



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0101016
(43) 공개일자 2025년07월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/08 (2006.01) B25J 19/02 (2006.01)
B25J 5/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)
G05D 1/243 (2024.01) G05D 1/244 (2024.01)
G05D 1/246 (2024.01) G05D 107/60 (2024.01)
- (52) CPC특허분류
B25J 13/088 (2013.01)
B25J 19/023 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-0192202
(22) 출원일자 2023년12월27일
심사청구일자 2023년12월27일
- (71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
- (72) 발명자
조영근
인천광역시 연수구 랜드마크로 160, 123동 1901호
(송도동, 더샵 송도 마리나베이)
- 최지원
경기도 용인시 기흥구 사은로 274-22, 113동 160
2호 (지곡동, 자봉마을 써니밸리)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템

(57) 요약

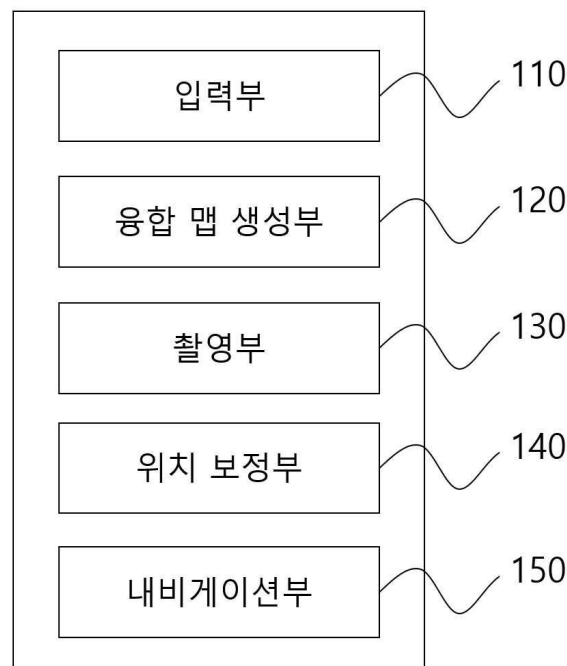
본 발명은, 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템은 건축 도면 및 시각 마커의 정보를 입력받는 입력부; 상기 입력받은 시각 마커 및 건축 도면을 결합하여 융합 맵을 생성하는 융합 맵 생성부; 건물 내부에 배

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1

100



치된 상기 시각 마커의 정보를 획득하는 촬영부; 상기 촬영부가 시각 마커로부터 획득한 로봇의 위치 정보를 이용하여 로봇의 위치 정보를 보정하는 위치 보정부; 및 상기 융합 맵과 상기 촬영부로부터 획득한 시각 마커의 정보를 이용하여 로봇 내비게이션을 수행하는 내비게이션부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 기존의 2D 라이다 기반 지도 생성 방법에서 발생하는 한계와 문제를 극복하며, 복잡한 환경에서도 높은 신뢰성을 제공할 수 있고, 이를 통해 로봇은 안정적이고 정확한 내비게이션을 수행할 수 있으며, 실시간 환경 변화에 대처할 수 있게 된다.

(52) CPC특허분류

B25J 5/00 (2013.01)
B25J 9/1692 (2013.01)
B25J 9/1697 (2013.01)
G05D 1/243 (2024.01)
G05D 1/244 (2024.01)
G05D 1/246 (2024.01)
G05D 2107/60 (2024.01)

강길환

경기도 안양시 만안구 덕천로 140, 2동 905호 (안양동, 준마아파트)

김호균

인천광역시 미추홀구 인하로91번길 51-4, 401호 (용현동)

(72) 발명자

심태후

전라북도 전주시 덕진구 한배미로 5, 101동 801호 (인후동1가, 아중아남아파트)

이기현

인천광역시 미추홀구 한나루로463번길 103-1, 인하그린하우스 별관 202호(용현동)

이재용

서울특별시 구로구 고척로 177-6, 5층 (고척동, 예림파크빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193695
과제번호	2022-0-00448-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	사람중심인공지능핵심원천기술개발
연구과제명	인간처럼 회상이 가능한 인공 신경망 지속학습 플랫폼 개발
기 여 율	40/100
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415188402
과제번호	P0017124
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	산업혁신인재성장지원
연구과제명	신산업융합 생태계 구축을 위한 인공지능 기반 임베디드시스템 고급인력양성
기 여 율	40/100
과제수행기관명	(사단)한국정보산업연합회
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711200489
과제번호	00302589
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	STEAM연구
연구과제명	Planet-Ex: 행성의 지속적 자율탐사를 위한 자가성장형 이중 군집로봇 융합연구
기 여 율	20/100
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2023.09.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

건축 도면 및 시각 마커의 정보를 입력받는 입력부;

상기 입력받은 시각 마커 및 건축 도면을 결합하여 융합 맵을 생성하는 융합 맵 생성부;

건물 내부에 배치된 상기 시각 마커의 정보를 획득하는 촬영부;

상기 촬영부가 시각 마커로부터 획득한 로봇의 위치 정보를 이용하여 로봇의 위치 정보를 보정하는 위치 보정부; 및

상기 융합 맵과 상기 촬영부로부터 획득한 시각 마커의 정보를 이용하여 로봇 내비게이션을 수행하는 내비게이션부를 포함하는 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 시각 마커는,

각 층마다 다른 마커가 할당되며, 할당된 층에 대한 정보와 마커의 위치 정보를 포함하는 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 융합 맵 생성부는,

상기 건축 도면의 이미지를 영상 처리를 통해 그리드 맵을 생성하고, 상기 시각 마커의 정보를 생성한 그리드 맵에 합성하여 융합 맵을 생성하고 저장하는 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 시각 마커와 건축 도면을 이용하여 융합 지도를 생성하고, 시각 마커를 이용하여 로봇이 새로운 층에 도착하면 즉시 해당 층의 생성된 지도 정보를 획득하여 지속적이고 자율적인 내비게이션을 수행하는 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 로봇 기술의 발전은 다양한 분야에서의 활용 가능성을 제시하며, 특히 복잡한 환경에서의 로봇 내비게이션은 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다.

[0003] 실외 환경에서의 로봇 내비게이션은 Global Positioning System(GPS)이 정확한 초기 위치를 제공할 수 있지만, 실내 환경에서는 로봇의 층 변경 시 사람의 개입 없이 초기 위치를 결정하는 데 어려움이 있다.

[0004] 그 중에서도 실내 다층 구조 건축물에서의 로봇 내비게이션은 특히 중요한 주제로 다뤄지고 있는데, 다층 건물은 유사한 구조를 가진 여러 층으로 이루어져 있고, 각 층마다 다양한 장애물과 구조적 특성이 있을 수 있으며, 로봇이 각 층의 구조를 정확히 인식하고 이동하는 것이 중요한 과제이다.

[0005] 종래의 라이다(LiDAR)를 이용하여 맵을 생성하는 기술은 특징점이 부족하거나 장애물에 의한 물리적 제약으로

인해 일부 구역의 정보를 완벽히 얻지 못한다.

[0006] 또한, 종래의 로봇의 위치 추정에 사용되는 AMCL(Adaptive Monte Carlo Localization) 및 LaMa(Laser-based Localization and Mapping)과 같은 파티클 필터를 이용하여 로봇을 내비게이션하는 기술은 동적 환경에서 성능 저하가 발생할 수 있다.

[0007] 또한, 다층 구조의 건물의 경우, 각 층마다 지도 생성을 따로 해야 하는 어려움이 있는데, 이는 지도 생성 작업을 번거롭게 만들며, 동일 건물 내 다른 층 간의 매핑 일관성을 해칠 수 있다.

[0008] 또한, 종래의 라이다와 파티클 필터를 이용한 지도 생성은 건물 내 책상과 선반 같은 정적인 물체의 존재 여부 변화로 인해 지도의 일관성이 낮아지고, 바닥의 굴곡이나 빛의 반사와 투과 같은 환경적 요소들 역시 센서의 왜곡을 일으키게 하여 로봇 내비게이션의 신뢰성을 크게 감소시킬 수 있다는 한계가 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2192028호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명에 따르면, 시각 마커와 건축 도면을 이용하여 융합 지도를 생성하고, 시각 마커를 이용하여 로봇이 새로운 층에 도착하면 즉시 해당 층의 생성된 지도 정보를 획득하여 지속적이고 자율적인 내비게이션을 수행하는 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템은 건축 도면 및 시각 마커의 정보를 입력받는 입력부; 상기 입력받은 시각 마커 및 건축 도면을 결합하여 융합 맵을 생성하는 융합 맵 생성부; 건물 내부에 배치된 상기 시각 마커의 정보를 획득하는 촬영부; 상기 촬영부가 시각 마커로부터 획득한 로봇의 위치 정보를 이용하여 로봇의 위치 정보를 보정하는 위치 보정부; 및 상기 융합 맵과 상기 촬영부로부터 획득한 시각 마커의 정보를 이용하여 로봇 내비게이션을 수행하는 내비게이션부를 포함한다.

[0012] 상기 시각 마커는 각 층마다 다른 마커가 할당되며, 할당된 층에 대한 정보와 마커의 위치 정보를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 융합 맵 생성부는 상기 건축 도면의 이미지를 영상 처리를 통해 그리드 맵을 생성하고, 상기 시각 마커의 정보를 생성한 그리드 맵에 합성하여 융합 맵을 생성하고 저장할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 이와 같이 본 발명에 따르면, 기존의 2D 라이다 기반 지도 생성 방법에서 발생하는 한계와 문제를 극복하며, 복잡한 환경에서도 높은 신뢰성을 제공할 수 있고, 이를 통해 로봇은 안정적이고 정확한 내비게이션을 수행할 수 있으며, 실시간 환경 변화에 대처할 수 있게 된다.

[0015] 또한, 시각 마커를 활용한 초기 위치 파악 및 층 인식은 로봇의 위치 인식을 강화시키는 중요한 역할을 하고 시각 마커를 통해 로봇은 초기 위치를 신속하게 결정하고 다양한 층을 식별할 수 있으며, 이를 통해 로봇은 다층 층구조의 환경에서도 효과적으로 내비게이션을 수행할 수 있다.

[0016] 또한, 특징점이 부족한 복도와 같은 환경에서도 내비게이션 성능을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명에 일 실시예에 따른 마커의 정보가 포함된 맵의 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 융합 맵을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 융합 맵을 생성하는 방법을 가시화한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 융합 맵 및 로봇과 센서의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 내비게이션을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0019] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템의 구성을 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명에 일 실시예에 따른 마커의 정보가 포함된 맵의 예를 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 융합 맵을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 융합 맵을 생성하는 방법을 가시화한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 융합 맵 및 로봇과 센서의 관계를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 내비게이션을 설명하기 위한 도면이다.
- [0021] 도 1에 도시된 바에 따르면, 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템(100)은 입력부(110), 융합 맵 생성부(120), 촬영부(130), 위치 보정부(140) 및 내비게이션부(150)를 포함한다.
- [0022] 입력부(110)는 건축 도면, 시각 마커 정보를 입력받는다.
- [0023] 이 때, 시각 마커는 도 2에 도시된 바와 같이 각 층마다 다른 마커가 할당되며, 이를 통해 로봇이 촬영부(130)를 통해 층을 식별함과 동시에 시각 마커를 기준으로 한 로봇의 초기 위치를 측정할 수 있다.
- [0024] 좀 더 상세하게는, 로봇이 촬영부(130)를 통해 시각 마커를 획득하면, 획득된 시각 마커의 크기와 각도를 통해 로봇의 위치를 추정할 수 있다.
- [0025] 또한, 시각 마커는 마커가 할당된 층에 대한 정보와 마커의 위치 정보를 포함한다.
- [0026] 융합 맵 생성부(120)는 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 입력된 시각 마커 및 건축 도면을 결합하여 융합 맵을 생성한다.
- [0027] 좀 더 상세하게는, 먼저, 융합 맵 생성부(120)는 건축 도면 이미지를 영상 처리한다.
- [0028] 좀 더 상세하게는, 융합 맵 생성부(120)는 먼저, 건축 도면의 축적에 맞춰 도면 맵의 스케일을 조정한다.
- [0029] 다음으로, 지도를 그레이스케일로 변환하여 검정색은 점유된 공간, 흰색은 빈 공간을 의미하는 건축 도면의 그리드 맵을 생성한다.
- [0030] 건축 도면 이미지의 영상 처리가 끝난 후, 융합 맵 생성부(120)는 생성된 그리드 맵에 시각 마커의 위치와 방향 정보를 저장하여 융합 맵을 생성하고 저장한다,
- [0031] 이 때, 시각 마커의 위치와 방향 정보를 저장하는 방법은 도 5에 도시된 바와 같다.
- [0032] 이 때, 도 5에서는 동적 물체의 영향을 최소한으로 받을 수 있도록 천장에 시각 마커를 설치한 경우의 실시예가 도시되어 있으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 시각 마커는 건물 내 모든 위치에 설치가 가능하다.
- [0033] 또한, 도 5의 실시예에서는 거리가 멀어짐에 따라 시각 마커의 신뢰도가 떨어진다는 점을 고려하여 시각 마커와 로봇의 거리가 기 설정한 임계값 이내일 경우에만 보정을 진행한다.
- [0034] 이 때, 도 5의 (a)에서 획득한 로봇의 현재 위치와 방향 데이터와 도 5의 (b)에서 촬영부(130)를 통해 획득한 시각 마커 데이터를 이용하여 지도 상에서의 시각 마커의 절대 위치를 하기의 수학식 1과 같이 계산할 수 있다.

수학식 1

$$T = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & t_x \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & t_y \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{wm} = T_{wr} \cdot T = T_{wr} \cdot T_{rc} \cdot T_{cm}$$

$$V_w = T_{wm} \cdot V_r$$

[0035]

[0036] 이 때, w는 실세계를 의미하고, m는 시각 마커를 의미하고, r은 로봇을 의미하고, c는 카메라를 의미한다. 그리고, R은 회전행렬을 의미하고, t_i 는 i축을 기준으로 한 병진 운동을 의미하며, V는 특정 벡터나 좌표를 다른 좌표계로 표현한 방법으로, V^a 는 a좌표계 기준점을 의미한다.

[0037] 또한, T는 변환행렬을 의미하며 3차원 환경에서는 6차원 모션이 정의되고 (x, y, z, roll, pitch, yaw), 이것을 행렬의 형태로 표현하면 4x4 행렬로 나타낼 수 있다.

[0038] 이 때, 1:3행렬에 대한 $R_{11} \sim R_{33}$ 은 3차원 회전 행렬을 의미하며 롤, 피치, 요(roll, pitch, yaw)의 조합으로 나타낼 수 있다.

[0039] T_{wm} 이 유도되는 것은 좌표계의 변환관계를 나타내며 이는 연쇄 법칙(chain rule)과 유사하게 해석할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 1번->2번 / 2번 -> 3번 좌표계의 변환 관계를 각각 알고 있으면 1->3번 좌표계의 변환 관계를 도출할 수 있다.

[0041] 즉, 카메라->마커의 관계 / 로봇 -> 카메라의 관계 / w -> 로봇의 관계를 알고 있으면 w -> 마커의 관계를 도출할 수 있기 때문에 마커를 등록할 수 있다.

[0042] 촬영부(130)는 로봇에 장착되어 건물 내부에 배치된 시각 마커의 정보를 획득한다.

[0043] 위치 보정부(140)는 촬영부(130)가 시각 마커로부터 획득한 로봇의 위치 정보를 이용하여 로봇의 위치 정보를 보정한다.

[0044] 내비게이션부(150)는 융합 맵과 촬영부로부터 입력된 시각 마커의 정보를 이용하여 로봇 내비게이션을 수행한다.

[0045] 좀 더 상세하게는, 도 6에 도시된 바와 같이, 로봇이 새로운 층으로 이동하여 촬영부(130)가 시각 마커를 인식한 경우, 내비게이션부(150)는 시각 마커의 정보를 받아 해당 층의 융합 맵 정보 및 로봇의 위치 정보를 획득한다.

[0046] 다음으로, 내비게이션부(150)는 획득한 로봇의 위치 정보 및 해당 층의 융합 맵 정보를 이용하여 로봇이 목표 위치로 도달할 수 있도록 내비게이션을 수행한다.

[0047] 이와 같이 본 발명에 따르면, 기존의 2D 라이다 기반 지도 생성 방법에서 발생하는 한계와 문제를 극복하며, 복잡한 환경에서도 높은 신뢰성을 제공할 수 있고, 이를 통해 로봇은 안정적이고 정확한 내비게이션을 수행할 수 있으며, 실시간 환경 변화에 대처할 수 있게 된다.

[0048] 또한, 시각 마커를 활용한 초기 위치 파악 및 층 인식은 로봇의 위치 인식을 강화시키는 중요한 역할을 하고 시각 마커를 통해 로봇은 초기 위치를 신속하게 결정하고 다양한 층을 식별할 수 있으며, 이를 통해 로봇은 다중 층구조의 환경에서도 효과적으로 내비게이션을 수행할 수 있다.

[0049] 또한, 특징점이 부족한 복도와 같은 환경에서도 내비게이션 성능을 보장할 수 있다.

[0050] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0051] 100: 자율주행 로봇의 다층 건물 내비게이션 시스템

110: 입력부

120: 융합 맵 생성부

130: 촬영부

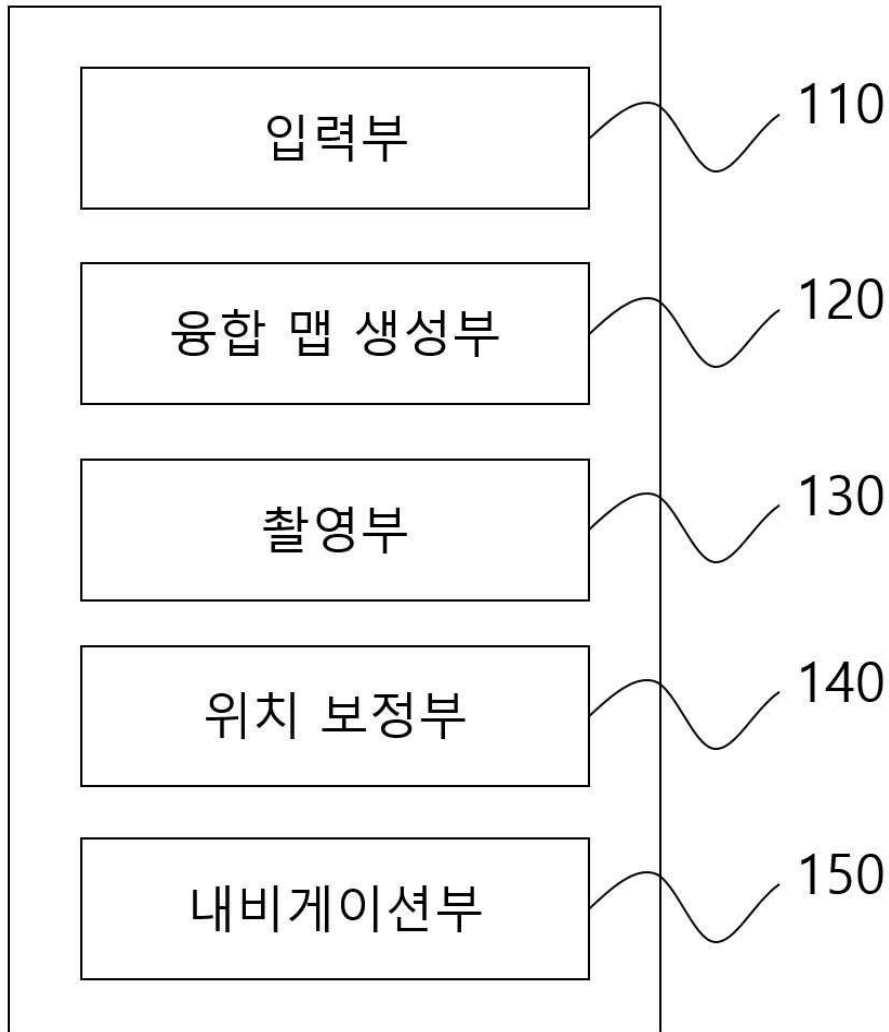
140: 위치 보정부

150: 내비게이션부

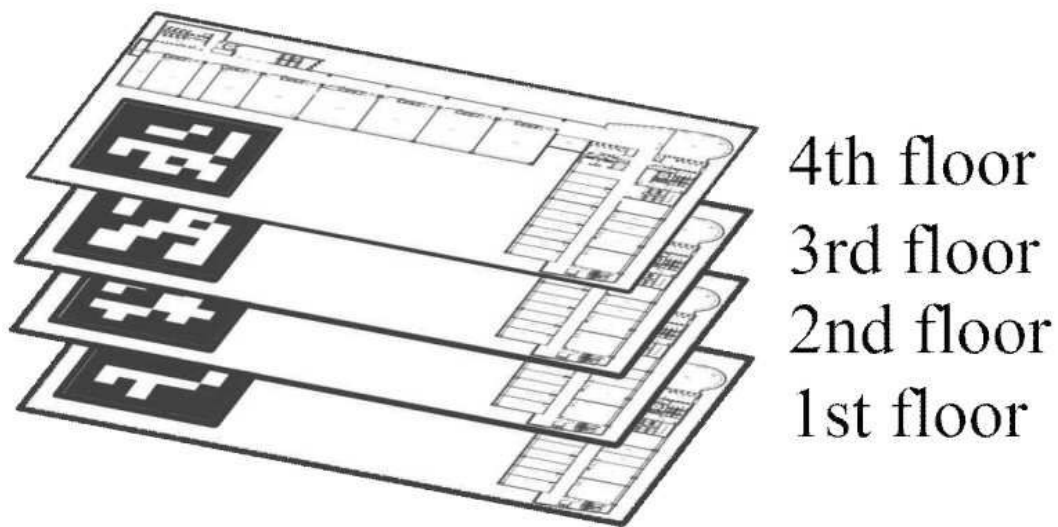
도면

도면1

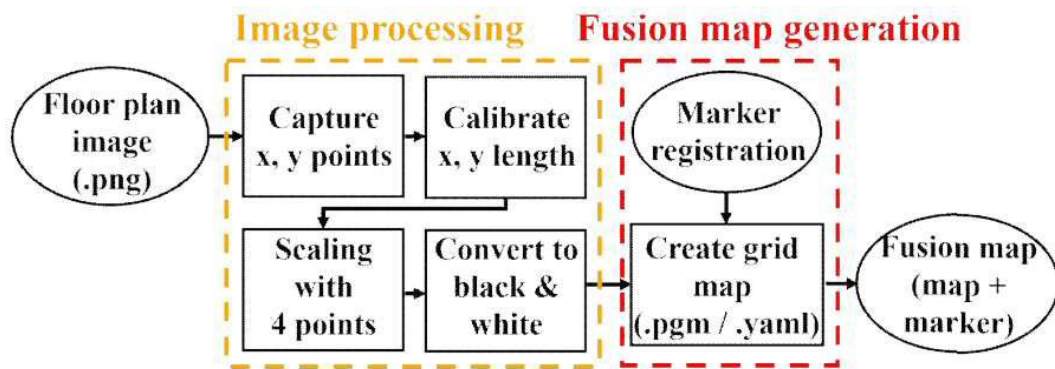
100



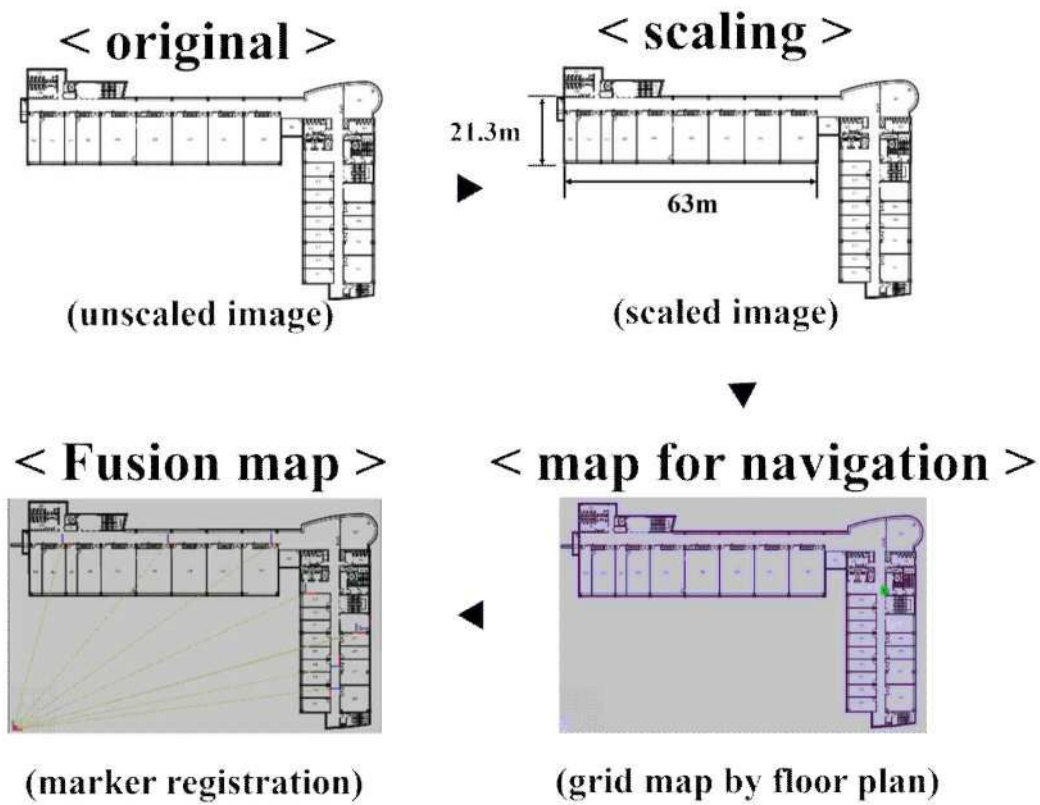
도면2



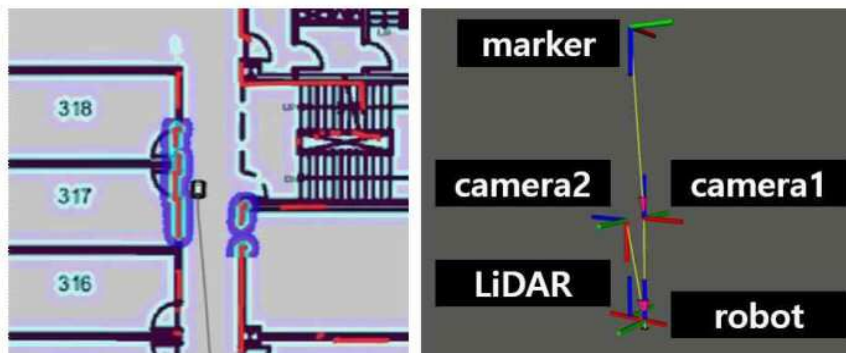
도면3



도면4



도면5



(a) Map에서 로봇 위치 (b) 로봇과 visual marker의 관계

도면6

