



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월03일
(11) 등록번호 10-1179075
(24) 등록일자 2012년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/08 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0020489
(22) 출원일자 2012년02월28일
심사청구일자 2012년02월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR101056681 B1*
KR101096592 B1*
JP2011128758 A
JP2011175393 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
주상현
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 110동 606호
박용운
대전광역시 서구 만년동 강변아파트 107동 1402호
(74) 대리인
박장원
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 명대근

(54) 발명의 명칭 자율로봇의 경로계획방법 및 이를 구비한 경로계획장치

(57) 요약

본 발명은 로봇의 조향과 동특성(이동 특성 또는 주행 특성)을 고려하여, 로봇이 최적 경로를 계획하고, 그 계획한 경로를 통하여 로봇을 주행하게 하는 장치 및 방법이다. 본 발명은 센서와 지형감지 장치를 이용하여 격자지도 생성하고; 로봇의 현재 요각도 및 주변 조향각도 계산하고; 외부 장애물에 대하여 8방향으로 탐색하여, 목표 지점(즉, 결정된 경로)까지 로봇이 이동하는데 소요되는 예측비용을 계산하고; 또한, 그 결정된 경로로 가상 이동(주행)을 수행함으로써, 로봇이 최적의 경로로 자율주행을 할 수 있도록 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이영일

충청남도 연기군 조치원읍 죽림리 자이아파트 12
5동 1402호

이호주

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 108동 301
호

고정호

대전광역시 유성구 하기동 546번지 송림마을6단지
아파트 605동 602호

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 로봇의 센서장치가 주변 장애물의 정보를 센싱하여 센서정보를 추출하는 단계와;
- (b) 상기 추출한 센서정보를 기초로 하여, 상기 로봇 주변을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자단위로 구분된 격자지도를 생성하는 단계와, 상기 생성된 격자지도는 상기 로봇이 갈 수 있는 길과 갈 수 없는 길이 표시되며;
- (c) 상기 로봇이 상기 격자지도 상에서 현재위치에서 이동할 수 있는 주변 격자들에 대해 8방향으로 탐색하고, 상기 로봇의 현재 위치에서 이동할 수 있는 각 주변 격자들에 대한 요각도를 계산하는 단계와;
- (d) 상기 로봇이 이동할 수 있는 주변 격자들의 조향각도와, 출발 누적비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스를 계산하는 단계와;
- (e) 상기 계산한 요각도와, 조향각도와, 출발 누적비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스에 기초하여, 상기 로봇이 현재 위치에서 목표점까지 경로들 중에서 최소의 가상최단비용을 가지는 경로를 계획하는 단계;를 포함하며,

상기 (e) 단계는,

상기 계산한 요각도와, 조향각도와, 출발 누적비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스에 기초하여, 상기 로봇이 현재 위치에서 목표점까지 경로들 각각을 가상 최단비용과 함께 'OPEN LIST'에 등록하는 단계와;

상기 'OPEN LIST'에 등록된 경로들을 가상최단비용을 기준으로 낮은 값부터 높은 값 순으로 정렬되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 경로계획 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (d) 단계에서,

상기 거리 휴리스틱스는

$$h = \sqrt{(X_G - X_1)^2 + (Y_G - Y_1)^2}$$

식을 적용하여 계산하고,

각도 휴리스틱스는

$$\theta_h = \tan^{-1} (Y_G - Y_1) / (X_G - X_1)$$

식을 적용하여 계산하되,

상기 식에서, 격자지도 상에서 임의의 격자의 중심에 해당하는 직교좌표는 (X_1, Y_1) 이고, 상기 로봇이 이동하려는 목표점에 해당하는 격자의 중심에 해당하는 직교좌표는 (X_G, Y_G) 이고,

θ_h 는, 장애물의 위치와 관계없이, 임의의 주변 탐색 격자로부터 목표점까지의 최단거리에 대한 요각도 인 것을 특징으로 하는 로봇의 경로계획 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (e) 단계에서, 상기 가상최단비용은

$$\text{가상최단비용}(f) = K_1 (g + h) + K_2 (\theta_g + \theta_h)$$

식을 적용하여 계산되고, 여기서

K_1 , 은 로봇의 특성을 가리키는 계인 값이고, K_2 는 노면의 특성을 고려한 계인 값이며, g 는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 비용이며, h 는 거리 휴리스틱스이고, θ_g 는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 조향각이며, θ_h 는 각도 휴리스틱스인 것을 특징으로 하는 로봇의 경로계획 방법.

청구항 5

외부 장애물의 위치정보를 수집하는 센서장치와;

센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보에 기초하여 지형감지하여 격자지도로 해석하는 지형감지 장치와;

상기 외부 장애물을 격자지도로 해석한 상태에서 자율로봇이 이동하려는 경로를 계획하여 결정하는 경로계획 장치와;

상기 결정한 경로를 따라 자율로봇이 이동하도록 제어하는 주행제어장치를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하며,

제1항에 따르는 로봇의 경로계획 방법에 의하여 상기 자율로봇이 현재 위치에서 목표점까지 경로들 중에서 최소의 가상최단비용을 가지는 경로를 계획하는 것을 특징으로 하는 자율로봇의 경로계획 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 지형감지 장치는

상기 센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보를 저장하는 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자율로봇의 경로계획 장치.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 지형감지 장치는

상기 센서장치가 측정된 외부세계의 일정 지역을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자로 구분하고,

상기 외부 장애물의 높이의 고저를 판단하여, 상기 자율로봇이 통과할 수 있는 높이인지를 감지하는 것을 특징으로 하는 자율로봇의 경로계획 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자율로봇의 경로계획 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자율로봇(autonomous robot)은 인간의 지시나 조작 없이 스스로 판단하여 동작하는 로봇을 말한다. 또한, 자율 이동 로봇(autonomous mobile robot)은 자율 이동이 가능한 로봇을 말한다. 자율 주행 차량(무인차량)(autonomous vehicle)이란 자율주행 트랙터를 위해서 환경을 인지하고 자율주행과 작업이 가능한 차량 또는 자율 이동로봇 가운데 지표이동로봇의 일종인데 크롤(crawler)식과 특수차륜식이 있어 최근 실용성이 높은 자율이동식 기계의 일종을 말한다.

[0003] 최근 로봇의 자율주행에 대한 군사분야 및 산업분야의 수요 발생으로 이에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 무인차량(자율로봇)의 자율레벨이 향상됨에 따라 자율차량의 경로를 효과적으로 생성하는 경로계획 방법에 관한 연구가 많이 진행되고 있는데, 특히, 격자기반의 최소거리 검색방법을 활용한 경로계획방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 그런데, 이것은 먼저 지형감지 센서 데이터로부터 격자 맵을 생성하며, 그 격자 맵에 격자단위로 갈 수 있는 지역과 갈 수 없는 지역으로 나눈다. 생성된 격자 맵에 거리기반 비용함수를 이용하여 거리가 최소화 되는 최소경로를 생성한다. 그러나, 이러한 방법은 무인차량이 현재 가지는 조향과 동특성을 고려하지 않아 자율주행을 위한 최적의 경로를 생성하지 못하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명은 자율로봇(무인차량)이 현재 가지는 조향과 동특성을 고려하여, 자율주행을 위한 최적의 경로를 계획하고, 그 계획한 경로로 주행을 하는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0005] 이러한 본 발명의 목적을 구현하기 위해, 본 발명에 따른 자율로봇은, 다양한 환경에서 주어진 임무를 수행하기 위해서는 임무지역까지 자율적 주행 위해, 필수적으로 자율주행 경로를 생성한다. 그리고, 본 발명에 따른 자율로봇은, 주변환경과 로봇의 동특성 및 에너지 등을 고려하여, 그 생성된 자율주행 경로로 장애물 등을 회피하여 임무지역까지 효과적으로 주행을 하도록 구현된다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 로봇의 경로계획 방법은,
- [0007] (a) 로봇의 센서장치가 주변 장애물의 정보를 센싱하여 센서정보를 추출하는 단계와;
- [0008] (b) 상기 추출한 센서정보를 기초로 하여, 상기 로봇 주변을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자단위로 구분된 격자지도를 생성하는 단계와, 상기 생성된 격자지도는 상기 로봇이 갈 수 있는 길과 갈 수 없는 길이 표시되며;
- [0009] (c) 상기 로봇이 상기 격자지도 상에서 현재위치에서 이동할 수 있는 주변 격자들에 대해 8방향으로 탐색하고, 상기 로봇의 현재 위치에서 이동할 수 있는 각 주변 격자들에 대한 요각도를 계산하는 단계와;
- [0010] (d) 상기 로봇이 이동할 수 있는 주변 격자들의 조향각도와, 출발 누적비용 및 휴리스틱스 계산하는 단계와;
- [0011] (e) 상기 계산한 요각도와, 조향각도와, 출발 누적비용 및 휴리스틱스에 기초하여, 상기 로봇이 현재 위치에서 목표점까지 경로들 중에서 최소의 가상최단비용을 가지는 경로를 계획하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 (e) 단계는
- [0013] 상기 계산한 요각도와, 조향각도와, 출발 누적비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스에 기초하여, 상기 로봇이 현재 위치에서 목표점까지 경로들 각각을 가상 최단비용과 함께 'OPEN LIST'에 등록하는 단계와;
- [0014] 상기 'OPEN LIST'에 등록된 경로들을 가상최단비용을 기준으로 낮은 값부터 높은 값 순으로 정렬되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 (d) 단계에서, 상기 거리 휴리스틱스(h)와 각도 휴리스틱스(Θ_h)는

[0016]
$$h = \sqrt{(X_G - X_1)^2 + (Y_G - Y_1)^2}$$

[0017]
$$\Theta_h = \tan^{-1} (Y_G - Y_1) / (X_G - X_1)$$

- [0018] 식을 적용하여 계산하되,
- [0019] 상기 식에서, 격자지도 상에서 임의의 격자의 중심에 해당하는 직교좌표는 (X_1 , Y_1)이고, 상기 로봇이 이동하려는 목표점에 해당하는 격자의 중심에 해당하는 직교좌표는 (X_G , Y_G) 이고,
- [0020] h 는, 장애물의 위치와 관계없이, 임의의 주변 탐색 격자로부터 목표점까지의 최단거리 인 것을 특징으로 하며,
- [0021] Θ_h 는, 장애물의 위치와 관계없이, 임의의 주변 탐색 격자로부터 목표점까지의 최단거리에 대한 요각도 인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 (e) 단계에서, 상기 가상최단비용은
- [0023] 가상최단비용(f) = $K_1 (g + h) + K_2 (\Theta_g + \Theta_h)$

- [0024] 식을 적용하여 계산되고, 여기서
- [0025] K_1 , 은 로봇의 특성을 가리키는 계인 값이고, K_2 는 노면의 특성을 고려한 계인 값이며, g 는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 비용이며, θ_g 는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 조향각 인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 자율로봇의 경로계획 장치는,
- [0027] 외부 장애물의 위치정보를 수집하는 센서장치와;
- [0028] 센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보에 기초하여 지형감지하여 격자지도로 해석하는 지형감지 장치와;
- [0029] 상기 외부 장애물을 격자지도로 해석한 상태에서 자율로봇이 이동하려는 경로를 계획하여 결정하는 경로계획 장치와;
- [0030] 상기 결정한 경로를 따라 자율로봇이 이동하도록 제어하는 주행제어장치를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0031] 바람직하게는, 상기 지형감지 장치는
- [0032] 상기 센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보를 저장하는 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 바람직하게는, 상기 지형감지 장치는
- [0034] 상기 센서장치가 측정한 외부세계의 일정 지역을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자로 구분하고,
- [0035] 상기 외부 장애물의 높이의 고저를 판단하여, 상기 자율로봇이 통과할 수 있는 높이인지를 감지하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명은, 자율 로봇의 경로 탐색 시, 로봇의 현재 조향각 및 조향 에너지를 고려하여, 최소의 거리 및 조향이 가능한 경로를 탐색하여 로봇을 자율주행 시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 자율로봇의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 자율로봇의 경계계획 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예로서, 로봇이 격자맵(격자지도)에서 주변의 격자를 탐색하는 실시 예이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예로서, 로봇이 격자맵(격자지도)에서 주변의 격자를 탐색하는 또 다른 실시 예이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 로봇의 경로 계획 방법에 따라 로봇이 이동하는 경로를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 본 발명은 자율 로봇(무인차량)에 적용된다. 그러나, 본 발명은 이에 한정하지 않고 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 모든 기술분야에 적용된다.
- [0039] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수

의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0041] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0042] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0043] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0044] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어 도면 부호에 상관없이 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 참조번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0045] 본 발명의 기본 개념은, 로봇의 조향과 동특성(이동 특성 또는 주행 특성)을 고려하여, 로봇이 최적 경로를 계획하고, 그 계획한 경로를 통하여 로봇을 주행하게 하는 장치 및 방법이다. 이러한 본 발명의 개념을 구현하기 위해, 본 발명은 센서와 지형감지 장치를 이용하여 격자지도를 생성하고; 로봇의 현재 요각도 및 주변 조향각도 계산하고; 외부 장애물에 대하여 8방향으로 탐색하여, 목표 지점(즉, 결정된 경로)까지 로봇이 이동하는데 소요되는 예측비용을 계산하고; 또한, 그 결정된 경로로 가상 이동(주행)을 수행함으로써, 로봇이 최적의 경로로 자율주행을 할 수 있도록 한다.
- [0046] 도 1은 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 자율로봇의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0047] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 자율로봇은 외부 장애물의 위치정보를 수집하는 센서장치와, 센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보에 기초하여 지형감지하여 격자지도로 해석하는 지형감지 장치와; 외부 장애물을 격자지도로 해석한 상태에서 자율로봇이 이동하려는 경로를 계획하여 결정하는 경로계획 장치와;
- [0048] 상기 결정된 경로를 따라 자율로봇이 이동하도록 제어하는 주행제어장치를 포함하여 구성된다.
- [0049] 상기 센서장치(110)는 외부세계를 인식할 수 있는, 예를 들어 쌍안 카메라, LIDAR 등의 센서를 구비하는 것이 특징이다.
- [0050] 또한, 상기 지형감지 장치(120)는 상기 센서장치가 수집한 외부 장애물의 위치정보를 저장하는 저장부를 더 포함할 수도 있다. 또한, 상기 지형감지 장치는 상기 센서장치가 측정한 외부세계의 일정 지역을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자로 구분한다. 또한 상기 지형감지 장치는 외부 장애물의 높이의 고저를 판단하여, 자율로봇(또는 무인차량)이 통과할 수 있는 높이인지를 감지한다.
- [0051] 상기 경로계획장치(130)는 상기 지형감지 장치가 감지한 격자지도 내에서 로봇이 갈 수 있는 길과 갈 수 없는 길을 구분하여, 이동하려는 목표 지점까지의 경로를 계획 내지 결정한다.
- [0052] 그리고, 상기 주행제어장치(140)는, 상기 경로계획장치(130)가 결정된 경로를 따라 로봇이 이동(주행)하도록 제어를 한다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 자율로봇의 경계계획 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0054] - 로봇(100)의 센서장치(또는 센서)(110)가 외부(또는 주변) 장애물(또는 구조물)의 정보를 센싱하여 센서정보를 추출한다(S21). 이와 같이 추출한 센서정보는 격자지도를 생성하기 위한 정보로 이용된다. 센서정보에는 외부 장애물의 위치(예를 들어, 2차원의 직교좌표상의 위치) 및 높이의 고저를 포함한다. 또한 경우에 따라서 외부 장애물의 재질에 대한 정보가 포함될 수도 있다. 한편, 센서정보는 '월드모델정보(센서데이터)'로 칭할

수도 있다. 한편, 로봇(100)은 자율주행을 위해 일반적으로 외부세계를 인식할 수 있는 쌍안카메라, LIDAR 등의 센서를 구비한다.

[0055] - 상기 추출한 센서정보를 기초로 격자지도를 생성한다(S22).

[0056] 즉, 상기 센서장치의 센서가 측정한 센서정보(예를 들어, 위치정보 등)를 저장부(미도시)에 저장할 수 있다. 로봇의 센서가 외부 장애물을 측정된 범위(또는 지역) 내 일정 지역을 2차원 평면 내의 정사각형 모양의 격자로 구분한다. 그리고, 정사각형 모양의 격자 내 무인차량(즉, 로봇)이 통과할 수 있는 일정 높이(즉, 미리 정한 값으로써, 로봇의 크기를 고려하여 결정한 높이) 이상의 장애물(또는 구조물)이 존재하는지를 판단한다. 만일 임의의 정사각형 격자 내에 있는 일정 높이 이상의 구조물이 존재하는 경우, 그 격자는 로봇(무인차량)이 통과할 수 없는 구조물(장애물)이 존재하는 것으로 분류(지정)한다. 한편, 임의의 격자 내 일정높이 이상의 장애물이 존재하지 않는다면, 그 격자는 로봇이 통과할 수 있는 격자로 분류한다. 이러한 과정을 통해, 상기 일정 지역을 2차원 평면 내의 정사각형 격자에 대해 로봇의 통과여부를 결정하여 분류함으로써, 로봇 주변 일정영역에 대한 격자지도를 생성한다. 즉, 상기 생성된 격자지도는 로봇이 갈 수 있는 길과 갈 수 없는 길을 표시하는 로봇이 현재 위치한 주변에 대한 격자단위의 지도가 된다.

[0057] - 상기 로봇의 현재 요각도를 계산한다(S23).

[0058] 로봇의 현재 위치는 특정 격자점의 중심이 된다. 그리고, 로봇이 현재 위치에서 주행(또는 이동)할 수 있는 방향으로써 8 방향으로 탐색을 한다. 즉, 도 3 및 도 4와 같이, 로봇은 현재 위치하고 있는 격자에서 주변 격자로 8방향으로의 이동을 탐색한다. 즉, 로봇이 '격자 ⑤'에서 현재 위치(즉, 이동한 위치)로 이동하였다면, 현재 위치에서 8 방향의 주변 격자(즉, '격자 ①' ~ '격자 ⑧')로 이동할 수 있다.

[0059] 한편, 최초 로봇이 이동 시에는, 로봇이 현재 요각도를 알 수 있다고 가정한다. 만약 로봇이 임의의 다음 격자위치로 이동한다고 가정하면 로봇의 요각도는 이전위치와 이동한 위치의 격자정보로부터 계산할 수 있다.

[0060] 이전위치 : (X_0, Y_0)

[0061] 이동한 위치 : (X_1, Y_1)

[0062] $\text{요각도} = \tan^{-1} (Y_1 - Y_0) / (X_1 - X_0)$

[0063] 예를 들어, 도 3 및 도 4에서 '이전위치(X_0, Y_0)'는 '격자 ⑤'에 해당하고, '이동한 위치(X_1, Y_1)'는 로봇이 위치하고 있는 현재 위치에 해당한다. 다만, 도 3의 경우 요각도는 90° 가 될 것이고, 도 4의 경우 요각도는 45° 가 될 것이다. 다만, 도 3 및 도 4는, 격자들과 로봇이 위치한 지점을 X축과 Y축의 직교좌표 상으로 표현한 것이다.

[0064] - 로봇은 현재위치에서 이동할 수 있는 주변 격자들에 대해 8방향으로 탐색한다(S24). 상기 S24는 로봇의 현재의 위치로부터 격자지도 내의 주변 8방향 격자 중 주행가능 격자를 탐색하는 단계이다.

[0065] - 로봇은 주변 조향각도를 계산한다(S25).

[0066] 로봇은 현재위치에서 주행가능 격자(즉, '격자 ①' ~ '격자 ⑧' 중 한 개)로의 조향각도를 계산한다. 주변 셀(즉, 격자)의 조향각도는 $0^\circ, 45^\circ, -45^\circ, 90^\circ, -90^\circ, 135^\circ, -135^\circ, 180^\circ$ 의 8개 중 1개에 해당한다. 주변 조향각도는 현재 요각도에 따라 중심 셀(조향각도 0°)을 정한 후, 순차적으로 시계방향으로 결정한다. 즉, 예를 들어 도 3과 같이, 현재 요각도에 따라 ①번 격자의 위치가 정해지며 순차적으로 시계방향으로 격자의 번호를 ⑧번까지 정한 후, 순차적으로 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, -135^\circ, -90^\circ, -45^\circ$ 의 순으로 조향 각도를 결정한다.

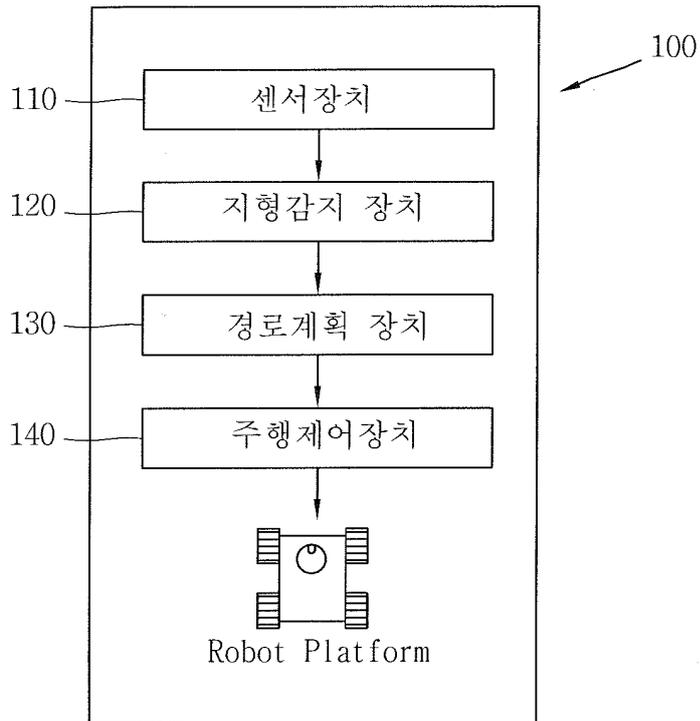
[0067] - 로봇의 출발 누적비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스를 계산한다(S26).

[0068] 로봇이 이동하여 목표점(Goal)까지 도달하는 거리기반의 비용을 계산하기 위해 출발 거리비용(g)과 거리 휴리스틱스(h)를 계산한다. 로봇은 수평방향(즉, X축 방향), 수직방향(즉, Y축 방향), 또는 대각선 방향으로 이동할 수 있다. 이때, 수평방향 혹은 수직방향의 주변 격자로의 이동 시에는, 비용을 '1'로 정의하고, 대각선 방향의 주변 격자로의 이동 시에는, 비용을 '1.4'로 정의하자. 이러한 비용의 정의에 기초하여, 출발 누적거리비용(g)은 출발점에서 계산되는 값으로 목표점에 도달 시까지 누적되어 계산된다. 또한, 거리 휴리스틱스(h)는 임의의 주변 탐색 격자로부터 목표점까지의 최단거리를 장애물의 위치와 관계없이 계산한다.

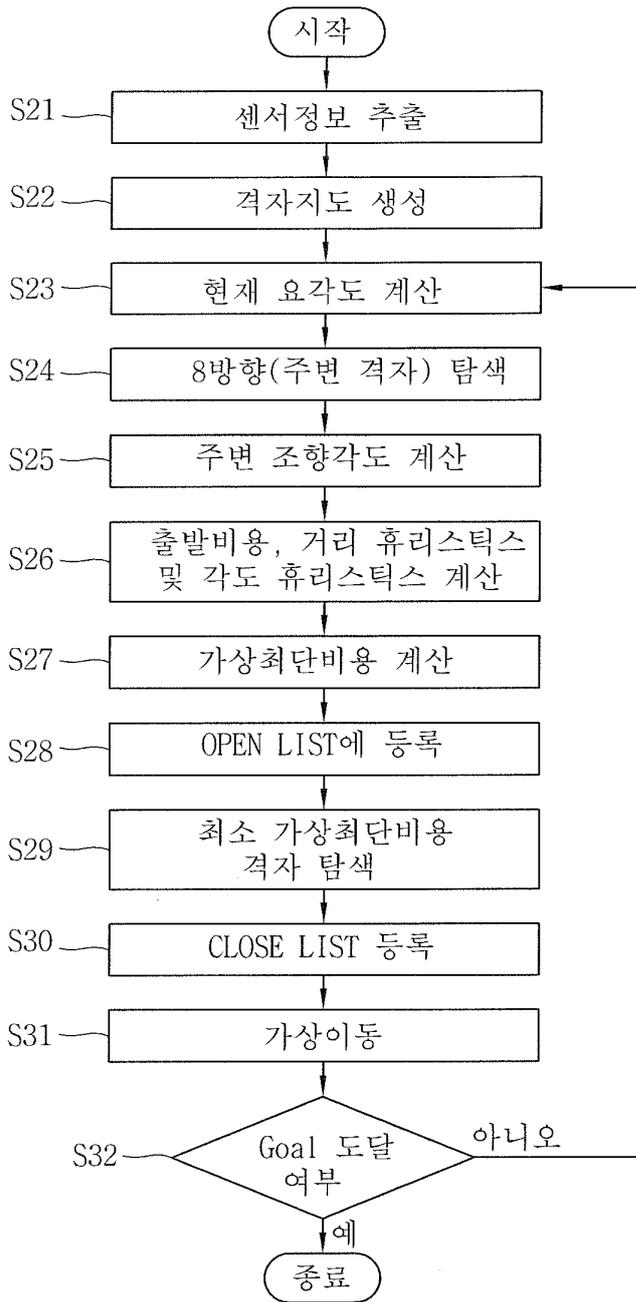
- [0069] 격자지도 상에서 임의의 격자의 중심 : (X_1, Y_1)
- [0070] 목표점 격자의 중심 : (X_G, Y_G)
- [0071] 거리 휴리스틱스 :
$$h = \sqrt{(X_G - X_1)^2 + (Y_G - Y_1)^2}$$
- [0072] 출발 누적각도비용(θ)은 S25에서 탐색 격자의 출발점부터 계산된 조향각 누적치이다. 각도 휴리스틱스(θ_h)는, 장애물의 위치와 관계없이, 임의의 주변 탐색 격자로부터 목표점까지의 최단거리에 대한 요각도이다.
- [0073] 각도 휴리스틱스 $\theta_h = \tan^{-1} (Y_G - Y_1) / (X_G - X_1)$
- [0074] - 현재위치에서 목표지점까지의 가상최단비용을 계산한다(S27)
- [0075] 앞선 단계에서 계산된 주변조향각도, 출발거리비용, 거리 휴리스틱스 및 각도 휴리스틱스를 활용하여 가상 최단비용(f)을 계산한다.
- [0076] 가상최단비용(f) = $K_1 (g + h) + K_2 (\theta_g + \theta_h)$
- [0077] 상기 '가상최단비용(f)' 식에서 K_1, K_2 는 로봇 및 노면의 특성을 고려한 게인(gain) 값이며, g는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 비용(c)이며, h는 거리 휴리스틱스이고, θ_g 는 출발점에서 탐색 격자까지의 누적 조향각(θ)을, θ_h 는 각도 휴리스틱스를 나타낸다.
- [0078] - OPEN LIST 등록하고, 격자지도에서 최단 거리이고 최소 비용이 소요되는 경로를 가상 탐색하고, 그 탐색한 결과를 CLOSE LIST에 등록한다(S28 ~ S30).
- [0079] 로봇은, 상기 생성한 격자지도 상에서, 로봇의 현재 위치에서 이동(주행)하려는 목표점까지의 최단 경로 및 최소 비용을 상기 단계들의 식을 적용하여 계산한다. 이때, 로봇이 격자지도 상의 현재 지점에서 목표점까지 이동 가능한 가상의 경로는 다수가 존재할 수 있다. 예를 들어, 도 5와 같이, 로봇이 장애물을 피해 목표점까지 도달할 수 있는 가상의 경로는 빨강색 경로와 파랑색 경로가 존재할 수 있다. 로봇은 그 계산한 가상의 최단비용 값과 함께 그 계산한 경로들을 OPEN LIST에 저장된다(이때, 최단비용 값과 경로가 저장되는 OPEN LIST는 저장부의 다른 명칭이거나, 저장부의 일부일 수 있다). 상기 OPEN LIST 저장된 최단 경로들은 가상최단비용을 기준으로 낮은 값부터 높은 값 순으로 정렬된다. 그리고, 최소의 가상최단비용을 가지는 격자는 CLOSE LIST에 등록된다.
- [0080] - 가상이동 및 목표점(Goal) 도달여부를 판단한다(S31 및 S32).
- [0081] 다음으로 가상격자는 상기 S27에서 계산된 가상 최단비용을 가지는 격자로 이동한 후 목표점(Goal) 도달여부를 판단하여, 도달한 경우는 탐색을 종료하고, 한편, 도달하지 않은 경우는 현재의 요각도 계산 후 주변 격자 탐색을 계속한다.
- [0082] 도 5는 본 발명의 일 실시 예로서, 본 발명에 따른 로봇의 경로 계획 방법에 따라 로봇이 이동하는 경로를 도시한 것이다.
- [0083] 상술한 S21 ~ S32 를 적용할 때, 도 5에 도시된 바와 같이, 로봇이 현재 위치하고 있는 지점에서 목표점까지 가상최단비용을 가지는 격자로 가상으로 이동한 경로는 '경로 2'와 같다. 즉, 상기 S21 ~ S32 를 적용하여 로봇의 경로를 계획하면, 종래 기술(즉, '경로 1'의 이동경로)보다 최단거리를 가지는 로봇의 이동(주행)경로를 결정 내지 계획할 수 있다.
- [0084] 이상, 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

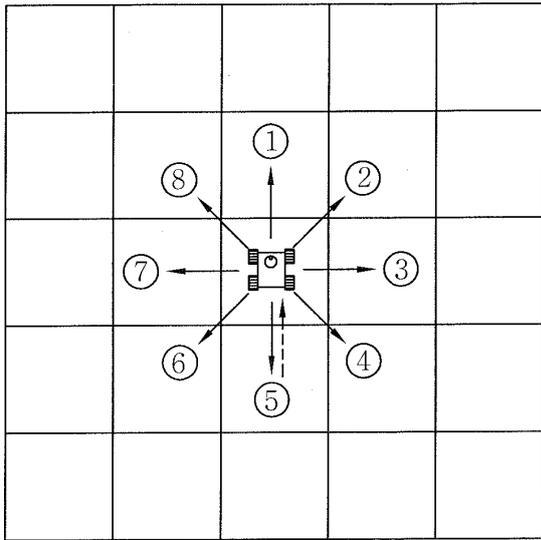
도면1



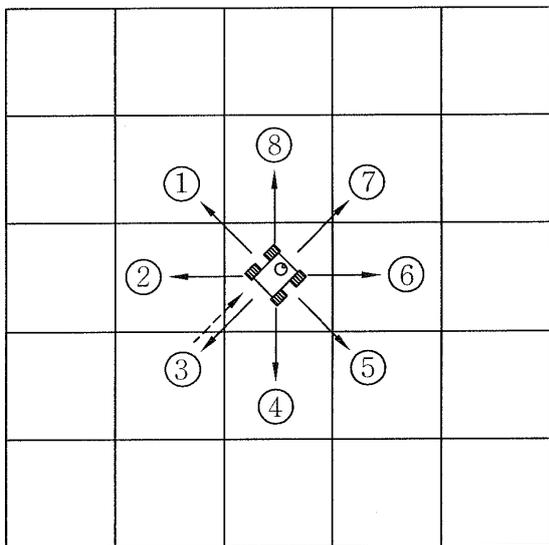
도면2



도면3



도면4



도면5

