	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0025079 (43) 공개일자 2014년03월04일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B25J 13/08 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)		(71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)
(21) 출원번호 10-2012-0091214		(72) 발명자 김대은 서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 전기전자공학부 이재홍 경기 용인시 기흥구 용구대로 1842, 112동 601호 (보라동, 현대모닝사이드2차아파트)
(22) 출원일자 2012년08월21일 심사청구일자 2012년08월21일		(74) 대리인 최관락, 송인호, 민영준

전체 청구항 수 : 총 18 항

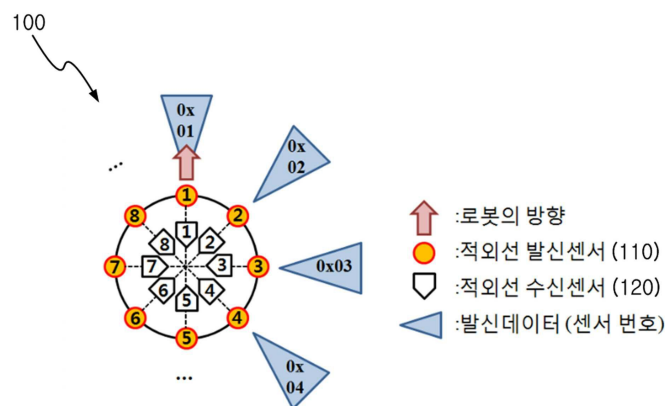
(54) 발명의 명칭 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체

### (57) 요약

본 발명은 데이터 통신을 통해 상대 로봇의 위치를 추정하는 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체에 관한 것이다.

본 발명의 일실시예에 의한 로봇의 위치 추정 방법은 소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서 및 복수의 적외선 수신센서를 구비하는 로봇의 위치 추정 방법에 있어서, 상기 로봇의 적외선 수신센서를 통해 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 단계- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 및 상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0001626

부처명 교육과학기술부

연구사업명 일반연구자지원(기본연구)

연구과제명 동물 행동 생태 모델에 기반한 환경 인지 응용 로봇

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서 및 복수의 적외선 수신센서를 구비하는 로봇의 위치 추정 방법에 있어서,

상기 로봇의 적외선 수신센서를 통해 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 단계- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 및

상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 적외선 수신센서 및 상기 복수의 적외선 발신센서는 특정 지점을 중심으로 하여 소정 각도를 유지하며 등간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출 단계는 분해능을 이용하는 단계를 포함하되,

상기 분해능은 상기 로봇에 구비된 적외선 수신센서 수에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 로봇의 위치 추정 방법은

상기 특정 로봇으로부터 발신된 동일한 데이터를 적어도 2개 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 동일한 데이터 및 상기 적어도 2개의 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 로봇의 위치 추정 방법은

상기 특정 로봇의 적어도 2개의 적외선 발신센서에서 발신된 서로 다른 데이터를 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 및 상기 서로 다른 데이터 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

### 청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계는

하기 수학적 식 1에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 로봇의 위치 추정 방법.

[수학적 식 1]

$$\theta = R \times (K - d) + \pi$$

(여기서  $\theta$  는 두 로봇간의 상대적인 방향, R은 적외선 센서 배치에 따른 분해능, K는 데이터를 수신한 적외선 수신센서의 위치 식별 번호, d는 수신한 데이터에 포함된 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 의미함)

#### 청구항 7

소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서;

상기 복수의 적외선 발신센서와 대응되게 쌍을 이루며 배치되고, 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 복수의 적외선 수신센서- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-;

상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 위치 추정부; 및

상기 복수의 적외선 발신센서, 상기 복수의 적외선 수신센서, 및 상기 위치 추정부를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 적외선 수신센서 및 상기 복수의 적외선 발신센서는 특정 지점을 중심으로 하여 소정 각도를 유지하며 등간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 위치 추정부는 분해능을 더 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하되,

상기 분해능은 상기 로봇에 구비된 적외선 수신센서 수에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 로봇.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 위치 추정부는,

상기 특정 로봇으로부터 발신된 동일한 데이터를 적어도 2개 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 동일한 데이터 및 상기 적어도 2개의 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 것을 특징으로 하는 로봇.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 위치 추정부는

상기 특정 로봇의 적어도 2개의 적외선 발신센서에서 발신된 서로 다른 데이터를 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 및 상기 서로 다른 데이터 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 것을 특징으로 하는 로봇.

#### 청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 위치 추정부는

하기 수학적 식 1에 의해 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 것을 특징으로 하는 로봇.

[수학적 식 1]

$$\theta = R \times (K - d) + \pi$$

(여기서  $\theta$  는 두 로봇간의 상대적인 방향, R은 적외선 센서 배치에 따른 분해능, K는 데이터를 수신한 적외선

수신센서의 위치 식별 번호, d는 수신한 데이터에 포함된 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 의미함)

### 청구항 13

소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서 및 복수의 적외선 수신센서를 구비하는 로봇간의 위치를 추정하는 프로그램이 기록된 기록 매체에 있어서,

상기 프로그램은

상기 로봇의 적외선 수신센서를 통해 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 단계- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 및

상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계를 실행시키기 위한 프로그램인 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 복수의 적외선 수신센서 및 상기 복수의 적외선 발신센서는 특정 지점을 중심으로 하여 소정 각도를 유지하며 등간격으로 배치되는 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출 단계는 분해능을 이용하는 단계를 포함하되,

상기 분해능은 상기 로봇에 구비된 적외선 수신센서 수에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

### 청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 프로그램은

상기 특정 로봇으로부터 발신된 동일한 데이터를 적어도 2개 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 동일한 데이터 및 상기 적어도 2개의 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 단계를 더 실행시키기 위한 프로그램인 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

### 청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 프로그램은

상기 특정 로봇의 적어도 2개의 적외선 발신센서에서 발신된 서로 다른 데이터를 적외선 수신센서를 통해 수신하는 경우,

상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호 및 상기 서로 다른 데이터 각각을 이용하여 산출된 적어도 2개의 상대적 방향의 평균을 근거로 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 결정하는 단계를 더 실행시키기 위한 프로그램인 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

### 청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계는

하기 수학식 1에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체.

[수학식 1]

$$\theta = R \times (K - d) + \pi$$

(여기서  $\theta$  는 두 로봇간의 상대적인 방향, R은 적외선 센서 배치에 따른 분해능, K는 데이터를 수신한 적외선 수신센서의 위치 식별 번호, d는 수신한 데이터에 포함된 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 의미함)

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 데이터 통신을 통해 상대 로봇의 위치를 추정하는 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 군집 로봇 시스템은 단일 로봇 시스템에 비하여 여러 가지 활용에 있어 이점이 있기 때문에 활발히 연구되고 있는 연구 분야이다. 예를 들면, 정찰 임무를 수행하는 경우, 군집 로봇 시스템을 이용한다면 단일 로봇에 비해 같은 시간 동안 정찰할 수 있는 면적이 더 넓기 때문에 효율적일 수 있다. 또한, 한 대의 로봇으로 수행할 수 없는 일들을 여러 대의 로봇으로 쉽게 수행이 가능한 경우도 있다.

[0003] 이처럼 군집 로봇은 효율적인 로봇 시스템이 될 수 있다. 하지만 이를 위해서는 로봇들 간의 위치 파악이 중요한 문제가 된다. 상대 로봇들의 위치를 빠르고 정확하게 인식할 수 있어야 로봇들 간의 유연한 활동이 가능하기 때문이다. 상대 로봇들의 위치를 인식하기 위해 다양한 센서 시스템들이 이용되는데, 그 중에서도 변조된 적외선을 이용한 통신은 안정적인 데이터 전달을 가능하게 하기 때문에 군집 로봇 시스템에서 많이 사용되는 센서들 중의 하나이다

[0004] 기존의 로봇 시스템은 수신 신호의 세기를 이용하여 상대 로봇의 방향을 추정하기 때문에, 상대적 방향을 정확하게 추정하기 힘들며, 여러 번의 통신을 거쳐야 하는 불편함이 있었다.

[0005] 따라서 최소한의 통신만으로 상대 로봇의 위치를 정확하게 파악하는 기술에 대한 연구가 필요한 실정이다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 데이터 통신을 통해 상대 로봇의 위치를 추정하는 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체를 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명의 목적은 적외선 센서에 위치 식별 번호를 할당하고, 상기 위치 식별 번호와 적외선 통신을 통해 수신된 데이터를 이용하여 상대 로봇의 위치를 추정하는 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체를 제공하는 데 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서 및 복수의 적외선 수신센서를 구비하는 로봇의 위치 추정 방법에 있어서, 상기 로봇의 적외선 수신센서를 통해 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 단계- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 및 상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계를 포함하는 로봇의 위치 추정 방법이 제공된다.

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서; 상기 복수의 적외선 발신센서와 대응되게 쌍을 이루며 배치되고, 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 복수의 적외선 수신센서- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 위치 추정부; 및 상기 복수의 적외선 발신센서, 상기 복수의 적외선 수신센서, 및 상기 위치 추정부를 제어하는 제어부를 포함하는 로봇이 제공된다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, 소정 간격으로 배치되어, 상기 배치 위치에 따른 위

치 식별 번호가 할당된 복수의 적외선 발신센서 및 복수의 적외선 수신센서를 구비하는 로봇간의 위치를 추정하는 프로그램이 기록된 기록 매체에 있어서, 상기 프로그램은 상기 로봇의 적외선 수신센서를 통해 특정 로봇으로부터 발신된 데이터를 수신하는 단계- 상기 데이터는 로봇의 아이디 및 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 포함함-; 및 상기 수신된 데이터 및 상기 적외선 수신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 단계를 실행시키기 위한 프로그램인 것을 특징으로 하는 프로그램이 기록된 기록 매체가 제공된다.

### 발명의 효과

[0011] 본 발명의 일실시예에 의한 한 번의 적외선 데이터 통신으로 상대 로봇의 위치를 추정할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에 의하면, 적외선 센서에 위치 식별 번호를 할당하고, 상기 위치 식별 번호와 적외선 통신을 통해 수신된 데이터를 이용하는 간단한 연산을 통해 상대 로봇의 위치를 추정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇에 구비된 적외선 발신센서 및 적외선 수신센서의 배치 상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 하나의 데이터를 복수의 적외선 수신센서가 수신하는 예를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 하나의 적외선 수신센서가 서로 다른 데이터를 동시에 수신하는 예를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 두 로봇 간의 상대적 위치를 0°에서 360° 까지 5° 단위로 변화시키면서 추정한 결과를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치를 추정하기 위해 이용되는 거리에 따른 적외선 수신 신호의 세기를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법을 이용하여 로봇의 거리 및 방향을 추정한 결과를 나타내는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체에 대해 도면을 참조하여 설명하도록 하겠다.

[0015] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇의 블록도이다.

[0017] 도시된 바와 같이, 로봇(100)은 적외선 발신센서(110), 적외선 수신센서(120), 위치 추정부(130), 및 제어부(140)를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 적외선 발신센서(110)는 복수 개로 구성될 수 있다. 그리고 상기 복수의 적외선 발신센서(110)에는 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당될 수 있다.

[0019] 또한, 적외선 수신센서(120) 역시 복수 개로 구성될 수 있다. 그리고 상기 복수의 적외선 수신센서(120)에는 배치 위치에 따른 위치 식별 번호가 할당될 수 있다.

[0020] 위치 추정부(130)는 적외선 수신센서(120)의 위치 식별 번호와 특정 로봇으로부터 수신된 데이터에 포함된 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 이용하여 상기 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출할 수 있다.

- [0021] 제어부(140)는 상기 적외선 발신센서(110), 상기 적외선 수신센서(120), 및 상기 위치 추정부(130)를 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0022] 이하에서는 적외선 수신센서(120)의 위치 식별 번호와 특정 로봇으로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 로봇과의 상대적 방향을 산출하는 방법에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇에 구비된 적외선 발신센서 및 적외선 수신센서의 배치 상태를 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 적외선 발신센서(110) 및 적외선 수신센서(120)가 각각 8개 구비된 로봇(100)을 예로서, 설명하나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 도시된 바와 같이, 로봇(100)은 복수 개의 적외선 발신센서(110)와 적외선 수신센서(120)를 쌍으로 구비하고 있다. 적외선 발신센서(110)와 적외선 수신센서(120)는 특정점을 중심으로 하여 소정 각도를 유지하며 등간격으로 배치되어 있다. 또한, 적외선 발신센서(110) 및 적외선 수신센서(120)는 상기 특정 지점을 중심으로 하여 각각 동일 원주 상에 배치되어 있다. 즉, 각 적외선 발신센서(110) 및 적외선 수신센서(120)는 45° 간격으로 균동하게 배치되어 있다.
- [0025] 또한, 각 적외선 발신센서(110) 및 적외선 수신센서(120)는 배치 위치에 따라 1부터 8까지의 위치 식별 번호가 할당되어 있다. 또한, 적외선 발신센서(110)에서 발신하는 데이터(이하, '발신 데이터'라 함)는 자신의 고유한 번호를 포함할 수 있다. 상기 발신 데이터의 고유번호는 적외선 발신센서(110)의 위치 식별 번호를 포함할 수 있다. 또한, 상기 발신 데이터는 데이터를 발신하는 로봇의 아이디를 포함할 수 있다.
- [0026] 그리고 상기 로봇(100)은 위치 식별 번호가 1번인 적외선 발신센서 또는 적외선 수신센서가 위치한 방향으로 이동한다고 가정하고 설명하기로 한다.
- [0027] 이하에서는 도 2에 도시된 로봇과 동일한 구조를 가지는 상대 로봇과의 위치를 추정하는 방법에 대해서 설명하기로 한다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 도시된 예는 A 로봇과 B 로봇 간의 상대적 방향을 산출하는 방법을 나타낸다. 로봇들이 전송하는 데이터는 2 바이트로 구성될 수 있다. 첫 번째 바이트에는 각 로봇의 고유 ID, 두 번째 바이트에는 발신 데이터를 발신한 적외선 발신센서의 위치 식별 번호가 포함될 수 있다. 상기 각 로봇의 고유 ID에 따라 어느 로봇이 주변에 있는지 파악할 수 있으며, 다음의 수학적 식 1에 의해 해당 로봇의 상대적인 방향을 추정할 수 있다.

### 수학적 식 1

$$\theta = R \times (K - d) + \pi$$

- [0030]
- [0031] 상기 수학적 식 1에서  $\theta$  는 두 로봇간의 상대적인 방향, R은 적외선 센서 배치에 따른 분해능, K는 데이터를 수신한 적외선 수신센서의 위치 식별 번호, d는 수신한 데이터에 포함된 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 의미한다. 상기 A 로봇 및 B 로봇은 8개의 센서가 45° 간격으로 배치되어 있으므로 R이 45° (=360° /8)가 된다. 이하, 발신 데이터의 번호는 발신 데이터를 발신한 적외선 발신센서의 위치 식별 번호를 의미한다.
- [0032] 'B 로봇'가 'A 로봇'로부터 7번으로 할당된 적외선 수신센서를 통해 '4번 발신 데이터'를 수신한 경우에, 상기 수학적 식 1로부터 'B 로봇'는 'A 로봇'가 자신을 기준으로 315°의 상대적 방향을 향하고 있음을 추정해낼 수 있다.
- [0033]  $\theta$  는 하기와 같은 과정으로 산출될 수 있다.
- [0034]  $\theta = 45 \times (\text{적외선 수신센서의 위치 식별 번호} - \text{적외선 발신센서의 위치 식별 번호}) + \pi$
- [0035]  $= 45 \times (7 - 4) + 180^\circ$
- [0036]  $= 315^\circ$
- [0037] 상기와 같이 B 로봇은 A 로봇을 자신과 상대적으로 315° 방향을 향하고 있다고 추정한 반면, A 로봇은 B 로봇



의 상대적 방향을  $45^\circ$  로 추정해 낼 수 있다.

- [0038] 도 3의 실시예는 하나의 적외선 수신센서에는 하나의 발신 데이터를 수신하는 경우를 설명한 것이나, 경우에 따라서는 하나의 적외선 수신센서에서 복수의 발신 데이터를 수신할 수도 있고, 하나의 적외선 발신센서에서 발신한 데이터를 복수의 적외선 수신센서에서 수신할 수도 있다.
- [0039] 이하 실시예에서는 어느 한 A 로봇을 고정시켜놓고 8방향에서 데이터를 전송시키도록 되어있는 상황에서, 다른 B 로봇을 일정 거리에 떨어뜨려놓고 B를 제자리에서 회전시키는 경우를 가정하고 설명하도록 하겠다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 하나의 데이터를 복수의 적외선 수신센서가 수신하는 예를 나타내는 도면이다.
- [0041] B 로봇이 조금씩 회전을 하다 보면 도 4와 같은 상황에서, A 로봇으로 B 로봇이 1이라는 A 로봇의 데이터를 B 로봇의 6, 7번 적외선 수신센서에서 동시에 수신하는 경우가 발생할 수 있다.
- [0042] 도 4와 같은 경우에, A 로봇의 1번 발신 데이터와 B 로봇의 6번 적외선 수신센서로 계산한 상대적 방향( $-45^\circ = 315^\circ$ ), A 로봇의 1번 발신 데이터와 B 로봇의 7번 적외선 수신센서로 계산한 상대적 방향( $-90^\circ = 270^\circ$ ) 이 두 가지를 고려할 수 있다. 이 경우, 로봇 간의 상대적 방향은 보간법(평균)을 통해 결정될 수 있다.
- [0043] 예를 들어,  $(315^\circ + 270^\circ)/2 = 292.5^\circ$  혹은  $(-45^\circ + (-90^\circ))/2 = -67.5^\circ$  로 로봇 간의 상대적 방향이 결정될 수 있다.  $292.5^\circ$  와  $-67.5^\circ$  는 결국 같은 방위이다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 하나의 적외선 수신센서가 서로 다른 데이터를 동시에 수신하는 예를 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 5와 같이 B 로봇의 6번 적외선 수신센서에서, A 로봇이 발신한 1번 발신 데이터와 8번 발신 데이터라는 데이터를 같이 수신받는 경우도 발생할 수 있다.
- [0046] 도 5와 같은 경우, A 로봇의 1번 발신 데이터와 B 로봇의 6번 적외선 수신센서로 계산한 상대적 방향과 A 로봇의 8번 발신 데이터와 B 로봇의 6번 적외선 수신 센서로 계산한 상대적 방향과의 평균으로 두 로봇 간의 상대적 방향을 결정할 수 있다.
- [0047] 도 6은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법에서 두 로봇 간의 상대적 위치를  $0^\circ$  에서  $360^\circ$  까지  $5^\circ$  단위로 변화시키면서 추정한 결과를 나타내는 도면이다.
- [0048] 도 6은 한 로봇은 고정시켜놓고, 다른 로봇을 일정 거리에 떨어져 위치시켜 놓고  $5^\circ$  단위로 돌려가며 해당 로봇이 추정한 상대적 방향을 표시한 것이다. 도 6은 실험적으로 발신되는 적외선의 세기를 줄여서 조준하지 않아도 반사되어 입력되는 경우가 발생하지 않도록 설정하였고, 또한 적외선 센서 안에 아크릴 장애물로 칸막이를 두어 적외선 수신센서의  $45^\circ$  범위 내에서 들어오는 데이터만 수신받을 수 있도록 하였고, 적외선 발신센서의 경우에도  $45^\circ$  범위 내에서만 발신되도록 하였다. x축은 실제로 두 로봇이 위치한 방향을 나타내고, y축은 해당 로봇에서 상대 로봇의 상대적 방향을 추정한 결과를 나타낸다. 상기 도시된 결과는 보간법을 이용하여 결정된 두 로봇 간의 상대적 방향을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 보간법을 이용하여 추정한 두 로봇 간의 상대적 방향과 실제 두 로봇 간의 방향은 오차가 크게 발생하지 않는다. 따라서 도 6을 통해 본 발명의 일실시예에 의한 로봇의 위치 추정 방법이 정밀하다는 것을 확인할 수 있다.
- [0049] 한편, 본 발명의 일실시예에 의한 로봇은 적외선 수신신호의 세기를 더 이용하여 상대 로봇의 방향뿐만 아니라 거리도 추정할 수 있다.
- [0050] 도 7은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치를 추정하기 위해 이용되는 거리에 따른 적외선 수신 신호의 세기를 나타내는 그래프이다.
- [0051] 도시된 바와 같이, 거리에 따른 적외선 수신신호의 세기는 거리에 반비례함을 알 수 있다. 전술한 수학적 1과도 7에 도시된 그래프를 함께 이용하면 본 발명의 일실시예에 의한 로봇(100)은 상대 로봇의 상대적 방향 및 거리를 추정할 수 있다.
- [0052] 도 8은 본 발명의 일실시예와 관련된 로봇 간의 상대적 위치 추정 방법을 이용하여 로봇의 거리 및 방향을 추정한 결과를 나타내는 도면이다.
- [0053] 참조번호 610으로 표시된 곳이 상대의 거리와 방향을 추정하는 위치 주체 로봇을 의미하고, 참조번호 620(복수개 존재하지만 도면상에는 하나만 표시함)은 위치 추정 상대 로봇을 의미한다. 또한, 참조번호 630(복수개 존재

하지만 도면상에는 하나만 표시함)은 위치 추정 주체 로봇(610)이 추정해 낸 위치 추정 상대 로봇(620)의 상대의 위치이다. 분해능이  $22.5^\circ$  이기 때문에 추정 방향에 오차가 있는 경우 방향 오차는 모두  $22.5^\circ$  를 보임을 알 수 있었고, 적외선 수신 신호로 측정한 거리의 경우 2~3cm 정도의 오차를 보임을 알 수 있다. 그러나 대부분의 경우에 위치 추정 상대 로봇(620)의 위치를 올바르게 추정해냈으며, 위치 추정 상대 로봇(620)들이 지속적으로 움직이는 실제의 상황에서 이러한 오차들은 지속적으로 추정한 상대 위치와 방향 정보를 통해 보정할 수 있다. 이는 로봇이 a 시점에 어떤 에러가 있는 정보를 얻었다고 해서 이 에러가 다음 각도 추정 시에 누적되는 것이 아니라 다른 시점에 다시 각도 추정을 수행하면 해당 시점에서 또 다른  $22.5^\circ$ 의 오차 범위 내에 있는 새로운 추정 각도를 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 에러가 누적되지 않기 때문에 특정 시점에서 에러가 조금 존재 하더라도 다시 계산하면 또 어떤 오차 범위내의 각도를 얻을 수 있으므로 다음 각도 계산 시에 영향을 미치지 않는다는 의미한다.

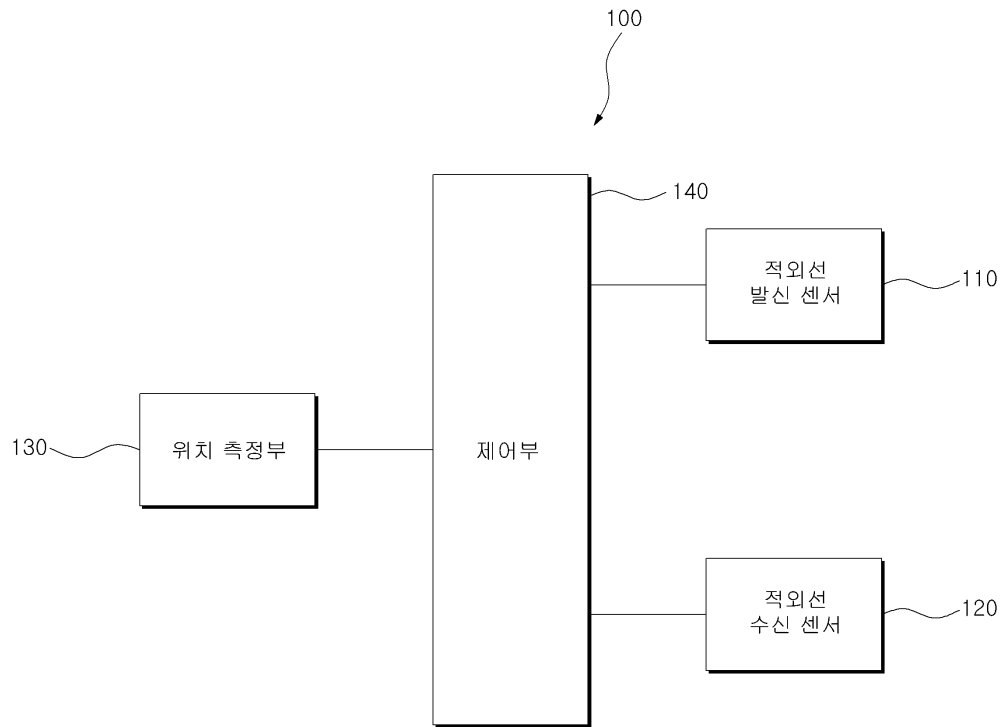
- [0054] 상술한 로봇의 위치 추정 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 이때, 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 한편, 기록매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0055] 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0056] 한편, 이러한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다.
- [0057] 또한, 프로그램 명령에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0058] 상기와 같이 설명된 로봇, 로봇의 위치 추정 방법, 및 그 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 기록 매체는 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

### 부호의 설명

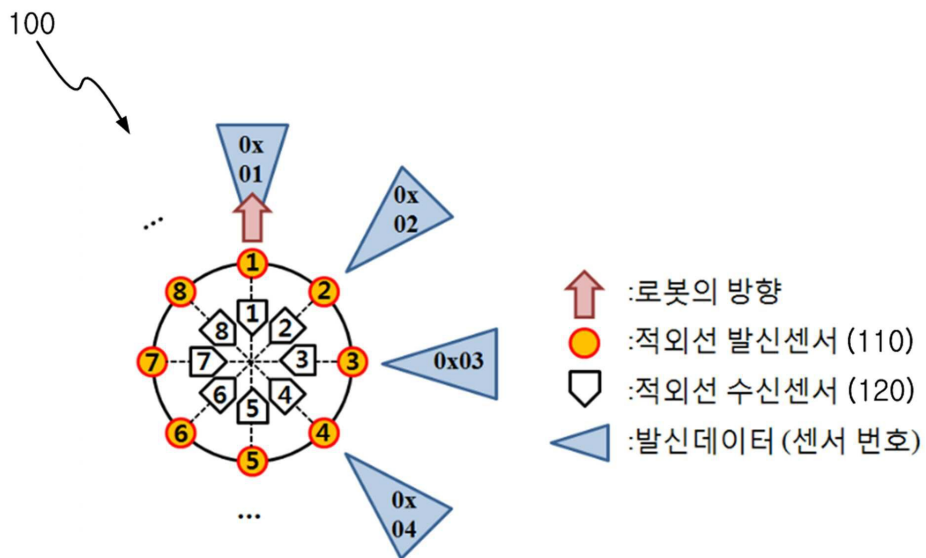
- [0059] 100: 로봇  
110: 적외선 발신센서  
120: 적외선 수신센서  
130: 위치 추정부  
140: 제어부  
610: 위치 추정 주체 로봇  
620: 위치 추정 상대 로봇  
630: 상대 로봇의 위치

도면

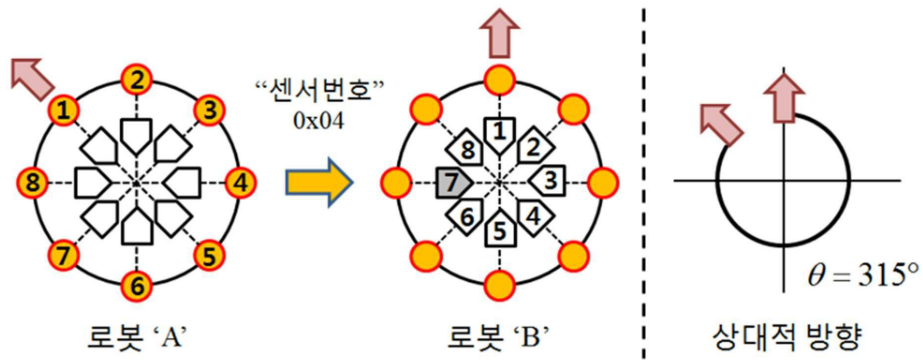
도면1



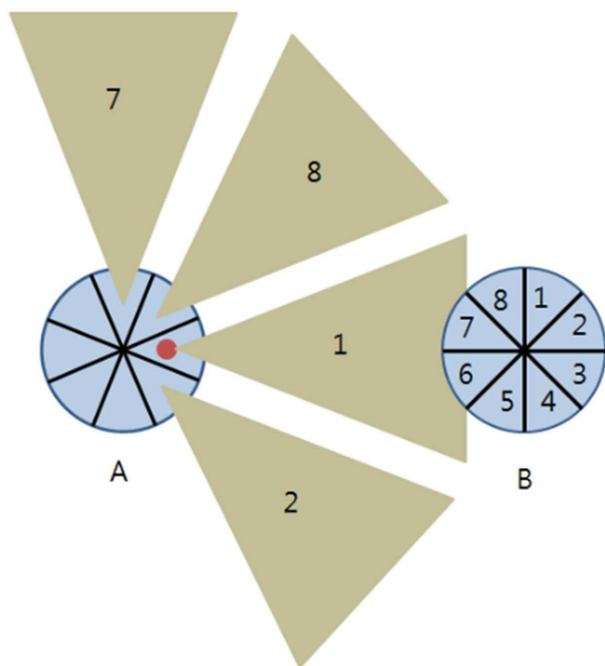
도면2



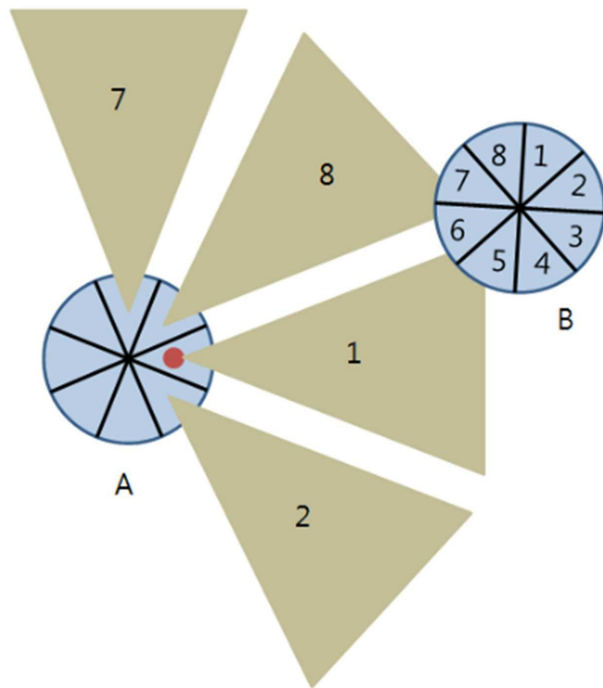
도면3



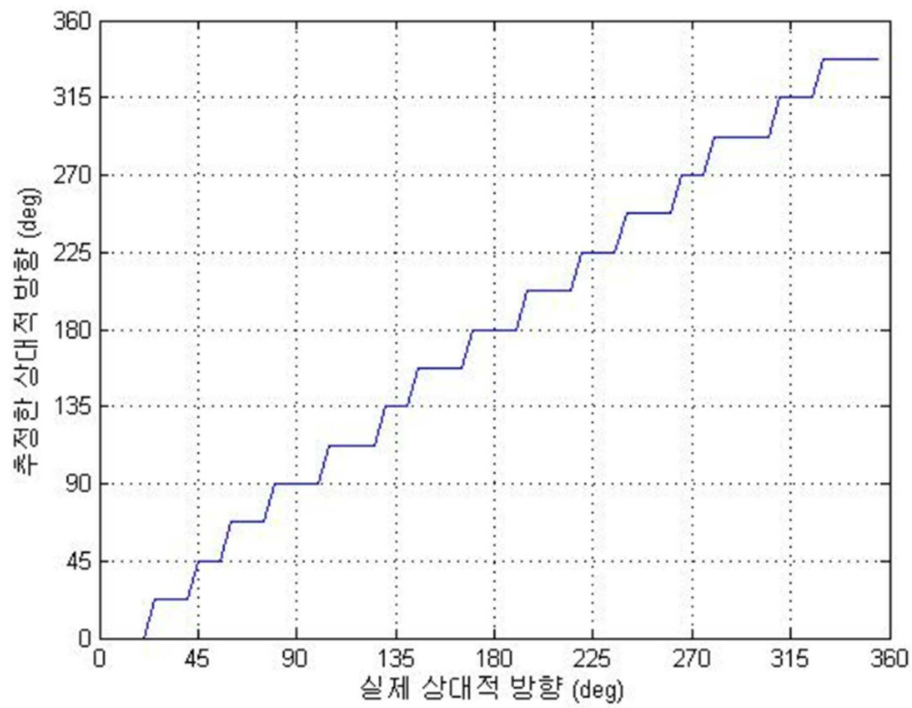
도면4



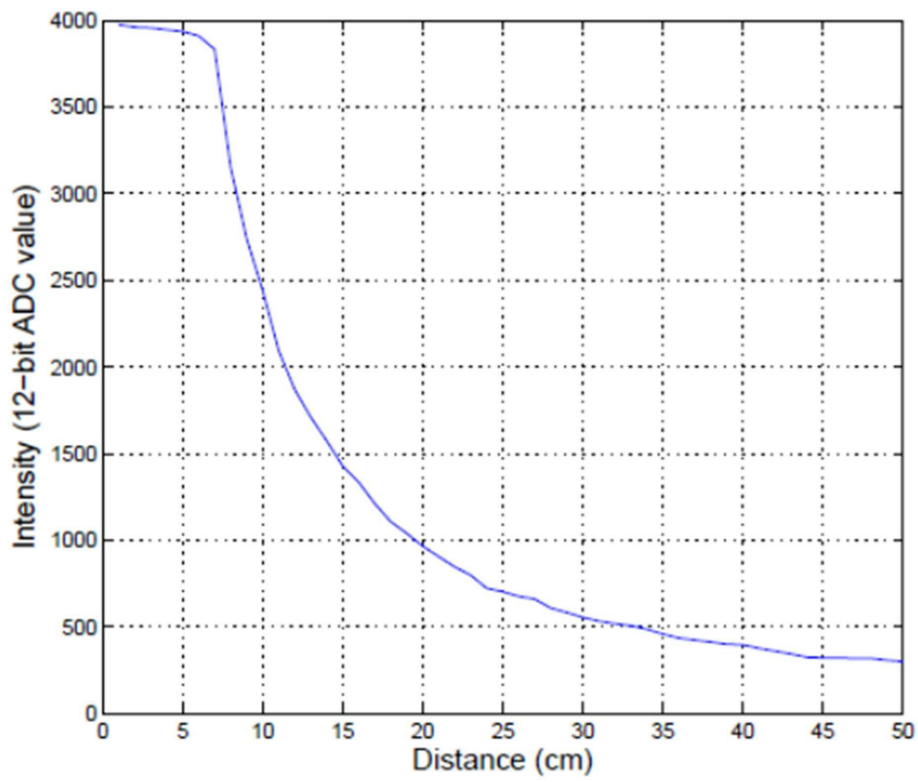
도면5



도면6



도면7



도면8

