

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2019 년 12 월 26 일 (26.12.2019) WIPO | PCT



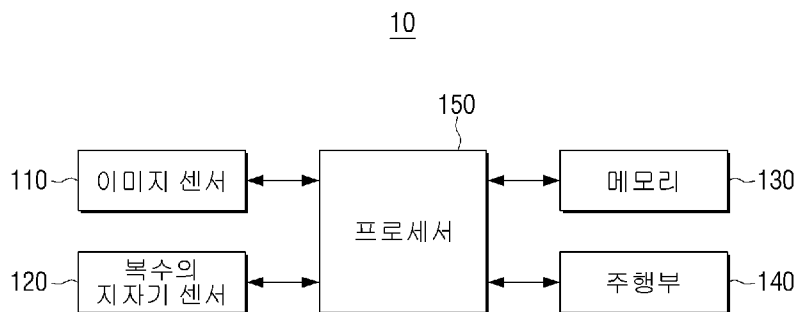
(10) 국제공개번호

WO 2019/245320 A1

- (51) 국제특허분류: **B25J 9/16** (2006.01) **B25J 11/00** (2006.01) **AND TECHNOLOGY** [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/007499
- (22) 국제출원일: 2019 년 6 월 21 일 (21.06.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/688,700 2018 년 6 월 22 일 (22.06.2018) US 10-2019-0024283 2019 년 2 월 28 일 (28.02.2019) KR
- (71) 출원인: 삼성전자주식회사 (**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.**) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 한국과학기술원 (**KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE**
- (72) 발명자: 홍순혁 (**HONG, Soonhyuk**); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 명현 (**MYEONG, Hyeon**); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 김형진 (**KIM, Hyongjin**); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 송승원 (**SONG, Seungwon**); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 현지움 (**HYUN, Jieum**); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 김태현 등 (**KIM, Tae-hun et al.**); 06626 서울시 서초구 강남대로 343 신덕빌딩 9층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: MOBILE ROBOT DEVICE FOR CORRECTING POSITION BY FUSING IMAGE SENSOR AND PLURALITY OF GEOMAGNETIC SENSORS, AND CONTROL METHOD

(54) 발명의 명칭: 이미지 센서와 복수의 지자기 센서를 융합하여 위치 보정하는 이동 로봇 장치 및 제어 방법



110 ... Image sensor
120 ... Plurality of geomagnetic sensors
130 ... Memory
140 ... Driving unit
150 ... Processor

(57) Abstract: Provided are a mobile robot device and a control method thereof. The mobile robot device comprises: a driving unit; an image sensor; a plurality of geomagnetic sensors; a memory for storing at least one instruction; and a processor for executing at least one instruction, wherein the processor may acquire a plurality of image data through the image sensor while the mobile robot device moves by means of the driving unit, acquire sensing data through the plurality of geomagnetic sensors, extract a feature point from the plurality of image data and obtain key nodes on the basis of the feature point, obtain a node sequence on the basis of the sensing data, generate a graph structure that estimates a position of the mobile robot device on the basis of the key nodes and the node sequence, and

[다음 쪽 계속]



WO 2019/245320 A1

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

correct the graph structure when position recognition of the mobile robot device fails.

(57) 요약서: 이동 로봇 장치 및 이의 제어 방법이 제공된다. 본 이동 로봇 장치는 주행부, 이미지 센서, 복수의 지자기 센서, 적어도 하나의 인스트럭션(instruction)을 저장하는 메모리 및 적어도 하나의 인스트럭션을 실행하는 프로세서를 포함하고, 프로세서는 이동 로봇 장치가 주행부를 통해 이동하는 동안 이미지 센서를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 복수의 지자기 센서를 통해 센싱 데이터를 획득하며, 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 특징점을 바탕으로 키 노드들을 획득하고, 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득하고, 키 노드들과 노드 시퀀스를 바탕으로 이동 로봇 장치의 위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하고, 이동 로봇 장치의 위치 인식을 실패할 경우 그래프 구조를 보정할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 이미지 센서와 복수의 지자기 센서를 융합하여 위치 보정하는 이동 로봇 장치 및 제어 방법

기술분야

- [1] 본 개시는 이미지 센서와 복수의 지자기 센서를 융합하여 위치를 보정하고 지도를 제작하는 이동 로봇 장치 및 제어방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 각 센서를 통해 획득한 데이터를 분석하고 동시에 매칭하여 이동 로봇의 현재 위치를 추정하고 보정하는 장치 및 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 로봇(Robot)은 각종 산업 분야에서 사람이 접근하기 어려운 일을 수행함으로써 업무의 효율성을 제고해왔다. 제조업과 관련된 산업분야에서는 특정 위치에 고정되어 반복적인 일을 수행하는 로봇 팔(Robot arm) 형태가 활용되어 왔으나, 비교적 이동이 자유롭고 다양한 일을 수행할 수 있는 이동 로봇 장치에 대한 연구 및 수요가 점차 증가하고 있다.
- [3] 다만, 이러한 이동 로봇 장치는 이동하기 위해서 자신이 현재 위치하고 있는 장소가 어디인지를 판단하여야 하고 동시에 주변의 환경을 인식하여 이동할 경로 즉 지도를 작성하여야 한다. 이 두 과정을 동시에 이루는 기술을 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)기술이라고 한다.
- [4] 이러한 슬램(SLAM) 기술은 최근 다방면으로 발전해왔으며, 청소 로봇 또는 자율 주행 자동차 등을 효율적으로 구동하기 위해서 필수적인 기술로 각광받고 있다. 그리고, 위 슬램(SLAM)의 한 종류로 로봇의 위치와 오도메트리(Odometry)를 노드와 엣지(Edge, 다른 표현으로는 Constraint)로 표현하는 그래프 기반 SLAM이 많이 사용되고 있다.
- [5] 기존에 그래프 SLAM을 구현하기 위해서는 보편적으로 2D 혹은 3D LiDAR을 사용하였으나 현재까지 가격적인 측면에서 경쟁력이 떨어져 일반 로봇에 사용하기에 비효율적이었다.
- [6] 또한, 기존에 카메라를 활용한 그래프 슬램(SLAM)의 경우, 특징점이 많지 않은 텅빈 복도와 같은 환경의 경우 효율적인 위치 인식이 어렵다는 단점과 광량의 영향을 받아 로버스트(Robust)하지 않다는 단점이 존재하였다.
- [7] 또한, 기존에 실내에서 Beacon이나 Wi-Fi 등을 활용하는 방식은 별도의 Beacon을 설치하거나 실내 공간에 모두 통신이 원활하게 되어야 한다는 제한이 있었다.
- [8] 그리고, 기존 지자기 센서를 통해 위치를 인식하는 기술은 자기장 왜곡이 충분히 크지 않은 환경에서는 매칭이 정확하지 않다는 단점이 있었으며, 활용하더라도 위치 간의 유사성만 알 수 있어 다른 보조적인 수단이 필요하였다.
- [9] 따라서, 이동 로봇 장치에 그래프 슬램(SLAM) 기술을 적용하기 위해서

효율적으로 센서를 구성하고 데이터를 처리하는 기술이 필요하고, 각 센서들이 가진 특징을 이용하여 서로의 기능을 보완하는 방안의 모색이 요청된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 개시는 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 개시의 목적은 서로 다른 특성을 가지는 이미지 센서와 복수의 지자기 센서를 융합하여 이동 로봇 장치가 그래프 슬램(SLAM) 기술을 더욱 효율적으로 사용할 수 있는 이동 로봇 장치 및 그의 제어방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [11] 상기 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시예에 따른 이동 로봇 장치는 주행부; 이미지 센서; 복수의 지자기 센서; 적어도 하나의 인스트럭션(instruction)을 저장하는 메모리; 및 상기 적어도 하나의 인스트럭션을 실행하는 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 이동 로봇 장치가 상기 주행부를 통해 이동하는 동안 상기 이미지 센서를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 상기 복수의 지자기 센서를 통해 센싱 데이터를 획득하며, 상기 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 상기 특징점을 바탕으로 키 노드들을 획득하고, 상기 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득하고, 상기 키 노드들과 상기 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 이동 로봇 장치의 위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하고, 상기 이동 로봇 장치의 위치 인식을 실패할 경우 상기 그래프 구조를 보정할 수 있다.
- [12] 그리고, 상기 프로세서는 상기 복수의 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 상기 특징점들을 추출하도록 제어할 수 있다.
- [13] 또한, 상기 프로세서는 상기 특징점들을 누적하여 서브맵을 구성하고, 상기 서브맵을 RANSAC(Random sample consensus) 알고리즘을 수행하여고 가장 근접한 노드와 매칭하여 상기 키 노드를 획득하도록 제어할 수 있다.
- [14] 그리고, 상기 프로세서는 상기 획득한 센싱 데이터를 그룹핑하여 센싱 데이터 그룹을 획득하고, 상기 센싱 데이터 그룹의 자기장값과 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹의 자기장값들을 비교하여 매칭하고, 상기 매칭된 센싱 데이터 그룹을 바탕으로 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 획득하도록 제어할 수 있다.
- [15] 또한, 상기 프로세서는 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 지 여부를 판단하고, 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 것으로 판단되면, 상기 기존의 획득한 노드 번들 사이에 존재하는 상기 새로 획득한 노드 번들만을 추출하고, 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들만을 상기 노드 시퀀스로 선정하도록 제어할 수 있다.

- [16] 그리고, 상기 프로세서는 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들을 갱신하고, 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 상기 갱신된 기존의 획득한 노드 번들 중 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 탐색하고, 상기 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 이용하여 상기 노드 시퀀스의 위치를 알아내도록 제어할 수 있다.
- [17] 또한, 상기 프로세서는 가우시안 프로세스(Gaussian process)를 이용하여 상기 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들로 갱신하도록 제어하도록 제어할 수 있다.
- [18] 그리고, 상기 프로세서는 상기 이동 로봇 장치가 이동하는 동안, 휠 센서를 통해 상기 이동 로봇 장치가 생성한 상기 그래프 구조에서 나타내는 위치 정보와는 다른 위치 정보를 감지하여 위치 인식에 실패할 경우, 상기 이동 로봇 장치가 회전을 하며 상기 이미지 센서와 상기 복수의 자자기 센서를 통해 새로운 이미지 데이터와 센싱 데이터를 획득하도록 제어할 수 있다.
- [19] 또한, 상기 이동 로봇 장치가 새로 획득한 상기 이미지 데이터와 상기 센싱 데이터를 바탕으로 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 획득하고 획득한 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 기존에 생성한 상기 그래프 구조와 비교하여 매칭되는지 여부를 판단하도록 제어할 수 있다.
- [20] 그리고, 상기 프로세서는 상기 기존에 생성한 그래프 구조와 매칭되는 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 그래프 구조를 보정하도록 제어할 수 있다.
- [21] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시예에 따른 이동 로봇 장치의 제어 방법은 상기 이동 로봇 장치가 이동하는 동안 이미지 센서를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 복수의 자자기 센서를 통해 센싱 데이터를 획득하는 단계; 상기 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 상기 특징점을 바탕으로 키 노드들을 획득하는 단계; 상기 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득하는 단계; 상기 키 노드들과 상기 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 이동 로봇 장치의 위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하는 단계; 및 상기 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패할 경우 상기 그래프 구조를 보정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [22] 그리고, 상기 키 노드들을 획득하는 단계는 상기 복수의 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 상기 특징점들을 추출할 수 있다.
- [23] 또한, 상기 키 노드들을 획득하는 단계는, 상기 특징점들을 누적하여 서브맵(Submap)을 구성하는 단계; 및 상기 서브맵 RANSAC(Random sample consensus) 알고리즘을 수행하고 가장 근접한 노드와 매칭하여 상기 키 노드를 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [24] 그리고, 상기 노드 시퀀스를 획득하는 단계는 상기 획득한 센싱 데이터를 그룹핑하여 센싱 데이터 그룹을 획득하는 단계; 상기 센싱 데이터 그룹의

자기장값과 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹의 자기장값들을 비교하여 매칭하는 단계; 및 상기 매칭된 센싱 데이터 그룹을 바탕으로 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [25] 또한, 상기 노드 시퀀스를 획득하는 단계는, 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 지 여부를 판단하는 단계; 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 것으로 판단되면, 상기 기존의 획득한 노드 번들 사이에 존재하는 상기 새로 획득한 노드 번들만을 추출하는 단계; 및 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들만을 상기 노드 시퀀스로 선정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [26] 그리고, 상기 노드 시퀀스의 위치를 알아내는 단계는, 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들을 갱신하는 단계; 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 상기 갱신된 기존의 획득한 노드 번들 중 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 탐색하는 단계; 및 상기 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 이용하여 상기 노드 시퀀스의 위치를 알아내는 단계;를 포함할 수 있다.
- [27] 또한, 상기 노드 시퀀스의 위치를 알아내는 단계는, 가우시안 프로세스(Gaussian process)를 이용하여 상기 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들로 갱신할 수 있다.
- [28] 그리고, 상기 그래프 구조를 보정하는 단계는, 상기 이동 로봇 장치가 이동하는 동안, 휠 센서를 통해 상기 이동 로봇 장치가 생성한 상기 그래프 구조에서 나타내는 위치 정보와는 다른 위치 정보를 감지하여 위치 인식에 실패할 경우, 상기 이동 로봇 장치가 회전을 하며 상기 이미지 센서와 상기 복수의 자자기 센서를 통해 새로운 이미지 데이터와 센싱 데이터를 획득하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [29] 또한, 상기 그래프 구조를 보정하는 단계는, 상기 이동 로봇 장치가 새로 획득한 상기 이미지 데이터와 상기 센싱 데이터를 바탕으로 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 획득하는 단계; 및 획득한 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 기존에 생성한 상기 그래프 구조와 비교하여 매칭되는지 여부를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [30] 그리고, 상기 그래프 구조를 보정하는 단계는, 상기 기존에 생성한 그래프 구조와 매칭되는 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 그래프 구조를 보정하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [31] 상술한 바와 같은 본 개시의 다양한 실시예에 의해, 이동 로봇 장치는 이미지 센서와 복수의 자자기 센서로부터 얻은 데이터를 각각 매칭하고 융합하여 위치 정보를 바탕으로 한 그래프 구조를 생성할 수 있게 되며, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패하는 경우에는 그래프를 보정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [32] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치의 구성을 간략히 도시한 블록도,
- [33] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치의 구성을 상세히 도시한 블록도,
- [34] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른, 키노드와 노드 시퀀스 획득하여 그래프를 생성하는 구성을 도시한 블록도,
- [35] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 센서를 이용한 그래프 슬램(SLAM) 알고리즘을 도시한 블록도,
- [36] 도 5은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 센서로부터 키 노드를 획득하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,
- [37] 도 6a는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 데이터에서 특징점을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [38] 도 6b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 데이터에서 추출한 특징점을 누적한 서브맵을 설명하기 위한 도면,
- [39] 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 센싱 데이터로부터 노드 번들을 획득하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,
- [40] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따른, 노드 번들을 매칭하여 노드 시퀀스를 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [41] 도 9a는 본 개시의 일 실시예에 따른, 기존에 획득한 노드 번들과 새로 획득한 노드 번들의 거리 값을 설명하기 위한 도면,
- [42] 도 9b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 기존에 획득한 노드 번들과 새로 획득한 노드 번들의 거리 값을 측정할 수 있는 지 여부를 판단하는 표를 설명하기 위한 도면,
- [43] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른, 기존에 획득한 노드 번들을 이용하여 새로 획득한 노드 번들의 위치를 알아내는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [44] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른, 키노드와 노드 시퀀스를 이용하여 그래프 구조를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [45] 도 12a는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패한 경우 서브맵과 목표 노드와 매칭하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [46] 도 12b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패한 경우 서브맵의 특징점과 목표 노드와 매칭하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [47] 도 13a는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패한 경우 목표 노드와 매칭하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [48] 도 13b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패한 경우 목표 노드와 매칭하여 그래프를 보정하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [49] 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패한

경우 목표 노드와 매칭하는 방법을 설명하기 위한 흐름도,

- [50] 도 15a는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패했을 때를 가정하여 실험하는 방법을 설명하기 위한 도면,
- [51] 도 15b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패했을 때를 가정하여 실험한 결과를 설명하기 위한 도면,
- [52] 도 16는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치를 제어하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [53] 이하에서 설명되는 실시 예는 본 개시의 이해를 돕기 위하여 예시적으로 나타낸 것이며, 본 개시는 여기서 설명되는 실시 예들과 다르게 다양하게 변형되어 실시될 수 있음이 이해되어야 할 것이다. 다만, 이하에서 본 개시를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성요소에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명 및 구체적인 도시를 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 개시의 이해를 돕기 위하여 실제 축척대로 도시된 것이 아니라 일부 구성요소의 치수가 과장되게 도시될 수 있다.
- [54] 본 개시의 설명에 있어서 각 단계의 순서는 선행 단계가 논리적 및 시간적으로 반드시 후행 단계에 앞서서 수행되어야 하는 경우가 아니라면 각 단계의 순서는 비제한적으로 이해되어야 한다. 즉, 위와 같은 예외적인 경우를 제외하고는 후행 단계로 설명된 과정이 선행단계로 설명된 과정보다 앞서서 수행되더라도 개시의 본질에는 영향이 없으며 권리범위 역시 단계의 순서에 관계없이 정의되어야 한다.
- [55] 그리고 본 명세서에서 "A 또는 B"라고 기재한 것은 A와 B 중 어느 하나를 선택적으로 가리키는 것뿐만 아니라 A와 B 모두를 포함하는 것도 의미하는 것으로 정의된다. 또한, 본 명세서에서 "포함"이라는 용어는 나열된 요소 이외에 추가로 다른 구성요소를 더 포함하는 것도 포괄하는 의미를 가진다.
- [56] 본 명세서에서는 본 개시의 각 실시 예의 설명에 필요한 구성요소를 설명한 것이므로, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 일부 구성요소는 변경 또는 생략될 수도 있으며, 다른 구성요소가 추가될 수도 있다. 또한, 서로 다른 독립적인 장치에 분산되어 배치될 수도 있다.
- [57] 이하에서는 도면을 참조하여 본 개시에 대해 더욱 상세히 설명하도록 한다. 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)의 구성을 간략하게 도시한 블록도이다.
- [58]
- [59] 도 1에 도시된 바와 같이, 이동 로봇 장치(10)는 프로세서(150), 이미지 센서(110), 복수의 지자기 센서(120), 메모리(130), 및 주행부(140)를 포함한다.
- [60] 이미지 센서(110)를 이용하여 컬러 이미지와 텍스(Texture) 이미지를 포함한

3차원 이미지 데이터를 획득할 수 있으며, 획득한 3차원 이미지 데이터의 픽셀(Pixel)에 대응되는 거리 값을 측정할 수 있다. 그리고, 이미지 센서(110)는 스테레오 카메라(Stereo camera), ToF 카메라(Time of Flight camera) 및 적외선 카메라 등을 포함할 수 있으며 각 픽셀(Pixel)의 뎀스(Depth) 데이터 값을 얻을 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)가 움직이거나 회전 및 정지하는 등 다양한 상황에서도 이미지 센서(110)는 작동할 수 있다.

- [61] 복수의 지자기 센서(120)는 3축 지자기 센서를 내장한 IMU(Inertial Measurement Unit)센서 일 수 있다. 복수의 지자기 센서(120)를 통해 자기장 센싱 데이터를 획득할 수 있다. 복수의 지자기 센서(120)를 통해 획득한 센싱 데이터는 메모리(130)에 저장될 수 있다.
- [62] 메모리(130)는 이동 로봇 장치(10)의 적어도 하나의 다른 구성요소에 관계된 명령 또는 데이터를 저장할 수 있다. 특히, 메모리(130)는 비휘발성 메모리, 휘발성 메모리, 플래시메모리(flash-memory), 하드디스크 드라이브(HDD) 또는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 등으로 구현될 수 있다. 메모리(130)는 프로세서(150)에 의해 액세스되며, 프로세서(150)에 의한 데이터의 독취/기록/수정/삭제/갱신 등이 수행될 수 있다. 본 개시에서 메모리라는 용어는 메모리(130), 프로세서(150) 내 롬(미도시), 램(미도시) 또는 이동 로봇 장치(10)에 장착되는 메모리 카드(미도시)(예를 들어, micro SD 카드, 메모리 스틱)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(130)에는 디스플레이의 디스플레이 영역에 표시될 각종 화면을 구성하기 위한 프로그램 및 데이터 등이 저장될 수 있다.
- [63] 특히, 메모리(130)는 획득한 3차원 이미지 데이터나 센싱 데이터가 저장될 수 있으며, 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 다양한 프로그램 인스트럭션들이 포함될 수 있으나 각종 프로그램 인스트럭션들은 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 일부 생략되거나 변형 또는 추가될 수 있음은 물론이다.
- [64] 주행부(140)는 이동 로봇 장치(10)가 이동할 수 있도록 도와주는 장치이며, 바퀴로 구성될 수도 있고, N축 보행 등 비 표준 이동 형태로 이동할 수 있는 장치로 구성될 수도 있다. 그리고, 주행부(140)는 전후진 뿐만 아니라 좌, 우회전을 할 수 있으며 회전 역시 할 수 있도록 구성될 수 있다. 따라서, 주행부(140)는 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 다양하게 구성될 수 있다.
- [65] 프로세서(150)는 메모리(130)에 저장된 각종 인스트럭션 및 모듈 등을 이용하여 이동 로봇 장치(10)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다.
- [66] 구체적으로, 이동 로봇 장치(10)가 주행부(140)를 통해 이동하는 동안 프로세서(150)는 이미지 센서(110)를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 복수의 지자기 센서(120)를 통해 센싱 데이터를 획득할 수 있다.
- [67] 그리고, 프로세서(150)는 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 상기 특징점을 바탕으로 키 노드들을 획득할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(150)는

복수의 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 특징점들을 추출할 수 있다. 그리고, 프로세서(150)는 추출된 특징점들을 누적하여 서브맵을 구성하고, 서브맵에 RANSAC(Random sample consensus) 알고리즘을 수행하고 가장 근접한 노드와 매칭하여 키 노드를 획득할 수 있다.

[68] 또한, 프로세서(150)는 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득할 수 있다. 구체적으로, 상기 키 노드들과 상기 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 이동 로봇 장치(10)의 위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하고, 상기 이동 로봇 장치(10)의 위치 인식을 실패할 경우 상기 그래프 구조를 보정할 수 있다.

[69] 그리고, 프로세서(150)는 상기 획득한 센싱 데이터를 그룹핑하여 센싱 데이터 그룹을 획득하고, 획득한 센싱 데이터 그룹의 자기장값과 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹의 자기장값들을 비교하여 매칭하고, 상기 매칭된 센싱 데이터 그룹을 바탕으로 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 획득할 수 있다.

[70] 또한, 프로세서(150)는 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 지 여부를 판단하고, 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 것으로 판단되면, 상기 기존의 획득한 노드 번들 사이에 존재하는 상기 새로 획득한 노드 번들만을 추출하고 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들만을 상기 노드 시퀀스로 선정할 수 있다.

[71] 그리고, 프로세서(150)는 추출한 새로 획득한 노드 번들과 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들을 갱신하고, 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 상기 갱신된 기존의 획득한 노드 번들 중 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 탐색하고, 상기 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 이용하여 상기 노드 시퀀스의 위치를 알아낼 수 있다.

[72] 또한, 프로세서(150)는 가우시안 프로세스(Gaussian process)를 이용하여 상기 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한 노드 번들로 갱신할 수 있다.

[73] 그리고, 프로세서(150)는 상기 이동 로봇 장치(10)가 이동하는 동안, 휠 센서(160)를 통해 상기 이동 로봇 장치(10)가 생성한 상기 그래프 구조에서 나타내는 위치 정보와는 다른 위치 정보를 감지하여 위치 인식에 실패할 경우, 상기 이동 로봇 장치(10)가 회전을 하며 상기 이미지 센서(110)와 상기 복수의 자지기 센서를 통해 새로운 이미지 데이터와 센싱 데이터를 획득할 수 있다.

[74] 또한, 프로세서(150)는 상기 이동 로봇 장치(10)가 새로 획득한 상기 이미지 데이터와 상기 센싱 데이터를 바탕으로 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 획득하고, 획득한 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 기존에 생성한 상기 그래프 구조와 비교하여 매칭되는지 여부를 판단할 수 있다.

[75] 그리고, 프로세서(150)는 상기 기존에 생성한 그래프 구조와 매칭되는 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 그래프 구조를 보정할 수 있다.

[76] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)의 구성을 상세히 도시한 블록도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 이동 로봇 장치(10)는

프로세서(150), 이미지 센서(110), 복수의 지자기 센서(120), 휠 센서(160), 입력부(170), 메모리(130), 주행부(140), 통신부(180), 디스플레이부(190) 및 기능부(195)를 포함할 수 있다.

[77] 한편, 도 2에 도시된 이미지 센서(110), 복수의 지자기 센서(120), 메모리(130), 주행부(140) 및 프로세서(150)는 도 1에서 설명하였으므로, 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[78] 한편, 도 2는 이동 로봇 장치(10)가 컨텐츠 공유 기능, 통신 기능, 디스플레이 기능 등 다양한 기능을 구비한 장치인 경우를 예로 들어, 각종 구성 요소들을 종합적으로 도시한 것이다. 따라서, 실시 예에 따라서는, 도 2에 도시된 구성 요소 중 일부는 생략 또는 변경될 수도 있고, 다른 구성 요소가 더 추가될 수도 있다.

[79] 이미지 센서(110)의 개수는 복수일 수 있으며 이동 로봇 장치(10)의 중앙부 혹은 외곽부 등에 배치되어 주변 환경을 촬영할 수 있다. 그러나 이는 일 실시예에 불과할 뿐, 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 이미지 센서(110)의 개수가 추가되거나 변형 또는 위치가 변할 수 있음은 물론이다.

[80] 복수의 지자기 센서(120)는 실내 환경의 자기장 왜곡을 측정할 수 있으며, 시퀀스를 이용하여 자기장 특성 등을 추출할 수 있다. 복수의 지자기 센서(120) 역시 이동 로봇 장치(10)의 동작 상황과는 무관하게 작동 할 수 있다.

[81] 그리고, 복수의 지자기 센서(120)는 이동 로봇 장치(10)의 주행부(140)의 좌 우측으로 대칭되게 배치할 수 있으나, 이는 일 실시예일에 불과할 뿐, 다양한 위치에 배치될 수 있다. 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 복수의 지자기 센서(120)의 개수가 추가되거나 변형 또는 위치가 변할 수 있음은 물론이다.

[82] 휠 센서(160)는 일 실시예로, 이동 로봇 장치(10)의 바퀴와 바닥이 접촉되지 않고 들려 있는 상황 즉, 키드내핑(Kidnapping)상황을 감지할 수 있다. 키드내핑 상황뿐 아니라 휠 센서(160)는 이동 로봇 장치(10)가 획득한 이동 로봇 장치(10)의 위치정보를 나타내는 그래프 구조와는 다른 위치 정보를 감지하는 위치 인식 실패 상황도 감지 할 수 있다. 휠 센서(160)는 바닥에 맞닿는 주행부(140)에 배치 될 수 있으나 이는 일 실시예에 불과하고 바닥에 맞닿는 어느 곳에도 배치 될 수 있다.

[83] 입력부(170)는 이동 로봇 장치(10)의 전반적인 동작을 제어하기 위한 사용자 명령을 수신할 수 있다. 이때, 입력부(170)는 터치 스크린으로 구현될 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과하고 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 다른 입력 장치(예를 들어, 마우스, 키보드, 마이크)로 구현될 수 있다.

[84] 주행부(140)는 이동 로봇 장치(10)가 전후진을 포함하여 회전 등 자유롭게 움직이도록 할 수 있다. 상술한 바와 같이 주행부(140)에 휠 센서(160)가 배치될 수도 있다. 이동 로봇 장치(10) 종류 및 특성에 따라 주행부(140)가 4족 보행등 다양하게 변형이 될 수 있다.

[85] 통신부(180)는 다양한 유형의 통신 방식에 따라 다양한 유형의 외부 기기와

통신을 수행할 수 있는 구성이다.

- [86] 통신부(180)는 와이파이(Wi-Fi) 칩, 블루투스 칩, 무선 통신 칩 등과 같은 다양한 통신 칩을 포함할 수 있다. 이때, 와이파이 칩 및 블루투스 칩은 각각 Wi-Fi 방식 및 블루투스 방식으로 통신을 수행할 수 있다. 무선 통신 칩은 IEEE, 지그비, 3G(3rd Generation), 3GPP(3rd Generation Partnership Project), LTE(Long term Evolution) 등과 같은 다양한 통신 규격에 따라 통신을 수행하는 칩을 의미한다.
- [87] 디스플레이부(190)는 프로세서(150)의 제어에 의해 영상 데이터를 출력할 수 있다. 특히, 통신부(180)를 통해 수신되는 콘텐츠 등을 디스플레이 할 수도 있으며, 이동 로봇 장치(10)가 획득한 데이터를 바탕으로 그래프 구조를 생성하는 경우, 해당 그래프를 디스플레이 하여 이동 로봇 장치(10)의 이동 경로를 추정할 수도 있다. 이는 한 실시예에 불과할 뿐 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 맞게 각종 기능을 디스플레이 할 수 있다.
- [88] 기능부(195)는 이동 로봇 장치(10)의 종류 및 특성에 따라 각종 기능을 수행할 수 있다. 예를 들면, 이동 로봇 장치(10)가 로봇 청소기라면 이동하면서 기능부(195)를 통해 주변에 있는 먼지를 흡착할 수 있다. 그리고 이동 로봇 장치(10)가 각종 멀티미디어 콘텐츠를 플레이하며 이동하는 로봇이라면 기능부(195)는 멀티미디어 콘텐츠를 재생하는 하드웨어 일 수 있다.
- [89] 프로세서(150)는 디지털 신호를 처리하는 중앙처리장치(central processing unit(CPU)), MCU(Micro Controller Unit), MPU(micro processing unit), 컨트롤러(controller), 어플리케이션 프로세서(application processor(AP)), 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor(CP)), ARM 프로세서 중 하나 또는 그 이상을 포함하거나, 해당 용어로 정의될 수 있다. 또한, 프로세서(150)는 프로세싱 알고리즘이 내장된 SoC(System on Chip), LSI(large scale integration)로 구현될 수도 있고, FPGA(Field Programmable gate array) 형태로 구현될 수도 있다. 프로세서(150)는 메모리(130)에 저장된 컴퓨터 실행가능 명령어(computer executable instructions)를 실행함으로써 다양한 기능을 수행할 수 있다. 뿐만 아니라, 프로세서(150)는 인공지능 기능을 수행하기 위하여, 별도의 AI 전용 프로세서인 GPU(graphics-processing unit), NPU(Neural Processing Unit), VPU(Visual Processing Unit) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [90] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 키노드와 노드 시퀀스 획득하여 그래프를 생성하는 구성을 도시한 블록도이다.
- [91] 프로세서(150)는 도 3에서 도시하고 있는 키노드 획득부(310), 노드 시퀀스 획득부(320) 및 그래프 생성부(330)를 포함할 수 있다.
- [92] 키노드 획득부(310)는 메모리(130)에 저장되어 있는 이미지 센서(110)에서 획득한 이미지 데이터를 이용하여 특징점을 추출하고 매칭하여 키노드를 획득할 수 있다. 이미지 데이터는 컬러 데이터와 뎁스(Depth) 데이터를 포함한 3차원 데이터이며 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 특징점을 추출할 수 있다. ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘은

하나의 실시 예일 뿐, 다른 알고리즘(예를 들어, SURF(The speeded up robust features), SIFT(Scale Invariant Feature Transform과 같은 알고리즘)을 사용하여서도 3차원 이미지 데이터에서 특징점을 추출 할 수 있다.

- [93] 그리고, 키노드 획득부(310)에서는 추출한 특징점을 누적하여 서브맵을 구성하는 방법으로 특징점이 부족한 환경을 극복할 수 있다. 서브맵은 키노드 획득부(310)에서 3차원 특징점이 누적되어 만들어진 것이며, 로봇의 오도메트리(Odometry)의 신뢰도가 기반될 수 있다.
- [94] 일 실시예로, 키노드 획득부(310)는 휠 센서(160)가 이동 로봇 장치(10)의 키드내평과 같이 위치 인식 실패 상황을 감지할 경우, 새로운 환경에서도 이미지 센서(110)로부터 획득한 3차원 이미지 데이터를 활용하여 키노드를 획득 할 수 있다.
- [95] 노드 시퀀스 획득부(320)는 메모리(130)에 저장되어 있는 복수의 자기장 센서(120)를 통해 획득한 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득할 수 있다. 센싱 데이터는 실내 환경의 자기장 왜곡이 반영된 데이터가 포함되어 있다. 센싱 데이터와 같이 자기장 왜곡을 측정된 데이터는 특정 순간의 값 자체가 아니라 여러 데이터의 시퀀스를 이용하여 자기장 값 등을 도출할 수 있다.
- [96] 따라서, 노드 시퀀스 획득부(320)는 센싱 데이터를 그룹핑하고, 그룹핑한 센싱 데이터의 자기장 값을 매칭하고, 매칭 된 센싱 데이터 그룹으로 노드 번들을 생성 할 수 있다. 그리고, 노드 번들을 다시 매칭하여 루프 클로징(Loop Closing)형태의 노드 시퀀스를 획득할 수 있다. 루프 클로징(Loop closing)형태는 폐회로 형태를 의미하며 노드가 시퀀스의 형태로 이어진 것을 말한다.
- [97] 그리고, 노드 시퀀스 획득부(320)에서는 노드 번들 매칭을 수행하여 노드 시퀀스를 획득하는 과정에서 가우시안 프로세스(Gaussian process)가 적용될 수 있다. 가우시안 프로세스(Gaussian process)는 지도 학습(Supervised learning)의 일종으로 랜덤 변수의 집합이다. 이 때, 집합 변수들은 조인트 가우시안 분포(Joint Gaussian distribution)를 따른다. 구체적으로는 도 10을 참조하여 설명하도록 한다.
- [98] 또한, 노드 시퀀스 획득부(320)에서는 새로 획득한 노드 번들인 쿼리(Query)값과 기존에 획득한 노드 번들(Target)을 비교하여 에러 스코어(Error Score)가 가장 작은 쿼리(Query)를 추출할 수 있다. 이렇게 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 루프 클로징 형태(Loop closing)형태의 노드 시퀀스로 선정할 수 있다.
- [99] 그래프 생성부(330)는 키노드 획득부(310)와 노드 시퀀스 획득부(320)에서 획득한 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 이동 로봇 장치(10)의 위치정보를 나타내는 그래프 구조를 생성할 수 있다.
- [100] 그리고, 그래프 생성부(330)에 의해 생성된 그래프 구조는 루프 클로징(Loop closing)형태일 수 있으며, 키노드와 노드 시퀀스로 구성될 수 있다. 이러한 그래프 구조는 3차원 이미지 데이터 매칭과 센싱 데이터의 매칭 각각 동시에

이루어질 수 있음을 의미할 수 있다.

- [101] 또한, 그래프 생성부(330)는 휠 센서(160)가 이동 로봇 장치(10)가 현재 들려 있는 상황인 키드내핑 상황뿐 아니라 각종 위치 인식 실패상황에는 이미지 센서(110)와 복수의 지자기 센서(120)로부터 획득한 데이터를 기반으로 그래프를 보정할 수 있다.
- [102] 그리고, 일 실시예로, 그래프 생성부(330)에서 생성한 그래프 구조는 디스플레이부(190)에서 디스플레이 될 수 있으며, 입력부(170)(예를 들어, 터치 스크린, 마이크, 키보드 등)에 기설정된 이벤트를 수행할 경우, 디스플레이부(190)에서 시물레이션 과정을 볼 수 있다.
- [103] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 센서(110)를 이용한 그래프 슬램(SLAM) 알고리즘을 도시한 블록도이다.
- [104] 즉, 도 4에서는 이미지 센서(110)에서 획득한 3차원 이미지 데이터를 바탕으로 키노드를 획득하고, 획득한 키노드를 바탕으로 그래프 구조를 생성하여 이동 로봇 장치(10)의 위치 정보를 추정하고 지도를 제작하는 과정(400)을 도시한 것이다.
- [105] 이동 로봇 장치(10)의 구성요소인 이미지 센서(110)를 통하여 거리(Depth)데이터가 포함된 3차원 이미지 데이터를 획득한다(410). 일 실시예에 따르면, 이미지 센서(110)를 통해 연속적 또는 비연속 3차원 이미지 데이터를 획득하며, 획득한 3차원 이미지 데이터는 메모리(130)에 저장된다.
- [106] 이미지 센서(110)를 통해 획득한 3차원 이미지 데이터를 이용하여 이동 로봇 장치(10)는 비주얼 오도메트리(Visual Odometry)(420)과정을 수행할 수 있다. 비주얼 오도메트리(420)과정은 이동 로봇 장치(10)가 획득한 이미지 데이터를 분석하여 이동 로봇 장치(10)의 위치와 방향을 결정하는 과정을 의미한다. 본 개시의 이동 로봇 장치(10)는 N족 보행하는 로봇 등, 비표준 이동방법을 지닌 이동 로봇 장치(10)에도 효과적으로 사용할 수 있는 비주얼 오도메트리(420)를 이용하나, 이는 한 실시예에 불과하다.
- [107] 일 실시예로 이동 로봇 장치(10)가 수행하는 비주얼 오도메트리(420)과정은 먼저 획득한 3차원 이미지 데이터에 대해서 이미지 보정작업을 거치는 것이다. 구체적으로, 이동 로봇 장치(10)는 이미지 센서(110)가 3차원 이미지 데이터를 획득하는 과정에서 발생할 수 있는 렌즈 왜곡과 같은 것을 보정할 수 있다. 이동 로봇 장치(10)는 이미지 보정을 마친 3차원 이미지 데이터의 특징점을 추출하고, 추출한 특징점으로 광학 흐름 필드(Optical flow field)를 구축할 수 있다. 이동 로봇 장치(10)는 이 광학 흐름 필드(Optical flow field)의 광학 흐름 벡터(Optical flow vector)를 통하여 이동 로봇 장치(10)의 위치 및 방향을 결정할 수 있다.
- [108] 그리고, 일 실시예로, 이동 로봇 장치(10)는 3차원 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 특징점을 추출할 수 있다. ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘은 3차원 이미지 프레임 상의 특정한 점을 중심으로 반지름이 3인 원 상의 16개 픽셀(Pixel)값을

정하고, 특정한 점보다 기 설정된 값 이상 밝은 또는 어두운 픽셀(Pixel)들이 9개 이상 연속되어 있어 있다면 그 특징점을 코너(Corner)로 선정하는 FAST-9 알고리즘을 이용하여 특징점을 추출할 수 있다. 다만, 이는 일 실시예에 불과할 뿐, ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 사용하면서 연속되어 있는 밝거나 어두운 픽셀(Pixel)의 개수를 이동 로봇 장치(10)의 특성에 따라 변경할 수 있음은 물론이다.

[109] 이동 로봇 장치(10)는 획득한 3차원 이미지 데이터로부터 추출한 특징점들을 누적하여서 매칭는데 이러한 과정은 노드 매니지먼트(430)라고 한다.

구체적으로, 이동 로봇 장치(10)는 이동 로봇 장치(10)의 포즈(Pose), 즉, 노드 마다의 특징점을 모아서 누적한 서브맵을 매칭할 수 있다.

$$[110] \quad M_{S_j} = \sum_{i=k \in S_j}^{l \in S_j} X_0^{-1} X_i T_C^R P_i \quad (1)$$

[111] 위 (1) 수식은 프로세서(150)가 3차원 이미지 데이터에서 추출한 특징점을 누적하여 서브맵을 구성할 수 있는 것을 설명하기 위한 수식이다. 좌변의 M 은 특징점들을 누적한 j 번째 서브맵임을 의미한다. 우변의 X_0^{-1} 는 상수이며, X_i 는 i 번째 이동 로봇 장치(10)의 오드메트리(Odmometry)를 의미하며, T_C^R 은 이미지 센서(110)에서 이동 로봇 장치(10)로 좌표 변환(Coordinate transformation)을 의미하며, P_i 는 i 번째 로봇의 포즈(Pose) 즉, i 번째 노드의 특징점을 의미한다. K 와 l 은 j 번째 서브맵에 포함되는 첫번째 그리고 마지막 노드의 인덱스 번호를 의미한다.

[112] 이동 로봇 장치(10)는 특징점들을 누적하여 구성한 서브맵을 2가지 단계로 매칭할 수 있다. 첫번째 단계는 이동 로봇 장치(10)가 여러 서브맵과 목표 노드를 매칭하여 목표 노드와 가장 근접한 서브맵을 탐색할 수 있는 단계이다. 이동 로봇 장치(10)는 특징점들이 부족한 환경에서는 특징점 하나 단위로 매칭을 실시하여 이동 로봇 장치(10)의 위치를 추정하기가 어려운바, 특징점이 누적되어 있는 서브맵 전체를 하나로 보고 가장 근접한 노드 즉, 목표 노드와 러프 매칭(Rough matching)을 할 수 있다.

[113] 본 개시에서, 이동 로봇 장치(10)는 러프 매칭(Rough matching)을 할 때, 강제 변환(Rigid Transformation)을 기반으로 한 RANSAC알고리즘을 활용할 수 있다. 여기서 강제 변환이란 변환할 대상의 형태와 크기를 유지하는 동시에 위치와 방향만을 바꾸는 변환을 의미한다.

[114] 일 실시예로, RANSAC 알고리즘은 이상치(Outlier)라고 불리는 정상 분포에 벗어난 값들을 정상 분포에 속해 있는 데이터(Inlier)로 회귀 분석을 할 수 있게 해주는 알고리즘이다. 구체적으로는, 이동 로봇 장치(10)는 누적되어 있는 여러 특징점들 중 임의의 개수만큼을 선택하고, 선택한 임의의 개수만큼의 특징점들 정상 분포에 속해 있는 데이터(Inlier)로 가정한 뒤 회귀 모델을 구할 수 있다.

그리고, 이동 로봇 장치(10)는 나머지 특징점들을 회귀 모델과 비교하였을 때 나머지 특징점들이 기 설정된 허용 오차내에 있는지를 판단할 수 있고, 허용 오차내에 있다면 정상 분포에 있는 데이터(Inlier)로 포함시키고 다시 회귀 모델을 구성할 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 다시 구성된 회귀 모델과 정상 분포에 속해 있는 데이터(Inlier)와 오차를 측정하고 그 오차가 기설정된 허용 오차를 넘어서는지 여부에 따라 상술한 과정을 반복하는지를 결정할 수 있다.

- [115] 두번째 단계는, 이동 로봇 장치(10)가 첫번째 단계에서 탐색한 서브맵에 누적되어 있는 특징점이 포함된 노드와 목표 노드와 매칭하여 서브맵 중에 목표 노드와 가장 근접한 키노드를 획득할 수 있는 단계이다.
- [116] 즉, 첫번째 단계는, 이동 로봇 장치(10)가 RANSAC 알고리즘을 적용한 서브맵을 하나로 보고 목표 노드와 매칭을 하여 가장 근접한 서브맵을 탐색할 수 있는 단계이며, 두번째 단계는 이동 로봇 장치(10)가 탐색한 서브맵의 특징점이 포함된 노드와 목표 노드를 매칭하여 목표 노드와 가장 근접한 노드인 키노드를 획득할 수 있는 단계이다.
- [117] 위 노드 매니지먼트(430)를 거친 후에는, 이동 로봇 장치(10)는 키노드들 각각의 템스(또는 깊이) 기반 구속조건(Depth based constraints)(450)과 특징 기반 구속조건(Feature based Constraint)(460)을 생성할 수 있다.
- [118] 이동 로봇 장치(10)는 키노드의 템스 데이터가 목표 노드의 템스 데이터와 매칭되는 영역을 연결하여 구속 조건(Constraint)을 생성할 수 있고 이 구속조건(Constraint)은 템스 기반 구속조건(Depth based constraints)(450)이라 한다.
- [119] 이동 로봇 장치(10)는 키노드의 특징을 목표 노드의 특징과 매칭되는 영역을 연결하여 구속 조건(Constraint)을 생성할 수 있고 이 구속조건(Constraint)은 특징 기반 구속조건(Feature based constraints)(460)이라 한다.
- [120] 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 키노드를 바탕으로 템스 기반 구속조건(Depth based constraints)(450)과 특징 기반 구속조건(Feature based constraints)(460)을 생성하여 루프 클로징(Loop closing)형태의 그래프 구조를 생성하고 최적화할 수 있다.(470) 여기서 그래프 구조를 최적화한다는 것은 이동 로봇 장치(10)가 이동 로봇 장치(10)의 위치 정보를 가장 잘 나타내기 위하여 키노드를 바탕으로 그래프를 정확히 생성하고 오차를 최대한 줄일 수 있는 것을 의미한다.
- [121] 한편, Bow(Bag of words)Scene 매칭(440)이란, 이동 로봇 장치(10)가 키드내핑과 같은 상황에서 사용할 수 있는 매칭방법이다. 일 실시예로, 휠 센서(160)가 키드내핑 상황을 감지하였을때, 이동 로봇 장치(10)는 기존에 획득한 이미지 데이터로부터 추출한 특징점 중에서 대표 특징점을 추출하고, 대표 특징점으로 이루어진 코드북(Codebook)을 생성할 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 키드내핑 상황 후 바닥에 내려놨을 때, 현재 위치가 기존의 있던 위치와 맞는지 코드북을 이용하여 확인할 수 있다.

- [122] 도 5은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 센서(110)로부터 키 노드를 획득하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [123] 우선, 일 실시예로 RGB-D센서와 같은 이미지 센서(110)는 3차원 이미지 데이터를 획득할 수 있다.(S510) 이동 로봇 장치(10)는 획득한 3차원 이미지 데이터를 메모리(130)에 저장할 수 있다.
- [124] 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 메모리(130)에 저장된 복수의 이미지 데이터에서 일 실시예로ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 적용하여 특징점을 추출할 수 있다.(S520)
- [125] 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 추출한 특징점을 누적하여 서브맵을 구성하고(S530) RANSAC알고리즘을 적용하고 매칭을 실시할 수 있다.(S540) 위 매칭의 방법은 상술한 바와 같이 두 단계로 나뉜다.
- [126] 첫 단계로는 이동 로봇 장치(10)가 RANSAC알고리즘을 거친 서브맵을 하나의 노드로 보고 목표 노드와 러프 매칭(Rough matching)을 할 수 있는 단계이다.
- [127] 두번째 단계로는, 이동 로봇 장치(10)가 매칭된 서브맵의 노드와 목표 노드를 매칭하여 가장 근접한 노드를 탐색할 수 있는 단계이다(S550). 그 이후에, 이동 로봇 장치(10)는 목표 노드와 가장 근접한 노드, 즉 키노드를 획득할 수 있다.(S560)
- [128] 도 6a 및 도 6b는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이미지 데이터에서 특징점을 추출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [129] 도 6a는 이동 로봇 장치(10)가 3차원 이미지 데이터에서 특징점을 추출하는 모습을 도시하고 있다. 이동 로봇 장치(10)는 복도의 바닥 부근의 픽셀(Pixel)보다 연속적으로 밝은 화이트 보드의 다리 부근(610)을 특징점으로 보고 추출할 수 있다. 동시에, 이동 로봇 장치(10)는 복도의 바닥 부근의 픽셀(Pixel)보다 연속적으로 밝은 흰색 테이프가 붙은 부분(620)을 특징점으로 보고 추출할 수 있다.
- [130] 도 6b에서는 이동 로봇 장치(10)를 통해, 3차원 이미지 데이터에서 특징점을 추출한 것을 서브맵으로 누적한 것을 도시한 것이다. 상술한 바와 같이, 이동 로봇 장치(10)는 이미지 데이터에서 추출한 특징점을 누적하여 구성한 서브맵을 RANSAC알고리즘을 적용하고 목표 노드와 매칭을 할 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 매칭된 서브맵을 구성하고 있는 특징점과 목표 노드와 매칭하여 키노드를 획득할 수 있다.
- [131] 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 센싱 데이터로부터 노드 번들을 획득하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [132] 우선, 복수의 지자기 센서(120)에서 센싱 데이터를 획득할 수 있다.(S700) 센싱 데이터는 실내 환경의 자기장 왜곡을 측정한 데이터이며 시퀀스 형태로 이루어져야 하는바, 이동 로봇 장치(10)는 센싱 데이터를 시퀀스 형태로 그루핑(Grouping)할 수 있다.(S720)
- [133] 이동 로봇 장치(10)는 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹과 새로 획득한 센싱

데이터 그룹과 자기장값들을 비교 매칭할 수 있다.(S740) 이동 로봇 장치(10)는 센싱 데이터 그룹의 자기장 값들을 비교 매칭함으로써, 노드 시퀀스를 구성요소로 루프 클로징(Loop closing)을 구성할 수 있다.

[134] $cost = ||p - q||_2(2)$

[135] 위 (2) 수식은 센싱 데이터 그룹을 벡터로 표시하였을 때 매칭 코스트(Matching cost)를 계산하는 식이다. 이동 로봇 장치(10)는 매칭 코스트(Matching cost)를 기존에 저장된 센싱 데이터 그룹과 새로 획득한 센싱 데이터의 유클리드 거리를 계산하여 획득할 수 있다.

[136] 이동 로봇 장치(10)는 매칭된 센싱 데이터 그룹으로 노드 번들을 생성할 수 있다.(S760). 즉 이동 로봇 장치(10)가 매칭된 센싱 데이터 그룹으로 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 생성할 수 있다.

[137] 도 8 내지 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른, 노드 번들을 매칭하여 노드 시퀀스를 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[138] 도 8은 이동 로봇 장치(10)가 기존에 획득한 노드 번들(800)(또는, 타겟(Target))과 새로 획득한 노드 번들(810)(또는, 쿼리(query))의 거리 차이를 비교하면서 매칭 지점을 찾는 과정을 도시한 것이다.

[139] 이동 로봇 장치(10)는 타겟(800)을 두고 쿼리(810)를 밀면서 에러 스코어(Error score)를 산출할 수 있다. 이동 로봇 장치(10)는 쿼리(810)의 위치를 계속 위로 올리면서 타겟(800)과의 거리 차이를 구하는 과정(820)을 반복할 수 있다. 따라서, (b)(840)나 (d)(880)의 경우보다, (c)의 경우가 타겟(800)과 쿼리(810)와 거리차이가 제일 작은 것을 표(890)를 통해 알 수 있다.

[140] 도 9a에서는, 타겟_L(910)과 타겟_R(930) 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들 그리고 쿼리_L(920)과 쿼리_R(940) 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 도시하고 있다.

[141] 도 9b에서는, 타겟(800)이 쿼리(810)사이에 존재해서 이동 로봇 장치(10)가 각 노드 번들 사이의 물리값을 측정할 수 있는 범위에 있는지 여부를 표로 도시한 것이다.

[142] 도 9a에서 도시한 바와 같이, 이동 로봇 장치(10)는 쿼리_L(920)와 쿼리_R(940)을 기준으로 타겟_L(910)과 타겟_R(930)의 거리 차이를 계산할 수 있다. 예를 들면, 이동 로봇 장치(10)는 쿼리_L(920)을 기준으로 타겟_L(920)과의 거리는 LL로 계산하고 쿼리_L(920)과 타겟_R(930)과의 거리는 LR로 계산할 수 있다.

[143] 도 9b에서 도시한 바와 같이, 이동 로봇 장치(10)는 쿼리 번들이 좌측에 있든 우측에 있든 타겟 번들 사이에 있어야 쿼리 번들과 타겟 번들을 이루고 있는 그래프 구조간에 거리차이를 측정할 수 있다.

[144] 도 10에서는 이동 로봇 장치(10)가 쿼리(1010)가 타겟(1020)사이에 존재하는 것으로 판단되면, 타겟(1020)은 쿼리만을 추출하고, 추출한 쿼리(1010)의 위치를

알아내기 위해 가우시안 프로세스를 이용하여 에러 스코어(Error Score)가 더 작은 타겟(1030)을 갱신하는 과정을 도시한 것이다.

- [145] 이동 로봇 장치(10)는 타겟(1020) 사이에 존재하는 쿼리만을 추출하고 추출한 쿼리를 노드 시퀀스로 선정할 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 노드 시퀀스의 위치를 알아내기 위해 기존의 타겟(1040)보다 더 쿼리와 거리 차이가 작은 타겟(1030)을 가우시안 프로세서(Gaussian process)를 이용하여 생성할 수 있다.
- [146] 이동 로봇 장치(10)는 노드 시퀀스로 선정된 쿼리와 거리 차이가 거의 없어질 때까지 즉, 거리 차이가 가장 작아질 때까지 가우시안 프로세서(Gaussian process)를 반복 수행하여 최종적으로 노드 시퀀스의 위치를 알아낼 수 있다.
- [147] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른, 키노드와 노드 시퀀스를 이용하여 그래프 구조를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [148] 이동 로봇 장치(10)는 3차원 이미지 데이터를 바탕으로 획득한 키노드(1100)와 센싱 데이터를 바탕으로 획득한 노드 시퀀스를 구성요소로 하는 그래프 구조(1110)를 구성하여 동시에 매칭을 할 수 있다.
- [149] 구체적으로, 이동 로봇 장치(10)는 키노드(1100)와 노드 시퀀스를 이용하여 구속조건(1120)을 만들 수 있고, 루프 클루징(Loop closing)형태의 그래프 구조를 생성하여 그래프 슬램을 수행할 수 있다.
- [150] 도 12 내지 도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패한 경우 그래프를 보정하는 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패한 경우 그래프를 보정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [151] 휠 센서(160)가 이동 로봇 장치(10)가 들리는 키드내핑 상황 등 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패하게 되는 경우를 감지 할 수 있고, 이때 이동 로봇 장치(10)는 다시 이미지 센서(110)와 복수의 지자기 센서(120)를 이용하여 키노드와 노드 시퀀스를 획득할 수 있다.
- [152] 이동 로봇 장치(10)는 키드내핑과 같은 상황에서 똑같이 특징점이 누적되어 있는 서브맵을 기반으로 재배치 노드(Relocation Node)(1220)와 러프 매칭(Rough matching)을 할 수 있다.
- [153] 도 12a에 도시한 바와 같이 이동 로봇 장치(10)는 여러 서브맵 중에서 재배치 노드(1220)와 비교적 더 근접한 노드가 포함되어 있는 서브맵(1200)과 매칭할 수 있다. 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 비교적 멀리 있는 노드가 포함되어 있는 서브맵(1210)은 재배치 노드(1220)와 매칭되지 않는 것으로 식별할 수 있다.
- [154] 그리고, 도 12b에서 도시한 바와 같이 이동 로봇 장치(10)는 재배치 노드(1220)와 더 근접한 노드가 포함되어 있는 서브맵(1200)과 다시 한번 매칭을 하여 제일 잘 매칭되는 짝을 탐색할 수 있다.
- [155] 도 13은 이동 로봇 장치(10)가 키드내핑(1300) 상황에서 가장 잘 매칭되는 짝 즉, 노드를 찾는 과정을 루프 클루징(Loop closing)된 그래프 구조에서 상세하게

도시한 것이다.

- [156] 이동 로봇 장치(10)가 제일 잘 맞는 노드(1310)를 찾은 경우에는, 이동 로봇 장치(10)는 제일 잘 맞는 노드(1310)에 구속조건(Constraint)(1320)을 걸고 기존의 그래프 슬램을 수행한다.
- [157] 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패한 경우 그래프를 보정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [158] 우선, 휠 센서(160)는 이동 로봇 장치(10)가 들리는 등 키드내핑 상황을 감지할 수 있다.(S1410) 이때, 이동 로봇 장치(10)는 오도메트리 구속조건(Odometry constraint)의 생성을 중지할 수 있다.(S1420) 따라서, 이동 로봇 장치(10)는 회전을 하는 동시에, 이미지 센서(110)과 복수의 지자기 센서(120)를 이용하여 3차원 이미지 데이터와 센싱 데이터를 새롭게 획득할 수 있다.(S1430)
- [159] 그리고 이동 로봇 장치(10)는 획득한 새로운 3차원 이미지 데이터와 센싱 데이터를 바탕으로 키노드와 노드 시퀀스를 새롭게 획득하고, 재배치 노드와 매칭을 시도할 수 있다.(S1440)
- [160] 이동 로봇 장치(10)는 매칭이 성공되는지 여부에 따라 다음 단계를 결정할 수 있다.(S1450) 이동 로봇 장치(10)는 매칭이 성공하지 않는 경우는 다시 매칭을 시도하고(S1440) 매칭이 성공하는 경우에는 매칭된 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 그래프를 보정할 수 있다.(S1460)
- [161] 도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패했을 때를 가정하여 실험하는 방법 및 결과를 설명하기 위한 도면이다.
- [162] 도 15a는, 가로 13m, 세로 8.5m인 직사각형 실험장에서 실험자가 이동 로봇 장치(10)에게 키드내핑 상황(1510) 임의로 발생시켰을 때, 이동 로봇 장치(10)가 어떻게 작동하는지를 알기 위한 실험 방법을 도시하고 있다.
- [163] 도 15b에서 도 15a에서 계획한 실험을 실제 진행하였을 때의 결과값이 도시되어 있다. 점선으로 표시된 선(1520)은 키드내핑 상황에서 이동 로봇 장치(10)가 생성한 그래프 슬램의 궤적을 표시한 것이다. 그리고 실선으로 표시된 선(1530)은 이동 로봇 장치(10)의 오도메트리 궤적으로, 키드내핑(1510)상황이 발생하였어도 그래프 슬램의 궤적(1520)에 맞게 결과값이 도출된 것을 알 수 있다.
- [164] 도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른, 이동 로봇 장치(10)의 제어방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [165] 우선, 이동 로봇 장치(10)는 이미지 센서(110)를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고 복수의 지자기 센서(120)를 통해 센싱 데이터를 획득할 수 있다.(S1610)
- [166] 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 복수의 이미지 데이터에서 특징점을 추출하여 키노드를 획득하고, 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득할 수 있다.(S1620)
- [167] 그리고, 이동 로봇 장치(10)는 획득한 키노드와 노드 시퀀스를 이용하여 이동 로봇 장치(10)의 위치 정보를 나타내는 그래프 구조를 생성할 수 있다.(S1630)

- [168] 그리고, 이동 로봇 장치(10)가 위치 인식을 실패하는 경우(예를 들면, 키드내핑과 같은 상황)에는(S1640) 다시 새롭게 키노드와 노드 시퀀스를 획득하여 이동 로봇 장치(10)의 위치 정보를 나타내는 그래프 구조를 보정할 수 있다.(S1650)
- [169]
- [170] 한편, 본 개시에서 사용된 용어 "부" 또는 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구성된 유닛을 포함하며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. "부" 또는 "모듈"은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)으로 구성될 수 있다.
- [171] 본 개시의 다양한 실시예들은 기기(machine)(예: 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체(machine-readable storage media)에 저장된 명령어를 포함하는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 기기는, 저장 매체로부터 저장된 명령어를 호출하고, 호출된 명령어에 따라 동작이 가능한 장치로서, 개시된 실시예들에 따른 전자 장치를 포함할 수 있다. 명령이 프로세서에 의해 실행될 경우, 프로세서가 직접, 또는 상기 프로세서의 제어 하에 다른 구성요소들을 이용하여 상기 명령에 해당하는 기능을 수행할 수 있다. 명령은 컴파일러 또는 인터프리터에 의해 생성 또는 실행되는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장매체가 신호(signal)를 포함하지 않으며 실재(tangible)하다는 것을 의미할 뿐 데이터가 저장매체에 반영구적 또는 임시적으로 저장됨을 구분하지 않는다.
- [172] 일시에 따르면, 본 문서에 개시된 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 온라인으로 배포될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.
- [173] 다양한 실시예들에 따른 구성 요소(예: 모듈 또는 프로그램) 각각은 단수 또는 복수의 개체로 구성될 수 있으며, 전술한 해당 서브 구성 요소들 중 일부 서브 구성 요소가 생략되거나, 또는 다른 서브 구성 요소가 다양한 실시예에 더 포함될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 일부 구성 요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 개체로 통합되어, 통합되기 이전의 각각의 해당 구성 요소에 의해 수행되는 기능을 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시예들에 따른, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성 요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적,

병렬적, 반복적 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 적어도 일부 동작이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 다른 동작이 추가될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 이동 로봇 장치에 있어서,
주행부;
이미지 센서;
복수의 지자기 센서;
적어도 하나의 인스트럭션(instruction)을 저장하는 메모리; 및
상기 적어도 하나의 인스트럭션을 실행하는 프로세서;를 포함하고,
상기 프로세서는,
상기 이동 로봇 장치가 상기 주행부를 통해 이동하는 동안 상기 이미지
센서를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 상기 복수의 지자기
센서를 통해 센싱 데이터를 획득하며,
상기 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 상기 특징점을
바탕으로 키 노드들을 획득하고,
상기 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득하고,
상기 키 노드들과 상기 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 이동 로봇 장치의
위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하고,
상기 이동 로봇 장치의 위치 인식을 실패할 경우 상기 그래프 구조를
보정하는 이동 로봇 장치.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 복수의 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated
BRIEF)알고리즘을 이용하여 상기 특징점들을 추출하는 것을 특징으로
하는 이동 로봇 장치.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 특징점들을 누적하여 서브맵을 구성하고,
상기 서브맵을 RANSAC(Random sample consensus) 알고리즘을 수행하고
가장 근접한 노드와 매칭하여 상기 키 노드를 획득하는 것을 특징으로
하는 이동 로봇 장치.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 획득한 센싱 데이터를 그룹핑하여 센싱 데이터 그룹을 획득하고,
상기 센싱 데이터 그룹의 자기장값과 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹의
자기장값들을 비교하여 매칭하고,
상기 매칭된 센싱 데이터 그룹을 바탕으로 한 쌍의 그래프 구조로
이루어진 노드 번들을 획득하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇 장치.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,

상기 프로세서는,
 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이
 존재하는 지 여부를 판단하고,
 상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이
 존재하는 것으로 판단되면, 상기 기존의 획득한 노드 번들 사이에
 존재하는 상기 새로 획득한 노드 번들만을 추출하고,
 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들만을 상기 노드 시퀀스로 선정하는
 것을 특징으로 하는 이동 로봇 장치.

[청구항 6] 제 5항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 거리 차이가 더 작은 기존의 획득한
 노드 번들을 갱신하고,
 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들과 상기 갱신된 기존의 획득한 노드
 번들 중 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 탐색하고,
 상기 거리 차이가 가장 작은 노드 번들을 이용하여 상기 노드 시퀀스의
 위치를 알아내는 것을 특징으로 하는 이동 로봇 장치.

[청구항 7] 제 6항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 가우시안 프로세스(Gaussian process)를 이용하여 상기 거리 차이가 더
 작은 기존의 획득한 노드 번들로 갱신하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇
 장치.

[청구항 8] 제 1항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 이동 로봇 장치가 이동하는 동안, 휠 센서를 통해 상기 이동 로봇
 장치가 생성한 상기 그래프 구조에서 나타내는 위치 정보와는 다른 위치
 정보를 감지하여 위치 인식에 실패할 경우, 상기 이동 로봇 장치가 회전을
 하며 상기 이미지 센서와 상기 복수의 자지기 센서를 통해 새로운 이미지
 데이터와 센싱 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇 장치

[청구항 9] 제 8항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 이동 로봇 장치가 새로 획득한 상기 이미지 데이터와 상기 센싱
 데이터를 바탕으로 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 획득하고,
 획득한 상기 새로운 키노드와 노드 시퀀스를 바탕으로 기존에 생성한
 상기 그래프 구조와 비교하여 매칭되는지 여부를 판단하는 것을
 특징으로 하는 이동 로봇 장치.

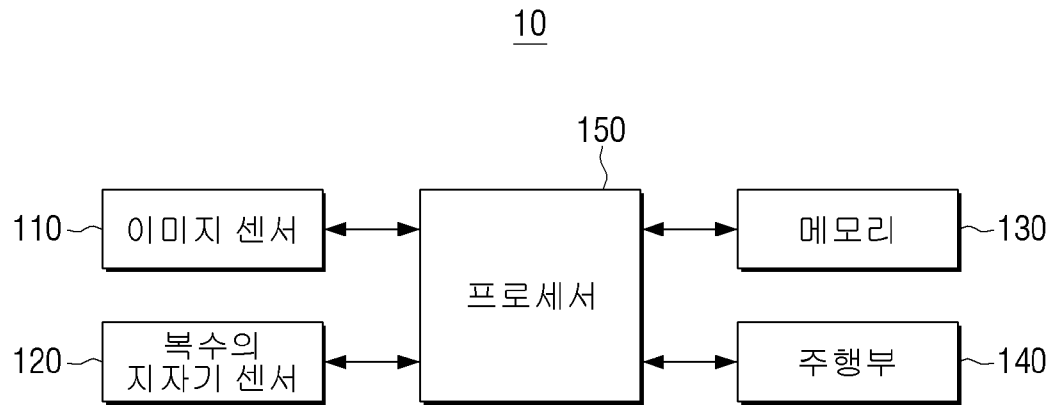
[청구항 10] 제 9항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 기존에 생성한 그래프 구조와 매칭되는 상기 새로운 키노드와 노드

시퀀스를 바탕으로 상기 그래프 구조를 보정하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇 장치

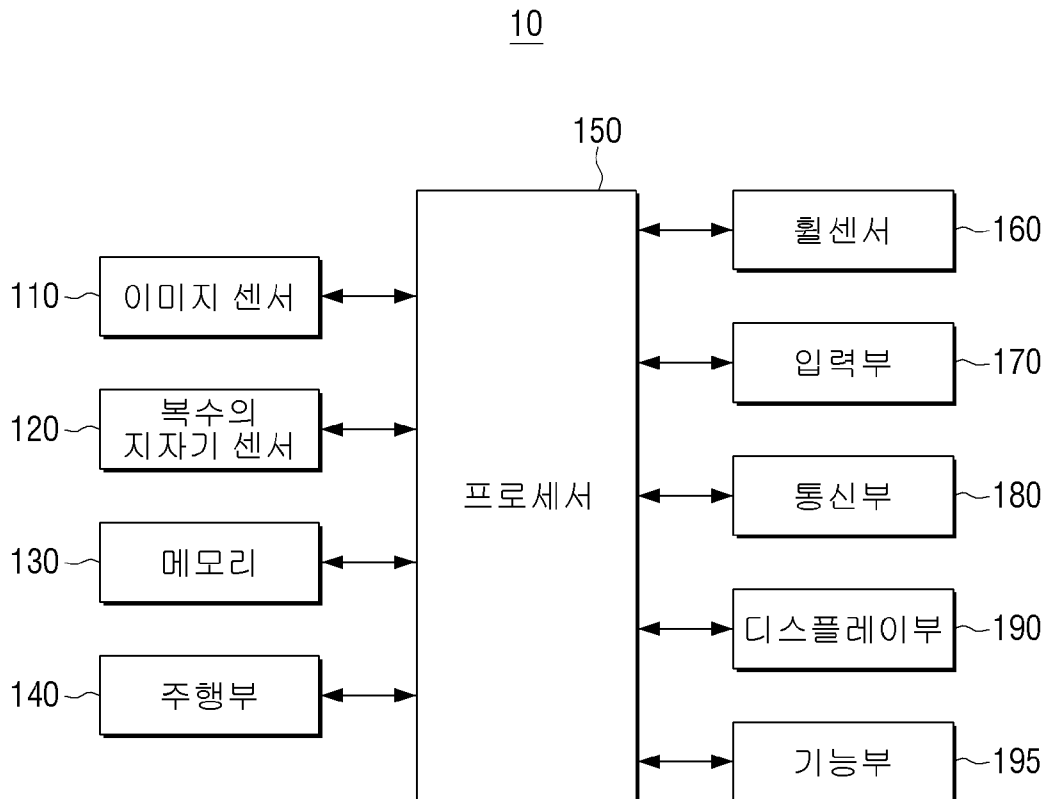
- [청구항 11] 이동 로봇 장치의 제어 방법에 있어서,
상기 이동 로봇 장치가 이동하는 동안 이미지 센서를 통해 복수의 이미지 데이터를 획득하고, 복수의 지자기 센서를 통해 센싱 데이터를 획득하는 단계;
상기 복수의 이미지 데이터로부터 특징점을 추출하고 상기 특징점을 바탕으로 키 노드들을 획득하는 단계;
상기 센싱 데이터를 바탕으로 노드 시퀀스를 획득하는 단계;
상기 키 노드들과 상기 노드 시퀀스를 바탕으로 상기 이동 로봇 장치의 위치를 추정하는 그래프 구조를 생성하는 단계; 및
상기 이동 로봇 장치가 위치 인식을 실패할 경우 상기 그래프 구조를 보정하는 단계;를 포함하는 이동 로봇 장치의 제어방법.
- [청구항 12] 제 11항에 있어서,
상기 키 노드들을 획득하는 단계는,
상기 복수의 이미지 데이터에서 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)알고리즘을 이용하여 상기 특징점들을 추출하는 이동 로봇 장치의 제어방법.
- [청구항 13] 제 11항에 있어서,
상기 키 노드들을 획득하는 단계는,
상기 특징점들을 누적하여 서브맵(Submap)을 구성하는 단계;
상기 서브맵을 RANSAC(Random sample consensus) 알고리즘을 수행하고 가장 근접한 노드와 매칭하여 상기 키 노드를 획득하는 단계;를 포함하는 이동 로봇 장치의 제어방법.
- [청구항 14] 제 11항에 있어서,
상기 노드 시퀀스를 획득하는 단계는,
상기 획득한 센싱 데이터를 그룹핑하여 센싱 데이터 그룹을 획득하는 단계;
상기 센싱 데이터 그룹의 자기장값과 기존에 저장한 센싱 데이터 그룹의 자기장값들을 비교하여 매칭하는 단계; 및
상기 매칭된 센싱 데이터 그룹을 바탕으로 한 쌍의 그래프 구조로 이루어진 노드 번들을 획득하는 단계;를 포함하는 이동 로봇 장치의 제어방법.
- [청구항 15] 제 14항에 있어서,
상기 노드 시퀀스를 획득하는 단계는,
상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이 존재하는 지 여부를 판단하는 단계;
상기 기존에 저장된 노드 번들 사이에 상기 새로 획득한 노드 번들이

존재하는 것으로 판단되면, 상기 기존의 획득한 노드 번들 사이에 존재하는 상기 새로 획득한 노드 번들만을 추출하는 단계; 및 상기 추출한 새로 획득한 노드 번들만을 상기 노드 시퀀스로 선정하는 단계;를 포함하는 이동 로봇 장치의 제어방법.

[도1]



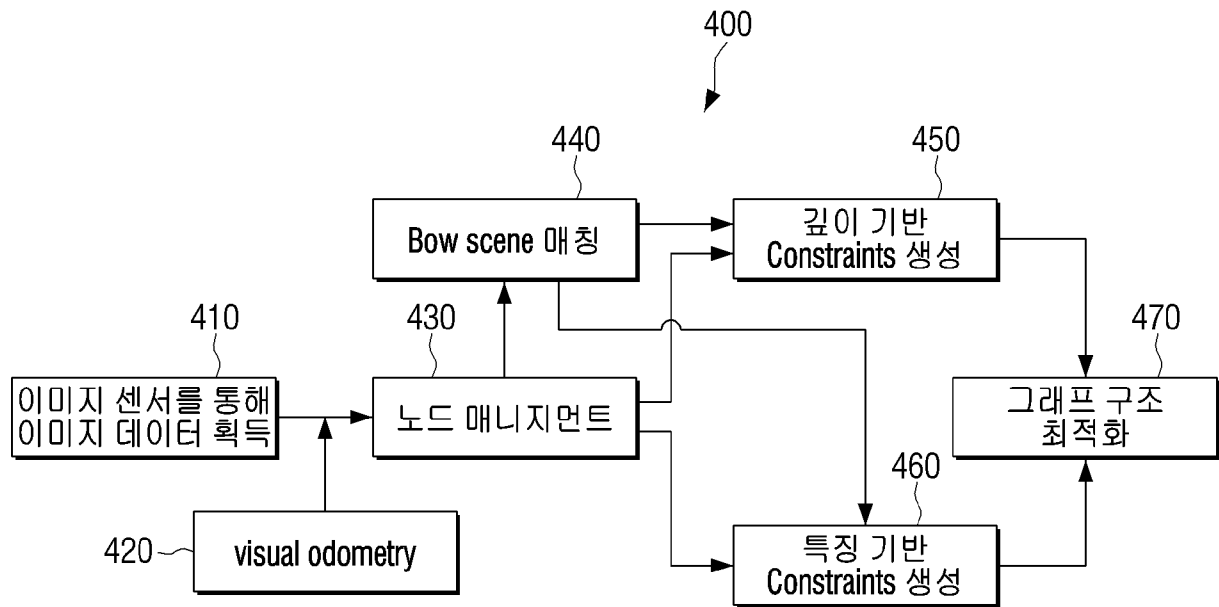
[도2]



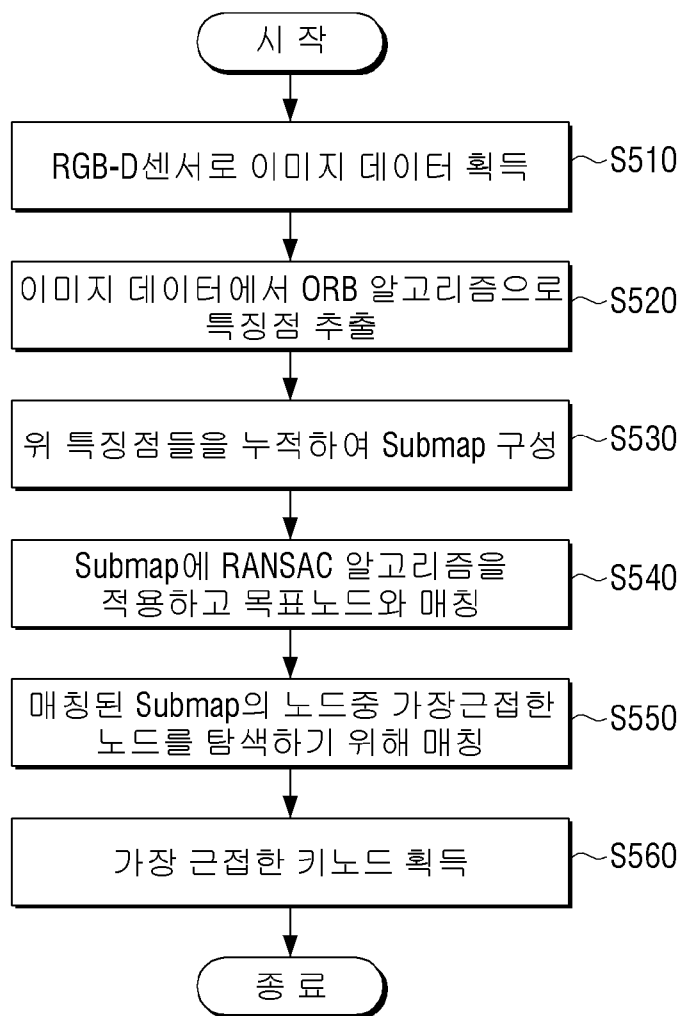
[도3]



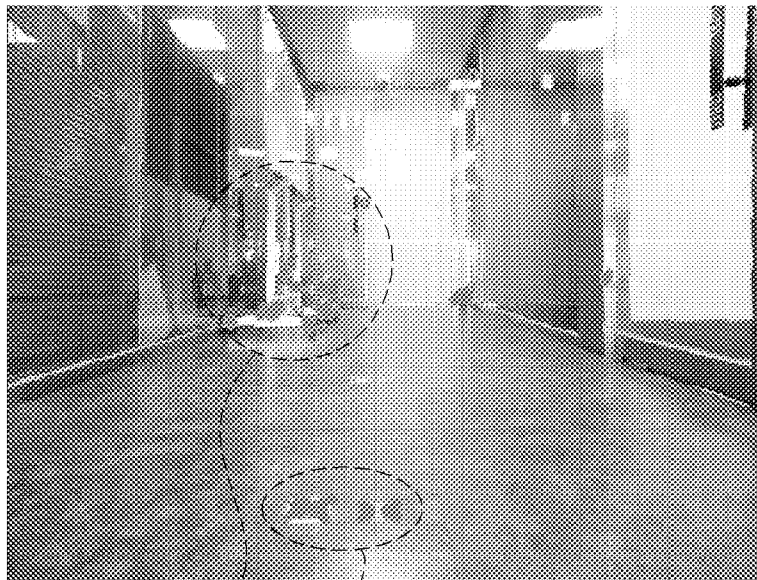
[도4]



[도5]



[도6a]



610

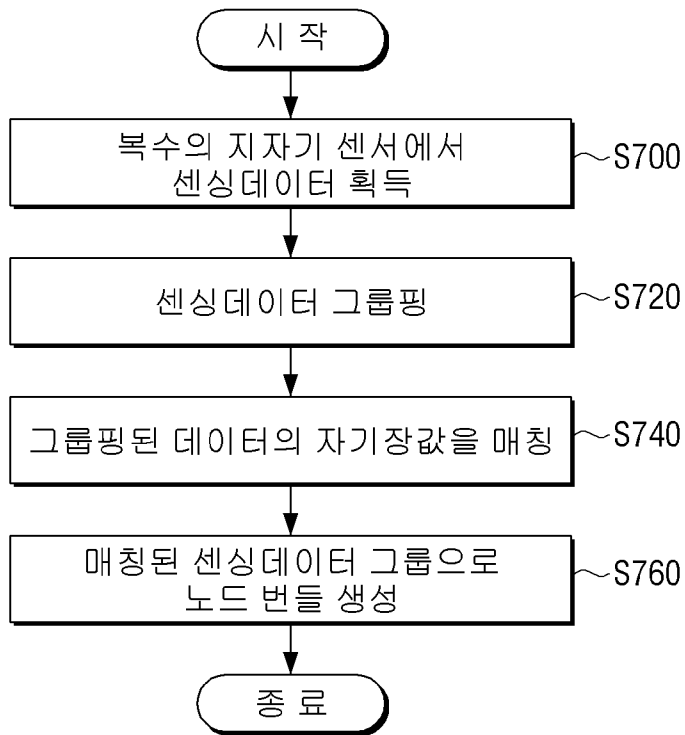
620

[도6b]

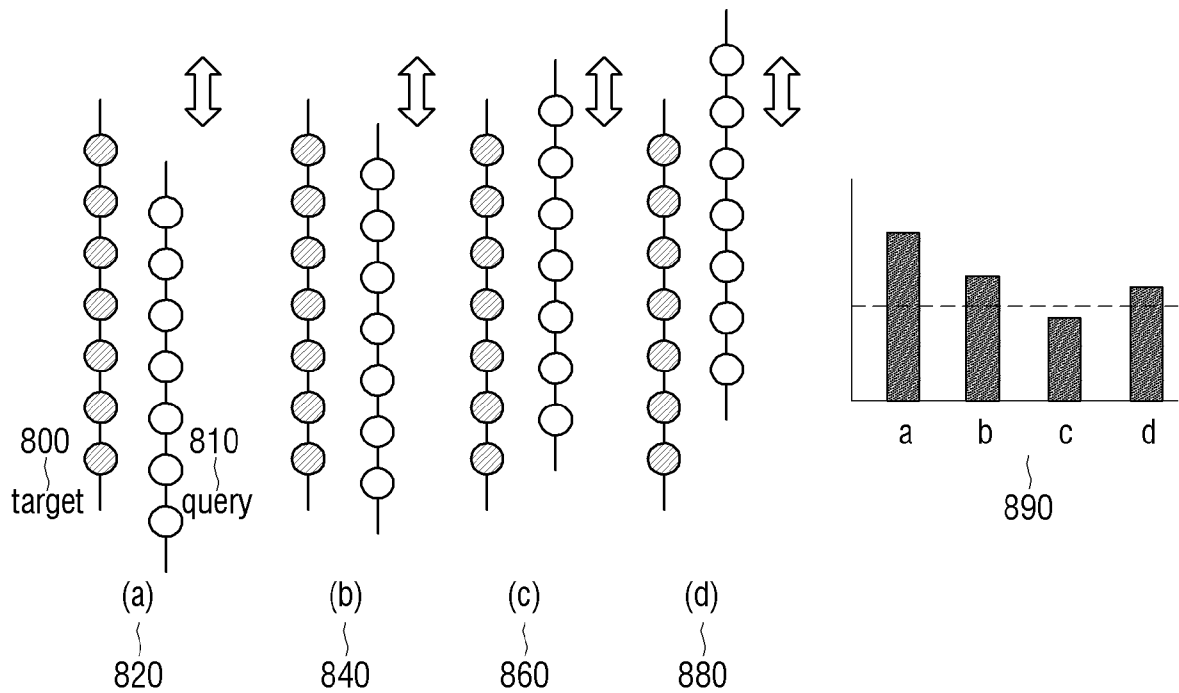


630

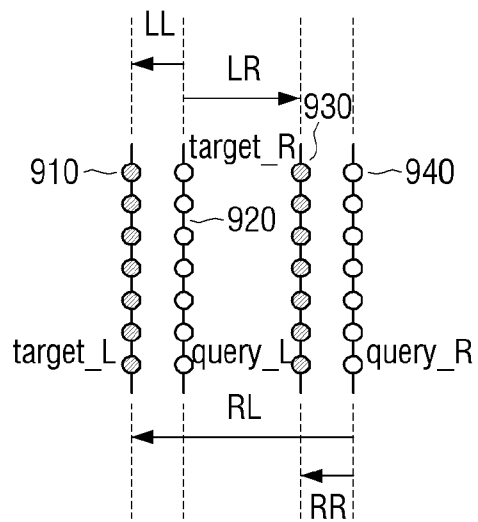
[도7]



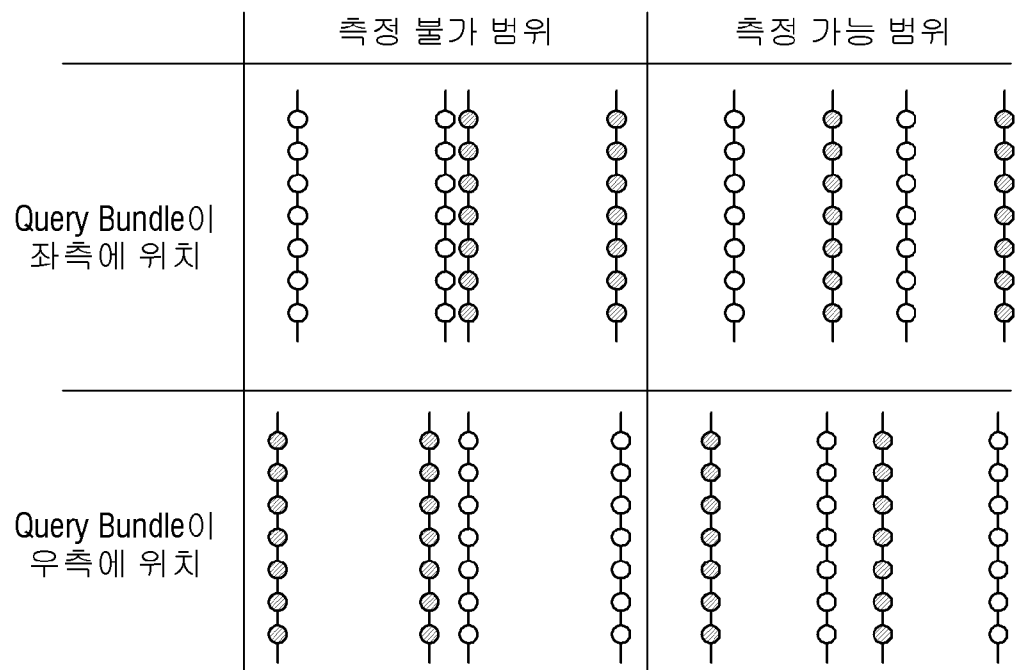
[도8]



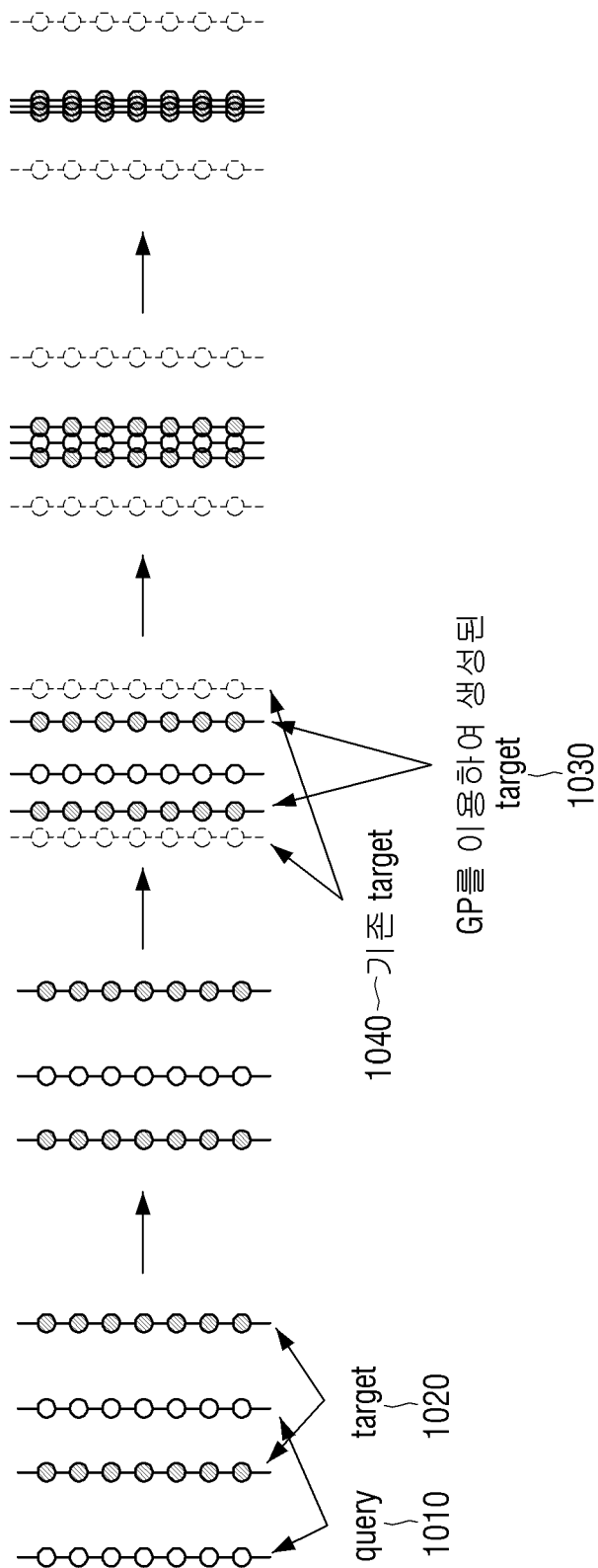
[ㄷ9a]



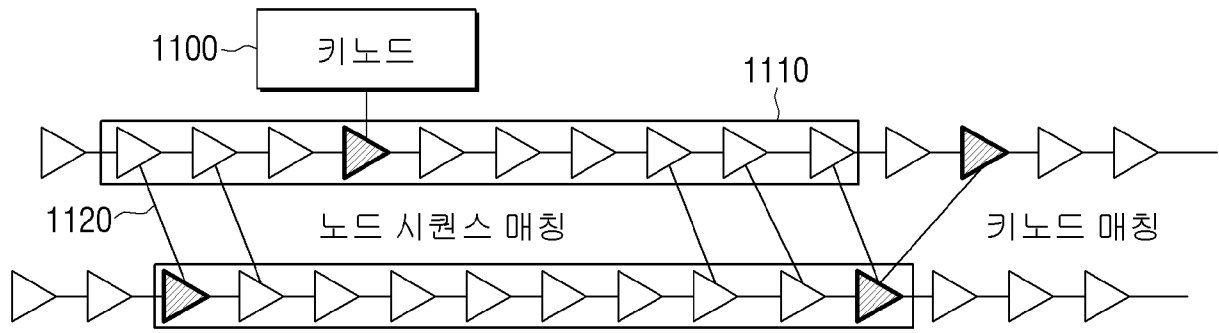
[도9b]



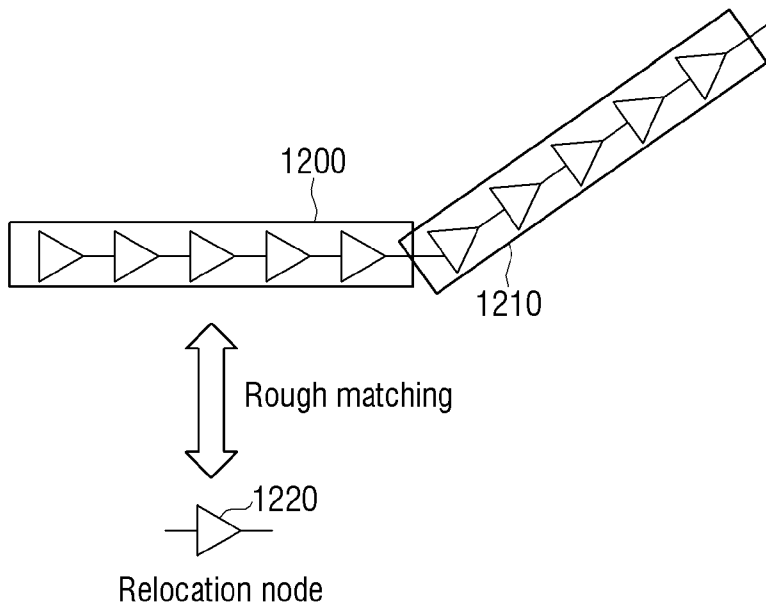
[도 10]



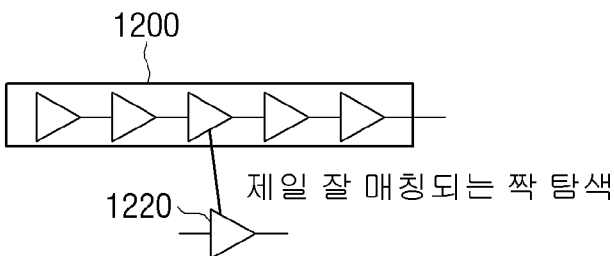
[도11]



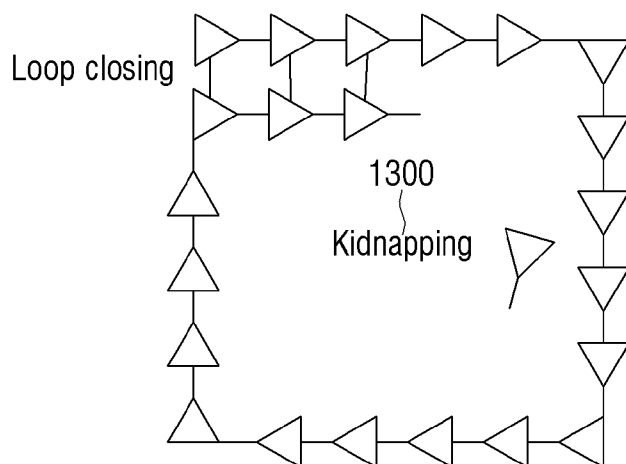
[도12a]



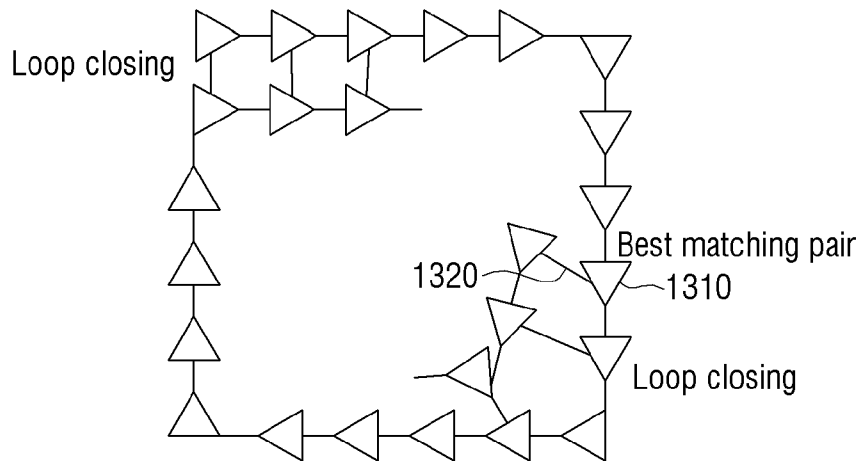
[도12b]



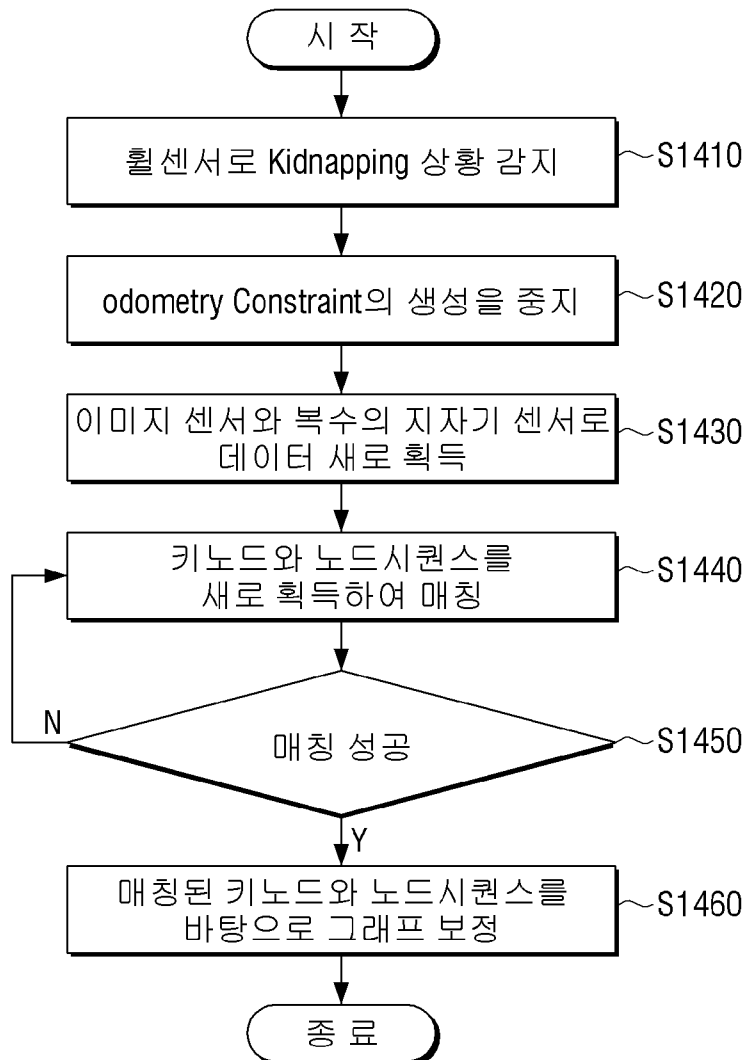
[도13a]



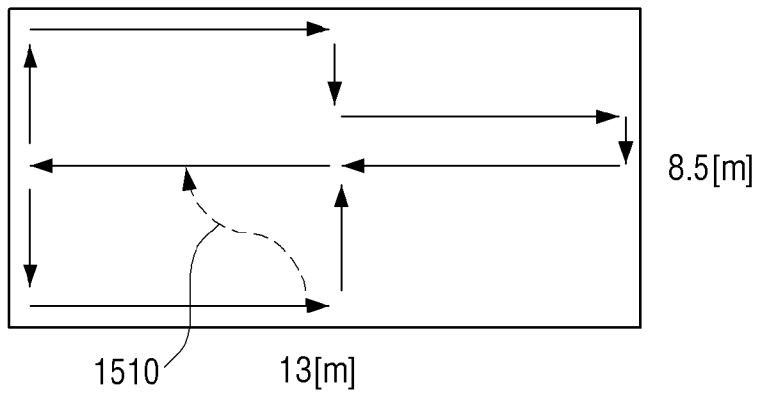
[도13b]



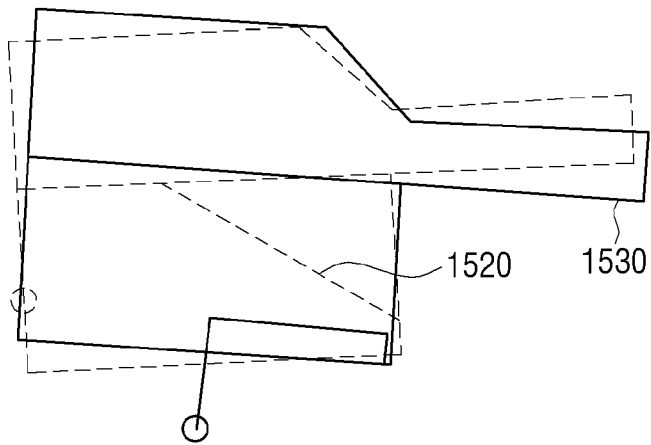
[도14]



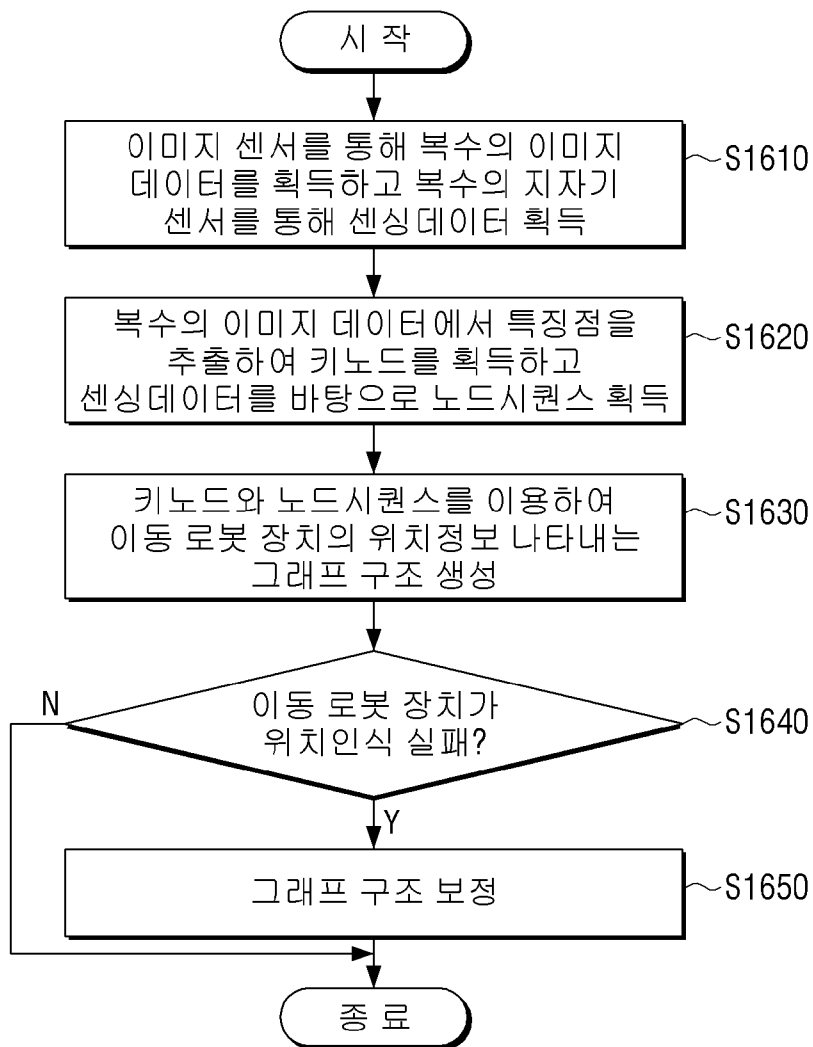
[도 15a]



[도 15b]



[도16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/007499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/16(2006.01)i, B25J 11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J 9/16; B25J 13/08; B25J 19/00; B25J 19/02; B25J 5/00; G01C 21/00; G01C 21/20; G01R 33/00; G05D 1/02; B25J 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: moving robot, image sensor, geomagnetic sensor, node, sequence, location, graph

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-045447 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP. OF AMERICA) 02 March 2017 See paragraphs [0001]-[0141]; and figures 1-2, 4C-4D.	1-15
Y	KR 10-2016-0150504 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 30 December 2016 See paragraphs [0010]-[0096]; and figures 1, 3, 6.	1-15
A	CN 103674015 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 26 March 2014 See paragraphs [0052]-[0100]; and figures 1-5.	1-15
A	US 2016-0377688 A1 (IROBOT CORPORATION) 29 December 2016 See paragraphs [0060]-[0142]; and figures 1A-14.	1-15
A	KR 10-0801261 B1 (SCT CO., LTD.) 04 February 2008 See paragraphs [0021]-[0041]; and figures 1-3.	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 OCTOBER 2019 (16.10.2019)

Date of mailing of the international search report

16 OCTOBER 2019 (16.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/007499

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2017-045447 A	02/03/2017	CN 106796434 A EP 3343307 A1 EP 3343307 A4 EP 3343307 B1 US 2018-0079085 A1 WO 2017-038012 A1	31/05/2017 04/07/2018 17/10/2018 01/05/2019 22/03/2018 09/03/2017
KR 10-2016-0150504 A	30/12/2016	KR 10-1738751 B1	23/05/2017
CN 103674015 A	26/03/2014	CN 103674015 B	10/05/2017
US 2016-0377688 A1	29/12/2016	AU 2015-396963 A1 CN 106470603 A EP 3302260 A1 EP 3302260 A4 JP 2018-524559 A US 10379172 B2 WO 2016-195744 A1	30/11/2017 01/03/2017 11/04/2018 27/02/2019 30/08/2018 13/08/2019 08/12/2016
KR 10-0801261 B1	04/02/2008	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B25J 9/16(2006.01)i, B25J 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B25J 9/16; B25J 13/08; B25J 19/00; B25J 19/02; B25J 5/00; G01C 21/00; G01C 21/20; G01R 33/00; G05D 1/02; B25J 11/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 이동 로봇(moving robot), 이미지 센서(image sensor), 지자기 센서(geomagnetic sensor), 노드(node), 시퀀스(sequence), 위치(location), 그래프(graph)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2017-045447 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP OF AMERICA) 2017.03.02 단락 [0001]-[0141]; 및 도면 1-2, 4C-4D 참조.	1-15
Y	KR 10-2016-0150504 A (한국과학기술원) 2016.12.30 단락 [0010]-[0096]; 및 도면 1, 3, 6 참조.	1-15
A	CN 103674015 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA 등) 2014.03.26 단락 [0052]-[0100]; 및 도면 1-5 참조.	1-15
A	US 2016-0377688 A1 (IROBOT CORPORATION) 2016.12.29 단락 [0060]-[0142]; 및 도면 1A-14 참조.	1-15
A	KR 10-0801261 B1 (주식회사 에스씨티) 2008.02.04 단락 [0021]-[0041]; 및 도면 1-3 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 10월 16일 (16.10.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 10월 16일 (16.10.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



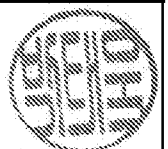
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

박태욱

전화번호 +82-42-481-3405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2017-045447 A	2017/03/02	CN 106796434 A EP 3343307 A1 EP 3343307 A4 EP 3343307 B1 US 2018-0079085 A1 WO 2017-038012 A1	2017/05/31 2018/07/04 2018/10/17 2019/05/01 2018/03/22 2017/03/09
KR 10-2016-0150504 A	2016/12/30	KR 10-1738751 B1	2017/05/23
CN 103674015 A	2014/03/26	CN 103674015 B	2017/05/10
US 2016-0377688 A1	2016/12/29	AU 2015-396963 A1 CN 106470603 A EP 3302260 A1 EP 3302260 A4 JP 2018-524559 A US 10379172 B2 WO 2016-195744 A1	2017/11/30 2017/03/01 2018/04/11 2019/02/27 2018/08/30 2019/08/13 2016/12/08
KR 10-0801261 B1	2008/02/04	없음	