(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0134954
(43) 공개일자 2010년12월24일

(51) Int. Cl.
B25J 13/08 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0053330
(22) 출원일자 2009년06월16일
심사청구일자 2009년06월16일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김진걸
경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡마을 307-1002
김기우
인천시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 616호
(74) 대리인
특허법인무한

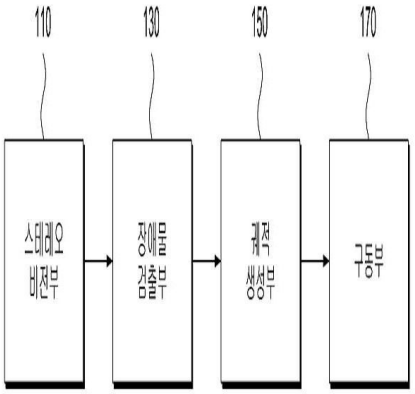
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 스테레오 비전을 이용한 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템

(57) 요 약

스테레오 비전을 이용한 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템을 개시한다. 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 주행 또는 보행과 관련된 이동 명령에 따라 6족 로봇의 다리를 구동하는 구동부; 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에 대한 변이지도를 계산하는 스테레오 비전부; 상기 계산된 변이지도로부터 장애물을 검출하고 상기 검출된 장애물의 위치 및 크기와 높이를 추출하는 장애물 검출부; 및, 상기 장애물이 검출되면 상기 장애물의 위치 및 크기와 높이를 기반으로 상기 장애물을 회피하는 회피 궤적 또는 상기 장애물을 넘어가는 극복 궤적을 생성하는 궤적 생성부를 포함한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

주행 또는 보행과 관련된 이동 명령에 따라 6족 로봇의 다리를 구동하는 구동부;

스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에 대한 변이지도를 계산하는 스테레오 비전부;

상기 계산된 변이지도로부터 장애물을 검출하고 상기 검출된 장애물의 위치 및 크기와 높이를 추출하는 장애물 검출부; 및,

상기 장애물이 검출되면 상기 장애물의 위치 및 크기와 높이를 기반으로 상기 장애물을 회피하는 회피 궤적 또는 상기 장애물을 넘어가는 극복 궤적을 생성하는 궤적 생성부를 포함하고,

상기 구동부는,

상기 생성된 회피 궤적 또는 극복 궤적에 따라 상기 6족 로봇의 다리를 구동하는, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 장애물 검출부는,

상기 변이지도의 수평라인을 스캔하여 상기 수평라인에 대한 명암의 평균을 구한 후 상기 평균보다 작은 명암을 가진 영역을 배경으로 분리하고 상기 배경이 분리된 나머지 영역을 상기 장애물로 판단하는, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 장애물 검출부는,

상기 장애물과의 거리를 이용하여 상기 변이지도로부터 검출된 장애물의 높이를 추출하는, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 궤적 생성부는,

상기 장애물의 위치 및 크기에 따라 상기 6족 로봇의 좌우 다리를 기준으로 하는 두 직선 중 적어도 하나의 직선이 상기 장애물과 만나는지 판단하고 상기 적어도 하나의 직선이 상기 장애물과 만나는 경우 상기 장애물의 높이에 따라 상기 장애물에 대한 회피 궤적 또는 극복 궤적을 결정하는, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 궤적 생성부는,

상기 검출된 장애물을 상기 6족 로봇이 넘을 수 있는 장애물과 넘을 수 없는 장애물로 구분하여 포텐셜 필드 알고리즘 또는 역기구학을 통해 상기 장애물에 대한 회피 궤적 또는 극복 궤적을 생성하는, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 보행과 주행이 가능한 6족 거미형 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 로봇 기술의 발전과 더불어 기존의 인력만으로 의지했던 다양한 작업이 자동화 되고 로봇의 이용이 점차 증대되고 있다. 일반적으로, 이동 로봇은 현재의 위치로부터 목적하는 위치로 이동하기 위하여 최소의 에너지가 소비되는 경로를 찾기 위한 방법을 사용하고 있다. 또한, 실내의 환경은 고정되어 있지 않고 턱이 있거나 각종 지형지물이 놓여 있기 때문에 지형지물 등에 의한 장애물을 회피하는 경로를 찾아야 한다. 장애물을 회피하는 경로를 찾기 위한 방법으로는 초음파 센서를 이용한 거리 측정, 레이저 스캐너를 이용한 거리 측정, 영상처리를 이용하는 방법 등을 사용하고 있다. 일례로, 이동 로봇이 장애물에 접근하는 경우 에너지필드간의 반발력이 증가하는 특성을 사용하여 충돌회피 경로를 생성할 수 있다.

[0003] 그러나, 작업형태의 다양성과 복잡성으로 인하여 기존의 단순 반복적인 작업을 수행하는 로봇과는 달리, 상황에 따라 적절한 판단을 내리고 동적인 대응능력을 가진 로봇이 필요하다. 또한, 기존방법은 지역 최소점에 빠지는 경우와 목표점에 이르지 못하거나 지도상에 있는 정적 장애물에 대한 확인작업이 오래 걸리는 단점이 있다. 특히, 이동로봇의 경우 환경지도상에 나오지 않은 돌발적인 장애물에 대해서 적절하게 회피하지 못하는 문제를 가지고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0004] 본 발명의 일실시예는 다양한 장애물 형태의 지형과 제약 조건에 순응하는 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템을 제공한다.

[0005] 본 발명의 일실시예는 스테레오 카메라를 이용하여 보다 많은 정보를 얻어 장애물의 위치 및 크기를 측정하여 로봇의 회피 경로 또는 극복 경로를 생성하기 위한 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템을 제공한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 주행 또는 보행과 관련된 이동 명령에 따라 6족 로봇의 다리를 구동하는 구동부; 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에 대한 변이지도를 계산하는 스테레오 비전부; 상기 계산된 변이지도로부터 장애물을 검출하고 상기 검출된 장애물의 위치 및 크기와 높이를 추출하는 장애물 검출부; 및, 상기 장애물이 검출되면 상기 장애물의 위치 및 크기와 높이를 기반으로 상기 장애물을 회피하는 회피 궤적 또는 상기 장애물을 넘어가는 극복 궤적을 생성하는 궤적 생성부를 포함한다.

[0007] 본 발명의 일실시예에서 상기 장애물 검출부는 상기 변이지도의 수평라인을 스캔하여 상기 수평라인에 대한 명암의 평균을 구한 후 상기 평균보다 작은 명암을 가진 영역을 배경으로 분리하고 상기 배경이 분리된 나머지 영역을 상기 장애물로 판단할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일실시예에서 상기 장애물 검출부는 상기 장애물과의 거리를 이용하여 상기 변이지도로부터 검출된 장애물의 높이를 추출할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일실시예에서 상기 궤적 생성부는 상기 장애물의 위치 및 크기에 따라 상기 6족 로봇의 좌우 다리를 기준으로 하는 두 직선 중 적어도 하나의 직선이 상기 장애물과 만나는지 판단하고 상기 적어도 하나의 직선이 상기 장애물과 만나는 경우 상기 장애물의 높이에 따라 상기 장애물에 대한 회피 궤적 또는 극복 궤적을 결정할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일실시예에서 상기 궤적 생성부는 상기 검출된 장애물을 상기 6족 로봇이 넘을 수 있는 장애물과 넘을 수 없는 장애물로 구분하여 포텐셜 필드 알고리즘 또는 역기구학을 통해 상기 장애물에 대한 회피 궤적 또는

극복 궤적을 생성할 수 있다.

효 과

[0011] 본 발명의 일실시예에 따르면, 스테레오 비전을 이용함으로써 지형에 대한 많은 정보를 획득할 수 있어 이동 공간 내 장애물에 대한 판단이 용이하다. 더욱이, 스테레오 비전을 통해 맵의 전체적인 장애물의 높낮이를 측정하여 다양한 걸음새를 구현함으로써 주행과 보행을 병행하여 이동할 수 있다. 따라서, 난지형에 대한 높은 적응성뿐 아니라 군사, 산업현장, 공사현장 등 위험성이 요구되는 작업에 적용 가능한 최적의 로봇을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템의 내부 구성을 도시한 도면이다.

[0014] 본 발명의 일실시예는 6족 거미형 로봇에 적용하기 위한 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템을 제공한다.

[0015] 도 1을 참조하면, 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 스테레오 비전부(110)와, 장애물 검출부(130)와, 궤적 생성부(150)와, 구동부(170)로 구성된다.

[0016] 구동부(170)는 주행 또는 보행과 관련된 이동 명령을 감지하고 감지된 이동 명령에 따라 6족 로봇의 다리를 구동하는 역할을 수행한다.

[0017] 스테레오 비전부(stereo vision part)(110)는 2개 이상의 카메라로 구성된 스테레오 카메라를 포함하고 스테레오 카메라로부터 동일 물체에 대한 3차원 영상을 입력 받는다. 특히, 스테레오 비전부(110)는 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상에 대한 변이지도(disparity map)를 계산한다.

[0018] 장애물 검출부(130)는 스테레오 비전부(110)에서 계산된 변이지도로부터 장애물을 검출하는 역할을 수행한다. 도 2는 스테레오 카메라로부터 촬영된 영상의 변이지도(201)를 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 변이지도(201)에서 장애물은 배경과 다른 명암을 띄게 되므로 도 2와 같이 배경과 장애물의 기울기 차이(203)를 보인다. 장애물 검출부(130)는 상기한 변이지도(201)의 특징을 이용하여 변이지도(201)의 수평라인을 스캔하여 장애물의 테두리를 검출할 수 있어 변이지도(201)에서 배경과 장애물을 분리할 수 있다.

[0019] 상기 장애물을 분리하는 알고리즘은 표 1과 같이 정의할 수 있다.

표 1

[0020]

for all Y do

$$sum = \sum_{n=1}^{X} I$$

$$average = sum / X$$

$$if \ \ average < I, \ then$$

$$I = 0$$

end for

return new_val

[0021] 여기서, X는 이미지의 수평 크기, Y는 이미지의 수직 크기, I는 이미지의 명암을 의미한다. 장애물 검출부(130)는 수평라인(X)에 대한 명암의 평균(average)을 구한 후 평균보다 작은 값들의 명암(I)은 0으로 하여 배경으로 분리한다. 상기한 과정을 모든 Y축을 대상으로 반복한다. 도 3에 도시한 바와 같이, 장애물 검출부(130)는 변이지도에서 명암(I)이 0인 배경(303)을 분리함으로써 장애물(301)을 검출할 수 있다.

[0022] 그리고, 장애물 검출부(130)는 장애물과의 거리를 통해 장애물의 위치 및 크기와 높이를 추출할 수 있다. 장애물 검출부(130)는 변이지도에서 장애물이 검출되면 장애물과의 거리를 통해 장애물의 좌표 즉, 위치를 판단할

수 있으며 단위 거리 당 장애물의 높이를 비례적으로 알 수 있다. 도 3과 같이, 장애물과의 거리를 알면 거리에 비례적인 장애물의 크기(PX, PY)를 알 수 있으며 스테레오 카메라를 통해 촬영된 화면의 크기와 거리를 비례적으로 가감하면 장애물의 높이(PZ)를 구할 수 있다.

[0023] 궤적 생성부(150)는 장애물의 위치 및 크기와 높이를 기반으로 장애물을 회피하는 회피 궤적 또는 장애물을 넘어가는 극복 궤적을 생성하는 기능을 수행한다. 궤적 생성부(150)는 장애물의 위치와 크기에 따라 6족 로봇의 좌우 다리를 기준으로 하는 두 직선 중 적어도 하나의 직선이 장애물과 만나는지 판단하고 적어도 하나의 직선이 장애물과 만나는 경우 장애물의 높이에 따라 장애물에 대한 회피 궤적 또는 극복 궤적을 결정할 수 있다. 이때, 구동부(170)는 장애물을 회피 또는 극복할 수 있도록 궤적 생성부(150)에서 생성된 궤적에 따라 6족 로봇의 다리를 구동한다.

[0024] 도 4와 도 5를 참조하여, 6족 로봇의 궤적 생성 과정을 상세하게 설명하기로 한다. 여기서, 궤적 생성 과정은 궤적 생성부(150)에 의해 실행될 수 있다.

[0025] 본 발명의 일실시예는 6족 로봇을 이동시키기 위한 시작 지점(이하, '시작점'이라 칭함)에서 목표 지점인 도착지점(이하, '도착점'이라 칭함)까지의 이동 경로를 포텐셜 필드 알고리즘을 사용하여 생성하되, 이동 경로에 장애물이 존재할 경우에는 장애물의 크기와 높이에 따라 6족 로봇의 다리의 높이를 역기구학으로 풀어 장애물을 자연스럽게 넘어가도록 하는 궤적을 생성할 수 있다.

[0026] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 시작점에서 도착점으로 주행 또는 보행하는 동안 시작점과 도착점의 최단 거리인 가상의 직선을 그리며 진행한다(S401).

[0027] 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 주행 또는 보행을 진행하는 과정에서 장애물과 만나는지 여부를 판단하고 장애물과 만나면 해당 장애물이 6족 로봇이 넘을 수 있는 장애물인지 넘을 수 없는 장애물인지 판단한다(S402)(S407).

[0028] 도 5는 6족 로봇과 장애물이 만나는지 여부를 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 도 2와 도 3을 통해 설명한 장애물의 검출 과정에서 장애물의 위치와 크기를 추출할 수 있으므로 장애물의 크기를 이용하여 장애물을 원의 형태로 근사화시킬 수 있다. 도 5를 참조하면, 장애물(505)의 좌표(x,y)와 원으로 근사화 된 장애물의 반지름 크기(r)를 기반으로 로봇(501)과 장애물(505)이 만나는지 여부를 판단할 수 있다.

[0030] 직선의 방정식과 원의 방정식을 연립 방정식으로 풀어 교점을 판별하는 방식으로 로봇(501)과 장애물(505)이 만나는지 여부를 판단한다. 도 5에 도시한 바와 같이, 6족 로봇(501)의 중심점을 기준으로 진행하기 때문에 중심으로부터 양쪽 좌/우 다리를 기준으로 하여 2개의 직선(503)이 생기므로 직선의 방정식을 대입하여 풀면 어느 다리에 장애물(503)이 걸리는지 알 수 있다. 여기서, d는 원의 중심과 직선(503)의 거리이고, r은 장애물(505)의 반지름의 길이라고 가정할 경우, d<r의 조건을 만족하면 로봇(501)과 장애물(505)이 두 점에서 만나고 d=r의 조건을 만족하면 로봇(501)과 장애물(505)이 한 점에서 만나며 d>r의 조건을 만족하면 로봇(501)과 장애물(505)이 만나지 않는다. 상기한 방식으로 두 개의 직선(503)을 이용하면 로봇(501)의 어느 다리가 장애물(505)에 걸리는지 판단할 수 있다. 또한, 로봇(501)과 장애물(505)이 적어도 한 점에서 만나는 경우 장애물의 높이에 따라 로봇(501)이 어떤 방식으로 진행할 것인지에 대하여 결정할 수 있다. 장애물(505)이 로봇(501)이 넘을 수 있는 높이일 경우 로봇(501)이 장애물(505)을 넘어가는 극복 궤적으로 진행하도록 하고 장애물(505)이 로봇(501)이 넘을 수 없는 높이일 경우에는 로봇(501)이 장애물(505)를 피해가는 회피궤적으로 진행하도록 할 수 있다. 이때, 로봇(501)이 넘을 수 있는 장애물로 판단되면 두 개의 교점의 거리를 구하여 로봇(501)의 궤적에 걸리는 장애물(505)의 길이 또한 알 수 있다(여기서, 장애물의 높이는 일정하다고 가정한다.).

[0031] 다시 도 4에서, 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템은 상기 판단결과(S402)(S407) 로봇이 넘지 못하는 장애물과 로봇이 넘을 수 있는 장애물이 모두 존재할 경우 포텐셜 필드 알고리즘과 역기구학을 혼합하여 로봇의 궤적을 생성한다(S409). 한편, 로봇이 넘지 못하는 장애물만 존재할 경우 로봇이 장애물을 회피하여 진행하도록 포텐셜 필드 알고리즘을 사용하여 회피 궤적을 생성한다(S408). 그리고, 로봇이 넘을 수 있는 장애물만 존재할 경우 가상의 직선과 접하는 장애물의 개수와 좌표를 계산한 후(S403) 가상의 직선을 기반으로 로봇의 주행을 시작한다(S404). 이때, 로봇이 넘을 수 있다고 판단된 장애물과 만나면 로봇이 장애물을 넘어서 주행하도록 역기구학을 이용하여 극복 궤적을 생성한다(S405). 로봇이 넘을 수 있다고 판단된 장애물이 하나 이상일 경우 각 장애물의 크기에 따라 해당 장애물을 넘어가는 극복 궤적을 반복 생성한다(S406).

[0032] 본 발명의 일실시예는 주행 또는 보행 중에 로봇이 넘을 수 있는 장애물을 만나면 로봇의 역기구학을 풀어 로봇

이 장애물을 넘어가는 동작을 하게 된다. 로봇이 장애물을 넘기 위하여 그에 상응하는 걸음새를 구현해야 한다. 역기구학을 사용하여 다리의 끝점을 입력하면 각 관절의 각도 값을 산출하고 산출된 각 관절의 각도를 기반으로 장애물을 극복할 수 있다. 6족 로봇에 사용되는 역기구학 풀이에 사용되는 공식의 일례는 표 2와 같다.

표 2

[0033]

$$-\sin\theta_1 \cdot p_x + \cos\theta_1 \cdot p_y = 0$$
$$a_3 \sin\theta_1 = -p_z$$

$$-\sin\theta_1\theta_2 \cdot p_x + \cos\theta_1\theta_2 \cdot p_y + \sin\theta_1 a_2 = 0$$
$$\cos\theta_1\theta_2 \cdot p_x + \sin\theta_1\theta_2 \cdot p_y + \cos\theta_1 a_2 - a_1 = a_3 \cos\theta_3$$
$$a\cos\theta + b\sin\theta = 0 \Rightarrow A\tan 2(a, -b)$$

$$p_y \cdot \cos\theta_1 + (-p_x) \cdot \sin\theta_1 = 0$$

$$a\cos\theta + b\sin\theta = 0 \Rightarrow A\tan 2(b, a) \pm A\tan 2(\sqrt{a^2 + b^2 - c^2}, c)$$

$$p_y \cdot \cos\theta_1\theta_2 + (-p_x) \cdot \sin\theta_1\theta_2 = -a_2 \cdot \sin\theta_1$$

$$\theta_{12} - \theta_1 = \theta_2$$

$$a_3 \cdot \sin\theta_3 = -p_z \Rightarrow a\sin\left(\frac{-p_z}{a_3}\right)$$

[0034] 따라서, 본 발명의 일실시예는 스테레오 비전을 사용하여 장애물의 크기와 높이를 측정하여 장애물의 크기와 높이에 따라 장애물을 회피하거나 넘어가는 로봇의 걸음새를 구현할 수 있다. 즉, 다양한 장애물의 형태의 지형과 제약 조건에 순응하는 6족 로봇의 궤적 생성 알고리즘을 제공한다.

[0035] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0036] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 6족 로봇의 국소 맵 빌딩 및 걸음새 구현 시스템의 내부 구성을 도시한 도면이다.

[0038] 도 2와 도 3은 장애물을 검출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0039] 도 4는 장애물을 회피 또는 극복하기 위한 궤적 생성 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 도 5는 6족 로봇과 장애물이 만나는지 여부를 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0042] 110: 스테레오 비전부

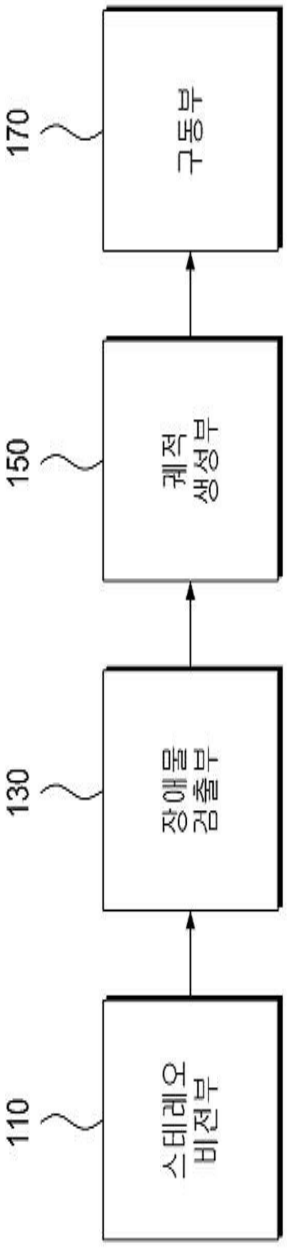
[0043] 130: 장애물 검출부

[0044] 150: 궤적 생성부

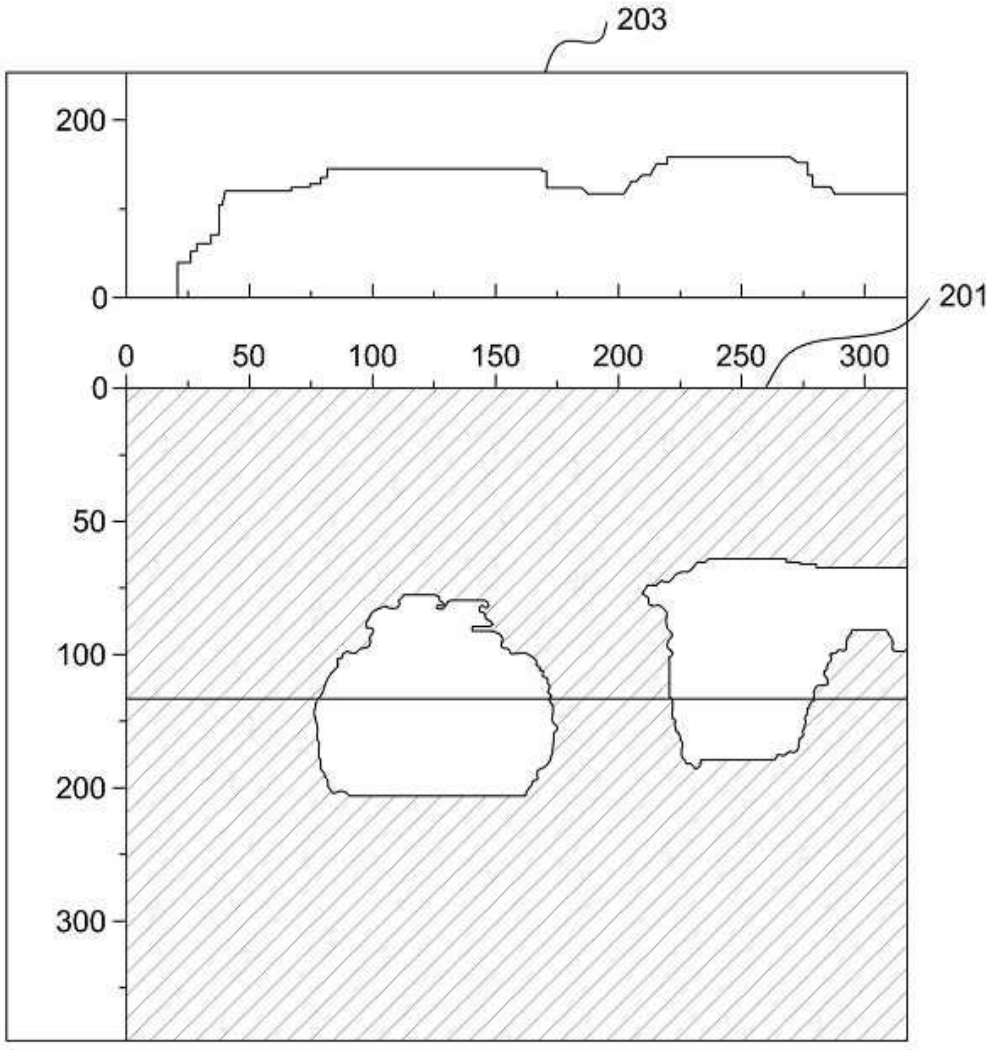
[0045] 170: 구동부

도면

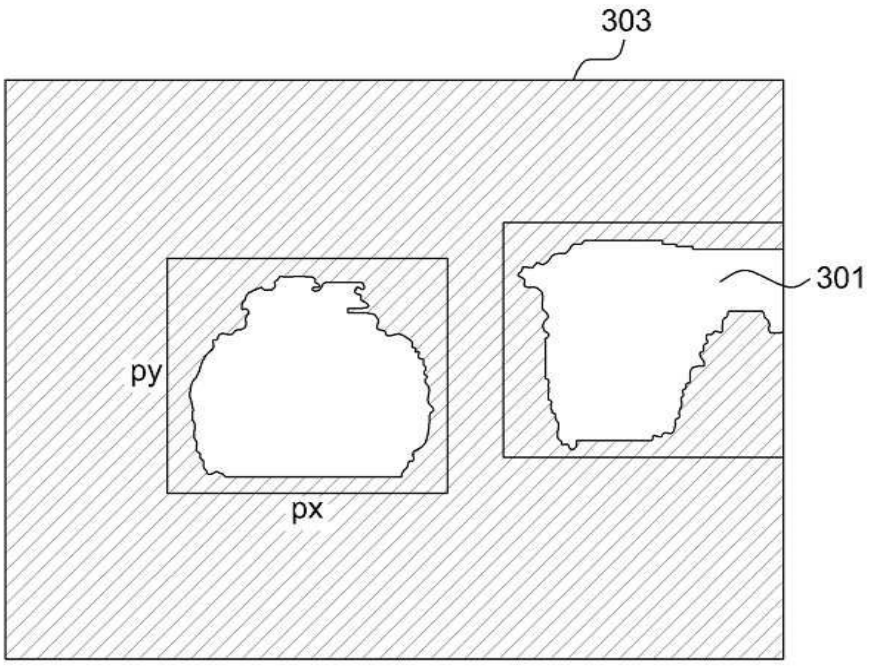
도면1



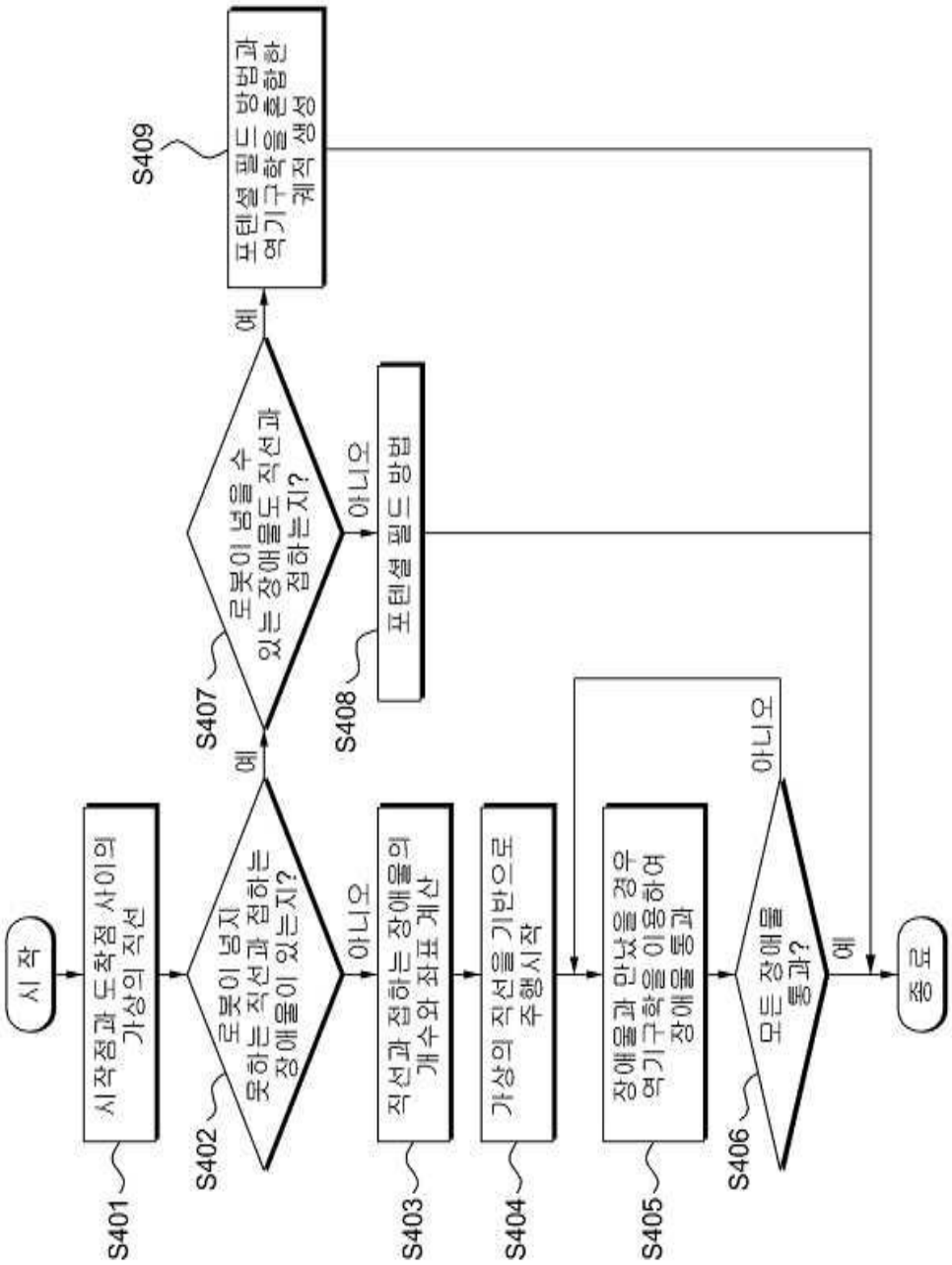
도면2



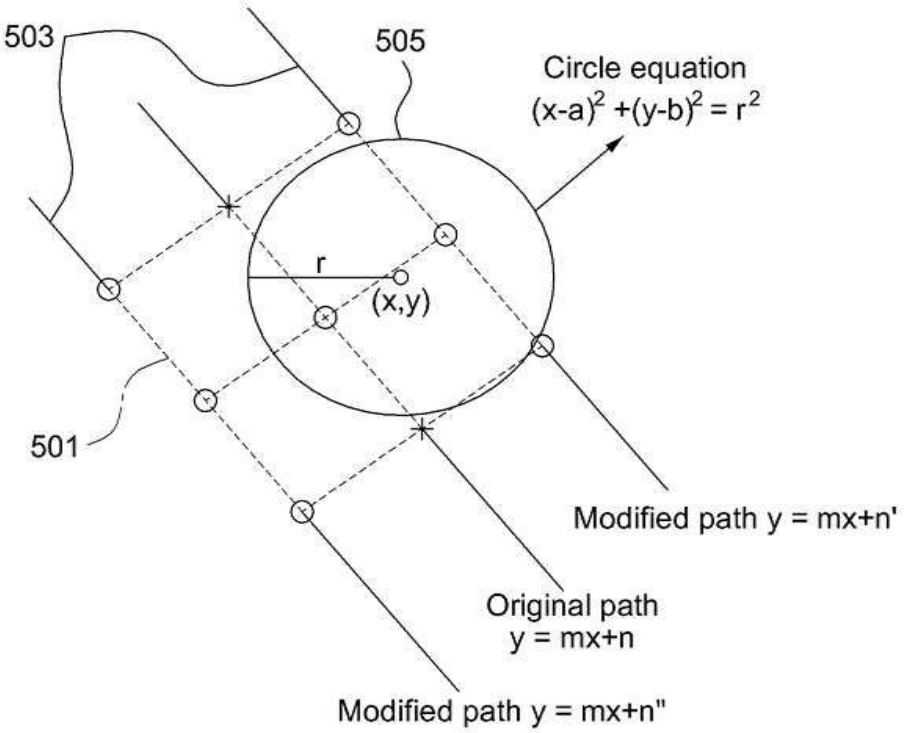
도면3



도면4


시 작
시작점과 도착점 사이의 가상의 직선
S401
로봇이 넘지 못하는 직선과 접하는 장애물이 있는지?
S402
예
아니오
직선과 접하는 장애물의 개수와 좌표 계산
S403
가상의 직선을 기반으로 주행시작
S404
장애물과 만났을 경우 역기구학을 이용하여 장애물 통과
S405
모든 장애물 통과?
S406
아니오
예
로봇이 넘을 수 있는 장애물도 직선과 접하는지?
S407
예
아니오
포텐셜 필드 방법
S408
포텐셜 필드 방법과 역기구학을 혼합한 궤적 생성
S409
종 료

도면5


503
505
Circle equation
$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$
r
(x,y)
501
Modified path y = mx+n'
Original path
y = mx+n
Modified path y = mx+n"