



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0101913
(43) 공개일자 2013년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 13/08 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0023033

(22) 출원일자 2012년03월06일

심사청구일자 2012년03월06일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

송재복

서울특별시 강남구 도곡동 467번지 타워팰리스 B
동 2907호

정민국

서울특별시 양천구 목5동 부영그린타운 3차 C동
1406호

박중태

서울특별시 동작구 신대방1동 우성아파트 2동
1301호

(74) 대리인

홍동우

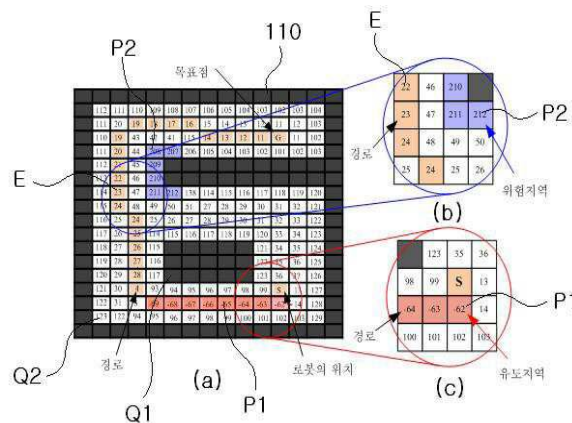
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법에 관한 것으로, 단순히 목표 지점까지 도달하는 최단 경로를 생성하는 것이 아니라 주행 안정성이 보장되는 유도 영역과 장애물과 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하고 이에 대한 특성을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성함으로써, 안전하고 신속하게 목표 지점까지 도달할 수 있는 주행 경로를 생성할 수 있고, 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 실제 주행 특성 정보를 감지하고 이를 고려하여 새로운 주행 경로를 다시 생성하도록 구성함으로써, 실제 환경에 더욱 적합한 주행 경로를 항상 새롭게 생성할 수 있으며, 더욱 안정적인 주행 경로를 생성할 수 있는 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법을 제공한다.

대표도 - 도12



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R0907273
부처명	연구지원부
연구사업명	인간기능생활지원지능로봇기술개발사업
연구과제명	센서융합 기반의 환경 적응형 실내 주행
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2011.04.01 ~ 2012.03.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	R0906983
부처명	연구지원부
연구사업명	융복합형 로봇 전문인력 양성사업
연구과제명	서비스로봇용 자율 지능형 머니플레이션
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

로봇의 주변 환경을 다수개의 격자로 분할하여 점유 영역 및 비점유 영역을 표시하고, 각 격자에 대해 로봇의 주행 안정성을 보장하는 유도 영역과 돌발 장애물과의 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하여 정보 격자 지도를 작성하는 지도 작성부;

로봇의 주행 목표 지점을 중심으로 각 격자의 특성을 고려하여 각 격자에 대한 주행 비용을 산출하는 비용 산출부; 및

로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 주행 목표 지점까지 주행하도록 로봇의 주행 경로를 생성하는 경로 계획부

를 포함하고, 상기 비용 산출부는 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 특성을 고려하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 비용 산출부는

상기 유도 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 상기 위험 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 포함하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 인력 비용은 $-M_a/(r+1)^2$ 으로 설정되고, M_a 는 인력상수, r 은 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리인 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 척력 비용은 $M_r/(r+1)^2$ 으로 설정되고, M_r 은 척력상수, r 은 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리인 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 비용 산출부는

상기 유도 영역으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 상기 인력 상수의 값을 서로 다르게 적용하고, 상기 위험 영역으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 상기 척력 상수의 값을 서로 다르게 적용하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지부를 더 포함하고,

상기 지도 작성부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 7

제 3 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지부를 더 포함하고,

상기 지도 작성부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하며,

상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 인력 상수 및 척력 상수의 값을 변경하여 적용하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 주행 감지부는 로봇의 주행 중에 발생하는 주행 속도 정보를 감지하고,

상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 속도 정보에 따라 상기 인력 상수의 값을 변경하여 적용하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 주행 감지부는 로봇의 주행 중에 발생하는 각속도 정보를 감지하고,

상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 각속도 정보에 따라 상기 척력 상수의 값을 변경하여 적용하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치.

청구항 10

로봇의 주변 환경을 다수개의 격자로 분할하여 점유 영역 및 비점유 영역을 표시하고, 각 격자에 대해 로봇의 주행 안정성을 보장하는 유도 영역과 돌발 장애물과의 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하여 정보 격자 지도를 작성하는 지도 작성 단계;

로봇의 주행 목표 지점을 중심으로 각 격자의 특성을 고려하여 각 격자에 대한 주행 비용을 산출하는 비용 산출 단계; 및

로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 주행 목표 지점까지 주행하도록 로봇의 주행 경로를 생성하는 경로 생성 단계

를 포함하고, 상기 비용 산출 단계는 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 특성을 고려하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 비용 산출 단계는

상기 유도 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 상기 위험 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 포함하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지 단계를 더 포함하고,

상기 지도 작성 단계는 상기 주행 감지 단계를 통해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하여 상기 정보 격자 지도를 작성하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 단순히 목표 지점까지 도달하는 최단 경로를 생성하는 것이 아니라 주행 안정성이 보장되는 유도 영역과 장애물과 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하고 이에 대한 특성을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성함으로써, 안전하고 신속하게 목표 지점까지 도달할 수 있는 주행 경로를 생성할 수 있고, 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 실제 주행 특성 정보를 감지하고 이를 고려하여 새로운 주행 경로를 다시 생성하도록 구성함으로써, 실제 환경에 더욱 적합한 주행 경로를 항상 새롭게 생성할 수 있으며, 더욱 안정적인 주행 경로를 생성할 수 있는 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 미래의 가정과 사무실의 모습은 로봇이 가족이나 회사 구성원의 한 일원으로 등장하게 될 날이 멀지 않았다. 최근 방문객들에게 원하는 정보를 제공하고 전시물을 홍보 및 소개하는 안내로봇의 개발이 활발하게 이루어지고 있고, 이 안내로봇은 방문객이 필요로 하는 정보가 있는 부스나 장소를 지정하면 장애물을 피해 지름길로 목표 지점까지 이동하는 기능을 갖추고 있다.

[0003] 일반적으로 이동로봇은 현재의 위치로부터 목적하는 위치로 이동하기 위하여 이동공간 상에 놓인 장애물을 회피하여 최소의 에너지가 소비되는 경로를 찾기 위한 방법을 사용하고 있다.

[0004] 종래 기술에 따른 일반적인 로봇의 주행 경로 계획 방법은 로봇의 최단거리 이동에만 초점이 맞춰져 있어 인간과 공존하는 실생활에 적용할 경우에는 여러 문제점이 발생할 수 있다. 실제 환경에는 사람들의 이동이 잦은 공간이나, 돌발 장애물들이 존재할 수 있는 문이나 코너 같은 영역들이 무수히 많이 존재한다. 만약, 로봇이 이러한 환경적 특성을 무시하고 단순히 목적지까지의 최단경로로만 이동하게 된다면, 인간이나 이동장애물과 충돌할 확률이 높아진다. 또한, 인간을 고려하지 않는 로봇의 주행으로 인해 인간의 보행 불편을 야기할 수 있는 문제가 있었다.

[0005] 선행 기술로서 한국 특허 등록 제10-1048098호에는 이동 장애물의 경로를 미리 예측함으로써, 처음 계획했던 경로의 수정없이 목표 지점까지 로봇의 이동 경로를 계획하는 장치 및 방법이 개시되어 있으나, 이는 단순히 이동 장애물과의 회피만을 예측한 것으로 종합적으로 안전하고 생활이 편리한 주행 경로를 생성하는데 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 단순히 목표 지점까지 도달하는 최단 경로를 생성하는 것이 아니라 주행 안정성이 보장되는 유도 영역과 장애물과 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하고 이에 대한 특성을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성함으로써, 더욱 안전하고 신속하게 목표 지점까지 도달할 수 있는 주행 경로를 생성할 수 있는 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 실제 주행 특성 정보를 감지하고 이를 고려하여 새로운 주행 경로를 다시 생성하도록 구성함으로써, 실제 환경에 더욱 적합한 주행 경로를 항상 새롭게 생성할 수 있으며, 더욱 안정적인 주행 경로를 생성할 수 있는 로봇의 주행 경로 계획 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은, 로봇의 주변 환경을 다수개의 격자로 분할하여 점유 영역 및 비점유 영역을 표시하고, 각 격자에 대해 로봇의 주행 안정성을 보장하는 유도 영역과 돌발 장애물과의 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하여 정보 격자 지도를 작성하는 지도 작성부; 로봇의 주행 목표 지점을 중심으로 각 격자의 특성을 고려하여 각 격자에 대한 주행 비용을 산출하는 비용 산출부; 및 로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 주행 목표 지점까지 주행하도록 로봇의 주행 경로를 생성하는 경로 계획부를 포함하고, 상기 비용 산출부는 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 특성을 고려하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 장치를 제공한다.
- [0009] 이때, 상기 비용 산출부는 상기 유도 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 상기 위험 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 포함하여 상기 주행 비용을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 인력 비용은 $-M_a/(r+1)^2$ 으로 설정되고, M_a 는 인력상수, r 은 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리로 적용될 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 척력 비용은 $M_r/(r+1)^2$ 으로 설정되고, M_r 은 척력상수, r 은 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리로 적용될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 비용 산출부는 상기 유도 영역으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 상기 인력 상수의 값을 서로 다르게 적용하고, 상기 위험 영역으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 상기 척력 상수의 값을 서로 다르게 적용할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 로봇의 주행 경로 계획 장치는, 상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지부를 더 포함하고, 상기 지도 작성부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 한편, 상기 로봇의 주행 경로 계획 장치는, 상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지부를 더 포함하고, 상기 지도 작성부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하며, 상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 인력 상수 및 척력 상수의 값을 변경하여 적용할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 주행 감지부는 로봇의 주행 중에 발생하는 주행 속도 정보를 감지하고, 상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 주행 속도 정보에 따라 상기 인력 상수의 값을 변경하여 적용할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 주행 감지부는 로봇의 주행 중에 발생하는 각속도 정보를 감지하고, 상기 비용 산출부는 상기 주행 감지부에 의해 감지된 각속도 정보에 따라 상기 척력 상수의 값을 변경하여 적용할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은, 로봇의 주변 환경을 다수개의 격자로 분할하여 점유 영역 및 비점유 영역을 표시하고, 각 격자에 대해 로봇의 주행 안정성을 보장하는 유도 영역과 돌발 장애물과의 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정

하여 정보 격자 지도를 작성하는 지도 작성 단계; 로봇의 주행 목표 지점을 중심으로 각 격자의 특성을 고려하여 각 격자에 대한 주행 비용을 산출하는 비용 산출 단계; 및 로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 주행 목표 지점까지 주행하도록 로봇의 주행 경로를 생성하는 경로 생성 단계를 포함하고, 상기 비용 산출 단계는 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 특성을 고려하여 상기 주행 비용을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇의 주행 경로 계획 방법을 제공한다.

[0018] 이때, 상기 비용 산출 단계는 상기 유도 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 상기 위험 영역을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 포함하여 상기 주행 비용을 산출하도록 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 로봇의 주행 경로 계획 방법은 상기 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지 단계를 더 포함하고, 상기 지도 작성 단계는 상기 주행 감지 단계를 통해 감지된 주행 특성 정보에 따라 상기 유도 영역 및 위험 영역에 대한 설정을 변경하여 상기 정보 격자 지도를 작성하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면, 단순히 목표 지점까지 도달하는 최단 경로를 생성하는 것이 아니라 주행 안정성이 보장되는 유도 영역과 장애물과 충돌 위험성이 높은 위험 영역을 설정하고 이에 대한 특성을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성함으로써, 더욱 안전하고 신속하게 목표 지점까지 도달할 수 있는 주행 경로를 생성할 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한, 주행 경로를 따라 주행하는 로봇의 실제 주행 특성 정보를 감지하고 이를 고려하여 새로운 주행 경로를 다시 생성하도록 구성함으로써, 실제 환경에 더욱 적합한 주행 경로를 항상 새롭게 생성할 수 있으며, 더욱 안정적인 주행 경로를 생성할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치의 구성을 기능적으로 도시한 기능 블록도,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도의 유도 영역 및 경로 생성 방식을 예시적으로 도시한 도면,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도의 위험 영역 및 경로 생성 방식을 예시적으로 도시한 도면,
 도 4 및 도 5는 실제 환경에 적용된 형태의 정보 격자 지도를 예시적으로 도시한 도면,
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도에서 각 격자에 대해 산출한 근접 비용을 예시적으로 나타내는 도면,
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도에서 각 격자에 대해 산출한 고유 비용을 예시적으로 나타내는 도면,
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역을 중심으로 한 인력 비용 산출 방식을 예시적으로 나타내는 도면,
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역을 중심으로 하여 각 격자에 대해 산출된 인력 비용을 예시적으로 나타내는 도면,
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 위험 영역을 중심으로 하여 각 격자에 대해 산출된 출력 비용을 예시적으로 나타내는 도면,
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 영역과 위험 영역을 고려하지 않은 상태로 로봇의 주행 경로를 생성하는 방식을 나타내는 도면,
 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 영역과 위험 영역을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성하는 방식을 나타내는 도면,
 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 정보 격자 지도에 등록되는 어느 하나의 색상 정보 종류를 예시적으로 도

시한 도면,

도 14 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따라 로봇의 주행 특성 정보를 감지하여 유도 영역에 대한 설정을 변경하는 방식을 나타내는 도면,

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따라 정보 격자 지도에 등록되는 또 다른 하나의 색상 정보 종류를 예시적으로 도시한 도면,

도 19 내지 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따라 로봇의 주행 특성 정보를 감지하여 위험 영역에 대한 설정을 변경하는 방식을 나타내는 도면,

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 방법을 동작 흐름을 따라 도시한 동작 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치의 구성을 기능적으로 도시한 기능 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도의 유도 영역 및 경로 생성 방식을 예시적으로 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도의 위험 영역 및 경로 생성 방식을 예시적으로 도시한 도면이고, 도 4 및 도 5는 실제 환경에 적용된 형태의 정보 격자 지도를 예시적으로 도시한 도면이다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치는 장애물이 많이 출현하는 영역을 우회하여 목적 지점까지 안전하게 주행할 수 있는 로봇의 주행 경로를 생성하는 장치로서, 지도 작성부(100)와, 비용 산출부(200)와, 경로 계획부(300)를 포함하여 구성된다.

[0026] 지도 작성부(100)는 로봇(T)의 주변 환경을 다수개의 격자(Q)로 분할하여 각 격자(Q)에 대해 점유 영역(Q1) 및 비점유 영역(Q2)을 표시하고, 아울러 각 격자(Q)에 대해 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)을 설정하는 방식으로 정보 격자 지도(110)를 작성한다.

[0027] 정보 격자 지도(110)를 작성하기 위해 주변 환경을 파악하는 방식은 로봇(T)에 별도의 카메라(미도시)를 장착하고 카메라에 의해 촬영된 영상을 통해 주변 환경을 파악하는 방식으로 구성될 수도 있고, 별도의 장치를 통해 파악되어 저장된 해당 주변 환경 정보를 인가받는 방식으로 구성될 수도 있는 등 다양하게 구성될 수 있다.

[0028] 일반적으로 격자 지도란 주변 환경을 일정한 크기의 격자로 나누고, 정지 장애물의 유무에 따라 각 격자를 점유 영역(Q1)과 비점유 영역(Q2)으로 나타내는 지도인데, 이러한 일반적인 격자 지도는 단순히 장애물의 유무만을 나타내므로, 그 이외의 실제 환경에 대한 정보를 반영하지 못한다. 따라서, 격자 지도만을 이용해서 목적지까지 안전한 경로를 생성하는 것은 매우 어려운 일이다. 이를 해결하기 위해 본 발명의 일 실시예에서는 일반 격자 지도에 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)을 설정한 형태의 정보 격자 지도(110)를 작성한다.

[0029] 도 2의 (a)에는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 영역(P1)이 표시된 개략적인 정보 격자지도의 예가 나타나 있다. 로봇(T)으로부터 목표 지점(G)까지의 최단경로는 광장을 가로질러 가는 것이지만, 이 경우 무수히 많은 이동 장애물들을 회피하며 이동해야 하므로 로봇 주행의 안전성이 저하된다. 이를 해결하기 위해서 로봇의 주행 안정성을 보장할 수 있는 영역을 선정하여, 이를 유도영역이라고 정의한다. 로봇이 이러한 유도 영역(P1)으로 이동할 경우 이동 장애물과의 만남을 최소화할 수 있다. 또한, 로봇의 경로를 원하는 영역으로 생성할 수 있어, 다수의 로봇이 운행하는 경우에 로봇의 좌측 또는 우측 통행이 가능해진다. 도 2의 (b)에 도시된 같이 유도 영역(P1)을 한쪽 벽으로 선정하면, 로봇(T)은 좌우로만 주행하게 되고 인간은 중앙으로 이동하여 로봇과 인간 사이의 충돌을 감소시킬 수 있다. 이와 반대로 로봇(T)의 유도 영역(P1)을 복도 중앙으로 설정하면, 로봇은 중앙으로 이동하기 때문에 인간이 좌측 또는 우측으로 통행할 수 있다.

[0030] 도 3에는 본 발명의 일 실시예에 따른 위험 영역(P2)이 표시된 개략적인 정보 격자지도의 예가 나타나 있다. 도 3의 (a)에 도시된 코너 영역이나 도 3의 (b)에 도시된 문 주변 같이 예상치 못한 돌발 장애물들이 발생할 수 있는 장소로서 돌발 장애물과의 충돌 위험성이 높은 영역을 선정하여 이를 위험 영역으로 정의한다. 로봇이 이러한 위험 영역(P2)을 우회하여 이동할 경우 돌발 장애물과의 만남을 최소화할 수 있으며, 로봇의 주행이 원활하

게 수행되기 위해서 이와 같은 위험 영역(P2)을 우회하는 경로를 생성해야 한다. 실외 환경에서는 산사태나 낙석같이 예상치 못한 사고가 발생할 수 있는 장소를 위험 영역(P2)으로 등록할 수 있으며, 실내에서는 문과 코너 등 갑작스러운 돌발 장애물들과 충돌이 발생할 수 있는 영역을 위험 영역(P2)으로 등록할 수 있다.

[0031] 정보 격자 지도(110)는 환경에 대한 정보를 반영하여 작성되는데, 지도에 포함된 환경 정보는 위험 영역(P2), 유도 영역(P1), 점유영역(Q2), 비점유영역(Q1)(이동 가능한 공간)으로 구성되어 있으며, 각 영역들은 특성에 따라 표 1과 같이 고유한 값을 부여하여 사용할 수 있다. 도 5에 도시된 정보 격자 지도(110)는 도 4에 도시된 예시적인 실제 환경에서 점선 원으로 표시된 영역을 확대하여 나타낸 모습이다. 이러한 정보 격자 지도(110)에서 유도 영역(P1)과 위험 영역(P2)은 각각의 영역에 따라 별도의 인력 상수와 척력 상수를 가질 수 있으며, 이러한 인력 상수와 척력 상수는 도 5에 도시된 바와 같이 지도에 등록되어 있는 RGB 영역의 색상 정보로 취득할 수 있다.

표 1

환경 정보	비점유 영역	점유 영역	위험 영역	유도 영역
환경 변수	0	1	2	3

[0033] 이와 같은 방식으로 지도 작성부(100)에 의해 정보 격자 지도(110)가 작성되면, 이를 기준으로 하여 비용 산출부(200)가 각 격자에 대한 주행 비용을 산출한다. 즉, 비용 산출부(200)는 로봇(T)의 주행 목표 지점(G)을 중심으로 각 격자(Q)의 특성을 고려하여 각 격자(Q)에 대한 주행 비용을 산출하도록 구성되는데, 이때, 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)에 대한 특성을 고려하여 주행 비용을 산출하도록 구성된다.

[0034] 경로 계획부(300)는 로봇(T)의 현재 지점(S)으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자(Q)을 따라 주행 목표 지점(G)까지 주행하도록 로봇(T)의 주행 경로를 생성한다.

[0035] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치는 로봇의 주행 환경 정보를 파악하여 유도 영역(P1)과 위험 영역(P2)을 설정한 정보 격자 지도(110)를 작성하고, 유도 영역(P1)과 위험 영역(P2)의 특성을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성하기 때문에, 종래 기술과 달리 최단 주행 거리에 초점을 맞춘 것이 아니므로 더욱 안전한 주행 경로를 생성할 수 있다.

[0036] 다음으로, 도 6 내지 도 12를 중심으로 비용 산출부(200) 및 경로 계획부(300)의 구성을 자세히 살펴본다.

[0037] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도에서 각 격자에 대해 산출한 근접 비용을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 격자 지도에서 각 격자에 대해 산출한 고유 비용을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역을 중심으로 한 인력 비용 산출 방식을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역을 중심으로 하여 각 격자에 대해 산출된 인력 비용을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 위험 영역을 중심으로 하여 각 격자에 대해 산출된 출력 비용을 예시적으로 나타내는 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 영역과 위험 영역을 고려하지 않은 상태로 로봇의 주행 경로를 생성하는 방식을 나타내는 도면이고, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 영역과 위험 영역을 고려하여 로봇의 주행 경로를 생성하는 방식을 나타내는 도면이다.

[0038] 본 발명은 최적경로계획법의 일종인 구배법(gradient method)에서 사용되는 비용 함수에 유도 영역 및 위험 영역에 대한 주행 비용을 포함하여 경로 계획을 수행한다. 이러한 경로 계획 기법은 유도 영역 및 위험영역에 대한 주행 비용을 산출함으로써, 더욱 안전한 경로를 생성할 수 있다.

[0039] 비용 산출부(200)에 의해 산출되는 주행 비용은 출발 위치에서 도착점까지 경로를 생성했을 때 소요되는 가상의 비용으로서, 도착점과의 거리에 따라 비례하는 근접비용과, 장애물과 같이 주행을 방해하는 영역에 부여되는 고유비용의 합으로 이루어지며, 여기에 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역(P1)을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 위험 영역(P2)을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 추가하여 이루어진다.

[0040] 근접비용은 두 점 사이의 이동에 관련된 경로 비용으로, 이동거리에 비례하여 경로비용을 부여한다. 즉, 목표지

점을 한 점으로 설정하면, 목표지점으로부터 거리에 비례하여 증가하는 비용이 각 격자에 부여된다. 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 한 격자를 이동하는데 증가하는 비용은 1로 설정하면, 점 A에서 점 B까지 이동하는 비용은 총 2가 되고, 그 값이 해당 격자에 대한 근접비용이 된다. 도 6의 (b)는 로봇의 목표 지점(G)으로부터 로봇의 현재 위치(S)를 포함한 모든 격자에 대한 근접 비용을 예시적으로 나타낸다.

[0041] 고유비용은 환경과 관련되어 설정되는 영역의 특성을 나타내는 비용이다. 대표적인 요소로 장애물, 미끄러운 바닥, 요철이 심한 바닥, 정보가 불확실한 미지의 영역 등을 고려할 수 있다. 즉, 로봇이 주행 중에 회피하기를 원하는 이들 영역에 속하는 셀에 높은 고유비용을 부여함으로써, 실제 경로계획에서 이들 영역을 회피할 수 있도록 한다. 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이 장애물(H)로부터 거리가 멀수록 더 적은 비용을 부여하는데, 예를 들어, 가까운 영역을 100으로 부여하고, 좀더 멀리 떨어진 영역에는 10을 부여할 수 있다. 도 7의 (b)는 로봇의 목표 지점(G)으로부터 로봇의 현재 위치(S)를 포함한 모든 격자에 대한 고유 비용을 예시적으로 나타낸다.

[0042] 인력비용과 척력비용은 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)에 대한 비용함수이며, 인력과 척력은 정보 격자 지도(110)의 영역과 로봇의 경로 사이에서 발생하는 가상의 힘으로 정의한다. 즉, 정보 격자 지도(110)의 영역과 로봇의 경로 사이의 거리가 가까워질수록 힘의 크기를 크게 증가시키기 위하여 거리의 제곱에 반비례하는 값을 갖도록 한다.

[0043] 먼저, 유도 영역(P1)의 경우, 유도 영역(P1)과 인접한 격자 사이에 인력 F_a 가 발생하며, 인력 F_a 는 다음과 같이 정의된다.

$$F_a = -M_a / (r+1)^2$$

[0045] 이때, M_a 는 인력상수로서 로봇과의 인력을 발생시키는 상수로서 최대 인력을 나타내며, r 은 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리이다(도 8 참조).

[0046] 이와 같은 각 격자에 대한 인력 F_a 가 비용함수에서 인력 비용으로 표현된다. 예를 들어, 인력상수를 임의의 값으로 100을 설정하여, 각 격자에 대한 인력비용을 표현하면 도 9와 같이 나타낼 수 있다. 유도 영역(P1)의 인력비용은 -100이 되며, 유도 영역(P1)과 한 격자만큼 인접한 영역은 -25의 값을 가지게 된다.

[0047] 이와 같이 발생된 인력 비용은 유도 영역(P1)에서 생성되는 비용으로, 로봇과의 인력을 발생시켜 유도 영역(P1)에 인접하게 경로를 생성하도록 유도하는 역할을 수행한다.

[0048] 위험 영역(P2)의 경우, 위험 영역(P2)과 인접한 격자 사이에 인력 F_r 이 발생하며, 인력 F_r 은 다음과 같이 정의된다.

$$F_r = M_r / (r+1)^2$$

[0050] 이때, M_r 은 척력상수로서 로봇과의 척력을 발생시키는 상수로서 최대 척력을 나타내며, r 은 전술한 바와 마찬가지로 각 격자로부터 유도 영역까지의 최단 거리이다.

[0051] 이와 같은 각 격자에 대한 척력 F_r 이 비용함수에서 척력 비용으로 표현된다. 예를 들어, 척력상수를 임의의 값으로 100을 설정하여, 각 격자에 대한 척력비용을 표현하면 도 10과 같이 나타낼 수 있다. 위험 영역(P2)의 척력비용은 100이 되며, 위험 영역(P2)과 한 격자만큼 인접한 영역은 25의 값을 가지게 된다.

[0052] 이와 같이 발생된 척력 비용은 위험 영역(P2)에서 생성되는 비용으로, 로봇과의 척력을 발생시켜 위험 영역(P2)을 우회하는 경로를 생성하도록 돕는 역할을 수행한다.

[0053] 이상에서 설명한 방식으로 산출된 근접 비용, 고유 비용, 인력 비용 및 척력 비용을 모두 합하여 도 12에 도시된 바와 같이 각 격자에 대한 주행 비용을 산출할 수 있다. 이와 같이 산출된 주행비용에 기초하여 시작점에서 목표점까지 가는 경로를 생성하게 되는데, 그 방법으로 주행비용이 가장 빠르게 감소하는 방향으로 경로를 생성한다. 즉, 로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 연속적으로 주행 목표 지점까지 도달하는 주행 경로를 생성한다.

[0054] 도 11은 인력 비용과 척력 비용을 포함하지 않고 단순히 근접 비용과 고유 비용만을 합한 형태의 정보 격자 지도를 나타내는데, 이 경우에는 로봇의 현재 위치를 시작으로 주변의 주행비용들을 비교하여 최소가 되는 격자로 경로가 선택되며, 따라서 주행비용이 36이 되는 격자가 선택되고 마찬가지로 방식으로 목표 지점까지 연속 선택된다.

- [0055] 도 12에는 본 발명의 일 실시예에 따라 유도 영역(P1)을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 인력 비용과, 위험 영역(P2)을 중심으로 각 격자에 대한 거리를 고려하여 산출한 척력 비용을 포함한 주행 비용이 각 격자에 표시되는데, 이러한 주행 비용 산출 방식에 따라 도 11과는 다른 주행 경로가 선택된다.
- [0056] 도 12의 (b)를 살펴보면, 위험영역에서 발생하는 주행비용으로서, 도 11의 코너 지점에서와 달리 코너 지점을 우회해서 경로가 생성된다. 이것은 코너 주변 영역의 위험비용이 높기 때문에, 로봇의 경로가 이 영역을 우회하게 되는 것이다. 또한, 도 12의 (c)는 유도영역에서 발생하는 주행비용을 확대한 모습으로서, 유도영역의 주행 비용이 상대적으로 다른 영역의 주행비용보다 낮기 때문에 로봇의 경로는 유도영역으로 경로가 생성된다.
- [0057] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치는 정보 격자 지도(110) 상에 유도 영역(P1)과 위험 영역(P2)을 설정하고, 유도 영역(P1)과 위험 영역(P2)의 특성에 따른 주행 비용을 고려하여 주행 경로를 선택하게 되며, 이에 따라 더욱 안전한 주행 경로를 생성할 수 있다. 이와 같이 안전한 주행 경로를 선택하게 되면, 로봇은 해당 주행 경로를 따라 고속으로 주행할 수 있기 때문에, 비록 생성된 주행 경로가 최단 경로가 아니더라도 목표 지점까지 더욱 신속하게 이동할 수 있다.
- [0058] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 비용 산출부(200)는 유도 영역(P1)으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 인력 상수의 값을 서로 다르게 적용하고, 위험 영역(P2)으로 설정되는 다수개의 격자 중 일부에 대해 척력 상수의 값을 서로 다르게 적용할 수 있으며, 이를 통해 로봇에 작용하는 인력의 정도를 유도 영역(P1)의 주행 안정성 정도에 따라 단계적으로 나타낼 수 있으며, 마찬가지로 로봇에 작용하는 척력의 정도를 위험 영역(P2)의 충돌 위험성 정도에 따라 단계적으로 나타낼 수 있다. 이러한 산출 방식에 따라 더욱 안전하고 신속한 주행 경로를 제공할 수 있다.
- [0059] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 정보 격자 지도에 등록되는 어느 하나의 색상 정보 종류를 예시적으로 도시한 도면이고, 도 14 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따라 로봇의 주행 특성 정보를 감지하여 유도 영역에 대한 설정을 변경하는 방식을 나타내는 도면이고, 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따라 정보 격자 지도에 등록되는 또 다른 하나의 색상 정보 종류를 예시적으로 도시한 도면이고, 도 19 내지 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따라 로봇의 주행 특성 정보를 감지하여 위험 영역에 대한 설정을 변경하는 방식을 나타내는 도면이다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치는 경로 계획부(300)에 의해 생성된 주행 경로를 따라 주행하는 로봇(T)의 주행 특성 정보를 감지하는 주행 감지부(400)를 더 포함하여 구성될 수 있다(도 1 참조).
- [0061] 이때, 지도 작성부(100)는 주행 감지부(400)에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)에 대한 설정을 변경하도록 구성된다.
- [0062] 예를 들어, 로봇(T)이 주행 경로를 따라 주행하는 과정에서 장애물(H) 등을 만나 이를 회피하기 위해 속도를 감속하거나 또는 가속도를 변화시키게 되면, 주행 감지부(400)는 이러한 로봇의 주행 특성 정보를 감지하여 지도 작성부(100)로 인가하고, 지도 작성부(100)는 이러한 주행 특성 정보를 분석하여 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)에 대한 설정을 새롭게 변경할 수 있다. 즉, 로봇의 주행 경로 계획 장치는 로봇의 주행 중에 발생하는 동적 환경 변화를 인지하여 정보 격자 지도(110)를 스스로 갱신할 수 있다.
- [0063] 또한, 비용 산출부(200)는 주행 감지부(400)에 의해 감지된 주행 특성 정보에 따라 인력 상수 및 척력 상수의 값을 변경하여 적용할 수 있고, 이러한 변경된 값에 따라 경로 계획부(300)에 의해 생성된 주행 경로는 이전과는 다른 새로운 주행 경로가 선택될 수 있다.
- [0064] 예를 들면, 주행 감지부(400)는 로봇의 주행 중에 발생하는 주행 속도 정보를 감지하고, 비용 산출부(200)는 주행 감지부(400)에 의해 감지된 주행 속도 정보에 따라 인력 상수의 값을 변경할 수 있다. 또한, 주행 감지부(400)는 로봇의 주행 중에 발생하는 가속도 정보를 감지하고, 비용 산출부(200)는 주행 감지부(400)에 의해 감지된 가속도 정보에 따라 척력 상수의 값을 변경할 수 있다.
- [0065] 좀 더 자세히 살펴보면, 먼저, 유도 영역(P1)에서 발생하는 인력 비용은 인력 상수에 비례하여 결정되는데, 이 인력 상수는 정보 격자 지도(110)에 등록되어 있는 RGB 색상 정보를 초기값으로 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 13에 도시된 바와 같이 정보 격자 지도(110)에 등록되어 있는 RGB 색상 정보가 R= 255, G=0, B=0 일 경우, 인력상수의 값은 255로 결정되고, 이 영역에서 발생하는 인력비용은 -255가 된다. 즉, 정보 격자 지도에 등록되어 있는 색상 정보에 따라 유도영역에 존재하는 인력상수와 인력비용의 값이 서로 다르게 정의될 수 있다.

- [0066] 도 14는 주행 감지부(400)를 통한 유도 영역(P1)의 등록 과정을 나타낸다. 로봇이 임의의 영역을 연속적으로 고속 주행할 경우, 이 영역의 인력상수의 값이 증가된다. 증가된 인력상수는 유도영역의 색상정보 R을 증가시키는 역할을 하며, 그 변화에 따른 인력비용은 도 15와 같다. 로봇이 고속 주행할 수 있는 경로 주위로 인력상수의 값이 증가하며, 이에 따라 정보 격자 지도의 영역이 붉은 색으로 변하게 된다.
- [0067] 도 14와 달리 유도 영역(P1)이 등록되어 있는 경우에는 도 16과 같이 나타낼 수 있다. 주행 경로(E) 상의 장애물(H)로 인하여 로봇의 속도가 감소할 경우, 주행 경로(E)가 존재하는 유도영역의 인력상수를 감소시킨다. 감소된 인력상수에 의해서 유도 영역(P1)의 색상정보 R 값이 감소되며, 유도 영역의 인력비용은 도 17과 같이 나타낼 수 있다.
- [0068] 위험 영역(P2)에서 발생하는 척력 비용은 척력 상수에 비례하여 결정되는데, 이 척력 상수는 정보 격자 지도(110)에 등록되어 있는 RGB 색상 정보를 초기값으로 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 18에 도시된 바와 같이 정보 격자 지도(110)에 등록되어 있는 RGB 색상 정보가 R=0, G=0, B=255 일 경우, 척력상수의 값은 255로 결정되고, 이 영역에서 발생하는 척력비용은 255가 된다. 즉, 정보 격자 지도에 등록되어 있는 색상 정보에 따라 위험 영역에 존재하는 척력상수와 척력비용의 값이 서로 다르게 정의될 수 있다.
- [0069] 도 19의 (a)는 주행 경로 상의 목표점을 추종하기 위해 예상되는 각속도(w_1)를 나타낸 모습이며, 도 19의 (b)는 지도상에 등록되어 있지 않은 장애물을 회피하기 위한 실제 각속도(w_2)를 나타낸 모습이다. 도 19의 (a), (b)와 같이 예상되는 각속도(w_1)와 실제 각속도(w_2)간의 차이가 클 경우, 경로가 존재하는 영역을 도 19의 (c)와 같이 위험 영역(P2)으로 등록한다. 도 19의 (d)는 위험 영역(P2)이 등록된 정보 격자 지도를 바탕으로 생성된 주행 경로(E)의 모습이다.
- [0070] 또한, 도 20과 같이 로봇이 다수의 이동 장애물(H)이 존재하는 영역을 주행할 경우, 장애물(H)을 회피하기 위한 실제 각속도는 예상되는 각속도와 많은 차이를 보이게 된다. 따라서 이러한 영역 또한 마찬가지로 위험 영역(P2)으로 등록한다.
- [0071] 도 21의 (a)는 도 19와 같은 코너가 존재하는 환경에서 갱신된 정보 격자 지도이고, 도 21의 (b)는 도 20과 같은 이동 장애물이 많은 환경에서 생성된 정보 격자 지도이다. 도 21(a)의 경우 코너 주변에 높은 척력 비용이 부여되었으며, 도 21(b)의 경우 이동 장애물이 많은 지역에 높은 척력 비용이 부여된 것을 볼 수 있다.
- [0072] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 장치는 주행 감지부(400)를 통해 로봇의 주행 특성 정보를 감지하고, 이에 따라 유도 영역(P1) 및 위험 영역(P2)에 대한 설정을 변경함과 동시에 인력 상수 및 척력 상수의 값을 변경하여 적용할 수 있다. 이러한 구조에 따라 실제 환경에 더욱 적합한 주행 경로를 계속해서 새롭게 생성할 수 있으며, 더욱 세부적으로 안정적인 주행 경로를 생성할 수 있다.
- [0073] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇의 주행 경로 계획 방법을 동작 흐름을 따라 도시한 동작 흐름도이다.
- [0074] 본 발명은 이상에서 설명한 방식에 따른 로봇의 주행 경로 계획 방법을 제공하는데, 이러한 주행 경로 계획 방법은 도 22에 도시된 바와 같이 먼저 로봇의 주변 환경에 대한 환경 정보를 분석하고(S1), 이를 기준으로 점유 영역 및 비점유 영역을 표시하고 유도 영역 및 위험 영역을 설정하여 정보 격자 지도를 작성하며(S2), 이러한 정보 격자 지도를 기준으로 각 격자에 대한 주행 비용을 산출한다(S3). 주행 비용은 근접 비용 및 고유 비용을 합하고, 여기에 유도 영역(P1)에 따른 인력 비용과 위험 영역(P2)에 따른 척력 비용을 계산하여 합하는 방식으로 산출한다. 이와 같이 각 격자에 대한 주행 비용이 산출되면, 로봇의 현재 지점으로부터 최저 주행 비용을 갖는 인접한 격자를 따라 목표 지점까지 도달하도록 로봇의 주행 경로를 계획 생성한다(S4).
- [0075] 이와 같은 방식으로 로봇의 주행 경로가 생성되면, 생성된 주행 경로를 따라 로봇이 주행하게 되는데(S5), 로봇이 실제 주행하는 과정에서 로봇의 주행 특성 정보를 감지하고(S6), 감지된 주행 특성 정보에 따라 환경 정보를 갱신하여(S7) 다시 새로운 정보 격자 지도를 생성한다(S2). 이후, 새로운 격자 정보 지도를 기준으로 주행 비용 산출(S3) 및 경로 계획(S4) 단계가 반복 진행된다.
- [0076] 이러한 주행 경로 계획 방법은 도 1 내지 도 21에서 설명한 원리와 동일하게 진행되므로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0077] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에

서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

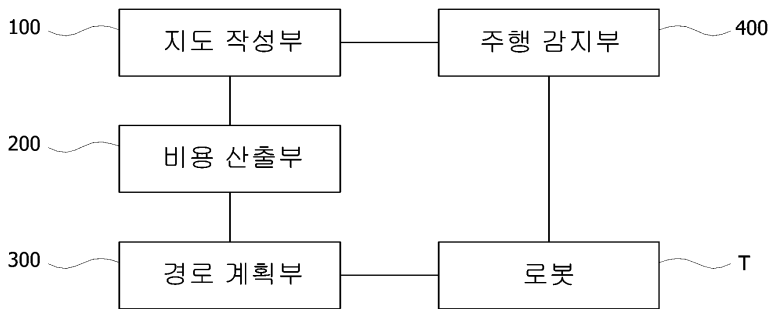
부호의 설명

[0078]

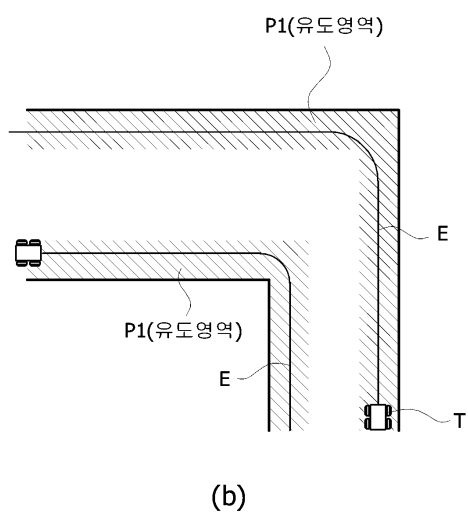
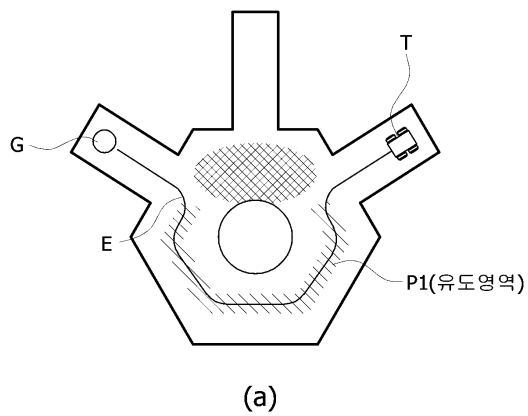
100: 지도 작성부	200: 비용 산출부
300: 경로 계획부	400: 주행 감지부
E: 주행 경로	T: 로봇
P1: 유도 영역	P2: 위험 영역

도면

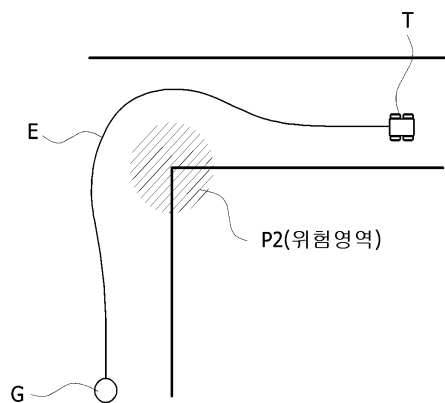
도면1



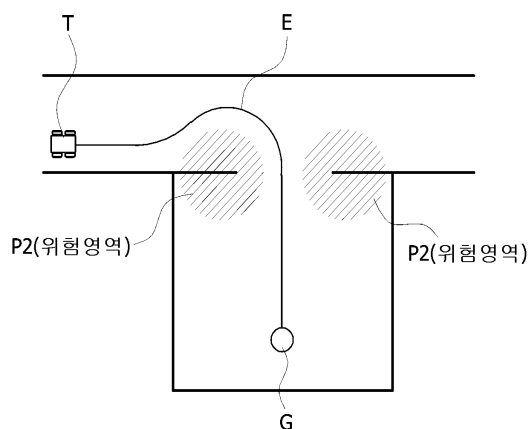
도면2



도면3

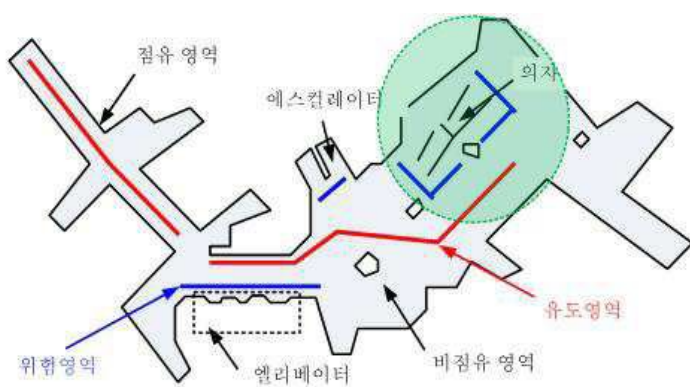


(a)

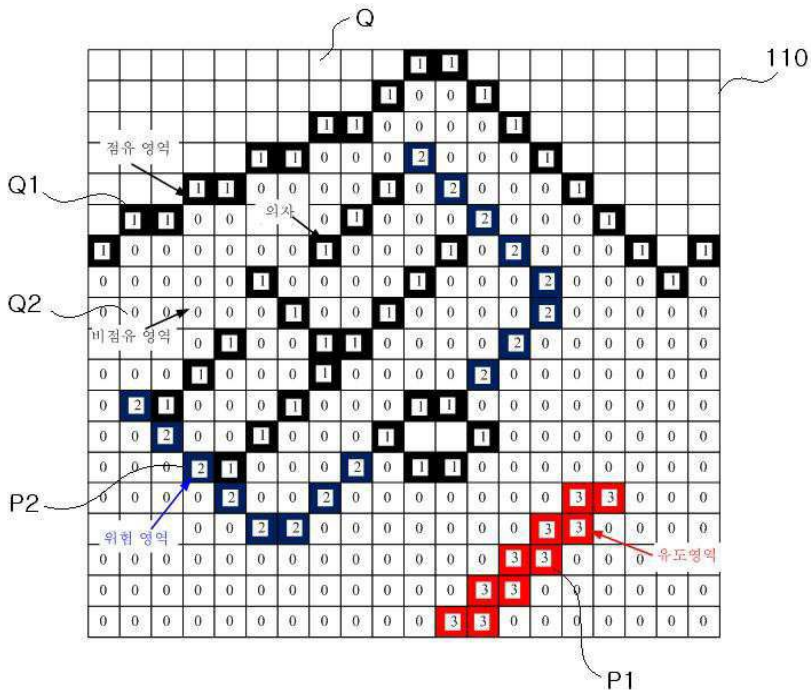


(b)

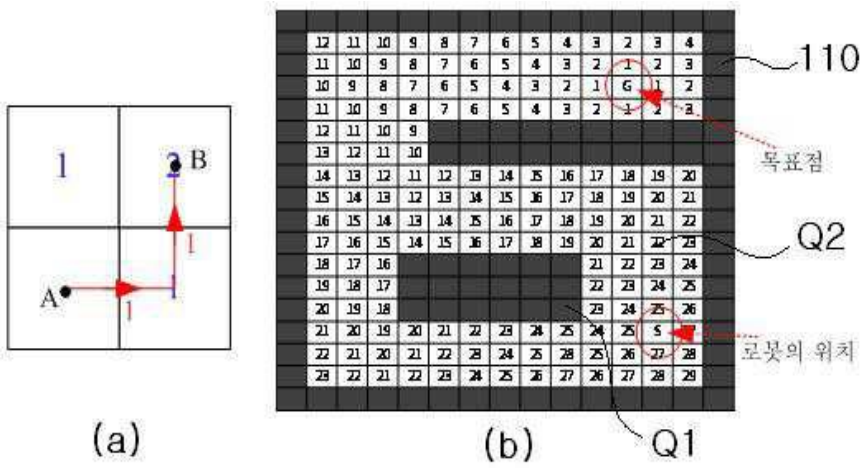
도면4



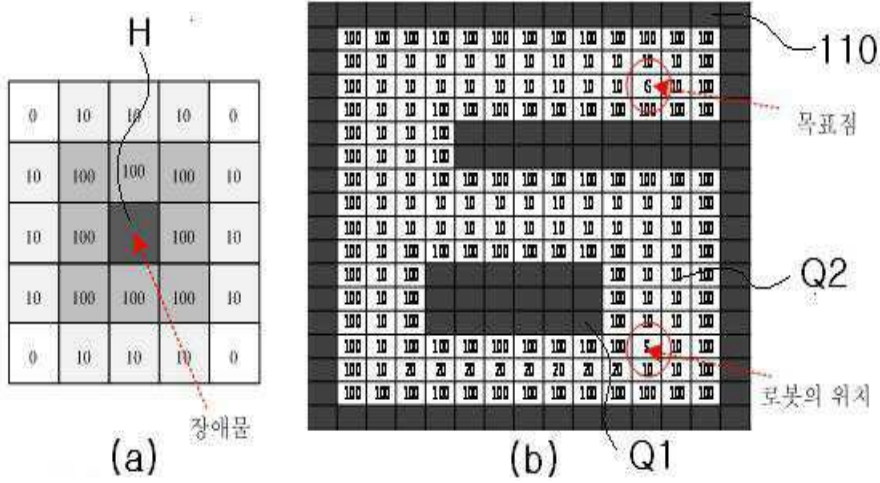
도면5



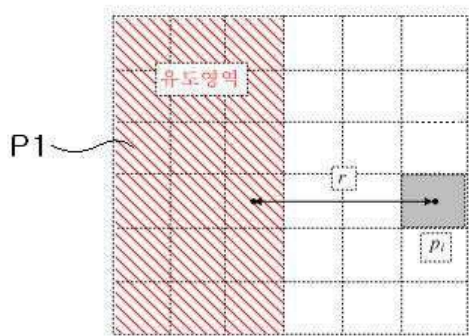
도면6



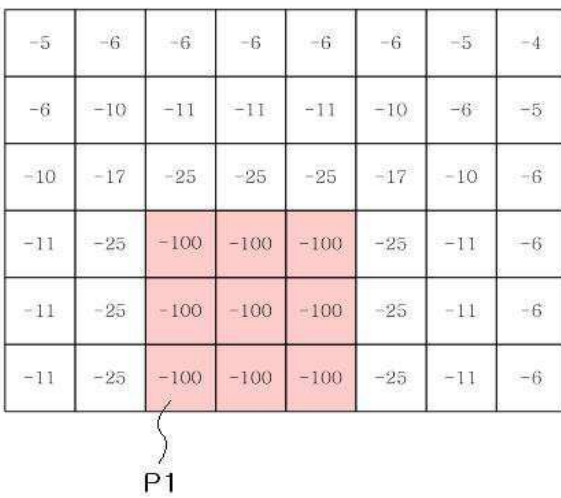
도면7



도면8



도면9

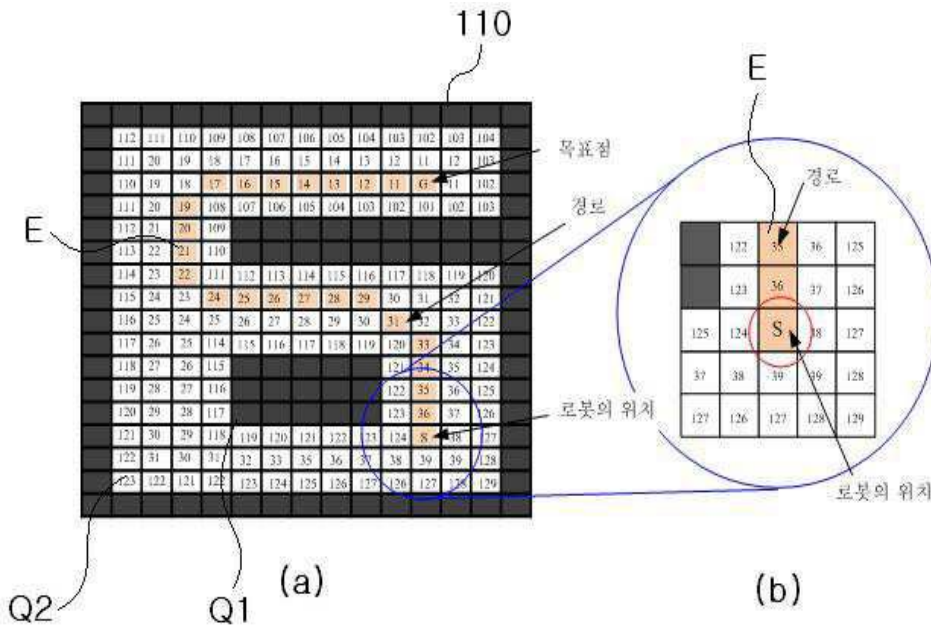


도면10

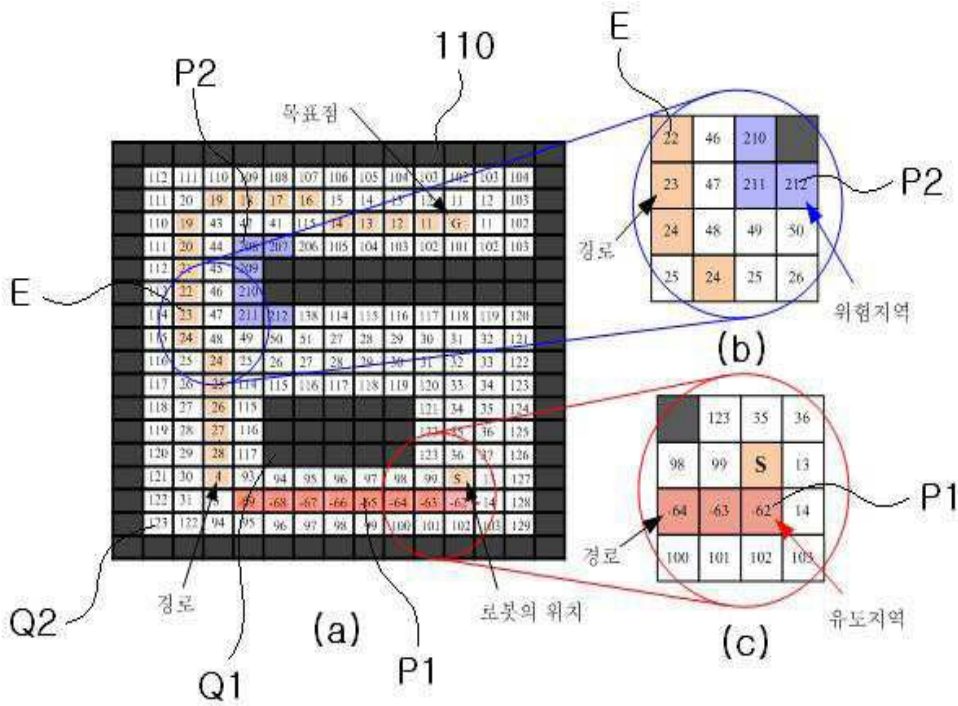
5	6	6	6	6	6	5	4
6	10	11	11	11	10	6	5
10	17	25	25	25	17	10	6
11	25	100	100	100	25	11	6
11	25	100	100	100	25	11	6
11	25	100	100	100	25	11	6

P2

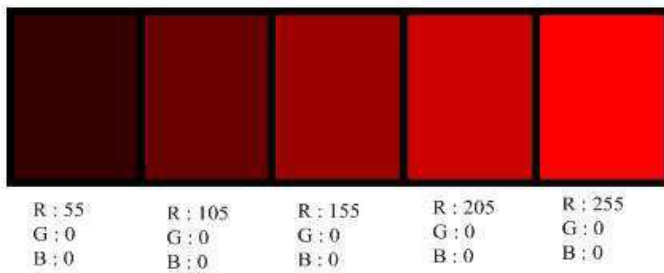
도면11



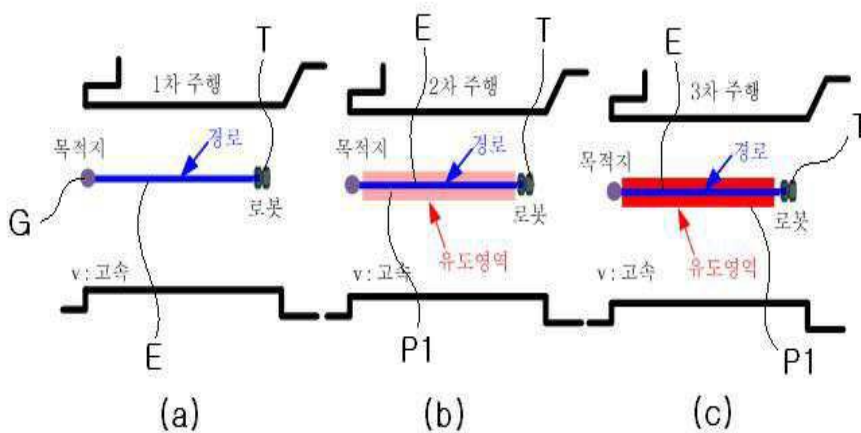
도면12



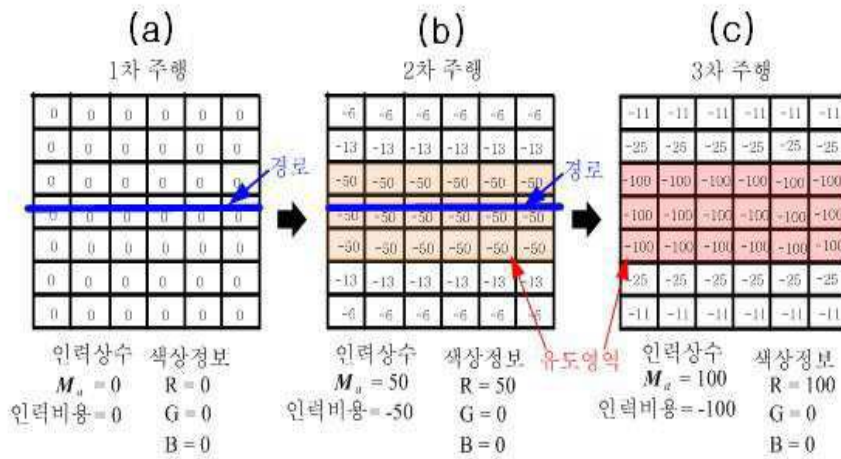
도면13



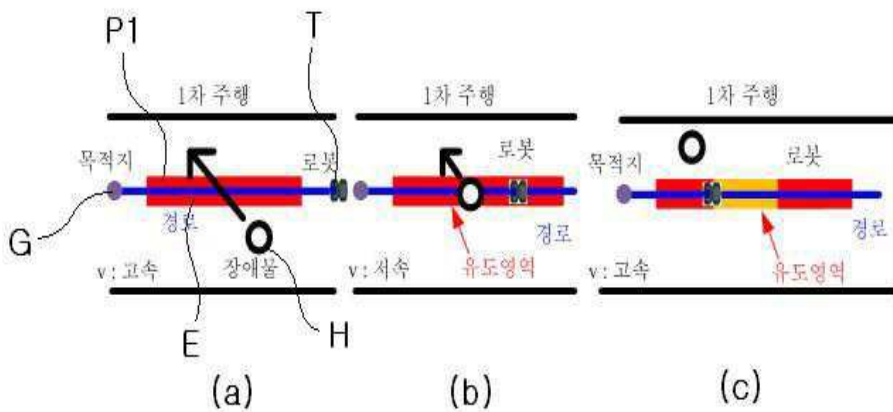
도면14



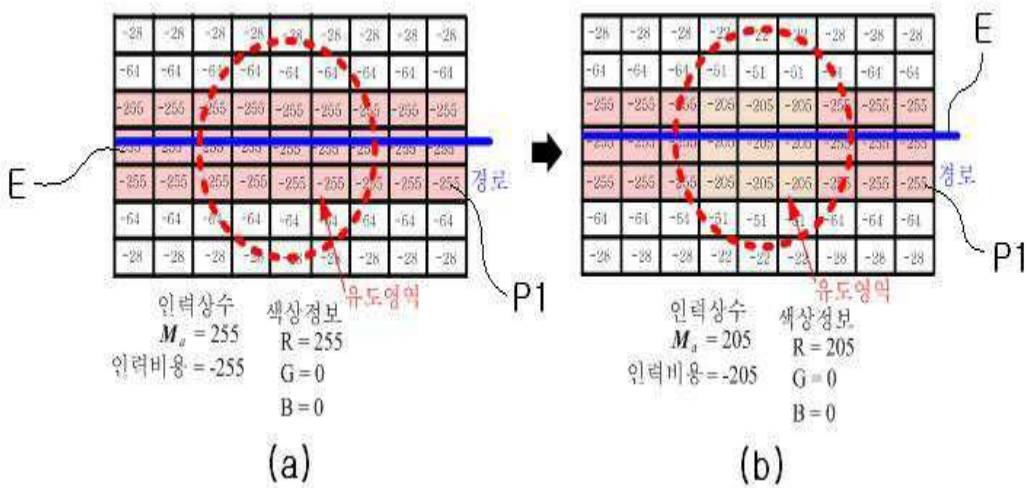
도면15



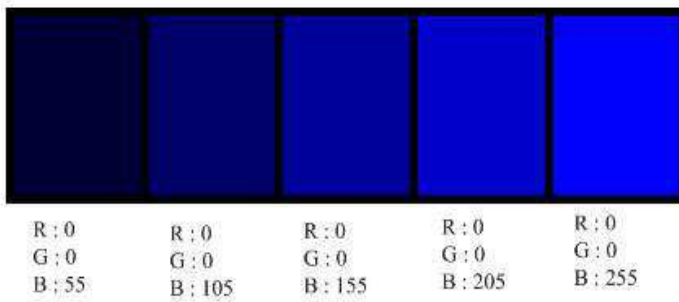
도면16



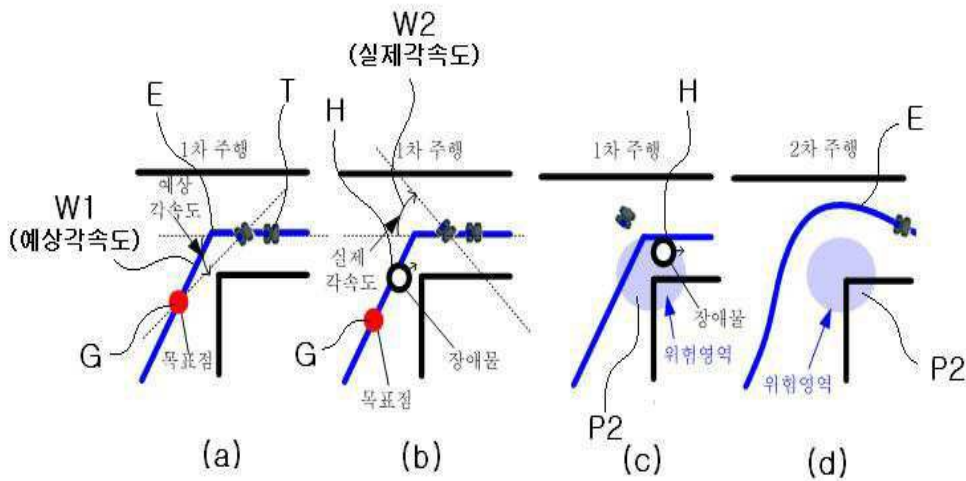
도면17



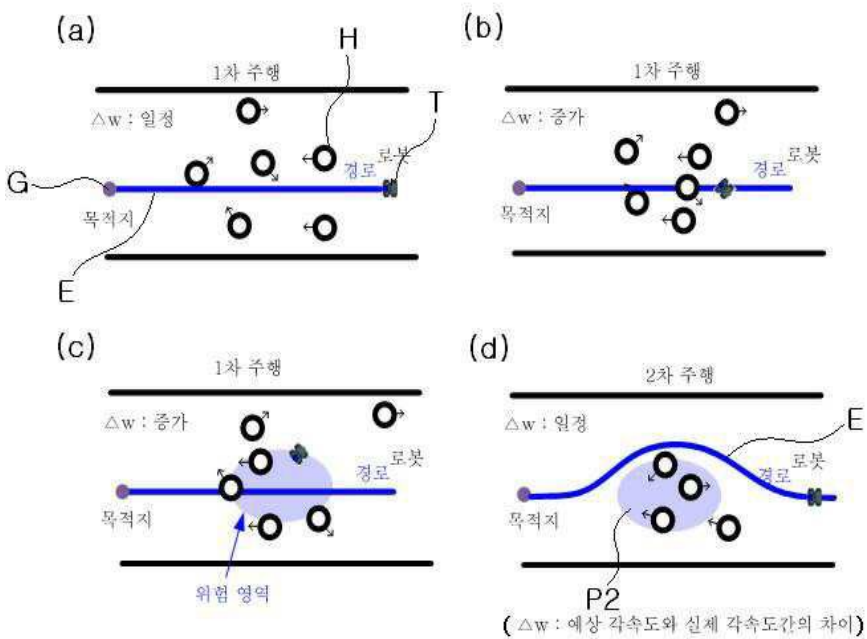
도면18



도면19



도면20



도면21

0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0	6	13	13	13	13	13	13	13	6
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50					
0	6	13	50	50					
0	6	13	13	13					

척력상수 $M_r = 50$ 색상정보
 척력비용 = 50 R = 0
 G = 0
 B = 50

(a)

0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0	6	13	13	13	13	13	13	13	6
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	50	50	50	50	13	6	
0	6	13	13	13	13	13	13	13	6

척력상수 $M_r = 50$ 색상정보
 척력비용 = 50 R = 0
 G = 0
 B = 50

(b)

도면22

