

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. (45) 공고일자 2006년08월11일
G06F 19/00 (2006.01) (11) 등록번호 10-0611328
(24) 등록일자 2006년08월03일

(21) 출원번호 10-2005-0057716 (65) 공개번호
(22) 출원일자 2005년06월30일 (43) 공개일자

(73) 특허권자 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 송재복
서울 강남구 도곡동 467 타워팰리스 B-2907
고방윤
서울 강서구 염창동 254-2 이너스내안에아파트 101동 310호

권태범
경기 부천시 원미구 심곡3동 351-8 4층

(74) 대리인 현종철

(56) 선행기술조사문헌 JP05046239 A JP2005032196 A
KR1020040087171 A KR1020050065241 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 박성우

(54) 세션화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치, 이동로봇의탐사를 통한 세션화 기반 위상지도 작성방
법 및 그 장치

요약

세션화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치와 이동로봇의 위상지도를 이용한 탐사방법 및 그 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 세션화 기반 위상지도 작성방법은 (a) 격자지도를 생성시키는 단계, (b) 장애물의 위치에 대응되는 격자들
의 점유확률을 변경시키는 단계, (c) 장애물에 의해 점유된 점유격자들과 그렇지 않은 비 점유격자들을 구분하는 단계, (d)
격자지도의 공간 중 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 에지를 추출하는 단계 및 (e) 상기 에지를 구성하는 비점유격자
들 중 말단노드, 분기노드, 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 단계를 포함하며, 본 발명에 따른 세션화 기반 이동
로봇의 위상지도 작성 방법은 위 단계들에 (f) 방문하지 않은 말단노드를 목적지로, 최단거리의 에지를 이동경로로 하여 이
동하면서 상기 (b) 내지 (e) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 더 포함한다.

본 발명에 따르면 로봇의 거리센서로부터 감지되는 정보를 기초로 작성한 격자지도에 세션화 기법을 적용하여 에지와 노
드 등의 위상정보를 실시간으로 추출하고, 이를 바탕으로 위상지도를 작성할 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 세션화(thinning) 기법을 이용한 격자지도로부터 위상지도를 생성시키는 방법의 바람직한 실시예의 순서도이다.

도 2는 본 발명에 따른 이동로봇을 위한 환경탐사 방법의 바람직한 실시예의 순서도이다.

도 3은 본 발명을 설명하는데 이용되는 환경의 일예이다.

도 4는 도 3의 환경에 대한 격자지도의 일예이다.

도 5는 노드와 에지로 구성되는 일반적인 위상지도의 일예이다.

도 6은 도 4의 격자지도를 반전시킨 반전 격자지도이다.

도 7은 도 6의 반전 격자지도에 세션화 기법을 적용하여 에지를 추출하는 과정을 설명하는 참고도이다.

도 8은 도 7 (c)의 에지로부터 여러 종류의 노드를 추출하는 과정을 설명하는 참고도이다.

도 9는 도 8의 과정을 통하여 도 7 (c)의 에지로부터 추출된 노드들을 보이고 있는 참고도이다.

도 10은 도 3의 환경에 대한 위상지도의 일예이다.

도 11은 종래의 위상지도에 새로운 위상지도를 결합시키는 과정을 설명하는 참고도이다.

도 12는 본 발명에 따른 이동로봇이 탐색하면서 환경에 대한 위상지도를 추출하는 과정을 설명하는 참고도이다.

도 13은 본 발명에 적용되는 이동로봇의 이동방향 및 거리센서의 시야를 설명하는 참고도이다.

도 14는 본 발명에 따른 세션화 기법을 이용하여 격자지도로부터 위상지도를 추출하는 위상지도 작성 장치의 바람직한 실시예의 블록구성도이다.

도 15는 본 발명에 따른 이동로봇을 위한 위상지도를 이용한 탐사장치의 바람직한 실시예의 순서도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 세션(細線)화 기반 위상지도의 작성방법 및 그 장치, 이동로봇의 위상지도를 이용한 탐사방법 및 그 장치에 관한 것이다.

일반적으로 이동로봇이 주행을 수행하기 위해서는 자신의 현재 위치를 추정하고, 현재 위치에서 목표점까지의 경로를 생성하는 작업 등이 필요한데, 이를 위해서는 로봇이 주행하는 환경에 대한 지도가 필요하다. 따라서 지도를 어떠한 형식으로 작성할 것인가와 작성된 지도를 어떻게 사용할 것인가가 중요한 문제가 된다.

일반적으로, 이동로봇은 자체에 부착된 초음파센서, 적외선센서 또는 레이저센서와 같은 거리센서를 사용하여 주변의 장애물을 탐지하고, 로봇과 장애물 사이의 방향과 거리를 측정함으로써 주위환경에 대한 정보를 획득한다. 격자지도(grid map)는 환경을 일정한 크기를 갖는 격자로 나누어 바둑판 모양으로 배열하고, 거리센서에서 측정한 거리데이터로부터 각 격자가 물체에 의해서 점유되어 있을 점유확률을 확률적인 갱신 기법으로 계산한 다음에, 정해진 임계치를 넘는 확률을 갖는 격자는 물체에 의해서 점유되어 있다고 가정하여 작성하는 지도이다. 예를 들어, 도3의 간단한 실내 환경에 대하여 상기에 설명한 방식으로 작성된 격자지도를 도4에 나타내었다. 격자지도는 환경 내의 모든 격자에 대한 물체의 점유여부에 대한 정보를 메모리에 저장하여야 한다. 즉, 격자지도는 정확한 환경 정보를 쉽게 나타낼 수 있다는 장점이 있지만, 환경의 크기가 커지면 요구되는 메모리의 양이 급속히 증가하는 단점이 있다.

한편, 격자지도와는 다른 방식의 지도인 위상지도도 이동로봇에서 많이 사용되는 지도로 환경에 대한 특징들을 위상정보로 가공하여 작성한 지도이다. 예를 들어, 복도의 끝, 두 복도의 교차점, 방문 등 환경의 중요한 특징에 노드를 설정하고, 각 노드들 간의 연결 관계를 파악하여 이들 노드를 연결하는 에지를 설정하면, 노드의 위치와 에지 정보만으로 환경에 대한 위상지도를 작성할 수 있다. 위상지도의 대표적인 예로는 지하철지도를 들 수 있는데, 각 역이 노드에 해당하며, 각 역을 연결한 노선이 에지에 해당한다. 도5는 이렇게 작성한 위상지도의 일반적인 예로서, 도5의 좌측 그림이 환경의 빈 공간이라 할 때 이에 대한 위상지도는 우측 그림과 같이 작성된다. 위상지도의 경우 특징들만을 사용하여 환경을 표현하기 때문에 환경을 간단하게 표현할 수 있고, 노드의 좌표와 노드 간의 연결 관계만을 메모리에 저장하면 되므로, 저장하는 정보의 양이 매우 작게 되는 장점이 있다. 그러나 센서의 측정 잡음과 환경의 변화에 대처하여 지도를 실시간으로 강인하게 작성하기 어려운 단점이 있다.

또한, 로봇이 지도가 미리 주어지지 않은 미지의 환경에서 주행을 수행할 때에는 자율적으로 환경에 대한 지도를 작성하여야 한다. 이를 위해서는 소위 탐사(exploration) 기술이 필요하게 되는데, 로봇이 스스로 경로를 계획하고, 장애물과 충돌을 회피하면서 환경의 모든 부분을 빠짐없이 거리센서로 탐지하는 것이 핵심요소가 된다. 이를 위해서는 로봇의 주행 목적지를 결정하는 요소, 목적지까지의 경로를 계획하는 요소, 환경이 어느 정도 탐사되었는지를 판단하는 요소 등이 필요하다. 이러한 분야에 대하여 활발한 연구 개발이 수행되어 여러 방법들이 제안되었지만, 아직 모든 환경에 적용될 수 있는 방법은 개발되지 못하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상기 문제점을 해결하여 효율적이고 정확한 위상지도를 작성하기 위하여 고안된 것으로, 기존 방법으로 작성된 격자지도에 세선화 기법을 적용하여 실시간으로 위상지도를 작성하는 방법 및 그 장치를 제공함에 그 목적이 있다. 특히, 신뢰도가 높은 강인한 위상지도 작성 기법을 제공하여 위상지도의 활용성을 높이는 데도 그 목적이 있다. 또한, 이동로봇이 환경을 스스로 탐사하면서 세선화 기법을 기반으로 위상지도를 작성하는 방법 및 그 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 세선화 기반 위상지도 작성방법은 (a) 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 단계, (b) 소정의 장애물의 위치정보를 입력받아, 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 단계, (c) 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하는 단계, (d) 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 단계 및 (e) 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 세선화 기반 위상지도 작성방법의 상기 (d) 단계는 (d1) 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유공간을 추출하는 단계 및 (d2) 상기 비 점유공간이 이루는 선 또는 점의 폭이 하나의 격자의 폭과 동일하게 될 때까지, 상기 비 점유공간의 바깥쪽으로부터 차례로 상기 비 점유격자들을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

또한 상기 세션화 기반 위상지도 작성방법의 상기 격자들은 100mm x 100mm의 균일한 크기의 공간에 대응되는 것을 특징으로 할 수 있으며, 상기 (c) 단계의 미리 정하여진 소정의 값은 0.5인 것을 특징으로 할 수도 있다.

상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성방법은 소정의 거리센서를 구비하여 전방 및 좌우 측면의 장애물의 위치를 탐지할 수 있으며, 이동이 가능한 로봇이 소정의 환경을 탐사하여 위상지도를 작성하는 방법으로서, (a) 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 단계, (b) 상기 거리센서를 이용하여 장애물의 위치를 탐지하는 단계, (c) 상기 탐지된 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 단계, (d) 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하는 단계, (e) 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 단계 및 (f) 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성방법은 (g) 상기 (f) 단계에서 작성된 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 기존 위상지도가 있는 경우에는 상기 기존 위상지도에 상기 (f) 단계에서 작성된 위상지도의 내용을 반영시켜, 상기 기존 위상지도를 수정하고 이를 저장하는 단계, (h) 상기 기존 위상지도의 말단노드 중 한번도 방문한 적이 없는 말단노드 중 현재 위치에서 가장 가까운 위치에 있는 말단노드를 목적지로 설정하고, 현재 위치에서 목적지에 해당하는 말단노드를 최단 거리로 연결하는 에지를 추출하여 이동경로로 설정하는 단계 및 (i) 상기 이동경로를 따라 이동하면서, 상기 (b) 단계 내지 (h) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 세션화 기반 위상지도 작성 장치는 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시켜 저장하는 격자지도 생성부, 소정의 장애물의 위치정보를 입력받는 입력부, 상기 입력부로부터 상기 위치정보를 제공받고, 상기 격자지도의 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 점유확률 변경부, 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하고, 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 소정의 비 점유격자들이 연결된 선인 에지를 추출하는 에지 추출부 및 상기 에지 추출부로부터 상기 에지정보를 제공받아, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들과 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 노드 추출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 세션화 기반 위상지도 작성 장치의 상기 에지 추출부는 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유공간을 추출한 후, 상기 비 점유공간이 이루는 선 또는 점의 폭이 하나의 격자의 폭과 동일하게 될 때까지 상기 비 점유공간의 바깥쪽으로부터 차례로 상기 비 점유격자들을 제거하는 것을 특징으로 할 수 있다.

상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 따른 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성 장치는 이동이 가능한 로봇의 위상지도 작성 장치로서, 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 격자지도 생성부, 소정의 거리센서를 이용하여 상기 로봇의 전방 및 좌우 측면에 위치하는 장애물의 위치를 탐지하는 장애물 탐지부, 상기 장애물 탐지부로부터 상기 탐지된 장애물의 위치정보를 제공받아, 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 상기 격자지도 상의 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 점유확률 변경부, 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하고, 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 에지 추출부 및 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 노드 추출부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성 장치는 상기 노드 추출부로부터 상기 작성된 위상지도 정보를 제공받고, 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 기존 위상지도가 저장되어 있는 경우에는 상기 기존 위상지도를 독출한 후 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도의 내용을 상기 기존 위상지도에 반영시켜, 상기 기존 위상지도를 수정하고 이를 저장하는 위상지도 업데이트부, 상기 기존 위상지도의 말단노드 중 한번도 방문한 적이 없는 말단노드 중 현재 위치에서 가장 가까운 위치에 있는 말단노드를 목적지로 설정하고, 현재 위치에서 목적지에 해당하는 말단노드를 최단거리로 연결하는 에지를 추출하여 이동경로로 설정하는 이동경로 설정부 및 상기 이동경로 설정부로부터 상기 이동경로를 제공받고, 상기 이동경로를 따라 상기 로봇이 이동하도록 상기 로봇을 제어하는 로봇 이동제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수도 있다.

이하에서는 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 세션화(thinning) 기법을 이용한 격자지도로부터 위상지도를 생성시키는 방법의 바람직한 실시예의 순서도이다.

먼저 물체(장애물)에 점유될 확률이 미정(즉 장애물에 의해 점유되었는지 여부를 모르는 경우)인 다수개의 격자들로 구성되는 소정의 환경에 대응되는 격자지도를 생성(S101)시킨다. 여기서 격자지도의 격자는 대응되는 약 100mm x 100mm의 균일한 크기의 환경에 각각 대응되도록 할 수 있으며, 각 격자의 초기 점유확률(점유될 확률이 미정인 경우)을 0.5로 설정할 수 있다. 이 때 각 격자의 크기는 환경의 크기나 요구되는 지도의 정확성에 따라서 다른 값을 취할 수 있다.

그 후 장애물의 위치정보를 입력(예를 들면 소정의 거리센서를 통해서 입력을 받을 수 있으며, 또는 키보드 입력 등의 여러 입력수단 및 방법이 적용될 수 있다)받아, 위 격자지도 상의 각 격자들에 대응되는 환경(공간)이 장애물에 의해 점유된 확률인 점유확률을 예를 들면 0에서부터 1까지 사이의 값으로 변경(S102)시킨다. 여기서 격자의 점유확률은 거리센서 등을 통하여 측정된 데이터에 기초하여 확률적인 갱신 방법(예를 들면 어떤 격자에 대응되는 환경의 몇 퍼센트가 장애물에 의해 점유되었는지를 표시하는 등)을 적용하여 각 격자의 점유확률을 0에서 1 사이로 값으로 계속 갱신할 수 있다. 여기서 0에 가까운 점유확률은 장애물이 없는 빈 격자를, 1에 가까운 점유확률은 장애물이 있는 격자를 의미할 수 있으며(물론 그 역도 가능하다), 0.5의 점유확률은 그 격자에 대한 거리정보가 획득된 바가 없어서 점유확률을 계산할 수 없는 격자를 의미한다. 격자지도는 대상 환경 내의 모든 격자에 점유확률을 부여함으로써 환경을 표현하게 된다.

참고로 도 3은 본 발명을 설명하는데 이용되는 환경의 일예이며, 도 4는 도 3의 환경에 대한 격자지도의 일예이다. 여기서 흰색 격자는 점유확률이 0 근처인 격자를, 검은 격자는 점유확률이 1 근처인 격자를 각각 나타낸다.

그 후 위 점유확률이 변경된 격자지도에 세션화 기법을 적용하여 에지를 추출(S103)한다.

이때 필요에 따라서 다음 단계는 세션화 과정의 전 단계로 위 격자지도에 대하여 반전된 이미지의 격자지도를 작성할 수 있다. 즉, 물체에 의해서 점유된 격자는 0의 값을, 비점유된 격자는 1의 값을 부여한다. 이를 위하여 격자지도의 정보의 저장을 위하여 설정한 배열과 동일한 크기의 새로운 배열을 설정한 후에, 임계치(예를 들면 0.5) 이하의 점유확률을 갖는 격자를 검색하여 새로운 배열의 동일한 위치에 1을 기록하고, 나머지 위치에 0을 기록한다.

도 6은 도 4의 격자지도를 반전시킨 반전 격자지도이다. 이 반전 격자지도에서는 점유격자는 0의 값을 갖는 흰색(602)으로, 비점유격자는 1의 값을 갖는 검은색(601)으로 표현하였다.

그 후 이렇게 작성한 반전 격자지도에 영상처리 기법 중에서 어떤 물체의 골격을 나타내기 위하여 많이 사용하는 세션화(thinning) 기법을 적용하면, 도7과 같은 세션화 과정을 거쳐 골격 형상의 최종 세션(thin line) 정보가 추출된다.(도 7은 도 6의 반전 격자지도에 세션화 기법을 적용하여 에지를 추출하는 과정을 설명하는 참고도이다.) 이 때 세션화 과정은, 도 7의 (a)의 이미지에서 빈 공간에 해당하는 검은색 격자에 대하여, 환경의 경계 및 흰색 격자로 표시된 바깥쪽으로부터 화살표 방향(안쪽 방향)으로 하나씩 검은색 격자를 제거하는 작업을 말하는데, 한 격자 두께에 해당하는 세션이 남을 때까지 이 작업이 반복하여 수행되어, (b) 단계를 거쳐서 (c) 단계에 이르게 된다. 이렇게 형성된 세션((c) 단계의)은 도 1의 환경에서 장애물에 점유되지 않은 빈 공간의 중앙에 해당하게 되며, 장애물로부터 동일한 거리를 갖는 점들을 연속적으로 연결한 선도에 해당하게 된다. 위상지도에서는 이러한 선도를 에지(edge)라 부른다.

그 후 상기 에지에서 노드를 추출하여 위상지도를 생성(S104)시킨다. 여기서 위 노드에서는 세 종류가 있을 수 있는데 이는 도 8을 참조하여 설명한다.

도 8은 도 7 (c)의 에지로부터 여러 종류의 노드를 추출하는 과정을 설명하는 참고도인데, 도 8의 (a)는 말단노드를 설명하고 있으며, (b)는 분기노드를 설명하고 있고, (c)는 코너 노드를 설명하고 있다. 먼저 어떤 환경의 구석에 해당되는 노드는 말단노드(end node)라고 하는데, 이는 에지의 끝에 해당한다. 즉, 에지를 구성하는 임의의 격자를 고려할 때, 그 격자에 인접한 8개의 격자 중 에지를 구성하는 격자가 1개라면 그 임의의 격자는 말단노드에 해당한다. 도 8의 (a)에서 811은 말단노드를 의미하며, 812는 위 말단노드(811)에 대응되는 격자의 주변에 위치하는 8개의 격자 중 유일하게 에지를 구성하는 격자를 의미한다.

다음으로 3개 이상의 에지가 만나서 생성되는 노드를 분기노드(branch node)라고 하는데, 이는 환경이 여러 갈래로 갈라지는 부분에 생성된다. 에지를 구성하는 임의의 격자를 고려할 때, 그 격자에 인접한 8개의 격자 중 에지를 구성하는 격자가 3개 이상이라면 임의의 격자는 분기노드에 해당한다. 도 8의 (b)에서 821은 분기노드를 의미하며, 822는 위 분기노드(821)에 대응되는 격자를 둘러싼 주변 8개 격자 중 에지에 해당하는 3개의 격자를 의미한다.

마지막으로, 에지의 기울기가 크게 변하는 부분에 생성되는 노드를 코너노드(corner node)라고 하는데, 이는 꺾임 복도 등과 같이 말단노드와 분기노드 만으로는 환경에 대한 정보가 부족한 경우에 유용한 위상정보를 제공한다. 도8의 (c)에서와 같이 두 노드를 연결하는 에지 상의 점(격자)들과 두 노드 사이의 가상의 직선과의 거리를 구하여, 위 거리 중 일정한 임계값 이상인 경우에 그에 해당되는 격자를 코너 노드로 설정할 수 있으며, 필요에 따라서는 두 노드 사이의 가상의 직선과 두 노드를 연결하는 에지를 구성하는 각각의 격자들과의 거리 값을 구한 후, 위 거리 값 중에서 그 최대 값이 위 임계값을 초과하는 경우 그 최대 값을 갖는 격자를 코너 노드로 설정할 수 있다.

이렇게 추출한 노드의 좌표와 에지를 검색하여 얻은 각 노드간의 연결 관계를 파악하면 환경에 대한 위상정보를 얻게 되고, 이 정보가 곧 위상지도가 된다.

도 9는 도 8의 과정을 통하여 도 7 (c)의 에지로부터 추출된 노드들을 보이고 있는 참고도이며, 도 10은 도 3의 환경에 대한 위상지도의 일예이다. 여기서 참조번호 901과 같이 원형으로 표시된 격자는 여러 종류의 노드들을 의미하며, 참조번호 902와 같이 사각형으로 표시된 격자는 각 노드들을 연결시키는 에지를 구성하는 격자를 의미한다. 도 10의 참조번호 1001은 말단노드를 의미하며, 참조번호 1002는 분기노드를 의미하고, 참조번호 1003은 코너 노드를 의미한다.

도 2는 본 발명에 따른 이동로봇을 위한 환경탐사 방법의 바람직한 실시예의 순서도이다. 여기서 S201, S202, S203 및 S204 단계는 도 1의 S101, S102, S103 및 S104 단계와 동일하다.

다만, S202 단계는 여러 입력수단 또는 방법으로 장애물의 위치정보를 입력받는 것과는 달리 이동로봇에 장착된 각종 거리센서를 통하여 장애물의 위치정보를 탐지하는 점에서 차이가 있다.

S204 단계이후 새롭게 추출된 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 위상지도(위에서 추출된 위상지도에 대응되는 동일한 환경에 대한 다른 위상지도)가 있지 여부를 판단(S205)하여 존재하는 경우에는 위 기존 위상지도에 새롭게 추출된 위상지도를 반영시켜 수정(S206)한다.

즉, 로봇이 이동하면서 로봇에 장착된 거리센서로부터 주위환경에 대한 거리정보를 계속적으로 획득하여, 각 격자에 대응되는 환경공간이 점유되었는지에 대한 여러 번의 정보가 수집되며, 이러한 정보가 수집될 때마다 해당 격자의 점유확률이 갱신되고, 이에 따라 새로운 위상지도가 추출(생성)된다. 이 위상지도는 환경의 변화 또는 탐색되는 환경의 확장으로 인하여 수정될 필요가 있는데, 이러한 과정은 S206 단계에서 수행된다.

도 11은 종래의 위상지도에 새로운 위상지도를 결합시키는 과정을 설명하는 참고도이다. 즉 (a)는 미리 저장되어 있는 위상지도이고, (b)는 새롭게 탐색된 환경부분에 대한 위상지도인 경우 이 새로운 위상지도는 기존의 위상지도와 연관시켜 저장할 필요가 있다. 기존 위상지도와 새롭게 생성된 위상지도는 N1, N2, N3라는 노드를 공유하고 있으므로, 두 위상지도의 이 부분을 일치(겹쳐지도록)시켜 두 위상지도를 결합시킨 것이 (c) 갱신된 위상지도이다. 이 과정에서 기존의 노드가 다른 형태의 노드로 변환되기도 하며, 에지의 형태가 변하기도 한다. 이는 어떤 특정한 영역에 대하여는 로봇이 이전의 위치에서는 관찰되지 않았지만, 새로운 로봇의 위치에서는 관찰되는 경우가 흔히 발생하기 때문이다.

그 후 로봇이 새롭게 갱신된 위상지도 상의 말단노드들에 대응되는 위치를 방문한 적이 있는지 여부를 판단(S207)하여, 그렇지 않은 경우 방문한 적이 없는 말단노드들 중 현재위치로부터 가장 근접한 말단노드를 목적지로 설정하고, 위 목적지에 해당하는 말단노드와 현재위치를 연결시키는 최단거리의 에지를 이동경로로 설정하여 위 목적지의 말단노드로 이동(S208)한다. 그 후 위 S202 단계부터 다시 반복하여 수행한다.

미지의 환경에 대한 지도를 작성할 때 인간이 환경의 특징을 인식하여 조이스틱 등으로 로봇을 적절한 위치로 이동시키면서 로봇에 장착된 거리센서를 이용하여 격자지도 또는 위상지도를 작성하는 것이 일반적인 방법이었으나, 본 발명에서는 미지의 환경에 대하여 인간의 도움 없이 로봇이 자율적으로 주행을 하며, 환경 전체를 빠진 부분 없이 돌아다니는 탐사(exploration) 방법을 구현하는 것이 가능하다. 이러한 탐사는, 전체 환경을 빠짐 없이 지도에 반영할 수 있도록 로봇의 단계별 주행 목적지를 결정하는 요소, 로봇의 현재 위치로부터 단계별 목적지까지의 경로를 계획하는 요소, 환경이 어느 정도 탐사되었는지 판단하는 요소 등을 구비할 것이 요구된다.

본 발명에 따라서 이동로봇이 탐사하는 과정을 도 12를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 12는 본 발명에 따른 이동로봇이 탐색하면서 환경에 대한 위상지도를 추출하는 과정을 설명하는 참고도이다. 도12의 (a) 같이 복도의 끝이나 벽이나 가구 등의 장애물로 둘러싸인 환경의 구석에 말단노드가 생성된다. 도12의 (a)에서 이동로봇(1203)의 현재위치에서 로봇의 전방을 관찰하면, 칸막이와 식탁에 의하여 관찰이 안 되는 미지의 영역이 존재하게 된다. 이 위치에서 상기의 방법으로 위상지도를 작성하면 3개의 말단노드가 형성된다. 이 중 말단노드 1(1201)과 2(1202)는 로봇의 현재위치에서 생성된 말단노드로서, (b)와 같이 이동로봇이 좀 더 앞으로 전진을 하면 이전에 가려졌던 미지의 영역(1206)이 관찰 범위 내로 들어오게 되므로 이들 말단노드는 새로운 위치로 이동하게 된다. 만약, 말단노드 1(1201)과 같이 로봇이 더 접근하더라도 말단노드의 위치가 더 이상 이동하지 않게 되면, 이 영역에 대한 탐사가 완료되었음을 나타낸다. 그러나 말단노드 2(1202)의 경우에는 로봇이 (c) 또는 (d)에서와 같이 더 진행하면 새로운 환경정보에 따라 사라지게 된다. 이러한 방식으로 말단노드의 위치를 관찰하면 말단노드 근처의 환경에 대한 탐사가 완료되는 시점을 파악할 수 있다. 따라서 로봇이 계속 주행하여도 모든 말단노드의 위치가 변하지 않는다면 로봇이 주행하는 전체 환경이 모두 탐사된 것이다.

또한, 탐사과정 중 로봇이 주행할 목적지도 말단노드를 이용하여 선택할 수 있다. 로봇의 현재 위치에서 가장 가까운 말단노드 중 이전에 아직 방문하지 않은 말단노드를 목적지로 선택하여 주행한다. 그 말단노드로 이동하는 중간에 계속 환경에 대한 정보를 센서로 받아들여 탐사를 수행하고, 그에 따라 새로운 말단노드들이 계속 생성되거나 소멸된다. 목적지로 선택한 말단노드에 도착하면 로봇이 방문한 말단노드 목록에 그 말단노드의 정보를 저장하고, 다시 가장 가까운 말단노드를 목적지로 선택하여 주행을 수행한다. 이 과정을 환경이 모두 탐사되었다고 판단될 때까지 반복하는 방식으로 탐사를 수행한다. 즉, 환경의 모든 말단노드를 로봇이 한 번씩 다 방문하면 환경에 대한 탐사를 완료할 수 있다.

이 때 로봇이 주행하는 경로로는 위상지도의 에지를 사용하는 것이 바람직하다. 세션화 기법으로 생성된 에지는 도12에서 보는 바와 같이 장애물에서 가장 먼 곳, 즉 장애물 사이의 가장 중앙에 생성되기 때문에 위상지도의 에지를 따라 로봇이 주행한다면 모든 고정된 장애물에 충돌하지 않는 안전한 경로로 주행을 가능하다. 따라서 세션화 기법을 사용하여 추출한 위상정보만으로 탐사를 수행하는 데 필요한 모든 요소를 구현할 수 있게 되는 것이다. 도 12에서 참조번호 1204는 이동로봇의 거리센서의 측정범위를 나타내며 참조번호 1205는 이동로봇의 이동을 나타낸다.

도 13은 도 12의 이동로봇의 이동방향 및 거리센서의 시야를 설명하는 참고도로, 참조번호 1301은 이동로봇을 의미하며, 참조번호 1302는 이동로봇의 이동방향을 의미하고, 참조번호 1303 및 1304는 이동로봇에 장착된 거리센서의 센싱범위(장애물 감지 범위)를 나타낸다.

도 14는 본 발명에 따른 세션화 기법을 이용하여 격자지도로부터 위상지도를 추출하는 위상지도 작성 장치의 바람직한 실시예의 블록구성도이며, 도 15는 본 발명에 따른 이동로봇을 위한 위상지도를 이용한 탐사장치의 바람직한 실시예의 순서도로, 도 14 및 도 15에서 설명하는 장치들은 도 1 및 도 2에서 설명한 방법에 대응되는 장치들이다.

본 발명에 따른 세션화 기반 위상지도 작성 장치는 격자지도 생성부(1401), 입력부(1402), 점유확률 변경부(1403), 에지 추출부(1404), 노드 추출부(1405)를 포함할 수 있다.

격자지도 생성부(1401)는 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시켜 저장하는 기능을 수행한다.

입력부(1402)는 소정의 장애물의 위치정보를 입력받는 기능을 수행하는데, 거리센서 또는 키보드 등의 입력장치가 적용될 수 있다.

점유확률 변경부(1403)는 상기 입력부로부터 상기 위치정보를 제공받고, 상기 격자지도의 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 기능을 수행한다.

에지 추출부(1404)는 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하고, 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자만으로 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 소정의 비 점유격자들이 연결된 선인 에지를 추출하는 기능을 수행한다.

노드 추출부(1405)는 상기 에지 추출부로부터 상기 에지정보를 제공받아, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들과 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 기능을 수행한다.

그리고 위 에지 추출부(1404)는 위 에지 추출을 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자만으로 구성된 공간인 비 점유공간을 추출한 후, 상기 비 점유공간이 이루는 선 또는 점의 폭이 하나의 격자의 폭과 동일하게 될 때까지 상기 비 점유공간의 바깥쪽으로부터 차례로 상기 비 점유격자들을 제거하는 과정을 통하여 수행할 수 있다.

본 발명에 따른 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성 장치는 격자지동 생성부(1501), 장애물 탐지부(1502), 점유확률 변경부(1503), 에지 추출부(1504), 노드 추출부(1505)를 포함하며, 위상지도 업데이트부(1506), 이동경로 설정부(1507), 로봇 이동제어부(1508), 로봇 이동구동부(1509)를 더 포함할 수 있다.

격자지동 생성부(1501), 점유확률 변경부(1503), 에지 추출부(1504) 및 노드 추출부(1505)는 도 14의 격자지도 생성부(1401), 점유확률 변경부(1403), 에지 추출부(1404), 노드 추출부(1405)와 동일한 기능을 수행한다.

장애물 탐지부(1502)는 소정의 거리센서를 이용하여 상기 로봇의 전방 및 좌우 측면에 위치하는 장애물의 위치를 탐지하는 기능을 수행한다.

위상지도 업데이트부(1506)는 상기 노드 추출부로부터 상기 작성된 위상지도 정보를 제공받고, 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 기존 위상지도가 저장되어 있는 경우에는 상기 기존 위상지도를 독출한 후 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도의 내용을 상기 기존 위상지도에 반영시켜, 상기 기존 위상지도를 수정하고 이를 저장하는 기능을 수행한다.

이동경로 설정부(1507)는 상기 기존 위상지도의 말단노드 중 한번도 방문한 적이 없는 말단노드 중 현재 위치에서 가장 가까운 위치에 있는 말단노드를 목적지로 설정하고, 현재 위치에서 목적지에 해당하는 말단노드를 최단거리로 연결하는 에지를 추출하여 이동경로로 설정하는 기능을 수행한다.

로봇 이동제어부(1508)는 상기 이동경로 설정부로부터 상기 이동경로를 제공받고, 상기 이동경로를 따라 상기 로봇이 이동하도록 상기 로봇을 제어하는 기능을 수행한다.

로봇 이동구동부(1509)는 상기 로봇 이동제어부(1508)의 제어에 따라서 실제로 상기 이동로봇을 이동시키는 기능을 수행하는데, 소정의 모터, 상기 모터로부터 회전력을 전달받아 구동되는 바퀴 등으로 구성될 수 있을 것이며, 상기 로봇 이동구동부(1509)는 현재 공지된 로봇의 이동수단 및 그 구조가 모두 적용될 수 있다.

지금까지 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 살펴보았다. 본 발명의 범위는 위에서 예시한 실시예에 한정되지 않으며 본 발명의 기술적 사상이 적용된 경우라면 모두 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

한편, 본 발명에 따른 방법들은 컴퓨터로 실행시킬 수 있는 컴퓨터프로그램으로 제작하는 것이 가능하며, 상기 컴퓨터프로그램은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(CD, 하드 및 플로피 디스크, 각종 메모리 장치 등)에 기록되는 것이 가능하다.

발명의 효과

본 발명에 따르면 거리센서로 작성한 격자지도를 바탕으로 세션화 기법을 사용하여 실시간으로 환경에 대한 위상지도를 작성하고 이를 확장하여 넓은 영역에 대한 위상지도를 작성하는 것이 가능하며, 세션화 기법으로 작성한 위상정보의 특징을 활용하여 미지의 환경에 대한 탐사를 효율적으로 수행하는 것 또한 가능한 효과가 있다.

또한 본 발명에 따르면 거리센서의 정보로부터 작성한 격자지도에 세선화 기법을 적용하여 에지와 노드 등의 위상정보를 실시간으로 추출하고, 이를 바탕으로 위상지도를 작성할 수 있는데, 이 방식은 수행시간이 매우 짧고, 환경에 대한 잡음과 센서 잡음에 영향을 거의 받지 않으므로 강인한 위상정보로부터 정확한 위상지도를 작성할 수 있는 효과가 있다.

한편 본 발명에 따른 방법으로 작성된 위상지도는 다양하게 활용될 수 있는데, 예를 들어 추출된 노드의 위치를 사용하여 로봇의 위치를 추정할 수 있으며, 에지 정보는 장애물을 회피하는 경로로 사용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

- (a) 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 단계;
- (b) 소정의 장애물의 위치정보를 입력받아, 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 단계;
- (c) 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하는 단계;
- (d) 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 단계; 및
- (e) 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 세선화 기반 위상지도 작성방법.

청구항 2.

소정의 거리센서를 구비하여 전방 및 좌우 측면의 장애물의 위치를 탐지할 수 있으며, 이동이 가능한 로봇이 소정의 환경을 탐사하여 위상지도를 작성하는 방법으로서,

- (a) 소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 단계;
- (b) 상기 거리센서를 이용하여 장애물의 위치를 탐지하는 단계;
- (c) 상기 탐지된 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 단계;
- (d) 상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하는 단계;
- (e) 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 단계; 및
- (f) 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하

는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

(g) 상기 (f) 단계에서 작성된 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 기존 위상지도가 있는 경우에는 상기 기존 위상지도에 상기 (f) 단계에서 작성된 위상지도의 내용을 반영시켜, 상기 기존 위상지도를 수정하고 이를 저장하는 단계;

(h) 상기 기존 위상지도의 말단노드 중 한번도 방문한 적이 없는 말단노드 중 현재 위치에서 가장 가까운 위치에 있는 말단노드를 목적지로 설정하고, 현재 위치에서 목적지에 해당하는 말단노드를 최단거리로 연결하는 에지를 추출하여 이동경로로 설정하는 단계; 및

(i) 상기 이동경로를 따라 이동하면서, 상기 (b) 단계 내지 (h) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성방법.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터로 실행시킬 수 있는 컴퓨터프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 5.

소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시켜 저장하는 격자지도 생성부;

소정의 장애물의 위치정보를 입력받는 입력부;

상기 입력부로부터 상기 위치정보를 제공받고, 상기 격자지도의 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 점유확률 변경부;

상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하고, 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 소정의 비 점유격자들이 연결된 선인 에지를 추출하는 에지 추출부; 및

상기 에지 추출부로부터 상기 에지정보를 제공받아, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들과 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 노드 추출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 위상지도 작성장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 에지 추출부는

상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유공간을 추출한 후, 상기 비 점유공간이 이루는 선 또는 점의 폭이 하나의 격자의 폭과 동일하게 될 때까지 상기 비 점유공간의 바깥쪽으로부터 차례로 상기 비 점유격자들을 제거하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 위상지도 작성 장치.

청구항 7.

이동이 가능한 로봇의 위상지도 작성 장치로서,

소정의 물체인 장애물에 의해 공간이 점유될 확률인 점유확률이 미정인 다수개의 격자들로 구성되는 격자지도를 생성시키는 격자지도 생성부;

소정의 거리센서를 이용하여 상기 로봇의 전방 및 좌우 측면에 위치하는 장애물의 위치를 탐지하는 장애물 탐지부;

상기 장애물 탐지부로부터 상기 탐지된 장애물의 위치정보를 제공받아, 상기 장애물의 위치정보에 대응되는 상기 격자지도 상의 격자들의 점유확률을 0부터 1 사이의 소정의 값으로 변경시키는 점유확률 변경부;

상기 점유확률의 값이 미리 정하여진 소정의 값을 기준으로 소정의 장애물에 의해 점유된 공간에 대응되는 격자들인 점유 격자들과 그렇지 않은 격자들인 비 점유격자들을 구분하여 상기 격자지도를 수정하고, 상기 격자지도의 공간 중 상기 비점유격자로만 구성된 공간인 비 점유 공간의 중간지점에 위치하는 비 점유격자들로 연결된 선인 에지를 추출하는 에지 추출부; 및

상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 1개인 말단노드, 상기 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 인접한 비 점유격자의 개수가 3개 이상인 분기노드, 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 에지를 구성하는 비 점유격자들 중 상기 말단 노드 또는 분기 노드를 연결하는 가상의 직선간의 거리가 미리 정하여진 소정의 기준 값보다 큰 비 점유격자인 코너노드를 추출하여 위상지도를 작성하는 노드 추출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 이동 로봇의 위상지도 작성 장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

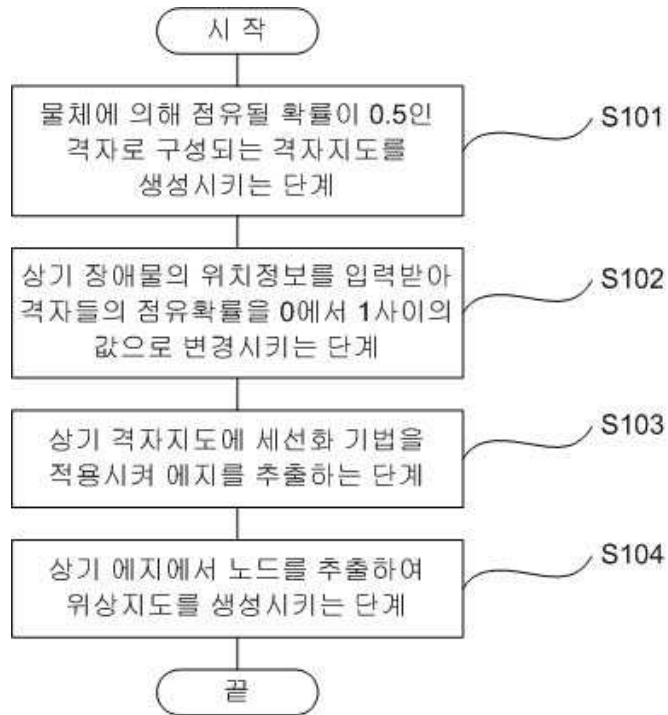
상기 노드 추출부로부터 상기 작성된 위상지도 정보를 제공받고, 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도 외에 미리 저장하고 있는 기존 위상지도가 저장되어 있는 경우에는 상기 기존 위상지도를 독출한 후 상기 노드 추출부로부터 제공받은 위상지도의 내용을 상기 기존 위상지도에 반영시켜, 상기 기존 위상지도를 수정하고 이를 저장하는 위상지도 업데이트부;

상기 기존 위상지도의 말단노드 중 한번도 방문한 적이 없는 말단노드 중 현재 위치에서 가장 가까운 위치에 있는 말단노드를 목적지로 설정하고, 현재 위치에서 목적지에 해당하는 말단노드를 최단거리로 연결하는 에지를 추출하여 이동경로로 설정하는 이동경로 설정부; 및

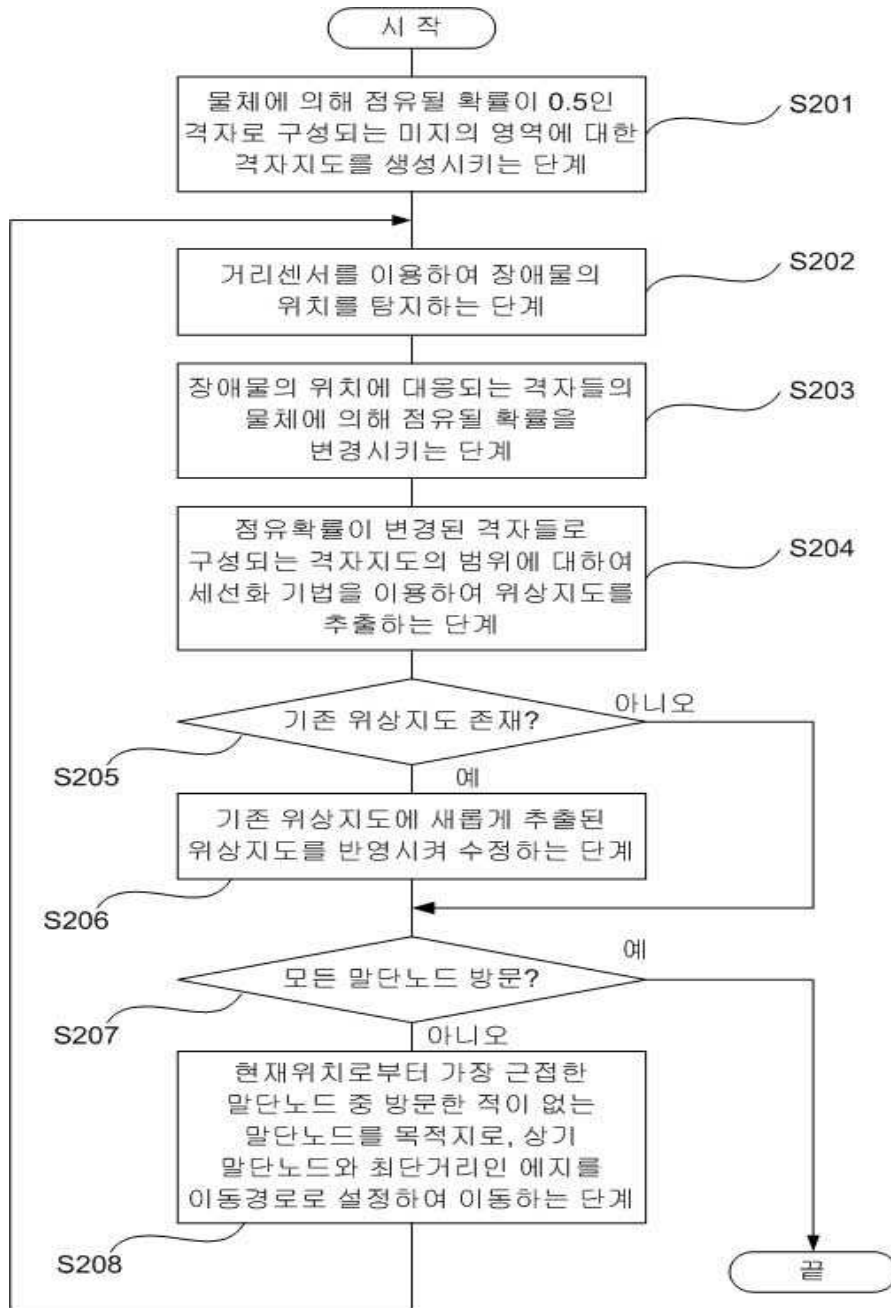
상기 이동경로 설정부로부터 상기 이동경로를 제공받고, 상기 이동경로를 따라 상기 로봇이 이동하도록 상기 로봇을 제어하는 로봇 이동제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 세션화 기반 이동로봇의 위상지도 작성 장치.

도면

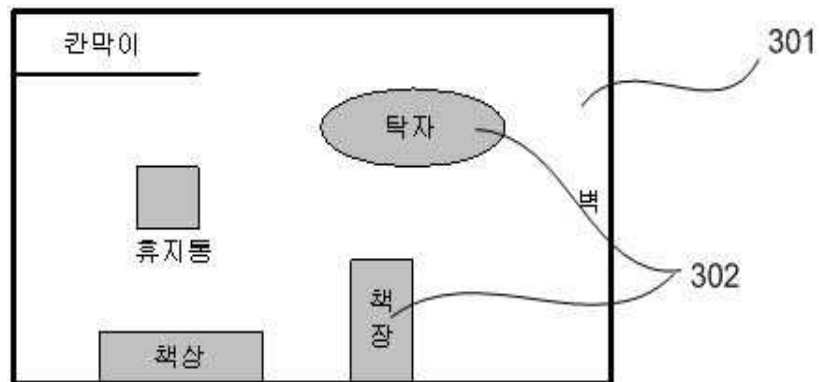
도면1



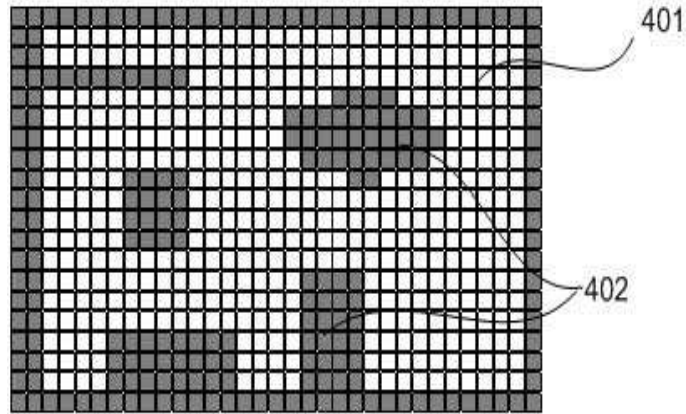
도면2



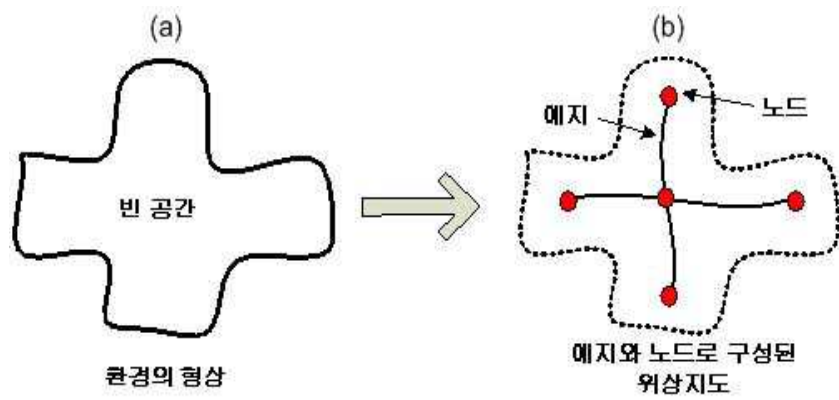
도면3



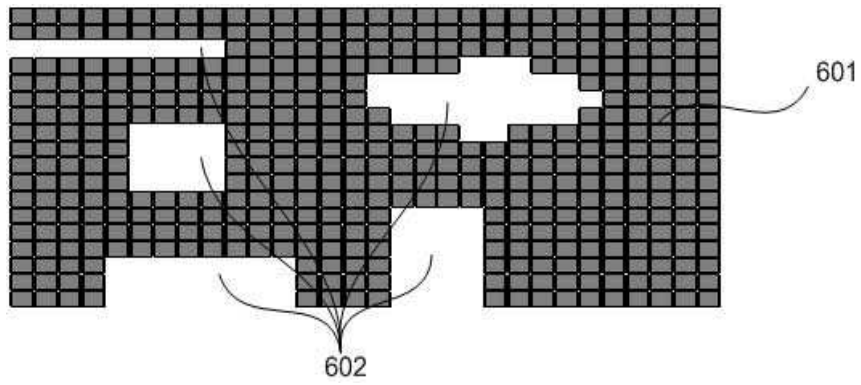
도면4



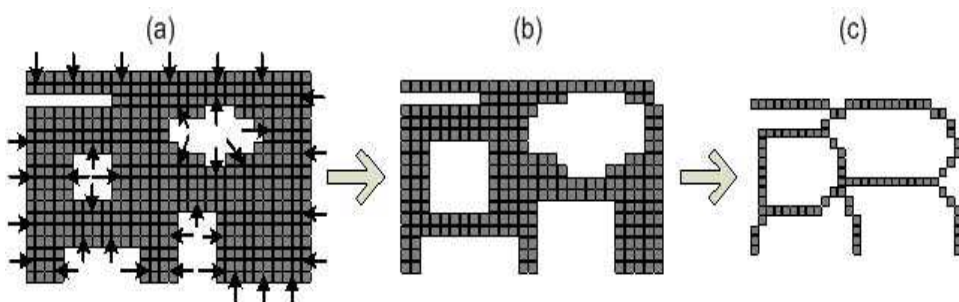
도면5



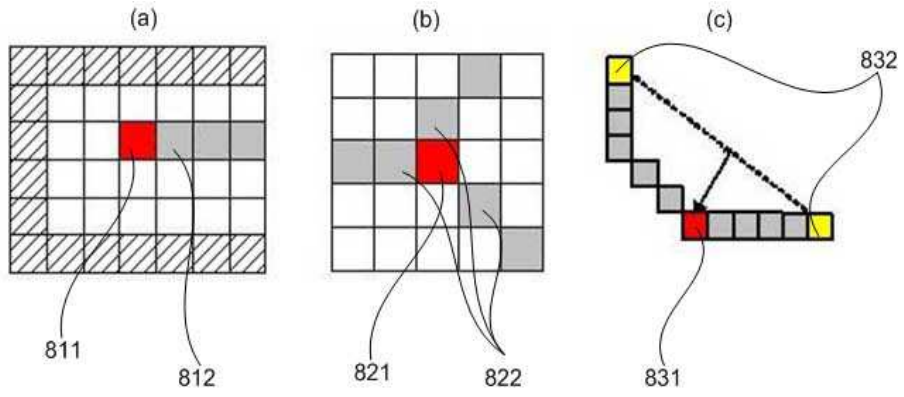
도면6



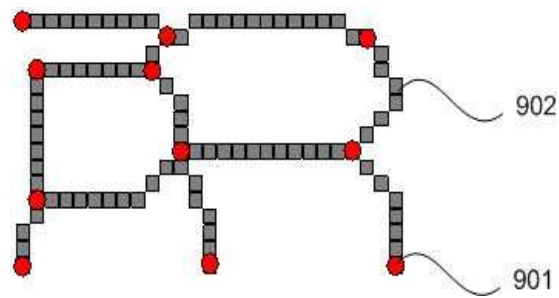
도면7



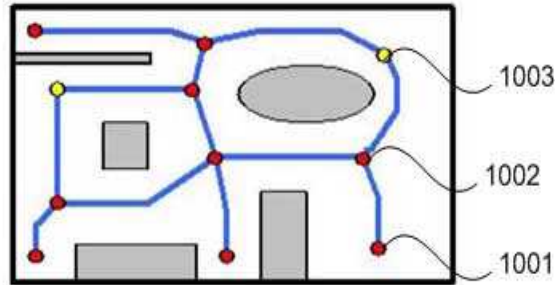
도면8



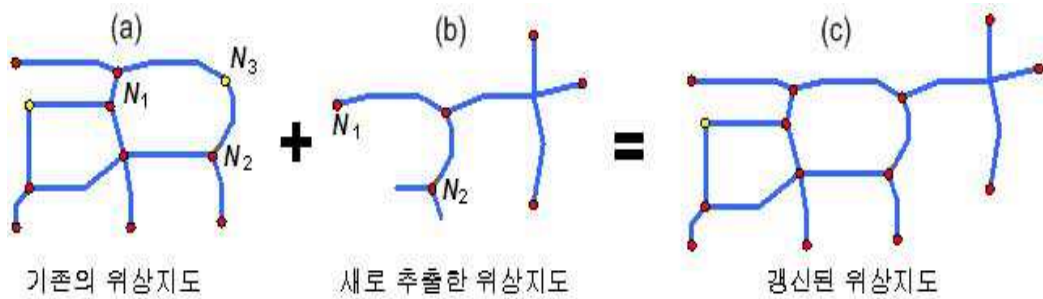
도면9



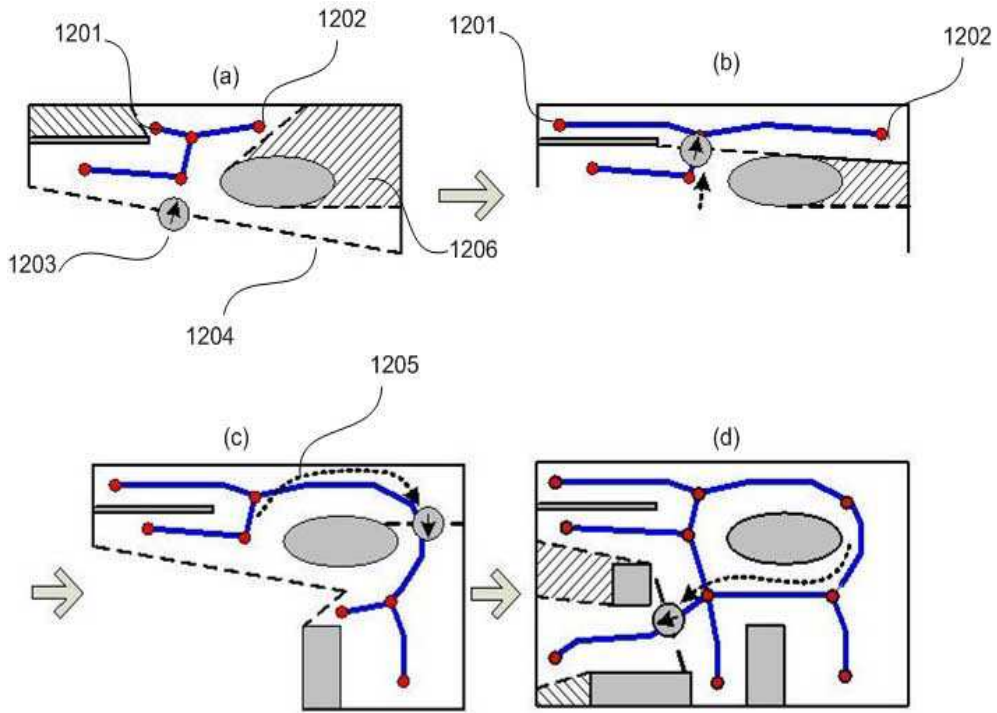
도면10



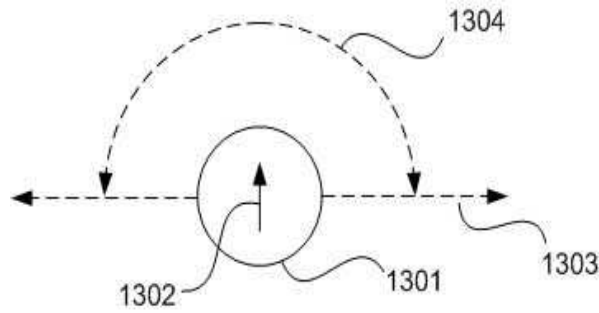
도면11



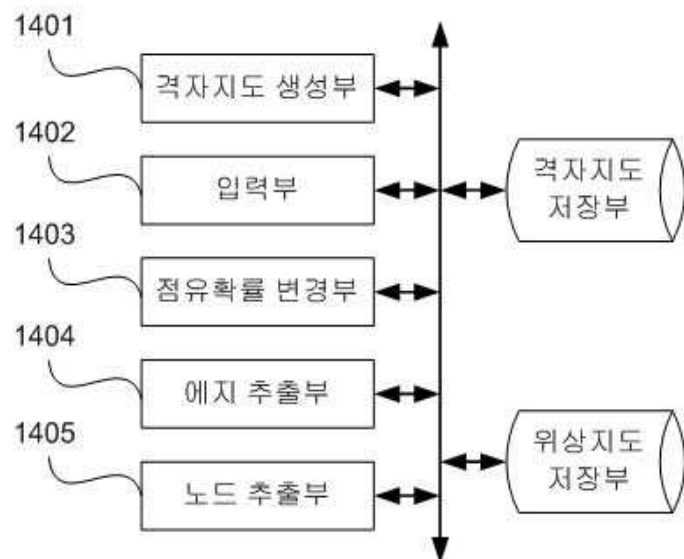
도면12



도면13



도면14



도면15

