Y 평면 상에서의 직선 특징으로서의 직선 경로가 도시되고, 도 12에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 직선 경로를 기준으로 다른 위치에서의 개략적인 상태도가 도시되고, 도 13 및 도 14에는 절대 좌표계 X-Y 평면 상에 배치되는 각각 직선 경로가 도시되고, 도 15에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 데이터 연관 단계에 대한 흐름도가 도시되고, 도 16에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 업데이트 단계에 대한 흐름도가 도시되고, 도 17 내지 도 19에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 효과를 도시하는 비교 선도가 도시된다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)는 로봇 하우징(101)과, 감지부(103)과 저장부(400)와 제어부(300)를 포함하는데, 로봇 하우징(101)에는 이들 구성요소가 안정적으로 배치된다. 로봇 하우징(101)의 하부에는 구동부(133)가 배치되는데, 제어부(300)로부터의 제어 신호에 따라 구동되어 주행 상태를 형성할 수 있다. 감지부(103)는 거리 센서(120)를 포함하고, 경우에 따라 비전 센서(110)와 영상 처리부(200)를 더 포함할 수 있는데, 본 실시예에서는 모두를 포함하는 것으로 기술한다. 비전 센서(110)는 로봇 이동 장치(100)의 로봇 하우징(101) 상단에 장착되는데, 비전 센서(110)는 영상 정보를 취득하기 위한 카메라 등으로 구성될 수 있다. 로봇 이동 장치(100)의 로봇 하우징(101)의 측면에는 거리 센서(120)가 배치된다. 거리 센서(120)는 외부 물체와의 거리를 측정 감지하여 이를 로봇 이동 장치(100)의 제어부(300)로 전달함으로써, 로봇 이동 장치(100)이 이동함에 따라 얻어지는 물체와의 거리 정보를 통하여 로봇 이동 장치(100)이 이동하는 공간에서의 절대 좌표계로서의 X-Y 좌표축 상 환경 지도를 작성하는데 사용될 수 있다. 거리 센서(120)는 초음파 센서, 레이저 센서 내지 PSD 센서를 포함하는데, 광범위한 영역에 대한 감지를 가능하게 한다는 점에서 본 실시예에서는 레이저 센서가 구비되었으나 이는 본 발명을 설명하기 위한 일례로서 다양한 구성이 가능하다.

[0019] 또한, 로봇 이동 장치(100)의 로봇 하우징(101)의 상단에는 출력부로서의 디스플레이부(1)가 구비되고 입력부로서의 버튼 입력부(140)가 더 구비되어 사용자로 하여금 현재 로봇 이동 장치(100)이 취하고자 하는 작동 모드 선택 및 현재 작동 상태 표시를 가능하게 할 수도 있다. 구동부(133)는 로봇 이동 장치(100)의 로봇 하우징(101)의 내부에 배치되는데, 구동부(133)는 로봇 이동 장치(100)의 하단에 배치되는 구동 휠(130)과 기계적 연결을 이룬다. 또한, 구동부(133)는 제어부(300)와 전기적 소통을 이룸으로써, 제어부(300)의 제어 신호에 따라 구동되어 구동 휠(130)에 구동력을 제공함으로써 로봇 이동 장치(100)의 위치 이동을 가능하게 한다. 한편, 로봇 이동 장치(100)에는 구동 휠(130) 이외에 구동력을 제공하지는 않으나 로봇 이동 장치(100)의 이동을 가능하게 하는 두 개의 평행한 이동 휠(미도시)이 더 구비될 수 있는데, 이동 휠에는 엔코더(131)가 장착될 수 있다. 엔코더(131)는 이동 휠의 회전 수를 감지하고 이를 하기되는 제어부(300)로 전달할 수 있는데, 엔코더(131)로부터 감지된 신호에 기초하여 절대 좌표계에 대한 로봇 이동 장치(100)의 상대 회전 각도를 감지 측정할 수 있다.

[0020] 영상 처리부(200)는 제어부(300) 및/또는 비전 센서(110)와 전기적 소통을 이루는데, 영상 처리부(200)는 비전 센서(110)를 통하여 취득된 영상 정보를 처리한다. 저장부(400)에는 인공 표식(미도시)에 대한 정보 내지는 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 좌표 위치(x,y) 내지 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도(θ_r) 등을 포함하는 입력 상태 값을 저장할 수 있다. 여기서, 입력 상태는 로봇 이동 장치(100)의 위치 정보 및 지도 정보를 상태로서 포함한다.

[0021] 제어부(300)는 저장부(400) 및 감지부(103)와 전기적 소통을 이루는데, 감지부(103)의 거리 센서(120)로부터 감지된 거리 정보 및 저장부(400)에 사전 설정되어 저장된 거리 정보 처리를 위한 사전 설정 값으로부터 로봇 이동 장치(100)의 주변 환경에 대한 직선 경로 등을 추출하고 소정의 입력 상태를 예측하고 보정하는 과정을 수행하여 정확한 지도 작성을 이루고 현재 로봇 이동 장치(100)의 정확한 위치 파악을 가능하게 할 수 있다. 또한, 제어부(300)는 상기 구동부(133)와 연결되는 엔코더(131)로부터 입력되는 신호와 저장부(400)에 사전 설정되어 저장된 이동 휠의 반경 등의 정보를 사용하여, 제어부(300)가 연산부(500)에 제어 신호를 인가하여 연산함으로써 현재 로봇 이동 장치(100)의 이동 거리 및 회전 각도 등이 산출되고 이러한 산출된 이동 거리 및 절대 좌표계(X-Y 좌표계)에 대한 상대 회전 각도 정보가 저장부(400)에 저장될 수 있다. 또한, 제어부(300)는 거리 센서(120)로부터의 신호에 기초하여 로봇 이동 장치(100)이 이동하는 경로의 주변 환경에 대한 지도를 도출할 수 있다.

[0022] 상기와 같은 본 발명의 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법은 초기화 단계(S10)와 예측 단계(S20)와 감지 단계(S30)와 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계(S40)와 데이터 연관 단계(S50, data association)와 업데이트 단계(S50)를 포함하는데, 본 발명의 로봇 이동 장치의 지도 작성 방법은 소실점과 병진 운동 불변 각도를 사용하여 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 상대 회전 각도를 보정하여 정확한 지도 작성을 이루는 것을 특징으로 한다.

[0023] 먼저, 제어부(300)는 로봇 이동 장치(100)의 입력 상태를 초기화하는 초기화 단계(S10)를 실행한다. 도 5에는 절대 좌표계 상에 배치되는 로봇 이동 장치(100) 및 로봇 이동 장치(100)의 주변 환경으로서의 직선 경로의 개략적인 상태도가 도시되는데, 여기서, x_r 와 y_r 는 각각 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표축 상에서의 위치를 나타내고, θ_r 는 절대 좌표계에 대한 로봇 이동 장치(100)의 상대 회전 각도, 즉 절대 좌표계의 X축과 로봇 이동 장치(100) 상에 배치되는 상대 좌표계의 x축 간의 사이각을 나타낸다. 또한, 직선은 하기되는 감지 단계에서 추출되는 로봇 이동 장치(100)의 주변 환경에서의 직선 경로를 나타내는데, ψ_w 는 직선 경로에 대하여 절대 좌표계 원점을 관통하는 법선이 이루는 절대 법선 각도(ψ_w)를 나타내고, ψ^r 로봇 이동 장치(100) 상의 상대 좌표계의 원점을 관통하는 직선 경로와의 법선이 이루는 상대 법선 각도(ψ^r)를 나타낸다. 도 5에서의 로봇 이동 장치(100, 원형 도형으로 표시)의 위치를 나타내는 입력 상태는 절대 좌표계(X-Y-Z)의 X-Y 평면 상에서 $[x_r \ y_r \ \theta_r]^T$ 이과 같이 표시할 수 있다.

[0024] 초기 진행 상태에서 로봇 이동 장치(100)의 감지된 입력이 부재하므로, 제어부(300)는 저장부(400)에 사전 설정되어 저장된 초기 입력 상태 값을 사용하여 하기되는 소정의 예측 단계를 실행하기 위한 초기화 과정을 완료하는데(S10), 로봇 이동 장치(100)의 초기 상대 회전 각도($\theta_r(1)$)는 소정의 값으로 저장부(400)에 사전 설정 저장되어 있다. 뿐만 아니라, 본 실시예에서 하기되는 예측 단계는 EKF(Extended Kalman Filter, 확장 칼만 필터)를 사용하여 예측 단계를 수행하는데, 이에 따라 저장부(400)에는 초기 입력 상태 값과 함께 초기 코베리언스($P(1)=cov(\theta_r(1))$)도 함께 사전 설정 저장된다.

[0025] 제어부(300)는 초기화 단계(S10) 수행 이후, 초기화된 입력 상태 등을 사용하여 예측 단계(S20)를 실행한다. 예측 단계는 본 실시예에서 EKF를 사용하는데, 이는 지도 작성 과정에서의 예측과 오차 보정을 위한 일례로서 본 발명에 따른 본 발명의 로봇 이동 장치의 지도 작성 방법은 UKF(Uncentered Kalman Filter, 무향 칼만 필터) 등을 통하여 예측 내지 오류 보정 등이 수행될 수도 있는 등 예측 단계 및 하기되는 데이터 연관 단계 내지 업데이트 단계 등에서의 칼만 필터는 다른 필터로 대체될 수 있는 등 다양한 구성이 가능하다.

[0026] 예측 단계(S20)에서 제어부(300)는 소정의 제어 과정을 거쳐 이전 EKF 단계의 입력 상태로부터 현재 EKF 단계의 입력 상태를 예측하는데, 본 발명의 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 상태 방정식과 오차 코베리언스 매트릭스(P , error covariance matrix)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[0027]
$$X(k+1)=FX(k)+Gw+v$$

[0028]
$$P(k+1)=FP(k)F^T+Q$$

[0029] 여기서, $F=I_{(m+1) \times (m+1)}$, $G=\begin{bmatrix} \Delta t \\ \emptyset_{m \times 1} \end{bmatrix}$, $v=\begin{bmatrix} v_1 \\ \emptyset_{m \times 1} \end{bmatrix}$, $Q=\begin{bmatrix} \Delta t & \emptyset_{1 \times m} \\ \emptyset_{m \times 1} & \emptyset_{m \times m} \end{bmatrix}$ 를 나

타내고, $v_1 \sim N(0, \sigma_v^2)$ 은 가우시안을 나타낸다.

[0030] 이와 같이 표현되는 상태 방정식과 오차 코베리언스 매트릭스로부터 로봇 이동 장치의 위치 및 지도 정보를 나타내는 현재의 입력 상태가 예측된다.

[0031] 그런 후, 제어부(300)는 감지부(103)로 제어 신호를 인가하여 로봇 이동 장치(100)의 주변 환경에 대한 정보를 감지하도록 하고 감지된 감지 정보를 제어부(300) 및/또는 저장부(400)로 전달하도록 한다(S30). 감지부(103)는 상기한 바와 같이 비전 센서(200)와 거리 센서(120)를 포함하는데, 본 실시예에 따른 로봇 이동 장치 지도 작성 방법은 거리 센서(120)에 의하여 감지된 거리 정보를 사용한다.

[0032] 감지 단계(S30)가 완료된 후, 제어부(300)는 감지된 거리 정보를 포함하는 주변 환경에 대한 감지 신호에 기초하여 직선 경로, 소실점(VP') 및 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})를 산출하는 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계(S40)를 실행한다. 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계(S40)는 직선 경로 추출 단계(S410)와 소실점(VP') 연산 단계(S420)와 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI}) 연산 단계(S430)를 포함한다. 먼저, 제어부(300)는 감지부(103), 특히 거리 센서(120)로부터 입력된 감지 정보로서의 감지 신호에 기초하여 현재 로봇 이동 장치(100)가 이동 주행을 이루는 주변 환경에 대한 정보로부터 현재 로봇 이동 장치(100)가 이동 주행하는 경로, 즉 직선 경로를 추출한다(S410). 여기서, 직선 경로는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)가 주행을 이루는 복도 등을 나타낸다.

[0033] 또한, 추출된 직선 특징으로서의 직선 경로로부터 현재 로봇 이동 장치와 직선 경로 간의 상대 법선 각도(ψ^r)가 도출될 수 있는데, 이는 연산 과정을 통하여 얻어진 예측되는 값과 비교되어 로봇 이동 장치의 이동 정보를 보정하는데 사용된다.

[0034] 단계 S410이 완료된 후, 제어부(300)는 소실점 연산 단계(S420)를 실행한다. 소실점 연산 단계(S410)는 본 실시예에서 동차 좌표축 소실점 추출 단계(S4210)와 소실점 산출 단계(S4220)를 포함할 수 있다. 먼저, 동차 좌표축 소실점 추출 단계(S4210)에서 제어부(300)는 동차 좌표축(homogeneous coordinate) 상에서의 교차점으로 나타내어질 수 있다. 거리 센서(120)의 감지 신호로부터 추출되는 직선 경로는 절대 좌표계 상에서 $ax+by+c_1=0$ 및 $ax+by+c_2=0$ 로 설정될 수 있는데, 동차 좌표축 소실점(VP)은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$VP = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a \\ b \\ c_2 \end{bmatrix} = (c_2 - c_1) \begin{bmatrix} b \\ -a \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0036] 즉, 서로 평행한 두 개의 직선 특징, 즉 직선 경로에 대한 동차 좌표축 소실점(VP)은 $(c_2 - c_1)$ 에 의하여 변화하는데, 이러한 변화가 수반되는 경우 절대 표식(absolute landmark)로서의 기능을 수행하지 못한다. 따라서, 상기 동차 좌표축 소실점 추출 단계(S4210)가 완료된 후, 제어부(300)는 비동차 좌표축 소실점 추출 단계(S4220)를 수행한다. 이때, 제어부(300)는 저장부(400)에 사전 설정되어 저장되는 사영 행렬(H_p , projective matrix)를 사용한다.

$$H_p = \begin{bmatrix} p_1 & p_2 & t_x \\ p_3 & p_4 & t_y \\ v_1 & v_2 & 1 \end{bmatrix}$$

[0038] 여기서, $\begin{bmatrix} p_1 & p_2 \\ p_3 & p_4 \end{bmatrix}$ 는 비특이 행렬(non-singular matrix)를 나타내고, $[t_x \ t_y]$ 는 절대 좌표계 상에서의 x,y 방향을 따른 전이 행렬을 나타내고, $[v_1 \ v_2]$ 는 사영 행렬(projective matrix)를 나타낸다.

$$VP' = H_p \times VP = (c_2 - c_1) \begin{bmatrix} bp_1 - ap_2 \\ bp_3 - ap_4 \\ bv_1 - av_2 \end{bmatrix}$$

[0039]

[0040]

사영 행렬(H_p)에 의하여 평행한 직선들에 대한 모든 동차 좌표축 소실점은 동일한 소실점(VP')으로 맵핑된다. 이를 비동차 좌표축(non-homogeneous coordinate)로 표시하는 경우 소실점(VP')는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$VP' = \begin{bmatrix} \frac{bp_1 - ap_2}{bv_1 - av_2} \\ \frac{bp_3 - ap_4}{bv_1 - av_2} \end{bmatrix}$$

[0041]

[0042]

따라서, 소실점(VP')는 서로 평행한 직선 경로의 c_1 과 c_2 과 무관한 값으로 표현될 수 있다.

[0043]

도 7 내지 도 10에는 본 발명의 로봇 이동 장치(100)가 주행하는 개방 경로(open loop environment)와 폐경로(closed loop environment)의 일예가 도시된다. 먼저, 도 7에 도시되는 개방 경로는 총 4개의 직선 경로(①②③④)와 곡선 경로를 포함하는데, 곡선 경로는 직선 경로(②③)의 사이에 배치된다. 이들 직선 경로는 동차 좌표축 상에서 총 4개(VP_1, VP_2, VP_3, VP_4)를 구비하는데, 도 7의 개방 경로에 대하여 사영 변환(projective transformation)을 수행하는 경우 도 8과 같은 변환 결과가 도출되는데, 서로 평행한 각각 두 개의 직선들로서 직선 경로(①②)와 직선 경로(③④)는 각각 $VP' \alpha, VP' \beta$ 로 매칭되어 총 2 개의 비동차 좌표축 상의 소실점이 도출된다. 또한, 도 9에 도시된 바와 같이 육각형 복도와 같은 폐경로는 총 3 쌍의 평행한 직선 경로 쌍으로 표현 가능하고, 이를 사영 변환시키는 경우 동차 좌표축 상에서의 폐경로는 3개의 소실점($VP' \alpha, VP' \beta, VP' \gamma$)으로 정리될 수 있다. 이와 같은 사영 변환을 통하여 도출되는 비동차 좌표축 상에서의 소실점은 폐경로 뿐만 아니라 개방 경로의 상이한 위치에서도 관측 가능하고, 직선 특징으로서의 서로 평행한 두 개의 직선 경로를 사용하면 정밀한 검출이 가능하다는 점에서 절대 표식(absolute landmark)으로서 수행될 수 있다.

[0044]

소실점 연산 단계(S420)가 완료된 후, 제어부(300)는 비선형 맵핑 과정을 이루는 사영 변환 과정 상에서의 오차를 제거 내지 최소화하고 선형성을 확보하기 위하여 병진 운동 불변 각도(ϕTI)를 산출하는 병진 운동 불변 각도(ϕTI) 산출 단계(S430)를 실행한다. 도 11에는 절대 좌표계의 X-Y 평면 상에서의 직선 특징으로서의 직선 경로가 도시되는데, 직선 경로는 절대 좌표계의 원점을 통과하는 직선 경로에 대한 법선의 법선 각도(ψ)와 최단 거리(ρ)로 표현될 수 있고 법선 각도(ψ)는 소실점(VP')과 유사한 의미를 갖는다. 그리고, 로봇 이동 장치(100) 상의 상대 좌표계의 원점을 통과하는 직선 경로로부터의 법선이 이루는 상대 법선 각도(ψ^r)는 로봇 이동 장치(100)의 상태 $[x_r, y_r, \theta_r]^T$ 에 의한 비선형 함수로 표현되고, 상대 법선 각도를 절대 좌표계 상에 표현할 경우,

$$z = \psi^r = \text{atan2}(dy, dx) - \theta_r$$

[0045]

와 같이 표현될 수 있다.

[0046]

여기서, $dx = (\rho^w - x_r \cos \psi^w - y_r \sin \psi^w) \cos \psi^w$ 이고, $dy = (\rho^w - x_r \cos \psi^w - y_r \sin \psi^w) \sin \psi^w$ 이다(도 5 참조). 또한, 법선 각도(ψ)는 로봇 이동 장치의 상태(states)와 비선형적 관계를 가져 법선 각도(ψ)의 코베리언스는 선형 오차에 의하여 영향을 받는데, 소실점(VP')은 단지 로봇 이동 장치(100)의 전방향 각도(heading angle)와 연관된다는 점에서 법선 각도(ψ)의 코베리언스는 선형 오차에 의하여 영향을 받는다는 점은 소실점(VP')의 특성으로 나타나지 않는다. 이러한 특성은 도 5 및 도 12에 도시된 바와 같이 직선 경로를 기준으로 로봇 이동 장치(100)의 위치에 따라 로봇 이동 장치 상의 상대 좌표계 상에서 두 개의 상이한 상대 법선 각도(ψ_1^r, ψ_2^r ; $\psi_1^r = \psi_2^r + \pi$)로 표현될 수 있고, 상

대 법선 각도(ψ^r)의 코베리언스는 $[\rho^r \ \psi^r]^T$ 의 코베리언스(covariance)의 우측 하방 스칼라 값인데, 상대 법선 각도(ψ^r)의 코베리언스는 다음과 같은 방정식으로 표현될 수 있다.

$$P_l^r = J_r P_r J_r^T + J_l P_l^w J_l^T + R$$

[0047]

여기서, P_r 은 로봇 이동 장치(100)의 상태 $[x_r \ y_r \ \theta_r]^T$ 의 코베리언스이고, P_l^w 는 직선 특징으로서의 직선 경로를 나타내는 $[\rho^w \ \psi^w]^T$ 의 코베리언스이고, R 은 측정 코베리언스이고, J_r, J_l 은 각각 $[x_r \ y_r \ \theta_r]^T$ 및 $[\rho^w \ \psi^w]^T$ 에 대한 자코비언(jacobian)을 나타낼 수 있다. 하지만, 이와 같은 복잡한 연산 과정을 간단하게 하기 위하여 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치의 지도 작성 방법은 병진 불변 각도(ϕ_{TI})를 사용하는데, 병진 불변 각도는 로봇 이동 장치의 위치에 무관하게 독립적으로 추출되며, 로봇 이동 장치의 진행 방향에 대한 각도와 상대 법선 각도의 선형적 관계로 도출되므로 선형화로부터 발생되는 오차가 없다. 여기서, 병진 불변 각도(ϕ_{TI})는 절대 좌표계 상에서 직선 경로에 대한 절대 좌표계 상의 Y 축 상의 교차점을 무한대로 설정하였을 때, 절대 좌표계의 원점을 통과하는 직선 경로의 법선이 절대 좌표계 상에서 이루는 법선 각도로 정의된다. 예를 들어, 도 13 및 도 14에는 각각 직선 경로가 절대 좌표계 X-Y 평면 상에 배치되는데, 도 13의 도시된 직선의 Y축 교차점을 무한대로 병진 이동시킬 경우 해당 직선 경로와 동일한 기울기를 갖는 모든 직선은 각각의 직선은 병진 운동에 대하여 영향을 받지 않는 0과 π 범위 내에 존재하는 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})를 갖는 것으로 표현될 수 있고, 이러한 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})는 비동차 좌표축 상에서의 소실점과 같은 절대 표식(absolute landmark)과 같은 특성을 나타낼 수 있다.

[0048]

소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계(S40)가 완료된 후, 제어부(300)는 데이터 어소씨에이션 단계(S50)를 실행한다. 데이터 연관 단계(S50)는 소실점(VP')의 저장 여부, 즉 소실점(VP')에 대응되는 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})의 저장 여부를 판단하고 직선 경로에 대한 상대 법선 각도(ψ^r) 및 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})에 기초

하여 산출되는 직선 경로에 대한 상대 법선 각도 기대값($\hat{\psi}^r$)과 상대 회전 각도(θ_r)에 기초하여 이노베이션(e)을 산출 연산한다. 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 연관 단계(S50)는 소실점 신규 판단 단계(S510)와 소실점 저장 단계(S520)와 이노베이션 연산 단계(S530)를 포함한다(도 15 참조).

[0049]

소실점 신규 판단 단계(S510)에서 제어부(300)는 소실점(VP')이 저장부(400)에 저장되어 있지 않은 새로운 소실점인지 여부를 판단하는데, 소실점(VP')의 신규 여부는 검출된 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})의 신규 여부를 통하여 판단될 수 있다. 단계 S510에서 소실점이 신규한 것으로 판단되는 경우, 제어부(300)는 저장부(400)에 제어 신호를 인가하여 소실점(VP') 및 해당 소실점에 대한 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})를 저장하도록 한다(S520). 반면, 단계 S510에서 제어부(300)가 소실점(VP')에 대응되는 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})가 신규한 것이 아니라고 판단하는 경우, 제어 흐름은 단계 S530으로 전달된다.

[0050]

그런 후, 제어부(300)는 감지부를 통하여 감지 검출된 상대 법선 각도와 상대 법선 각도 기대값으로부터 차이로 이노베이션(e)을 산출하는 이노베이션 단계(S530)를 실행한다. 이노베이션 단계(S530)는 상대 법선 각도 기대값 후보 산출 단계(S5310)와 상대 법선 각도 기대값 선택 단계(S5320)를 포함한다. 즉, 제어부(300)는 상대 법선 각도 기대값 후보 산출 단계(S5310)에서 입력 상태 및 병진 운동 불변 각도에 기초하여 직선 경로가 가질 수 있는 상대 법선 각도 기대값을 산출하는데, 상대 회전 각도(θ_r)는 절대 좌표계에 대한 로봇 이동 장치(100) 상

의 상대 좌표계의 회전 상태를 나타내고, ϕ^w 는 병진 운동 불변 각도(ϕ_{TI})를 나타내고, $\hat{\psi}_1^r$ 와 $\hat{\psi}_2^r$ 는 각각 직선 경로를 기준으로 로봇 이동 장치(100)의 위치에 따라 가질 수 있는 상대 법선 각도 기대값 후보를 나타내고, 이들은 다음과 같은 식으로 표현될 수 있다.

$$\hat{\psi}_1^r = \phi^w - \theta_r, \quad \hat{\psi}_2^r = \phi^w - \theta_r + \pi$$

[0052]

이와 같이 상대 법선 각도 기대값 후보에 대한 연산이 완료된 후, 제어부(300)는 상대 법선 각도 기대값 선택 단계(S5320)를 수행하는데, 두 개의 상대 법선 각도 기대값 후보 중 측정된 상대 법선 각도와 근접한 값을 선택

[0053]

한다. 즉, 최종적으로 선택되는 상대 법선 각도 기대값($\hat{\mathbf{z}}$)은 다음과 같다.

$$\hat{\mathbf{z}} = \underset{\hat{\psi}_{i=1,2}^r}{\operatorname{argmax}}(\cos(\psi^r - \hat{\psi}_i^r))$$

[0054]

여기서, 직선 경로에 대한 상대 법선 각도(ψ^r)는 감지 단계 및/또는 직선 추출 단계에서 감지 내지 검출된다.

[0055]

제어부(300)는 상대 법선 각도 기대값($\hat{\mathbf{z}}$)과 실제 검출된 상대 법선 각도(ψ^r)의 차이로 이노베이션($\mathbf{e} = \psi^r - \hat{\mathbf{z}}$)을 산출한다.

[0056]

이와 같은 데이터 연관 관계(S50)가 완료된 후, 제어부(300)는 제어 흐름을 단계 S60으로 전환한다(도 16 참조). 업데이트 단계(S60)에서 제어부(300)는 데이터 연관 단계(S50)의 결과에 기초하여 입력 상태를 갱신 내지 상태를 추가하는데, 업데이트 단계(S60)는 상태 갱신 단계(S610)와 데이터 확장 단계(S620; data augmentation)을 포함한다. 먼저, 제어부(300)는 데이터 연관 단계에서 얻어진 이노베이션(e)을 사용하여 상태 갱신 단계(S610)에서 EKF와 같은 필터를 사용하여 입력 상태 및 코베리언스를 갱신한다. 이와 같은 갱신 단계를 통하여 위치 정보로서의 상대 회전 각도를 갱신하여 보다 정확한 상대 회전 각도(Θ_r)를 산출할 수 있다.

[0057]

그런 후, 제어부(300)는 직선 경로에 대한 소실점이 신규한 것으로 판단된 경우 데이터 확장 단계(S620)를 실행하는데, 데이터 확장 단계(S620)에서 제어부(300)는 저장된 소실점(VP')에 대한 병진 운동 불변 각도(ϕ_i^w)를 새로운 상태로서 입력 상태를 나타내는 행렬의 하단에 첨부하여 새로운 입력 상태를 형성하고, 이에 대한 오차 코베리언스 행렬(P)을 갱신한다. 여기서, $i=1,2,3,\dots$ 이고, w 는 절대 좌표계에 대한 각도임을 나타내는 표시이다.

[0058]

$$\mathbf{X}'(k) = \begin{bmatrix} \mathbf{X}(k) \\ \phi_i^w \end{bmatrix}$$

[0059]

$$\mathbf{P}'(k) = \begin{bmatrix} \operatorname{cov}(\theta_r) & \operatorname{cov}(\theta_r, \phi_i^w) & \operatorname{cov}(\theta_r, \phi_i^w) \\ \operatorname{cov}(\phi_i^w, \theta_r) & \operatorname{cov}(\phi_i^w) & \operatorname{cov}(\phi_i^w, \phi_i^w) \\ \operatorname{cov}(\phi_i^w, \theta_r) & \operatorname{cov}(\phi_i^w, \phi_i^w) & \operatorname{cov}(\phi_i^w) \end{bmatrix}$$

[0060]

$$\mathbf{P}(k) = \begin{bmatrix} \operatorname{cov}(\theta_r) & \operatorname{cov}(\theta_r, \phi_i^w) \\ \operatorname{cov}(\phi_i^w, \theta_r) & \operatorname{cov}(\phi_i^w) \end{bmatrix}$$

[0061]

여기서, $\operatorname{cov}(\theta_r, \phi_i^w)$ 는 상대 회전 각도(θ_r)와 기 저장되어 등록된 표식(landmark) 사이의 코베리언스(covariance)를 나타낸다. 이와 같은 업데이트 단계(S60)가 완료된 후, 제어부(300)는 제어 흐름을 단계(S20)으로 복귀시킨다. 이때, 제어부(300)는 입력 상태를 단계 S60에서 갱신된 입력 상태를 사용한다.

[0062]

이와 같은 회귀적 과정을 통하여 보다 정확한 입력 상태를 얻을 수 있고, 제어부(300)는 이에 기초하여 로봇 이동 장치(100)가 이동 주행하는 주변 환경에 대한 지도 작성을 보다 정확하게 할 수 있다. 즉, 제어부(300)는 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계에 대한 상대 회전 각도(θ_r)를 갱신된 값을 사용함으로써, 감지부(103)의 엔코더(131)에서 감지된 상대 회전 각도의 측정 오차로 인하여 지도 작성이 실제 경로와는 달리 각도 오차가 발

생하는 것을 방지할 수 있다.

[0063] 도 17 내지 도 19에는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치의 지도 작성 방법이 적용되지 않은 경우(도 17 및 도 18)과, 적용된 경우(도 19)에 작성된 지도와 실제 경로의 비교도가 도시되는데, 실제 경로는 건물 실내에서의 복도와 같은 개방 경로로 선택되었다. 도 17에는 로봇 이동 장치의 구동부의 회전 상태를 감지하는 엔코더 등의 주행 센서를 통하여 얻어진 입력 상태에 기초하여 작성된 환경 지도가 도시되고, 도 18에는 로봇 이동 장치의 확장 칼만 필터를 사용하여 취득된 환경 지도가 도시되고, 도 19에는 본 발명의 일실시예에 따라 레이저, 초음파 센서와 같은 거리 센서로부터 얻어진 정보로부터 소실점 정보를 추출하고 이를 확장 칼만 필터에 적용하여 얻어진 환경 지도가 도시된다. 도 17 내지 도 19에 도시된 바와 같이, 본 발명의 소실점 정보 내지 병진 운동 불변 각도 정보를 사용하여 입력 상태를 형성하고 이를 확장 칼만 필터와 같은 필터링을 통하여 예측 보정하는 경우 엔코더와 같은 감지부의 측정 오차의 영향력을 최소화시켜 현재 로봇 이동 장치의 정확한 위치와 실제 경로에 근접하는 보다 정확한 주행 경로를 포함하는 환경 지도를 형성할 수 있다.

[0064] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되나 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

[0065] 도 1은 제시된 주행 환경과 종래 기술에 따른 이동 로봇에 의하여 작성된 환경 지도를 도시하는 개략적인 선도이다.

[0066] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 개략적인 사시도이다.

[0067] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 개략적인 블록 선도이다.

[0068] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법에 대한 개략적인 흐름도이다.

[0069] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 개략적인 상태도이다.

[0070] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 소실점 및 병진 운동 불변 각도 산출 단계에 대한 흐름도이다.

[0071] 도 7 내지 도 10은 본 발명의 로봇 이동 장치(100)가 주행하는 개방 경로(open loop environment)와 폐경로(closed loop environment)의 일예이다.

[0072] 도 11은 절대 좌표계의 X-Y 평면 상에서의 직선 특징으로서의 직선 경로이다.

[0073] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 절대 좌표계 상의 직선 경로를 기준으로 다른 위치에서의 개략적인 상태도이다.

[0074] 도 13 및 도 14는 절대 좌표계 X-Y 평면 상에 배치되는 각각 직선 경로이다.

[0075] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 데이터 연관 단계에 대한 흐름도이다.

[0076] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 업데이트 단계에 대한 흐름도이다.

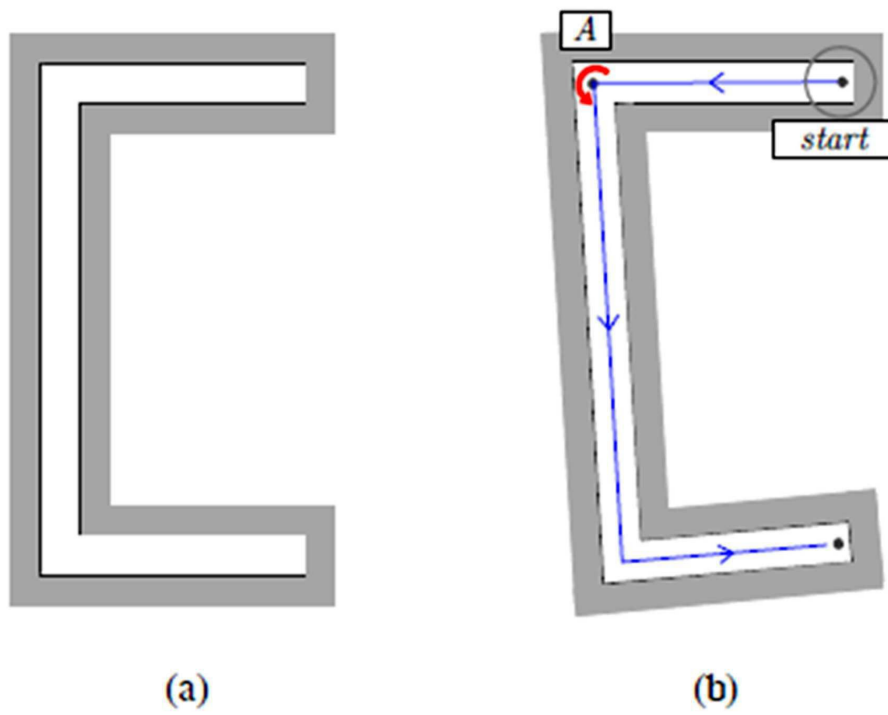
[0077] 도 17 내지 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 이동 장치(100)의 지도 작성 방법의 효과를 도시하는 비교 선도이다.

[0078] *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*

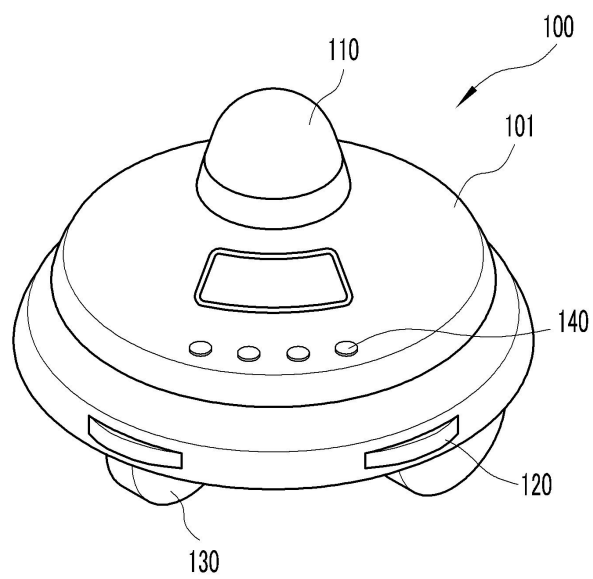
[0079] 100...이동 로봇	103...감지부
[0080] 200...영상 처리부	300...제어부
[0081] 400...저장부	500...연산부

도면

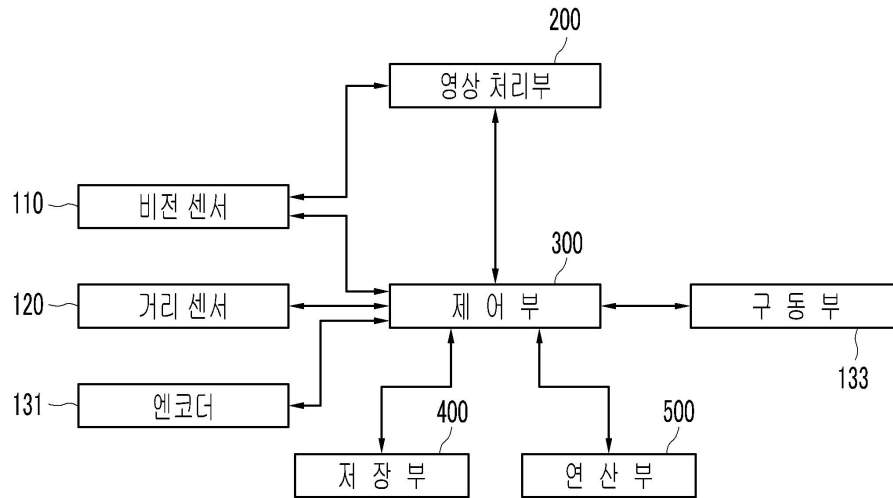
도면1



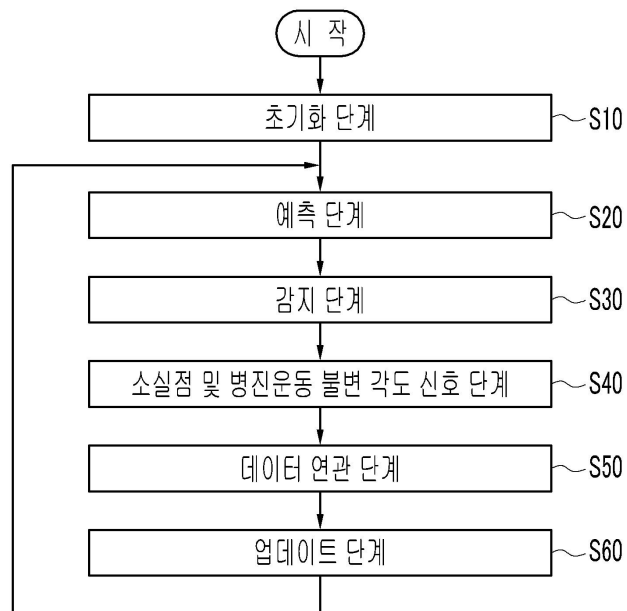
도면2



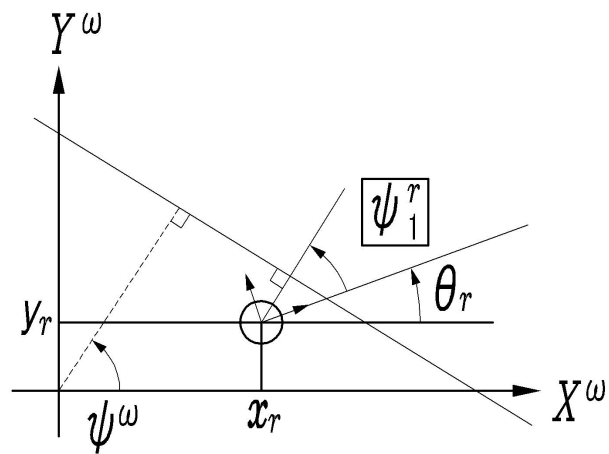
도면3



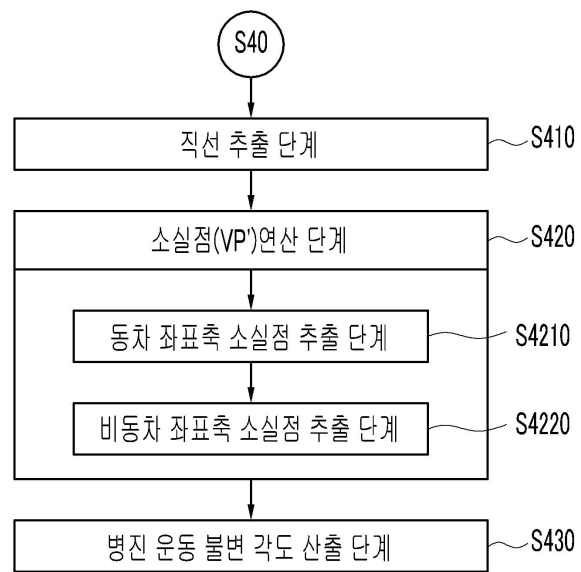
도면4



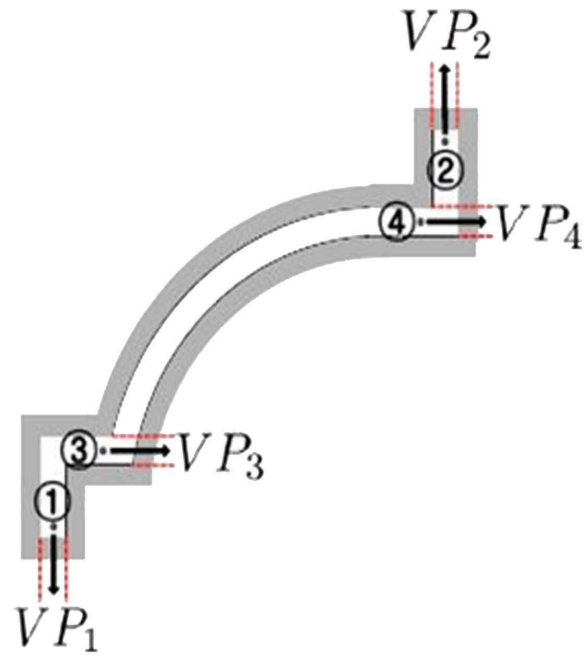
도면5



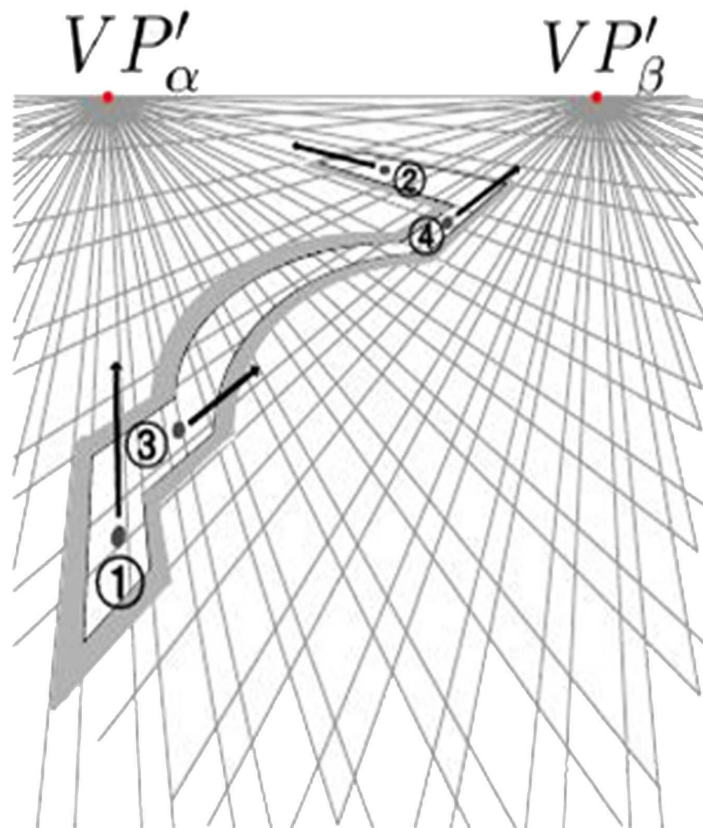
도면6



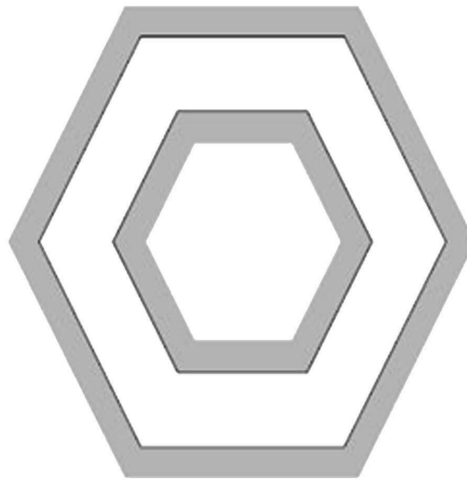
도면7



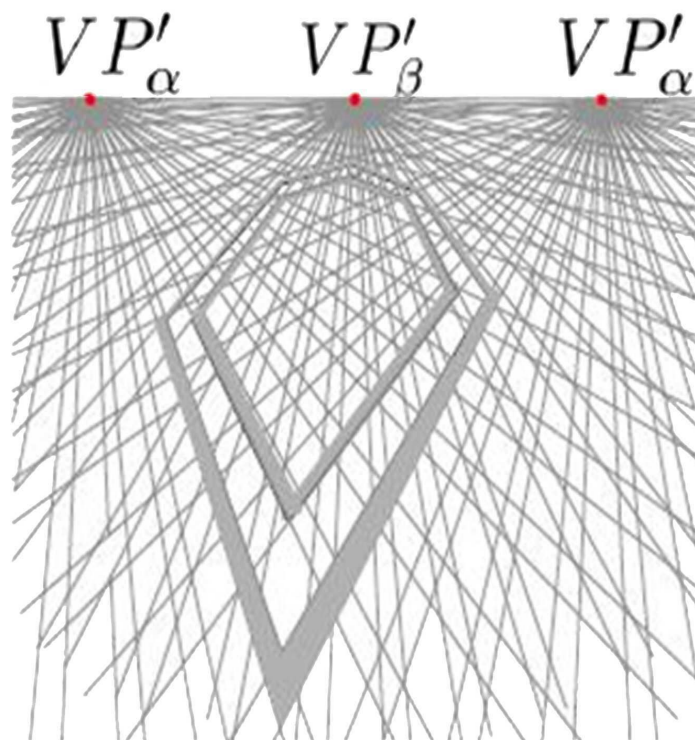
도면8



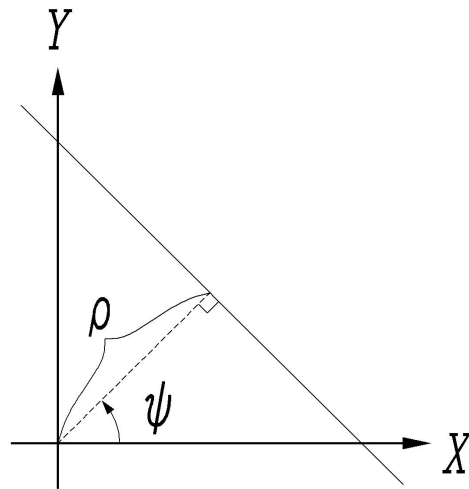
도면9



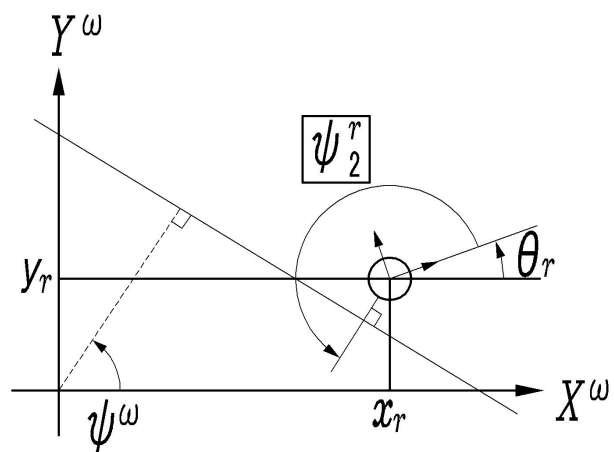
도면10



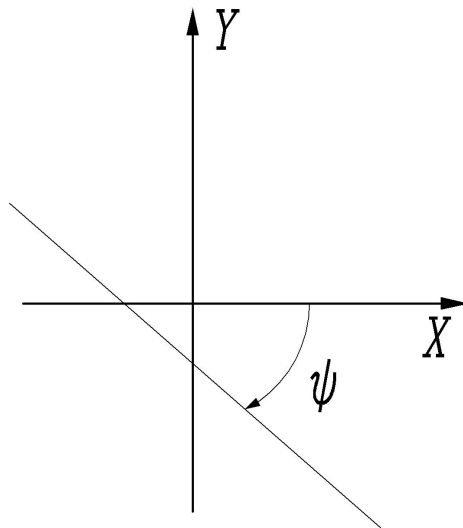
도면11



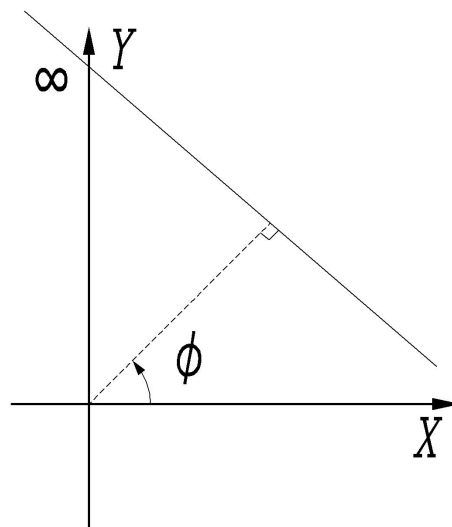
도면12



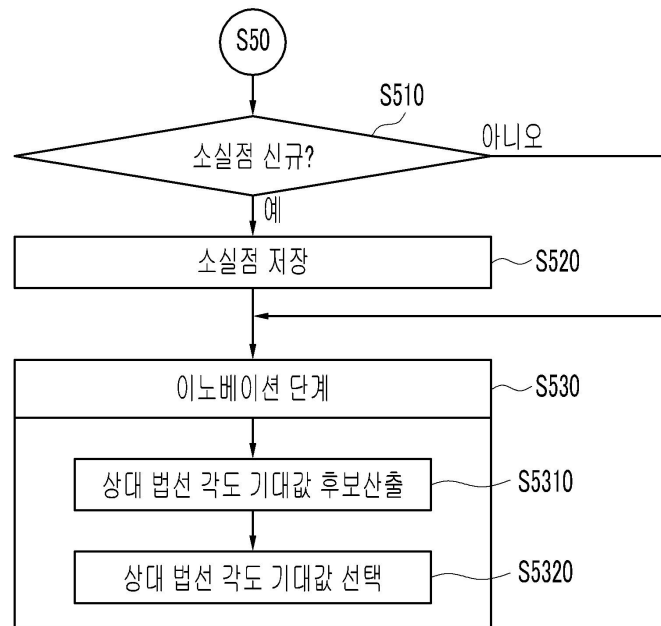
도면13



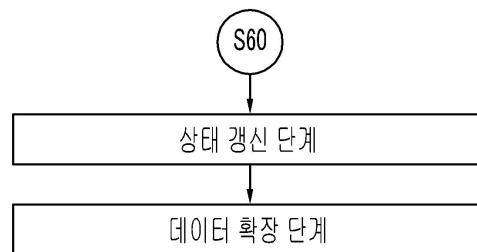
도면14



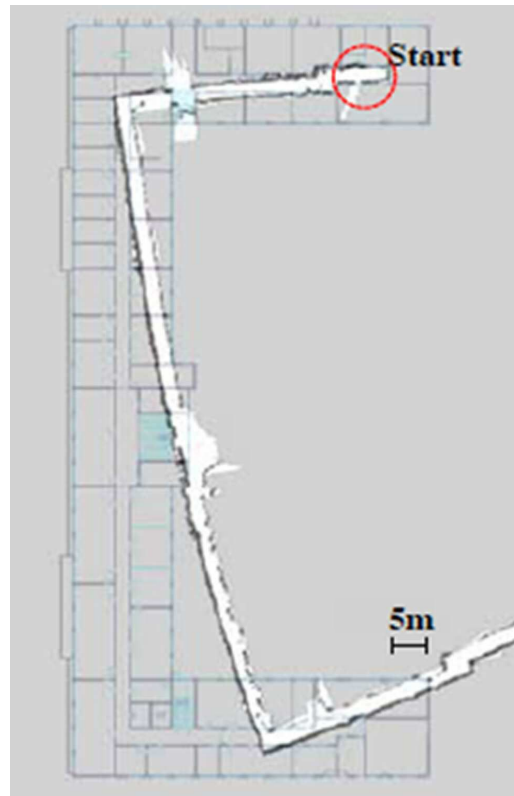
도면15



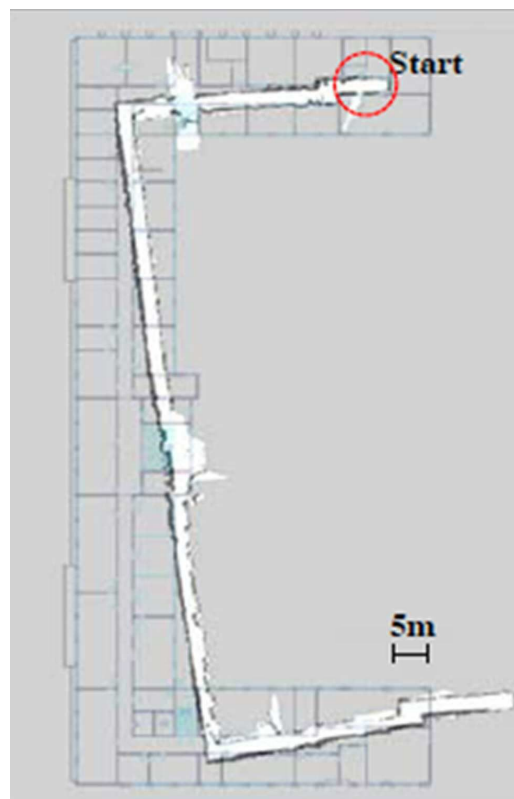
도면16



도면17



도면18



도면19

