(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0030352
(43) 공개일자 2023년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/02 (2020.01) *B25J 11/00* (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
G05D 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G05D 1/0287 (2013.01)
B25J 11/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0112478
(22) 출원일자 2021년08월25일
심사청구일자 2021년08월25일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이순걸
서울특별시 서초구 새정2길 3, 1층(신원동)
우수호
경상남도 고성군 영현면 대가로 1743
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

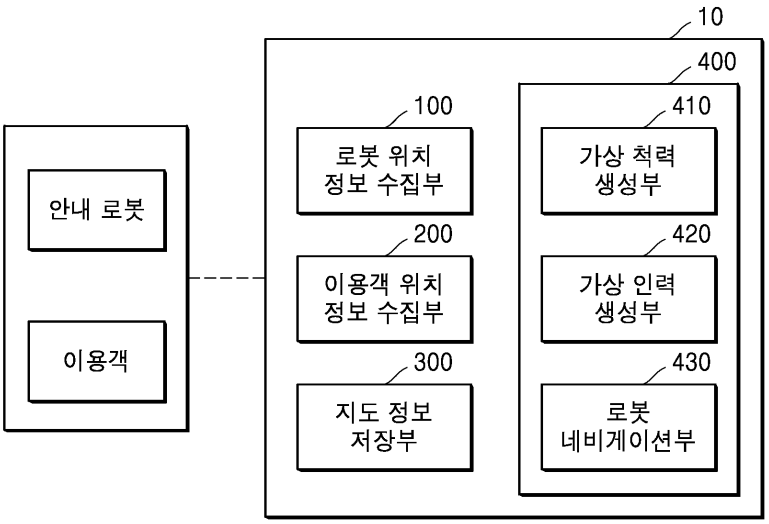
(54) 발명의 명칭 **다중 로봇의 위치 제어 시스템 및 이를 이용하는 위치 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명은 다중 로봇의 위치 제어 시스템 및 이를 이용하는 위치 제어 방법에 관한 발명이다.

본 발명은 복수 개의 로봇들의 위치를 제어하는 시스템으로서, 상기 복수 개의 로봇들의 위치 정보를 획득하는 로봇 위치 정보 수집부, 이용객들의 위치 정보를 획득하는 이용객 위치 정보 수집부, 상기 복수 개의 로봇들 및 이용객들이 위치하는 활동 영역에 관한 지도 데이터를 저장하는 지도 정보 저장부 및 상기 획득한 로봇들의 위치 정보 및 이용객들의 위치 정보에 기초하여, 상기 복수 개의 로봇들 중 타겟 로봇을 이동시키는 제어부를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B25J 9/0084 (2013.01)
B25J 9/1664 (2013.01)
G05D 1/0027 (2013.01)
G05D 1/0268 (2013.01)

(72) 발명자
최재환
경기도 성남시 수정구 남문로 41-1, 5층(태평동)

김봉한
경기도 수원시 영통구 봉영로1482번길 17-11, 102호(영통동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711139539
과제번호	2019R1A2C2010195
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	밀집환경에서 민첩한 이동을 위한 인공지능 기반의 자율주행기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수 개의 로봇들의 위치를 제어하는 시스템으로서,

상기 복수 개의 로봇들의 위치 정보를 획득하는 로봇 위치 정보 수집부;

이용객들의 위치 정보를 획득하는 이용객 위치 정보 수집부;

상기 복수 개의 로봇들 및 이용객들이 위치하는 활동 영역에 관한 지도 데이터를 저장하는 지도 정보 저장부; 및

상기 획득한 로봇들의 위치 정보 및 이용객들의 위치 정보에 기초하여, 상기 복수 개의 로봇들 중 타겟 로봇을 이동시키는 제어부;를 포함하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 지도 정보 저장부에 저장된 지도 데이터에, 상기 획득한 로봇들 및 이용객들의 위치 정보를 각각 할당하며, 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계 및 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여 상기 타겟 로봇의 목표 위치를 산출하고, 상기 목표 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제어부는

상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트를 산출하는 가상 척력 생성부;

상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트를 산출하는 가상 인력 생성부; 및

상기 산출된 가상 척력 코스트 및 가상 인력 코스트에 기초하여 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 위치 각각에 대해 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는 로봇 네비게이션부;를 포함하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 가상 척력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 나머지 로봇들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하고,

상기 가상 척력 코스트는 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 거리가 짧을수록 커지는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 가상 척력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

$$rt.map.G(x,y).costR = \sum_{rt,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - rr.map.G(x,y).position\|}\right)$$

여기서 rt는 타겟 로봇이고, costR은 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{rep}는 가상 척력 상수고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $\mathrm{rr}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇의 위치를 나타낸다.

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 이용객들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하고,

상기 가상 인력 코스트는 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 거리가 짧을수록 커지는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 가상 인력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

$$\mathrm{rt}.map.G(x,y).costA = \sum_{u\in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|\mathrm{rt}.map.G(x,y).position - \mathrm{u}.map.G(x,y).position\|}\right)$$

여기서 rt는 타겟 로봇이고, costA는 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $\mathrm{u}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객의 위치를 나타내고, U는 이용객의 집합을 나타낸다.

청구항 8

제3 항에 있어서,

상기 가상 척력 생성부 및 상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 척력 코스트 및 상기 가상 인력 코스트를 산출하고,

상기 로봇 네비게이션부는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 산출된 상기 가상 척력 코스트와 상기 가상 인력 코스트의 차로 상기 후보 위치에 대한 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 후보 위치를 상기 목표 위치로 설정하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 로봇 네비게이션부는 다음의 식으로 상기 타겟 로봇이 상기 목표 위치로 이동하는 속도를 제어하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

$$\mathrm{rt}.speed = k_{speed}\frac{\mathrm{rt}.position.next.costR}{\mathrm{rt}.position.next.costA}$$

여기서 rt.speed는 타겟 로봇이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $\mathrm{rt}.position.next.costR$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.position.next.costA$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 인력 코스트다.

청구항 10

제2 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우 상기 타겟 로봇을 상기 목표 위치로 이동시키고, 상기 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 상기 목표 위치를 다시 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 시스템.

청구항 11

복수 개의 로봇들의 위치를 제어하는 시스템을 이용하는 위치 제어 방법으로서,

로봇 위치 정보 수집부와 이용객 위치 정보 수집부로 상기 복수 개의 로봇들의 위치 정보와 이용객의 위치 정보를 획득하는 단계; 및

제어부가 상기 획득한 로봇들의 위치 정보 및 이용객들의 위치 정보에 기초하여, 상기 복수 개의 로봇들 중 타겟 로봇을 이동시키는 단계;를 포함하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는 상기 제어부가 지도 정보 저장부에 저장된 지도 데이터에, 상기 획득한 로봇들 및 이용객들의 위치 정보를 각각 할당하며, 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계 및 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여 상기 타겟 로봇의 목표 위치를 산출하고, 상기 목표 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는

가상 척력 생성부가 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트를 산출하는 단계;

가상 인력 생성부가 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트를 산출하는 단계; 및

로봇 네비게이션부가 상기 산출된 가상 척력 코스트 및 가상 인력 코스트에 기초하여 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 위치 각각에 대해 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계;를 포함하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 가상 척력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 나머지 로봇들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하고,

상기 가상 척력 코스트는 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 거리가 짧을수록 커지는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 가상 척력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

$$rt.map.G(x,y).costR = \sum_{rt,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - rr.map.G(x,y).position\|}\right)$$

여기서 rt는 타겟 로봇이고, costR은 가상 척력 코스트고, $rt.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{rep}는 가상 척력 상수고,

$rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $r.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇의 위치를 나타낸다.

청구항 16

제13 항에 있어서,

상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 이용객들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하고,

상기 가상 인력 코스트는 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 거리가 짧을수록 커지는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 17

제14 항에 있어서,

상기 가상 인력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

$$rt.map.G(x,y).costA = \sum_{u \in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - u.map.G(x,y).position\|}\right)$$

여기서 rt는 타겟 로봇이고, costA는 가상 척력 코스트고, $rt.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $u.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객의 위치를 나타내고, U는 이용객의 집합을 나타낸다.

청구항 18

제13 항에 있어서,

상기 가상 척력 코스트를 산출하는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 척력 코스트를 산출하고,

상기 가상 인력 코스트를 산출하는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 인력 코스트를 산출하고,

상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 산출된 상기 가상 척력 코스트와 상기 가상 인력 코스트의 차로 상기 후보 위치에 대한 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 후보 위치를 상기 목표 위치로 설정하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 로봇 네비게이션부는 다음의 식으로 상기 타겟 로봇이 상기 목표 위치로 이동하는 속도를 제어하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

$$rt.speed = k_{speed}\frac{rt.position.next.costR}{rt.position.next.costA}$$

여기서 rt.speed는 타겟 로봇이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $rt.position.next.costR$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 척력 코스트고, $rt.position.next.costA$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 인력 코스트다.

청구항 20

제12 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우 상기 타겟 로봇을 상기 목표 위치로 이동시키고, 상기 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 상기 목표 위치를 다시 산출하는, 다중 로봇의 위치 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 위치 제어 시스템 및 위치 제어 방법에 관한 발명으로, 보다 상세하게는 복수 개의 로봇의 위치를 제어하는 시스템 및 방법에 관한 발명이다.

배 경 기 술

[0002] 자율주행 기술과 음성 인식 등 로봇과 사람의 상호 작용 기술이 발전함에 따라 공항, 전시장 등 다중 이용 시설에서 지능형 안내 로봇을 이용한 스마트 안내 서비스가 증가하고 있다.

[0003] 지능형 안내 로봇은 해당 장소의 관련 정보를 이용객에게 안내하는 역할을 한다. 예를 들어 지능형 안내 로봇은 공항에서 항공기 일정 정보, 탑승 게이트, 면세점, 수화물 수취대, 식당 등의 정보를 제공하거나, 전시장에서 기업별 부스의 위치 정도 등을 제공한다. 최근에는 자율주행 기능을 도입하여, 로봇이 앞장서서 이동하면서 이용객이 원하는 장소까지 안내하는 내비게이션 기능을 갖춘 안내 로봇이 이용되고 있다.

[0004] 안내 로봇을 효율적으로 운영하기 위해서는 로봇의 수와 이용객의 밀집도를 고려해, 로봇을 적절한 위치에 배치시켜야 한다. 즉 이용객이 밀집된 영역에는 많은 수의 로봇을 배치하고, 이용객이 적은 영역에는 적은 수의 로봇을 배치하는 등 이용객의 밀집도에 따라 로봇의 수를 실시간으로 조정할 필요가 있다.

[0005] 현재 이용되는 안내 로봇 위치 배분 시스템은 실시간으로 로봇의 위치를 조정하는 것이 아니라, 이용객이 많이 밀집될 것으로 예상되는 장소 또는 경로에 안내 로봇을 순찰시키는 방식을 이용한다. 그러나 이러한 방식으로는 이용객의 예상치 못한 밀집도 변화에 안내 로봇이 능동적으로 대응하기 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 제2000-181539호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 다른 로봇 및 이용객의 위치 관계를 고려하여, 이동시키고자 하는 로봇의 최적 위치를 실시간으로 제어할 수 있는 다중 로봇의 위치 제어 시스템 및 이를 이용한 위치 제어 방법을 제공한다.

[0008] 다만 이러한 과제는 예시적이며 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 이에 한정되지 않는다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템은 복수 개의 로봇들의 위치를 제어하는 시스템으로서, 상기 복수 개의 로봇들의 위치 정보를 획득하는 로봇 위치 정보 수집부, 이용객들의 위치 정보를 획득하는 이용객 위치 정보 수집부, 상기 복수 개의 로봇들 및 이용객들이 위치하는 활동 영역에 관한 지도 데이터를 저장하는 지도 정보 저장부 및 상기 획득한 로봇들의 위치 정보 및 이용객들의 위치 정보에 기초하여, 상기 복수 개의 로봇들 중 타겟 로봇을 이동시키는 제어부를 포함한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 제어부는 상기 지도 정보 저장부에 저장된 지도 데이터에, 상기 획득한 로봇들 및 이용객들의 위치 정보를 각각 할당하며, 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계 및 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여 상기 타겟 로봇의 목표 위치를 산출하고, 상기 목표 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시킬 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 제어부는 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트를 산출하는 가상 척력 생성부, 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트를 산출하는 가상 인력 생성부 및 상기 산출된 가상 척력 코스트 및 가상 인력 코스트에 기초하여 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 위치 각각에 대해 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는 로봇 네비게이션부를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 가상 척력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 나머지 로봇들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하고, 상기 가상 척력 코스트는 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 가상 척력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출할 수 있다.

[0014] $$\mathrm{rt}.map.G(x,y).costR = \sum_{rt,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|\mathrm{rt}.map.G(x,y).position - \mathrm{rr}.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0015] 여기서 rt는 타겟 로봇이고, costR은 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{rep}는 가상 척력 상수고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $\mathrm{rr}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇의 위치를 나타낸다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 이용객들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하고, 상기 가상 인력 코스트는 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 가상 인력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출할 수 있다.

[0018] $$\mathrm{rt}.map.G(x,y).costA = \sum_{u\in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|\mathrm{rt}.map.G(x,y).position - \mathrm{u}.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0019] 여기서 rt는 타겟 로봇이고, costA는 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $\mathrm{rt}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $\mathrm{u}.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객의 위치를 나타내고, U는 이용객의 집합을 나타낸다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 가상 척력 생성부 및 상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 척력 코스트 및 상기 가상 인력 코스트를 산출하고, 상기 로봇 네비게이션부는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 산출된 상기 가상 척력 코스트와 상기 가상 인력 코스트의 차로 상기 후보 위치에 대한 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 후보 위치를 상기 목표 위치로 설정할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 로봇 네비게이션부는 다음의 식으로 상기 타겟 로봇이 상기 목표 위치로 이동하는 속도를 제어할 수 있다.

[0022] $$\mathrm{rt}.speed = k_{speed}\frac{\mathrm{rt}.position.next.costR}{\mathrm{rt}.position.next.costA}$$

[0023] 여기서 rt.speed는 타겟 로봇이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $\mathrm{rt}.position.next.costR$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt}.position.next.costA$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 인력 코스트다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템에 있어서 상기 제어부는 상기 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우 상기 타겟 로봇을 상기 목표 위치로 이동시키고, 상기 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 상기 목표 위치를 다시 산출할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법은 복수 개의 로봇들의 위치를 제어하는 시스템을 이용하는 위치 제어 방법으로서, 로봇 위치 정보 수집부와 이용객 위치 정보 수집부로 상기 복수 개의 로봇들의 위치 정보와 이용객의 위치 정보를 획득하는 단계 및 제어부가 상기 획득한 로봇들의 위치 정보 및 이용객들의 위치 정보에 기초하여, 상기 복수 개의 로봇들 중 타겟 로봇을 이동시키는 단계를 포함한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는 상기 제어부가 지도 정보 저장부에 저장된 지도 데이터에, 상기 획득한 로봇들 및 이용객들의 위치 정보를 각각 할당하며, 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계 및 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여 상기 타겟 로봇의 목표 위치를 산출하고, 상기 목표 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시킬 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는 가상 척력 생성부가 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트를 산출하는 단계, 가상 인력 생성부가 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트를 산출하는 단계 및 로봇 네비게이션부가 상기 산출된 가상 척력 코스트 및 가상 인력 코스트에 기초하여 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 위치 각각에 대해 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 위치로 상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 가상 척력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 나머지 로봇들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출하고, 상기 가상 척력 코스트는 상기 타겟 로봇과 나머지 로봇들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 가상 척력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출할 수 있다.

[0030] $$rt.map.G(x,y).costR = \sum_{rt,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - rr.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0031] 여기서 rt는 타겟 로봇이고, costR은 가상 척력 코스트고, $rt.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{rep}는 가상 척력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $r.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇의 위치를 나타낸다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 가상 인력 생성부는 상기 타겟 로봇이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 이용객들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출하고, 상기 가상 인력 코스트는 상기 타겟 로봇과 이용객들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 가상 인력 생성부는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트를 산출할 수 있다.

[0034] $$rt.map.G(x,y).costA = \sum_{u\in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - u.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0035] 여기서 rt는 타겟 로봇이고, costA는 가상 척력 코스트고, $rt.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇의 후보 위치를 나타내고, $u.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객의 위치를 나타내고, U는 이용객의 집합을 나타낸다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 가상 척력 코스트를 산출하는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 척력 코스트를 산출하고, 상기

가상 인력 코스트를 산출하는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 상기 가상 인력 코스트를 산출하고, 상기 타겟 로봇을 이동시키는 단계는 상기 타겟 로봇이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 산출된 상기 가상 척력 코스트와 상기 가상 인력 코스트의 차로 상기 후보 위치에 대한 이동 코스트를 산출하고, 상기 이동 코스트가 가장 작은 후보 위치를 상기 목표 위치로 설정할 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 로봇 네비게이션부는 다음의 식으로 상기 타겟 로봇이 상기 목표 위치로 이동하는 속도를 제어할 수 있다.

[0038] $$\mathrm{rt.speed} = k_{speed}\frac{\mathrm{rt.position.next.costR}}{\mathrm{rt.position.next.costA}}$$

[0039] 여기서 rt.speed는 타겟 로봇이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $\mathrm{rt.position.next.costR}$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 척력 코스트고, $\mathrm{rt.position.next.costA}$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 인력 코스트다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법에 있어서 상기 제어부는 상기 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우 상기 타겟 로봇을 상기 목표 위치로 이동시키고, 상기 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 상기 목표 위치를 다시 산출할 수 있다.

[0041] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0042] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템 및 이를 이용하는 위치 제어 방법은 이동시키고자 하는 타겟 로봇과 나머지 로봇들 및 이용객들과의 위치 관계, 보다 구체적으로 거리를 고려하여 타겟 로봇을 이동시킬 최적의 위치를 결정할 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템 및 이를 이용하는 위치 제어 방법은 나머지 로봇들과 이용객들의 밀집도를 고려해 로봇들의 위치를 적절히 분산시킴으로써 로봇들의 위치를 효율적으로 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템이 활용되는 상태를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템의 개략도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지도 데이터가 이진화된 그리드 맵으로 표현된 상태를 나타낸다.

도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 타겟 로봇을 이동시키는 상태를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 발명의 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시예로 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 일 실시예에 도시되어 있다 하더라도, 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 식별부호를 사용한다.

[0046] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0047] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.

[0048] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0049] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0050] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0051] 이하의 실시예에서, x축, y축 및 z축은 직교 좌표계 상의 세 축으로 한정되지 않고, 이를 포함하는 넓은 의미로 해석될 수 있다. 예를 들어, x축, y축 및 z축은 서로 직교할 수도 있지만, 서로 직교하지 않는 서로 다른 방향을 지칭할 수도 있다.

[0052] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.

[0054] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10)이 활용되는 상태를 나타내고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10)의 개략도를 나타내고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지도 데이터가 이진화된 그리드 맵으로 표현된 상태를 나타내고, 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 상태를 나타낸다.

[0055] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10, 이하 '위치 제어 시스템(10)'이라고도 함)은 공항, 전시장, 박물관 등 안내 로봇을 이용해 이용객들에게 편의를 제공하기 위한 다중 이용 시설에 이용될 수 있다. 예를 들어 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 제어 시스템(10)은 다수의 이용객(u)과 이용객(u)에게 관련 정보를 제공하기 위한 다수의 로봇(r)이 위치하는 활동 영역(A)에서, 로봇(r)의 위치를 제어하는데 이용될 수 있다. 여기서 활동 영역(A)은 실내 또는 실외일 수 있으며, 후술하는 바와 같이 지도 정보 저장부(300)에 그 위치 정보가 미리 저장된 영역일 수 있다.

[0056] 일 실시예로 로봇(r)은 미리 설정된 프로그램 또는 외부에서 입력 받은 지시에 따라 이동 가능한 무인 장치일 수 있다. 예를 들어 로봇(r)은 평상시에는 자율 주행이 가능하며, 위치 제어 시스템(10)에서 지시를 입력받아 지정된 위치로 이동할 수 있다. 로봇(r)은 이용객(u)에게 필요한 정보를 제공하고, 이용객(u)이 원하는 위치로 가이드하는 역할을 할 수 있다.

[0057] 이를 위해 로봇(r)은 이동을 위한 로봇형 플랫폼(바퀴, 궤도 등)을 구비하며, 이용객(u)에게 정보를 제공하기 위한 안내 패널 등을 포함할 수 있다. 또한 로봇(r)은 자율 주행을 위해 주변 환경을 인식하는데 이용되는 여러 센서를 포함하며, 센서들이 감지한 정보를 다른 로봇(r) 또는 외부로 전달하기 위한 통신 장치를 구비할 수 있다. 이 외에도 로봇(r)은 자율 주행 및 정보 전달을 위한 필수 구성을 포함할 수 있다. 이들 구성은 이미 공지된 구성일 수 있으며, 이에 관한 상세한 설명은 생략한다.

[0058] 도 2를 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 제어 시스템(10)은 로봇 위치 정보 수집부(100), 이용객 위치 정보 수집부(200), 지도 정보 저장부(300) 및 제어부(400)를 포함할 수 있다.

[0059] 로봇 위치 정보 수집부(100)는 복수 개의 로봇(r)의 현재 위치를 실시간으로 획득할 수 있다. 예를 들어 복수 개의 로봇(r)은 각각 센서(s)를 구비하며, 로봇(r)은 통신 장치를 이용하여 센서(s)가 획득한 위치 정보를 로봇 위치 정보 수집부(100)로 전달할 수 있다. 센서(s)의 종류는 특별히 한정하지 않으며, 초음파 센서, 광학 센서, Lidar 센서 등을 이용할 수 있다. 로봇 위치 정보 수집부(100)는 센서(s)에서 전달받은 복수 개의 로봇(r)의 각각의 위치 정보를 저장하고, 이를 후술하는 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 정보 상에 맵핑할 수 있다.

[0060] 이용객 위치 정보 수집부(200)는 이용객(u)의 현재 위치를 실시간으로 획득할 수 있다. 예를 들어 위치 제어 시스템(10)이 이용되는 활동 영역(A)에는 이용객(u)의 위치를 파악하기 위한 다양한 종류의 센서(s)가 배치될 수 있다.

[0061] 보다 구체적으로 센서(S)는 건물의 내부 또는 실외 구조물 등에 설치되어 이용객(u)의 위치를 파악할 수 있는 광학 센서(예를 들어 가시광선, 자외선, 적외선 등을 이용하는 카메라 센서 또는 Lidar 센서)일 수 있다. 보다 구체적으로 센서(S)는 도 1에 나타낸 카메라(C)의 형태로 구현될 수 있다. 또는 센서(S)는 열감지 센서, 바닥에 설치되어 이용객(u)의 위치, 속도, 동작 등을 감지할 수 있는 모션 센서 등 고정식 센서일 수 있다. 또는 센서(S)는 로봇(r)에 부착되며, 로봇(r)이 이동하면서 이용객(u)의 위치를 실시간으로 파악하는데 이용될 수 있는

이동식 센서일 수 있다. 여기서 해당 센서(S)는 로봇(r)의 위치 정보를 획득하기 위한 센서(s)와 동일 또는 상이할 수 있다.

[0062] 이용객 위치 정보 수집부(200)는 센서(S)에서 전달받은 이용객(u)의 각각의 위치 정보를 저장하고, 이를 후술하는 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 정보 상에 맵핑할 수 있다.

[0063] 지도 정보 저장부(300)는 로봇(r) 및 이용객(u)이 위치하는 활동 영역(A)의 지도 정도를 미리 저장한다. 예를 들어 지도 정보 저장부(300)는 실내인 활동 영역(A)의 벽, 바닥, 천당 등의 고정된 환경 정보를 미리 저장하며, 해당 환경 정보는 설계 도면 또는 2D/3D Lidar 센서의 포인트 클라우드(point cloud) 정보 등을 포함할 수 있다.

[0064] 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 정보는 2차원 또는 3차원 형태로 저장될 수 있으며, 그 종류는 특별히 한정하지 않는다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 정보는 이진화 그리드 맵으로 표현되는 2차원 지도 데이터인 경우를 중심으로 설명한다.

[0065] 보다 구체적으로 활동 영역(A)의 지도 정보는 도 3에 나타낸 바와 같이 이진화 그리드 맵으로 표현된 2차원 정보일 수 있다. 활동 영역(A)의 지도 정보는 평면 상의 위치를 n_x*n_y개의 그리드(G)로 표현될 수 있다. 각각의 그리드(G)는 G(x, y)(x 및 y는 0 이상의 정수)로 표현될 수 있으며, 소정의 크기가 할당된 영역일 수 있다.

[0066] 다시 도 2를 참조하면, 제어부(400)는 로봇 위치 정보 수집부(100), 이용객 위치 정보 수집부(200) 및 지도 정보 저장부(300)가 수집 및 저장한 정보를 이용해, 복수 개의 로봇(r) 중 이동시키고자 하는 타겟 로봇(rt)의 위치를 제어한다.

[0067] 보다 구체적으로 제어부(400)는 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 데이터에, 로봇 위치 정보 수집부(100) 및 이용객 위치 정보 수집부(200)가 획득한 로봇(r) 및 이용객(u)의 위치 정보를 표시한다. 예를 들어 제어부(400)는 이진화 그리드 맵으로 저장된 지도 데이터 상에, 로봇(r) 및 이용객(u)의 위치 정보를 그리드에 대응되도록 할당한다. 그리고 제어부(400)는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)과의 위치 관계 및 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)의 위치 관계에 기초하여 타겟 로봇(r)의 목표 위치를 산출하고, 목표 위치로 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있다.

[0068] 예를 들어 제어부(400)는 이용객(u)을 안내하기 위한 로봇(r)들이 특정 위치에 밀집되어 있는 것을 방지하기 위해, 로봇(r)들 간의 거리를 고려하여 타겟 로봇(r)의 위치를 제어할 수 있다. 또한 제어부(400)는 이용객(u)의 밀도가 높은 영역에는 많은 수의 로봇(r)들을 위치시키고, 이용객(u)의 밀도가 낮은 영역에는 적은 수의 로봇(r)들을 위치시킬 수 있다.

[0069] 일 실시예로 제어부(400)는 가상 척력 생성부(410), 가상 인력 생성부(420) 및 로봇 네비게이션부(430)를 포함할 수 있다.

[0070] 가상 척력 생성부(410)는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트(cost R)를 산출할 수 있다.

[0071] 예를 들어 도 4에 나타낸 바와 같이, 타겟 로봇(rt)은 지도 데이터(이진화 그리드 맵) 상에서 G(1, 1)에 위치하고, 나머지 로봇(r)들, 즉 r1, r2 및 r3는 각각 G(0, 3), G(3, 5) 및 G(4, 2)에 각각 위치한 상황을 가정한다.

[0072] 그리고 타겟 로봇(rt)은 이동 가능한 복수 개의 후보 위치를 갖는다(도 4에서 해칭된 영역(Ac)). 설명의 편의를 위해 도 4에는 타겟 로봇(rt)의 주변 영역만을 후보 위치로 나타냈으나 이에 한정하지 않는다. 예를 들어 타겟 로봇(rt)은 활동 영역(A) 전체에 걸쳐 이동 가능한 복수 개의 후보 위치를 가질 수 있다.

[0073] 다음 가상 척력 생성부(410)는 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 나머지 로봇(r)들과의 위치 관계를 고려하여, 가상 척력 코스트(cost)를 산출한다. 보다 구체적으로 가상 척력 생성부(410)는 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 나머지 로봇(r)들과의 거리에 기초하여 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다. 여기서 가상 척력 코스트(costR)는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들의 거리가 짧을수록 커질 수 있다. 즉 가상 척력 코스트(costR)는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)이 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 지표일 수 있다.

[0074] 즉 가상 척력 생성부(410)는 후보 위치에 포함된 각각의 그리드에 대해 나머지 로봇(r)들과의 거리를 계산하여, 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다. 도 4에서 d1, d2 및 d3는 r1, r2 및 r3와 후보 위치에 포함된 각각의 그리드와의 거리(그리드의 중심점 간의 거리)를 의미한다.

[0075] 예를 들어 가상 척력 생성부(410)는 다음의 식으로 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다.

[0076] $$rt.map.G(x,y).costR = \sum_{rr,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - rr.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0077] 여기서 rt는 타겟 로봇(rt)이고, rr은 타겟 로봇(rt)을 제외한 나머지 로봇(r)이고, costR은 가상 척력 코스트(costR)고, $rt.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇(rt)을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트(costR)를 나타낸다. 또한 k_{rep} 는 가상 척력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇(rt)의 후보 위치를 나타내고, $r.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇(r)의 위치를 나타내고, R은 로봇(r)의 집합을 나타낸다.

[0078] 즉 가상 척력 생성부(410)는 먼저 로봇(r)의 위치를 지도 데이터, 즉 이진화된 그리드 맵 상에 할당하며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

[0079] $$r.position = G(x,y)$$

[0080] 그리고 가상 척력 생성부(410)는 타겟 로봇(rt)을 어느 하나의 후보 위치로 이동시킬 때, 해당 후보 위치와 나머지 로봇(r)들과의 거리를 합한 값을 이용해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다. 여기서 가상 척력 상수 k_{rep} 는 가상 척력에 관한 가중치로서, 로봇(r)의 성능과 위치 제어 시스템(10)이 이용되는 환경 등에 따라 적절히 선택될 수 있다.

[0081] 상기 가상 척력 코스트(costR)를 산출하는 식에서 확인할 수 있는 바와 같이, 가상 척력 코스트(costR)는 타겟 로봇(rt)의 후보 위치와 나머지 로봇(r)들의 거리의 역수로 표현되며, 이에 따라 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)의 거리가 짧을수록 큰 값을 갖는다.

[0082] 그리고 가상 척력 생성부(410)는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다.

[0083] 가상 인력 생성부(420)는 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다.

[0084] 예를 들어 도 4에 나타낸 바와 같이, 타겟 로봇(rt)은 지도 데이터(이진화 그리드 맵) 상에서 G(1, 1)에 위치하고, 이용객(u)들, 즉 u1, u2 및 u3는 각각 G(1, 4), G(5, 4) 및 G(5, 0)에 각각 위치한 상황을 가정한다.

[0085] 그리고 타겟 로봇(rt)은 이동 가능한 복수 개의 후보 위치를 갖는다(도 5에서 해칭된 영역(Ac)). 전술한 바와 같이, 설명의 편의를 위해 도 5에는 타겟 로봇(rt)의 주변 영역만을 후보 위치로 나타냈으나 이에 한정하지 않는다. 예를 들어 타겟 로봇(rt)은 활동 영역(A) 전체에 걸쳐 이동 가능한 복수 개의 후보 위치를 가질 수 있다.

[0086] 다음 가상 인력 생성부(420)는 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 이용객(u)들과의 위치 관계를 고려하여, 가상 인력 코스트(costA)를 산출한다. 보다 구체적으로 가상 인력 생성부(420)는 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 이용객(u)들과의 거리에 기초하여 가상 척력 코스트(costA)를 산출할 수 있다. 여기서 가상 인력 코스트(costA)는 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)들의 거리가 짧을수록 커질 수 있다. 즉 가상 인력 코스트(costA)는 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)이 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 지표일 수 있다.

[0087] 즉 가상 인력 생성부(420)는 후보 위치에 포함된 각각의 그리드에 대해 이용객(u)들과의 거리를 계산하여, 가상 인력 코스트(costU)를 산출할 수 있다. 도 5에서 d1, d2 및 d3는 u1, u2 및 u3와 후보 위치에 포함된 각각의 그리드와의 거리(그리드의 중심점 간의 거리)를 의미한다.

[0088] 예를 들어 가상 인력 생성부(420)는 다음의 식으로 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다.

[0089] $$rt.map.G(x,y).costA = \sum_{u\in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - u.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0090] 여기서 rt는 타겟 로봇(rt)이고, costA는 가상 척력 코스트(costA)고, $rt.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇(rt)을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트(costA)를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇(rt)의 후보 위치를 나타내고,

$u.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객(u)의 위치를 나타내고, U는 이용객(u)의 집합을 나타낸다.

[0091] 즉 가상 인력 생성부(420)는 먼저 로봇(r)과 이용객(u)의 위치를 지도 데이터, 즉 이진화된 그리드 맵 상에 할당하며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

[0092] $$r.position = G(x,y),\ u.position = G(x,y)$$

[0093] 그리고 가상 인력 생성부(420)는 타겟 로봇(rt)을 어느 하나의 후보 위치로 이동시킬 때, 해당 후보 위치와 이용객(u)들과의 거리를 합한 값을 이용해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다. 여기서 가상 인력 상수 k_{att} 는 가상 인력에 관한 가중치로서, 로봇(r)의 성능과 위치 제어 시스템(10)이 이용되는 환경 등에 따라 적절히 선택될 수 있다.

[0094] 상기 가상 인력 코스트(costA)를 산출하는 식에서 확인할 수 있는 바와 같이, 가상 인력 코스트(costA)는 타겟 로봇(rt)의 후보 위치와 이용객(u)들의 거리의 역수로 표현되며, 이에 따라 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)의 거리가 짧을수록 큰 값을 갖는다.

[0095] 그리고 도 5에 나타낸 바와 같이, 가상 인력 생성부(420)는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다.

[0096] 로봇 네비게이션부(430)는 가상 척력 생성부(410)가 산출한 가상 척력 코스트(costR) 및 가상 인력 생성부(420)가 산출한 가상 인력 코스트(costA)에 기초하여, 타겟 로봇(rt)을 목표 위치로 이동시킬 수 있다.

[0097] 보다 구체적으로 도 6에 나타낸 바와 같이, 가상 척력 생성부(410) 및 가상 인력 생성부(420)가 각각 가상 척력 코스트(costR) 및 가상 인력 코스트(costA)를 산출하고 나면, 로봇 네비게이션부(430)는 각각의 후보 위치에 대해 가상 척력 코스트(costR) 및 가상 인력 코스트(costA)에 기초하여 이동 코스트(costM)를 산출할 수 있다.

[0098] 예를 들어 로봇 네비게이션부(430)는 다음의 식으로 이동 코스트(costM)를 산출할 수 있다.

[0099] $$rt.map.G(x,y).costM = rt.map.G(x,y).costA - rt.map.G(x,y).costA$$

[0100] 즉 해당 후보 위치의 이동 코스트(costM)는 해당 후보 위치의 가상 척력 코스트(costR)에서 가상 인력 코스트(costA)를 뺀 값이며, 양수, 음수 또는 0을 가질 수 있다. 따라서 타겟 로봇(rt)의 해당 후보 위치가 다른 로봇(r)들과 멀고, 이용객(u)들과 가까울수록 이동 코스트(costM)가 작으며, 다른 로봇(r)들과 가깝고, 이용객(u)들과 멀수록 이동 코스트(costM)가 크다.

[0101] 일 실시예로 로봇 네비게이션부(430)는 이동 코스트(costM)가 가장 작은 위치로 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있다. 예를 들어 도 6에 나타낸 바와 같이, 타겟 로봇(rt)이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 중 G(2, 1)이 가장 작은 값의 이동 코스트를 갖는 것으로 산출된 경우, 로봇 네비게이션부(430)는 해당 위치를 목표 위치로 설정하고, 타겟 로봇(rt)을 해당 위치로 이동시킬 수 있다.

[0102] 전술한 바와 같이 이동 코스트(costM)는 가상 척력 코스트에서 가상 인력 코스트를 뺀 값이므로, 이동 코스트(costM)가 가장 작다는 것은 복수 개의 후보 위치 중 해당 후보 위치에서 나머지 로봇(r)과의 거리의 합이 크고, 이용객(u)들과의 거리의 합이 가깝다는 의미일 수 있다. 다시 말해, 이동 코스트(costM)가 가장 작은 지점은 타겟 로봇(rt)이 다른 로봇(r)들과 상대적으로 멀리 떨어져 있고, 이용객(u)들과 상대적으로 가까운 위치일 수 있다.

[0103] 이와 같은 구성을 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 제어 시스템(10)은 타겟 로봇(rt)을 다른 로봇(r)들과 이격되고, 이용객(u)들과 가까운 위치로 이동시킴으로써, 다른 로봇(r)들과 활동 영역이 중복되는 것을 방지하고, 이용객(u)의 밀집도가 높은 영역에 타겟 로봇(rt)을 이동시킴으로써 이용객(u)의 편의를 도모할 수 있다.

[0104] 일 실시예로 로봇 네비게이션부(430)는 타겟 로봇(rt)의 이동 속도를 제어할 수 있다. 보다 구체적으로 로봇 네비게이션부(430)는 다음의 식으로 타겟 로봇(rt)의 이동 속도를 제어할 수 있다.

[0105] $$rt.speed = k_{speed}\frac{rt.position.next.costR}{rt.position.next.costA}$$

[0106] 여기서 rt.speed는 타겟 로봇이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $rt.position.next.costR$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 척력 코스트고, $rt.position.next.costA$ 는 타겟 로봇의 다음 위치의 가상 인력 코스트

다. 여기서 "다음 위치"는 현재 위치에서 제어부(400), 보다 구체적으로 로봇 네비게이션부(430)에 의해 하나의 제어 스텝이 진행된 후의 타겟 로봇(rt)의 위치를 의미한다. 또한 k_{speed} 는 속도 상수로서 로봇(r)의 개수와 특성, 활동 영역(A)의 특성 등을 고려하여 적절히 선택될 수 있다.

[0107] 즉 로봇 네비게이션부(430)는 다음 위치에서의 가상 척력 코스트(costR)를 가상 인력 코스트(costA)로 나눈 값에 기초하여, 타겟 로봇(rt)의 이동 속도를 제어할 수 있다. 따라서 타겟 로봇(rt)의 이동하는 속도는 가상 척력 코스트에 비례하기 때문에 타겟 로봇(rt)이 다른 로봇(r)들과 가까울수록 크고, 가상 인력 코스트에 반비례하기 때문에 타겟 로봇(rt)이 이용객(u)들과 가까울수록 작다.

[0108] 이와 같은 구성을 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 제어 시스템(10)은 로봇(r)들이 밀집되어 있을수록 빠르게 타겟 로봇(rt)을 분산시킬 수 있으며, 타겟 로봇(rt)이 이용객(u)들과 멀리 떨어져 있을 때는 빠르게 이동시키고, 가까이 있을 때는 천천히 이동시켜 이용객(u)의 편의와 안전을 도모할 수 있다.

[0109] 일 실시예로 로봇 네비게이션부(430)는 산출한 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있는지 판정을 할 수 있다. 즉 로봇 네비게이션부(430)는 산출한 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우, 타겟 로봇(rt)을 목표 위치로 이동시키고, 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 목표 위치를 다시 산출할 수 있다.

[0110] 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 제어 시스템(10)은 타겟 로봇(rt)이 기 설정된 범위의 활동 영역(A)을 벗어나지 않도록 제어하여, 시스템의 안정성을 높일 수 있다.

[0111] 일 실시예로 로봇 네비게이션부(430)는 한 제어 스텝마다 이동할 수 있는 범위를 한정하여 타겟 로봇(rt)의 이동 위치를 제어할 수 있다. 예를 들어 로봇 네비게이션부(430)는 다음의 식으로 타겟 로봇(rt)이 이동할 위치의 범위를 제어할 수 있다.

[0112] $$rt.position.current.x - rt.step.lim.x \leq rt.position.next.x \leq rt.position.current.x + rt.step.lim.x$$

[0113] $$rt.position.current.y - rt.step.lim.y \leq rt.position.next.y \leq rt.position.current.y + rt.step.lim.y$$

[0114] 여기서 $rt.position.current.x$ 및 $rt.position.current.y$ 는 타겟 로봇(rt)의 현재의 위치(x 및 y)고, $rt.step.lim.x$ 및 $rt.step.lim.y$ 는 타겟 로봇(rt)이 하나의 제어 스텝마다 움직일 수 있는 x축 및 y축 상의 한계 거리를 나타내고, $rt.position.next.x$ 및 $rt.position.next.y$ 는 타겟 로봇(rt)이 다음 제어 스텝에서 이동한 위치를 나타낸다.

[0115] 즉 로봇 네비게이션부(430)는 타겟 로봇(rt)의 현재 위치에 기초하여 기 설정된 한계 이동 범위 내에서 타겟 로봇(rt)의 다음 제어 스텝에서 이동할 위치의 범위를 결정할 수 있다.

[0116] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법을 나타낸다.

[0117] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법은 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10)을 이용하여, 로봇(r) 및 이용객(u)의 위치 정보를 획득하는 단계, 가상 척력 코스트(costR)를 산출하는 단계, 가상 인력 코스트(costA)를 산출하는 단계, 이동 코스트(costM)를 산출하는 단계 및 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0118] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 방법은 로봇 위치 정보 수집부(100)와 이용객 위치 정보 수집부(200)로 복수 개의 로봇(r)들의 위치 정보와 이용객(u)의 위치 정보를 획득하는 단계, 제어부(400)가 획득한 로봇(r)들의 위치 정보 및 이용객(u)들의 위치 정보에 기초하여 복수 개의 로봇(r)들 중 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0119] 일 실시예로 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 단계는 제어부(400)가 지도 정보 저장부(300)에 저장된 지도 데이터에, 획득한 로봇(r)들 및 이용객(u)들의 위치 정보를 각각 할당하며, 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들과의 위치 관계 및 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)들과의 위치 관계에 기초하여 타겟 로봇(rt)의 목표 위치를 산출하고, 목표 위치로 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 수 있다.

[0120] 일 실시예로 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 단계는 가상 척력 생성부(410)가 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 척력 코스트(costR)를 산출하는 단계, 가상 인력 생성부(420)가 타겟 로봇(rt)과 이용객(u)들과의 위치 관계에 기초하여, 가상 인력 코스트(costA)를 산출하는 단계 및 로봇 네비게이션부(430)가 산출된 가상 척력 코스트(costR) 및 가상 인력 코스트(costA)에 기초하여 타겟 로봇(rt)이 이동 가능한 복수 개의 위치 각각에 대해 이동 코스트(costM)를 산출하고, 이동 코스트(costM)가 가장 작은 위치로 타겟 로

봇(rt)을 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0121] 일 실시예로 가상 척력 생성부(410)는 타겟 로봇(rt)이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 나머지 로봇(r)들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출할 수 있다. 여기서 가상 척력 코스트는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0122] 일 실시예로 가상 척력 생성부(410)는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 척력 코스트를 산출할 수 있다.

[0123] $$rt.map.G(x,y).costR = \sum_{rt,rr\in R,rr\neq rt} k_{rep}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - rr.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0124] 여기서 rt는 타겟 로봇(rt)이고, costR은 가상 척력 코스트(costR)고, $rt.map.G(x,y).costR$ 은 타겟 로봇(rt)을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 척력 코스트(costR)를 나타낸다. 또한 k_{rep}는 가상 척력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇(rt)의 후보 위치를 나타내고, $r.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 나머지 로봇(r)의 위치를 나타낸다.

[0125] 일 실시예로 가상 인력 생성부(420)는 타겟 로봇(rt)이 이동 가능한 복수 개의 후보 위치들 각각에 대해 이용객(u)들과의 거리를 각각 산출하여, 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다. 여기서 가상 인력 코스트(costA)는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들과의 거리가 짧을수록 커질 수 있다.

[0126] 일 실시예로 가상 인력 생성부(420)는 다음의 식을 통해 해당 후보 위치에서의 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다.

[0127] $$rt.map.G(x,y).costA = \sum_{u\in U} k_{att}\left(\frac{1}{\|rt.map.G(x,y).position - u.map.G(x,y).position\|}\right)$$

[0128] 여기서 rt는 타겟 로봇(rt)이고, costA는 가상 척력 코스트(costA)고, $rt.map.G(x,y).costA$ 은 타겟 로봇(rt)을 지도 데이터 상의 해당 후보 위치로 이동시킬 때의 가상 인력 코스트(costA)를 나타낸다. 또한 k_{att}는 가상 인력 상수고, $rt.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 타겟 로봇(rt)의 후보 위치를 나타내고, $u.map.G(x,y).position$ 은 지도 데이터 상에서 이용객(u)의 위치를 나타내고, U는 이용객(u)의 집합을 나타낸다.

[0129] 일 실시예로 가상 척력 코스트(costR)를 산출하는 단계는 타겟 로봇(rt)이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 가상 척력 코스트(costR)를 산출할 수 있다.

[0130] 일 실시예로 가상 인력 코스트(costA)를 산출하는 단계는 타겟 로봇(rt)이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 가상 인력 코스트(costA)를 산출할 수 있다.

[0131] 일 실시예로 타겟 로봇(rt)을 이동시키는 단계는 타겟 로봇(rt)이 이동할 수 있는 복수 개의 후보 위치 각각에 대해 산출된 가상 척력 코스트(costR)와 가상 인력 코스트(costA)의 차로 후보 위치에 대한 이동 코스트(costM)를 산출하고, 이동 코스트(costM)가 가장 작은 후보 위치를 목표 위치로 설정할 수 있다.

[0132] 일 실시예로 로봇 네비게이션부(430)는 다음의 식으로 타겟 로봇(rt)이 목표 위치로 이동하는 속도를 제어할 수 있다.

[0133] $$rt.speed = k_{speed}\frac{rt.position.next.costR}{rt.position.next.costA}$$

[0134] 여기서 rt.speed는 타겟 로봇(rt)이 이동하는 속도이고, k_{speed} 는 속도 상수고, $rt.position.next.costR$ 는 타겟 로봇(rt)의 다음 위치의 가상 척력 코스트(costR)고, $rt.position.next.costA$ 는 타겟 로봇(rt)의 다음 위치의 가상 인력 코스트(costA)다.

[0135] 일 실시예로 제어부(400), 보다 구체적으로 로봇 네비게이션부(430)는 목표 위치가 기 설정된 범위 내에 있을 경우 타겟 로봇(rt)을 목표 위치로 이동시키고, 목표 위치가 기 설정된 범위를 벗어날 경우 목표 위치를 다시 산출할 수 있다.

[0136] 일 실시예로 제어부(400), 보다 구체적으로 로봇 네비게이션부(430)는 한 제어 스텝마다 이동할 수 있는 범위를

한정하여 타겟 로봇(rt)의 이동 위치를 제어할 수 있다. 예를 들어 로봇 네비게이션부(430)는 다음의 식으로 타겟 로봇(rt)이 이동할 위치의 범위를 제어할 수 있다.

[0137] $$rt.position.current.x - rt.step.lim.x \leq rt.position.next.x \leq rt.position.current.x + rt.step.lim.x$$

[0138] $$rt.position.current.y - rt.step.lim.y \leq rt.position.next.y \leq rt.position.current.y + rt.step.lim.y$$

[0139] 여기서 $rt.position.current.x$ 및 $rt.position.current.y$는 타겟 로봇(rt)의 현재의 위치(x 및 y)고, $rt.step.lim.x$및 $rt.step.lim.y$는 타겟 로봇(rt)이 하나의 제어 스텝마다 움직일 수 있는 x축 및 y축 상의 한계 거리를 나타내고, $rt.position.next.x$ 및 $rt.position.next.y$는 타겟 로봇(rt)이 다음 제어 스텝에서 이동한 위치를 나타낸다.

[0140] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10) 및 이를 이용하는 위치 제어 방법은 이동시키고자 하는 타겟 로봇(rt)과 나머지 로봇(r)들 및 이용객(u)들과의 위치 관계, 보다 구체적으로 거리를 고려하여 타겟 로봇(rt)을 이동시킬 최적의 위치를 결정할 수 있다.

[0141] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 로봇의 위치 제어 시스템(10) 및 이를 이용하는 위치 제어 방법은 나머지 로봇(r)들과 이용객(u)들의 밀집도를 고려해 로봇(r)들의 위치를 적절히 분산시킴으로써 로봇(r)들의 위치를 효율적으로 제어할 수 있다.

[0142] 이와 같이 도면에 도시된 실시예를 참고로 본 발명을 설명하였으나, 이는 예시에 불과하다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 갖는 자라면 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 일 실시예가 가능하다는 점을 충분히 이해할 수 있다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위에 기초하여 정해져야 한다.

[0143] 실시예에서 설명하는 특정 기술 내용은 일 실시예들로서, 실시예의 기술 범위를 한정하는 것은 아니다. 발명의 설명을 간결하고 명확하게 기재하기 위해, 종래의 일반적인 기술과 구성에 대한 기재는 생략될 수 있다. 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 선들의 연결 또는 연결 부재는 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것으로서, 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가의 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들로 표현될 수 있다. 또한, "필수적인", "중요하게" 등과 같이 구체적인 언급이 없다면 본 발명의 적용을 위하여 반드시 필요한 구성 요소가 아닐 수 있다.

[0144] 발명의 설명 및 청구범위에 기재된 "상기" 또는 이와 유사한 지시어는 특별히 한정하지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 지칭할 수 있다. 또한, 실시 예에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다. 또한, 실시예에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 실시예들이 한정되는 것은 아니다. 실시예에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예를 들어, 등등)의 사용은 단순히 실시예를 상세히 설명하기 위한 것으로서 청구범위에 의해 한정되지 않는 이상, 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 실시예의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 통상의 기술자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

부호의 설명

[0145] 10: 위치 제어 시스템

100: 로봇 위치 정보 수집부

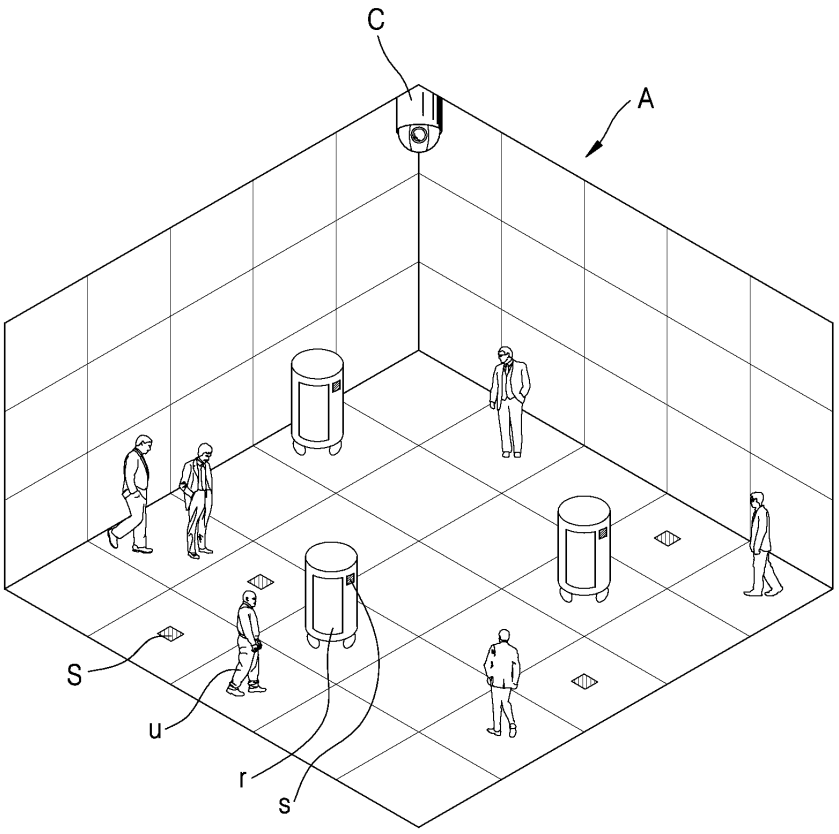
200: 이용객 위치 정보 수집부

300: 지도 정보 저장부

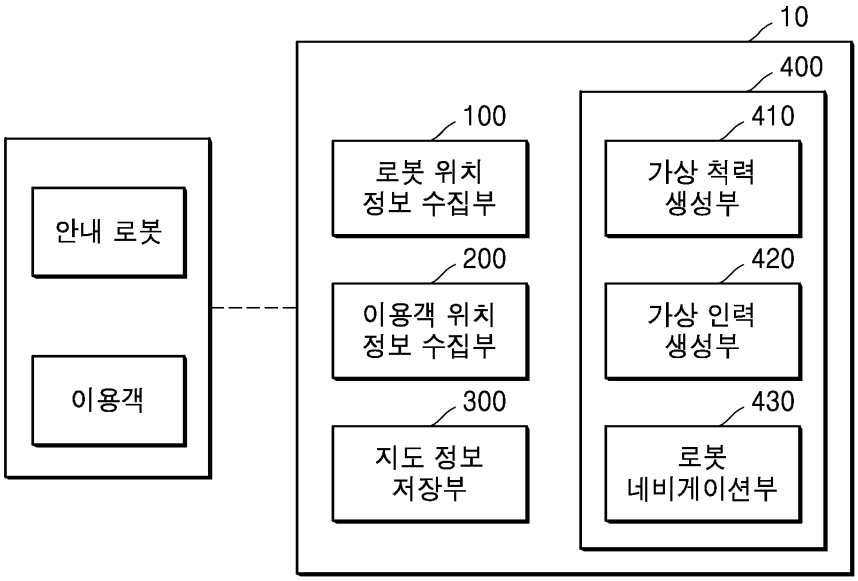
400: 제어부

도면

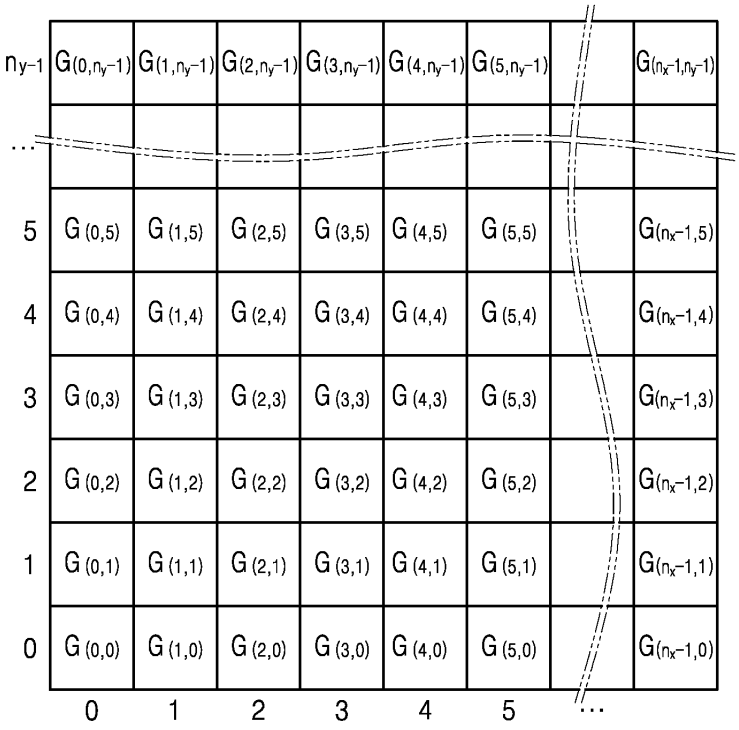
도면1


C
A
S
u
r
s

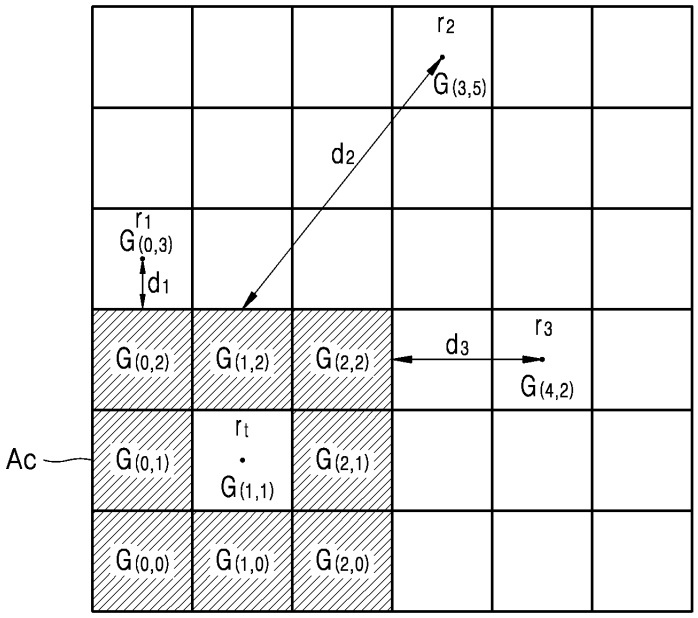
도면2


10
400
100
로봇 위치
정보 수집부
410
가상 척력
생성부
200
이용객 위치
정보 수집부
420
가상 인력
생성부
300
지도 정보
저장부
430
로봇
네비게이션부
안내 로봇
이용객

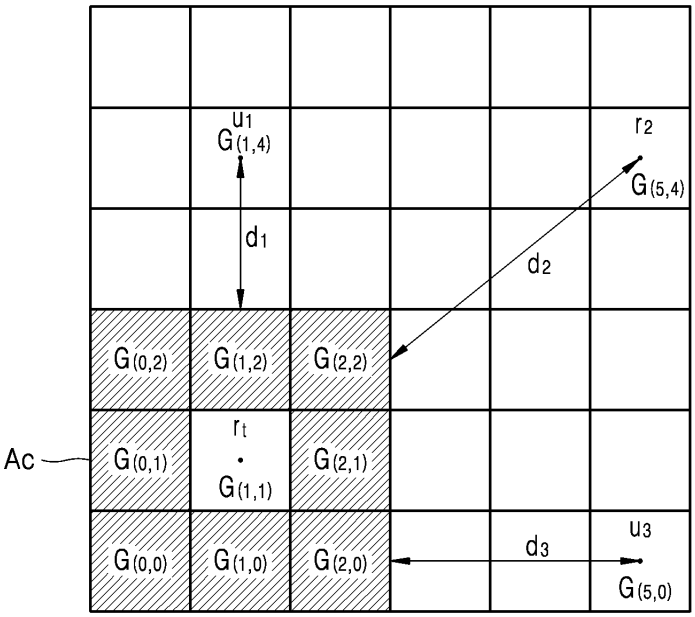
도면3


ny-1
G(0,ny-1)
G(1,ny-1)
G(2,ny-1)
G(3,ny-1)
G(4,ny-1)
G(5,ny-1)
G(nx-1,ny-1)
5
G(0,5)
G(1,5)
G(2,5)
G(3,5)
G(4,5)
G(5,5)
G(nx-1,5)
4
G(0,4)
G(1,4)
G(2,4)
G(3,4)
G(4,4)
G(5,4)
G(nx-1,4)
3
G(0,3)
G(1,3)
G(2,3)
G(3,3)
G(4,3)
G(5,3)
G(nx-1,3)
2
G(0,2)
G(1,2)
G(2,2)
G(3,2)
G(4,2)
G(5,2)
G(nx-1,2)
1
G(0,1)
G(1,1)
G(2,1)
G(3,1)
G(4,1)
G(5,1)
G(nx-1,1)
0
G(0,0)
G(1,0)
G(2,0)
G(3,0)
G(4,0)
G(5,0)
G(nx-1,0)
0
1
2
3
4
5

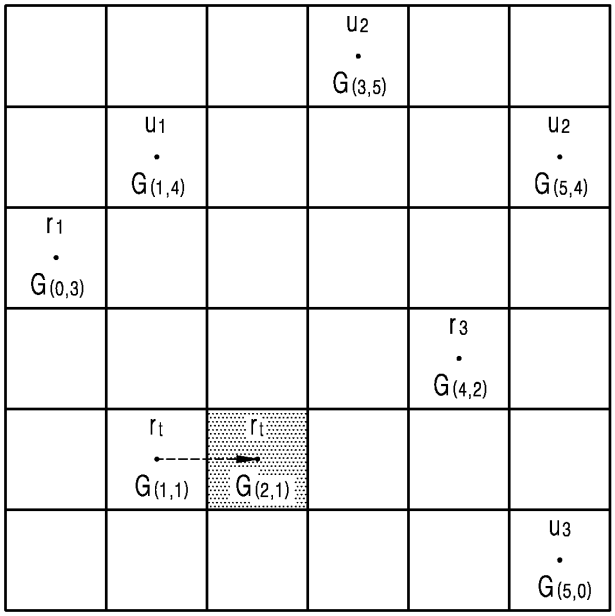
도면4


r2
G(3,5)
d2
r1
G(0,3)
d1
G(0,2)
G(1,2)
G(2,2)
d3
r3
G(4,2)
Ac
G(0,1)
rt
G(1,1)
G(2,1)
G(0,0)
G(1,0)
G(2,0)

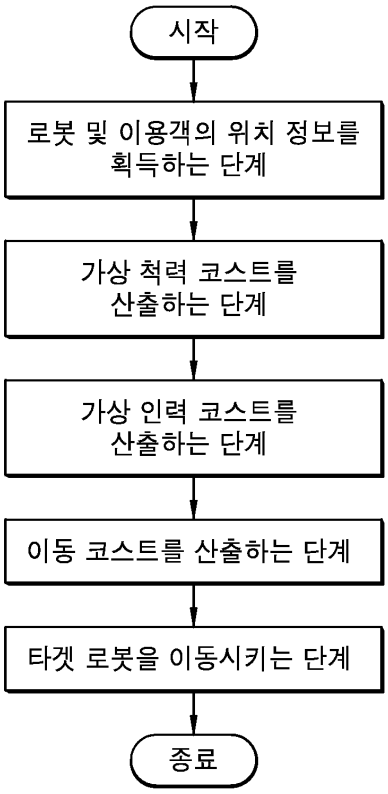
도면5


u1
G(1,4)
r2
G(5,4)
d1
d2
G(0,2)
G(1,2)
G(2,2)
Ac
G(0,1)
rt
G(1,1)
G(2,1)
G(0,0)
G(1,0)
G(2,0)
d3
u3
G(5,0)

도면6


u2
G(3,5)
u1
G(1,4)
u2
G(5,4)
r1
G(0,3)
r3
G(4,2)
rt
G(1,1)
rt
G(2,1)
u3
G(5,0)

도면7


시작
로봇 및 이용객의 위치 정보를 획득하는 단계
가상 척력 코스트를 산출하는 단계
가상 인력 코스트를 산출하는 단계
이동 코스트를 산출하는 단계
타겟 로봇을 이동시키는 단계
종료