



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월04일
(11) 등록번호 10-1425317
(24) 등록일자 2014년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/10 (2006.01) B25J 13/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0036058
(22) 출원일자 2013년04월02일
심사청구일자 2013년04월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR100779510 B1*
KR100882898 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스
내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김동한
서울특별시 강남구 대치동 은미아파트 11-1110
이상엽
경기 수원시 영통구 덕영대로1681번길 13, 203호
(영통동, 아이빌)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
서재승

전체 청구항 수 : 총 12 항

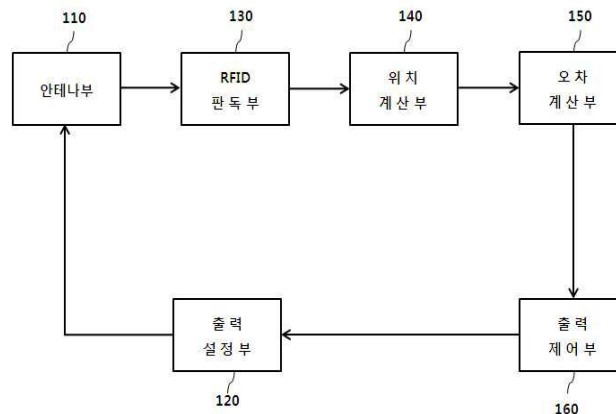
심사관 : 김상욱

(54) 발명의 명칭 이동 로봇의 위치 판단 방법

(57) 요약

본 발명은 수동 RFID 시스템을 이용한 이동 로봇의 위치를 판단하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 이동 로봇에 설치된 RFID 판독기의 안테나 출력을 순차적으로 증가시켜 또는 이동 로봇의 실제 위치를 변경하며 반복하여 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 제어함으로써, 다양한 RFID 매설 환경 또는 이동 로봇의 주변 환경에서 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있는 이동 로봇의 위치 판단 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김동희

경기 수원시 영통구 매영로398번길 17, 102호 (영통동)

윤재석

경기 수원시 영통구 영통로 498, 125동 1904호 (영통동, 황골마을주공1단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 H5701-12-1002

부처명 지식경제부

연구사업명 이공계전문가기술지원서포터즈사업

연구과제명 3D 콘텐츠 제어를 위한 Gaze Detection 시스템 성능 개선 과제

기 여 율 1/4

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2012.10.01 ~ 2013.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10045351

부처명 산업통상자원부

연구사업명 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 완구산업 활성화를 위한 스마트 ToyWeb 서비스 기술 개발

기 여 율 1/4

주관기관 유진로봇

연구기간 2013.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013052468

부처명 교육부(교육과학기술부)

연구사업명 이공분야기초연구사업(일반연구자지원사업)

연구과제명 실시간 Auditory Feedback 기반 HRI 시스템 연구

기 여 율 1/4

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2012.09.01 ~ 2015.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10041834

부처명 산업통상자원부

연구사업명 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 이동/조작/HRI/통신성능 등 서비스로봇 성능평가 및 표준화 기술개발

기 여 율 1/4

주관기관 한국로봇산업진흥원

연구기간 2012.06.01 ~ 2017.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

바닥면을 이동하는 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 제1 테스트 출력으로 설정하는 단계;
- (b) 상기 바닥면 하부에 매설되어 있는 다수의 RFID 태그들 중 상기 제1 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하는 단계;
- (c) 상기 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 상기 접속 RFID 태그의 위치 좌표를 획득하며, 상기 접속 RFID 태그의 위치 좌표의 조합으로부터 상기 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 단계;
- (d) 상기 예측 위치와 상기 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 상기 예측 위치 오차를 계산하는 단계;
- (e) 상기 안테나의 출력을 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 상기 (b) 단계 내지 상기 (d) 단계를 반복하여 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하는 단계; 및
- (f) 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 단계를 포함하며,

상기 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 계산한 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여, 가장 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은

상기 바닥면에서 상기 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 상기 (a) 단계 내지 (e) 단계를 반복하여 수행하며, 상기 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 계산한 예측 위치 오차의 평균값이 가장 작은 테스트 출력을 상기 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 4

바닥면을 이동하는 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 제1 테스트 출력으로 설정하는 단계;
- (b) 상기 바닥면 하부에 매설되어 있는 다수의 RFID 태그들 중 상기 제1 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하는 단계;
- (c) 상기 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 상기 접속 RFID 태그의 위치 좌표를 획득하며, 상기 접속 RFID 태그의 위치 좌표의 조합으로부터 상기 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 단계;
- (d) 상기 예측 위치와 상기 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 상기 예측 위치 오차를 계산하는 단계;
- (e) 상기 안테나의 출력을 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 상기 (b) 단계 내지 상기 (d) 단계를 반복하여 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하는 단계; 및
- (f) 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 단계를 포함하며,

상기 안테나의 출력을 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 계산한 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여, 상기 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 시점의 테스트 출력을 상기 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 변화 시점이 존재하지 않는 경우, 설정된 예측 위치 오차 임계값보다 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 상기 안테나의 출력을 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은

상기 바닥면에서 상기 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 상기 (a) 단계 내지 (e) 단계를 반복하여 수행하며, 상기 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 계산한 예측 위치 오차의 평균값에 기초하여 상기 예측 위치 오차의 평균값이 감소하다 증가하는 변화 시점의 테스트 출력을 상기 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 7

제 1 항, 제 3 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 테스트 출력은 테스트 출력 범위에서 제1 테스트 출력으로부터 균일한 레벨로 순차적 증가되어 설정되는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 8

제 1 항, 제 3 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)는 상기 접속 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표의 조합으로부터 아래의 수학적식(1)에 의해 계산되며,

[수학적식 1]

$$E(x,y)=((\frac{x_{\min}+x_{\max}}{2}),(\frac{y_{\min}+y_{\max}}{2}))$$

여기서 $x_{\min}$ 과 $x_{\max}$ 는 각각 상기 위치 좌표의 조합에서 가장 작은 x좌표와 가장 큰 x좌표를 의미하고, $y_{\min}$ 과 $y_{\max}$ 는 각각 상기 위치 좌표의 조합에서 가장 작은 y좌표와 가장 큰 y좌표를 의미하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)는 상기 접속 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표의 조합으로부터 아래의 수학적식(2)에 의해 계산되며,

[수학적식 2]

$$E(x,y)=(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i)$$

여기서 x_i 와 y_i 는 각각 상기 위치 좌표의 조합에서 x좌표와 y좌표를 의미하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법.

청구항 10

하부에 다수의 RFID 태그들이 매설된 바닥면을 이동하는 이동 로봇의 현재 위치를 판단 장치에 있어서,

상기 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 테스트 출력으로 설정하는 출력 설정부;

상기 다수의 RFID 태그들 중 상기 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 수신한 좌표

정보를 판독하는 RFID 판독부;

상기 좌표 정보의 조합으로부터 상기 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 예측 위치 계산부;

상기 예측 위치와 상기 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 상기 예측 위치 오차를 계산하는 오차 계산부; 및

상기 테스트 출력을 테스트 출력 범위에서 순차적으로 증가 설정하며, 증가 설정한 각 상기 테스트 출력에서 반복하여 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하고 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 출력 제어부를 포함하며,

상기 출력 제어부는

순차적으로 증가 설정되는 각 상기 테스트 출력의 예측 위치 오차 중 가장 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

하부에 다수의 RFID 태그들이 매설된 바닥면을 이동하는 이동 로봇의 현재 위치를 판단 장치에 있어서,

상기 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 테스트 출력으로 설정하는 출력 설정부;

상기 다수의 RFID 태그들 중 상기 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 수신한 좌표 정보를 판독하는 RFID 판독부;

상기 좌표 정보의 조합으로부터 상기 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 예측 위치 계산부;

상기 예측 위치와 상기 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 상기 예측 위치 오차를 계산하는 오차 계산부; 및

상기 테스트 출력을 테스트 출력 범위에서 순차적으로 증가 설정하며, 증가 설정한 각 상기 테스트 출력에서 반복하여 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하고 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 상기 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 출력 제어부를 포함하며,

상기 출력 제어부는

순차적으로 증가 설정되는 각 상기 테스트 출력의 예측 위치 오차에 기초하여, 상기 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 시점의 테스트 출력을 상기 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 출력 제어부는

상기 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 변화 시점의 테스트 출력이 존재하지 않는 경우, 설정된 예측 위치 오차 임계값보다 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 상기 안테나의 출력을 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 장치.

청구항 14

제 10 항 또는 제 12 항에 있어서, 상기 출력 제어부는

상기 바닥면에서 상기 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 예측 위치 오차의 평균값을 계산하며, 상기 예측 위치 오차의 평균값이 가장 작은 테스트 출력을 상기 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어하는 것을 특징으로 하는 이동 로봇의 현재 위치 판단 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 수동 RFID(Radio Frequency Identification) 시스템을 이용한 이동 로봇의 위치를 판단하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 이동 로봇에 설치된 RFID 판독기의 안테나 출력을 순차적으로 증가시켜 또는 이동 로봇의 실제 위치를 변경하며 반복하여 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 제어함으로써, 다양한 RFID 매설 환경 또는 이동 로봇의 주변 환경에서 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있는 이동 로봇의 위치 판단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동 로봇의 위치를 판단하기 위해 엔코더, 초음파/레이저 센서, GPS 등 다양한 방식이 사용되고 있다. 그러나 엔코더의 경우 추정 오차가 누적되어 이동 로봇의 이동 거리가 증가할수록 이동 로봇의 위치를 정확하게 판단하지 못하며, 초음파/레이저 센서의 경우 시야(line of sight)가 확보되어야 하기 때문에 다양한 분야에 적용되기 곤란하며, GPS의 경우 위치 인식 범위가 넓어 정밀도가 떨어진다는 문제점을 가진다.

[0003] 이러한 종래 이동 로봇의 위치 판단 방법이 가지는 문제점을 해결하기 위하여, RFID 시스템을 이용하여 이동 로봇의 위치를 판단하는 방법이 제안되고 있다. RFID 시스템은 수동 RFID 태그, RFID 판독기 및 안테나를 구비하여 구성되는데, 수동 RFID 태그는 이동 로봇이 이동하는 스마트 플로어(smart floor) 바닥면의 하부에 매설되어 있으며 RFID 판독기와 안테나는 이동 로봇에 설치되어 있다. 이동 로봇은 스마트 플로어의 바닥면을 이동하며 바닥면의 하부에 매설된 수동 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하며 수신한 위치 좌표에 대한 정보에 기초하여 이동 로봇의 현재 위치를 판단한다.

[0004] 수동 RFID 태그를 위치 정보 제공자로 활용한 이동 로봇의 위치 판단 방법은 이동 로봇의 위치 판단에 있어 기본적으로 RFID 태그 간격 혹은 안테나 구경만큼의 예측 위치 오차가 발생한다고 전제하고 있다. 따라서 예측 위치 오차를 줄이기 위한 방안으로 바닥면 하부에 RFID 태그 분포 밀도를 높여 이동 로봇이 감지하는 RFID 태그의 수가 다수 개가 되도록 한 후, 다수의 RFID 태그로부터 수신한 위치 좌표 정보의 평균으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 판단한다.

[0005] 본 발명의 선행기술로는 "이동 로봇의 위치 추정 시스템 및 그 방법" 제하로 등록된 한국등록특허 제10-0883792가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이동 로봇에 설치되어 있는 안테나는 출력 크기에 따라 서로 상이한 안테나 접속 범위를 가지며 안테나 접속 범위에 위치하는 다수의 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신한다. 따라서 안테나 출력 크기에 따라 서로 상이한 수의 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하며, 수신한 위치 좌표의 조합으로부터 이동 로봇의 현재 위치를 판단한다.

[0007] 바닥면의 하부에 매설된 RFID 태그의 매설 깊이가 일정하지 않으며, 매설된 RFID 태그의 성능도 실제 완벽하게 동일할 수 없다. 더욱이 이동 로봇이 이동하는 주변 환경에 영향을 받아 동일한 안테나 출력에도 상이한 안테나 접속 범위를 가져 안테나 접속 범위에 속하는 RFID 태그의 수가 서로 상이할 수 있다. 안테나 출력 크기, RFID 태그의 매립 환경 또는 이동 로봇의 주변 환경에 따라 이동 로봇의 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치 사이에 예측 위치 오차가 발생하며, 이동 로봇이 운용되는 실제 환경에서 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있는 안테나 출력 크기로 안테나 출력을 제어하는 것이 중요하다.

[0008] 본 발명은 위에서 언급한 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법이 가지는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 목적은 수동 RFID 태그를 이용하여 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 초기화 제어하여 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 이동 로봇의 안테나 출력을 순차적으로 증가시켜 또는 이동 로봇의 실제 위치를 변경하며 반복하여 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 초기화 제어하여 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 이동 로봇의 순차적 증가하는 안테나 출력에 따라 변화하는 예측 위치

오차의 증감 상태 변화에 따라 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하여 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법은 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 제1 테스트 출력으로 설정하는 단계(a 단계)와, 바닥면 하부에 매설되어 있는 다수의 RFID 태그들 중 제1 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 접속 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표의 정보를 수신하는 단계(b 단계)와, 위치 좌표의 조합으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 단계(c 단계)와, 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 예측 위치 오차를 계산하는 단계(d 단계)와, 안테나의 출력을 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 (b) 단계 내지 상기 (d) 단계를 반복하여 상기 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하는 단계(e 단계)와, 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 이동 로봇의 안테나 출력을 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법의 일 실시예에서 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 계산한 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여, 가장 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 이동 로봇의 안테나 출력을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게, 바닥면에서 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 (a) 단계 내지 (e) 단계를 반복하여 수행하며, 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 계산한 예측 위치 오차의 평균값이 가장 작은 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법의 다른 실시예에서 안테나의 출력을 제1 테스트 출력에서 순차적으로 증가시키며 계산한 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여, 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 변화 시점의 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게, 예측 위치 오차가 감소하다 증가하는 변화 시점이 존재하지 않는 경우, 설정된 예측 위치 오차 임계값보다 작은 예측 위치 오차를 가지는 테스트 출력으로 안테나의 출력을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게, 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 바닥면에서 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 (a) 단계 내지 (e) 단계를 반복하여 수행하며, 이동 로봇의 실제 위치를 변경하여 계산한 예측 위치 오차의 평균값에 기초하여 예측 위치 오차의 평균값이 감소하다 증가하는 변화 시점의 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 여기서 테스트 출력은 테스트 출력 범위에서 제1 테스트 출력으로부터 균일한 레벨로 순차적 증가되어 설정되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)를 계산하는 일 예에서, 이동 로봇의 예측 위치는 접속 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표의 조합으로부터 아래의 수학식(1)에 의해 계산되며,

[0020] [수학식 1]

$$E(x,y)=((\frac{x_{\min}+x_{\max}}{2}),(\frac{y_{\min}+y_{\max}}{2}))$$

[0021]

[0022] 여기서 $x_{\min}$ 과 $x_{\max}$ 는 각각 위치 좌표 조합에서 가장 작은 x좌표와 가장 큰 x좌표를 의미하고, $y_{\min}$ 과 $y_{\max}$ 는 각각 위치 좌표 조합에서 가장 작은 y좌표와 가장 큰 y좌표를 의미하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)를 계산하는 다른 예에서, 이동 로봇의 예측 위치는 접속 RFID 태그에 저장되어 있는 좌표 정보의 조합으로부터 아래의 수학식(2)에 의해 계산되며,

[0024] [수학식 2]

$$E(x,y)=(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i)$$

[0025]

[0026] 여기서 x_i 와 y_i 는 각각 위치 좌표 조합에서 x좌표와 y좌표를 의미하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 장치는 이동 로봇에 부착되어 있는 안테나의 출력을 테스트 출력으로 설정하는 출력 설정부와, 다수의 RFID 태그들 중 테스트 출력의 안테나 접속 범위에 속하는 접속 RFID 태그로부터 수신한 위치 좌표 정보를 판독하는 RFID 판독부와, 위치 좌표의 조합으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 예측 위치 계산부와, 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 예측 위치 오차를 계산하는 오차 계산부와, 테스트 출력을 테스트 출력 범위에서 순차적으로 증가 설정하며 증가 설정한 각 상기 테스트 출력에서 반복하여 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산하고 이동 로봇의 예측 위치 오차에 기초하여 이동 로봇의 안테나 출력을 제어하는 출력 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 다음과 같은 다양한 효과를 가진다.

[0029] 첫째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 안테나 출력을 제어함으로써, 수동 RFID 태그를 이용하여 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있다.

[0030] 둘째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 초기화 제어함으로써, 초기화 이후 실제 이동 로봇을 운용시 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있다.

[0031] 셋째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 이동 로봇의 안테나 출력을 순차적으로 증가시켜 또는 이동 로봇의 실제 위치를 변경하며 반복하여 이동 로봇의 예측 위치 오차를 가장 줄일 수 있도록 안테나 출력을 초기화 제어함으로써, 초기화 이후 실제 이동 로봇의 운용시 상이한 RFID 매설 환경 또는 이동 로봇의 주변 환경에서도 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있다.

[0032] 넷째, 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법은 이동 로봇의 순차적 증가하는 안테나 출력에 따라 변화하는 예측 위치 오차의 증감 상태 변화에 따라 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어함으로써, 예측 위치 오차 증감 상태의 판단만으로 이동 로봇의 현재 위치를 정확하게 판단할 수 있도록 안테나 출력을 설정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 수동 RFID 시스템을 이용한 이동 로봇의 이동 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 이동 로봇의 이동 경로 단면을 도시하고 있는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 장치를 설명하기 위한 기능블록도이다.

도 4는 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 안테나 출력에 따른 안테나 접속 범위(L)의 일 예를 도시하고 있다.

도 6은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법을 매틀랩(MATLAB)을 통해 시뮬레이션한 결과를 나타낸 도면이다.

도 8은 시뮬레이션 결과에 따른 예측 위치 오차를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 이동 로봇의 안테나 출력의 초기화 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 10은 본 발명에 따른 이동 로봇의 안테나 출력의 초기화 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 이동 로봇의 현재 위치 판단 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0035] 도 1은 수동 RFID 시스템을 이용한 이동 로봇의 이동 제어 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 2는 이동 로봇의 이동 경로 단면을 도시하고 있는 도면이다.

- [0036] 도 1과 도 2를 참고로 살펴보면, 스마트 플로어(10, smart floor)는 바닥면(11)과 바닥면(11)의 하부에 매설되어 있는 다수의 수동 RFID 태그(13)을 구비하여 구성되어 있다. 수동 RFID 태그(13)에는 스마트 플로어(10)의 전체 바닥면(11)에서 각 수동 RFID 태그(13)가 매설되어 있는 위치 좌표에 대한 정보, 예를 들어 x축 좌표와 y축 좌표가 저장되어 있다. 수동 RFID 태그(13)는 바닥면(11)의 하부에 바닥면(11)으로부터 일정 매설 깊이로 그리고 소정의 패턴으로 이격되어 매설되어 있는데, 예를 들어 수평 방향과 수직 방향으로 일정 간격으로 이격되어 매설되어 있다. 본 발명이 적용되는 분야에 따라 다양한 패턴으로 수동 RFID 태그(13)를 매설할 수 있으며, 이는 본 발명의 범위에 속한다.
- [0037] 스마트 플로어(10)의 바닥면(131)에는 이동 수단을 통해 이동하는 이동 로봇(20)이 위치하고 있으며, 이동 로봇(20)은 이동 로봇(20)에 설치되어 있는 안테나(21)의 출력 크기에 따라 안테나 접속 범위(L)에 위치하는, 바닥면(11)의 하부에 매설되어 있는 다수의 수동 RFID 태그(13)로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신한다. 이동 로봇(20)은 수신한 위치 좌표의 조합으로부터 이동 로봇(20)의 예측 위치를 판단한다. 이동 로봇(20)은 판단한 예측 위치에 기초하여 목표 지점으로 이동하기 위한 이동 경로를 설정하며, 설정한 이동 경로를 따라 이동한다. 이동 로봇(20)은 이동 경로에 위치하는 수동 RFID 태그(13)로부터 계속해서 위치 좌표에 대한 정보를 수신하여 이동 로봇(20)은 이동 경로 오차를 수정하며 목표 지점까지 이동하게 된다.
- [0038] 이동 로봇(20)은 안테나 접속 범위에 위치하는 다수의 수동 RFID 태그(13)로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하는데, 안테나 접속 범위에 따라 위치 좌표를 수신하는 수동 RFID 태그(13)의 수가 변화게 된다. 도 5는 안테나 출력에 따른 안테나 접속 범위(L)의 일 예를 도시하고 있다. 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 안테나 출력이 증가할수록 안테나 접속 범위(L)는 L1에서 L5로 증가하며 안테나 접속 범위가 증가할수록 위치 좌표를 수신하는 수동 RFID 태그(13)의 수도 증가하게 된다.
- [0039] 안테나 접속 범위는 안테나 출력에 따라 달라지는데, 안테나 접속 범위에 위치하는 수동 RFID(13) 태그의 수에 따라 이동 로봇(20)의 현재 위치에 대한 예측 위치와 이동 로봇(20)의 실제 위치 사이의 예측 위치 오차가 달라진다. 따라서 예측 위치 오차를 최소화하는 이동 로봇의 안테나 출력으로 안테나 출력을 초기화 설정하는 것이, 초기화 이후 실제 이동 로봇의 운용에서 이동 로봇의 현재 위치를 판단하는데 중요하다. 한편, 동일한 안테나 출력으로 이동 로봇의 안테나 출력을 제어하더라도, 스마트 플러어의 상태, 즉 수동 RFID 태그(13)가 매설된 매설 깊이, 수동 RFID 태그(13)의 매설 패턴과 이격 거리, 매설된 RFID 태그(13)의 성능 차이 등과 이동 로봇의 주변 환경 등의 이유로 인하여 예측 위치 오차를 최소화할 수 있는 이동 로봇의 안테나 출력은 변한다.
- [0040] 본 발명은 이동 로봇을 실제 운영하기 전, 스마트 플로어의 상태 및 이동 로봇의 주변 환경에 따라 예측 위치 오차를 최소화할 수 있도록 안테나 출력을 초기화하며, 초기화한 안테나 출력으로 이동 로봇의 현재 위치를 판단한다.
- [0041] 도 3은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 장치를 설명하기 위한 기능블록도이다.
- [0042] 도 3을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 안테나부(110)는 출력 설정부(120)에서 설정한 테스트 출력으로 스마트 플로어의 바닥면 하부에 위치하는 다수의 수동 RFID 태그로부터 수동 RFID 태그에 저장된 위치 좌표에 대한 정보를 수신한다. RFID 판독부(130)는 수신한 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 각 수동 RFID 태그의 위치 좌표를 판단하며, 위치 계산부(140)는 각 RFID 태그의 위치 좌표의 조합으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 계산한다. 본 발명이 적용되는 분야에 따라 안테나부(110)는 RFID 판독부(130)와 일체로 형성될 수 있는데, 이러한 경우 RFID 판독부(130)의 안테나 출력은 테스트 출력으로 설정되어 테스트 출력에 해당하는 안테나 접속 범위에 위치하는 수동 RFID 태그로부터 위치 좌표에 대한 정보를 수신하고, 수신한 위치 좌표에 대한 정보로부터 각 수동 RFID 태그의 위치 좌표를 판독한다.
- [0043] 오차 계산부(150)는 계산한 이동 로봇의 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치로부터 예측 위치 오차를 계산한다. 이동 로봇의 실제 위치는 오차 계산부(150)로 사용자 인터페이스를 통해 입력되거나 기설정되어 저장되어 있는데, 오차 계산부(150)는 이동 로봇의 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치의 차이로부터 예측 위치 오차를 계산한다.
- [0044] 출력 제어부(160)는 테스트 출력을 증가시켜 테스트 출력을 설정하며, 출력 설정부(120)는 출력 제어부(160)에서 설정한 테스트 출력으로 이동 로봇의 예측 위치 오차를 계산한다. 출력 제어부(160)는 테스트 출력 범위에서 순차적으로 증가 설정한 각 테스트 출력으로 예측 위치 오차를 계산하며, 각 테스트 출력에서의 이동 로봇의

예측 위치 오차에 기초하여 예측 위치 오차를 최소화하는 테스트 출력을 판단한다. 출력 제어부(160)는 예측 위치 오차를 최소화하는 테스트 출력으로 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어한다.

[0045] 도 4는 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0046] 도 4를 참고로 구체적으로 살펴보면, 이동 로봇의 안테나 출력을 테스트 출력으로 설정하여(S110), 테스트 출력에 해당하는 안테나 접속 범위에 속하는 다수의 수동 RFID 태그로부터 수동 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표에 대한 정보를 수신하고 수신한 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 각 수동 RFID 태그의 좌표 정보를 판독한다(120). 수동 RFID 태그는 별도의 전원을 구비하지 않으며 안테나 접속 범위에 위치하는 경우 안테나 출력을 전원으로 사용하여 수동 RFID 태그의 위치 좌표에 대한 정보를 송신한다. 위치 좌표에 대한 정보는 일정한 포맷으로 저장되어 있는데, RFID 판독부는 일정한 포맷의 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 각 수동 RFID 태그의 위치 좌표를 획득한다.

[0047] 안테나 접속 범위에 위치하는 다수의 수동 RFID 태그로부터 획득한 각 RFID 태그의 위치 좌표들의 조합으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 계산하고(S130), 이동 로봇의 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치 사이의 차이로부터 예측 위치 오차를 계산한다(S140). 이동 로봇의 예측 위치를 계산하는 방식은 2가지로 나누어 볼 수 있는데, 제1 방식은 최소-최대 방식이고 제2 방식은 전체 평균 방식이다.

[0048] 먼저 제1 최소-최대 방식에 대해 살펴보면, 테스트 출력에서 획득한 다수 수동 RFID 태그의 위치 좌표들의 조합에서 최소 좌표와 최대 좌표의 평균값으로부터 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)를 아래의 수학식(1)에 의해 계산한다.

[0049] [수학식 1]

$$E(x,y)=((\frac{x_{\min}+x_{\max}}{2}),(\frac{y_{\min}+y_{\max}}{2}))$$

[0050]

여기서 $x_{\min}$ 과 $x_{\max}$ 는 각각 위치 좌표 조합에서 가장 작은 x좌표와 가장 큰 x좌표를 의미하고, $y_{\min}$ 과 $y_{\max}$ 는 각각 위치 좌표 조합에서 가장 작은 y좌표와 가장 큰 y좌표를 의미한다.

[0052] 한편, 전체 평균 방식에 대해 살펴보면, 테스트 출력에서 획득한 모든 수동 RFID 태그의 위치 좌표들의 평균값으로부터 이동 로봇의 예측 위치($E(x, y)$)를 아래의 수학식(2)에 의해 계산한다.

[0053] [수학식 2]

$$E(x,y)=(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i)$$

[0054]

여기서 x_i 와 y_i 는 각각 위치 좌표 조합에서 x좌표와 y좌표를 의미한다.

[0056] 설정한 테스트 출력이 테스트 출력 범위보다 큰지를 판단하여(S150), 설정한 테스트 출력이 테스트 출력 범위보다 작은 경우 테스트 출력을 균등한 레벨로 순차적 증가시켜 앞서 설명한 S110 단계 내지 S150 단계를 반복한다. 테스트 출력 범위에서 순차적으로 증가시킨 각 테스트 출력에서 계산한 예측 위치 오차에 기초하여 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어한다(S160).

[0057] 도 6은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0058] 도 6을 참고로 구체적으로 살펴보면, 이동 로봇의 안테나 출력을 테스트 출력으로 설정하여(S210), 테스트 출력에 해당하는 안테나 접속 범위에 속하는 다수의 수동 RFID 태그로부터 수동 RFID 태그에 저장되어 있는 위치 좌표에 대한 정보를 수신하고 수신한 위치 좌표에 대한 정보를 판독하여 각 수동 RFID 태그의 좌표 정보를 판독한다(220).

[0059] 안테나 접속 범위에 위치하는 다수의 수동 RFID 태그로부터 획득한 각 RFID 태그의 위치 좌표들의 조합으로부터 이동 로봇의 예측 위치를 계산하고(S230), 이동 로봇의 예측 위치와 이동 로봇의 실제 위치 사이의 차이로부터

앞서 설명한 최소-최대 방식 또는 전체 평균 방식 중 어느 한 방식으로 예측 위치 오차를 계산한다(S240).

[0060] 설정한 테스트 출력이 테스트 출력 범위보다 큰지를 판단하여(S250), 설정한 테스트 출력이 테스트 출력 범위보다 작은 경우 테스트 출력을 균등한 레벨로 순차적 증가시켜 앞서 설명한 S210 단계 내지 S250 단계를 반복한다. 한편, 설정한 테스트 출력이 테스트 출력 범위보다 큰 경우에는 이동 로봇의 현재 위치를 변경하여 반복하여 앞서 설명한 S210 단계 내지 S260 단계를 설정한 위치에서 이동 로봇의 각 테스트 출력별 예측 위치 오차를 계산한다.

[0061] 이동 로봇의 현재 위치를 변경하며 각 테스트 레벨별 예측 위치 오차의 평균값을 계산하고(S270), 계산한 예측 위치 오차의 평균값에 기초하여 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어한다(S280).

[0062] 도 7은 본 발명에 따른 이동 로봇의 위치 판단 방법을 매텔랩(MATLAB)을 통해 시뮬레이션한 결과를 나타낸 도면이며, 도 8은 시뮬레이션 결과에 따른 예측 위치 오차를 나타낸 도면이다. 시뮬레이션은 수직 방향과 수평 방향으로 각각 20개의 수동 RFID 태그를 서로 0.5m의 이격 간격으로 5cm의 매설 깊이로 매설한 상태에서 각 테스트 출력 별로 이동 로봇의 현재 위치를 변경하며 100번 반복하여 수행하였다.

[0063] 시뮬레이션 결과에 따른 각 테스트 출력별 예측 위치 오차의 평균값을 살펴보면, 테스트 출력이 증가할수록 예측 위치 오차가 줄어든다 다시 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 이동 로봇이 위치하는 현재 위치에서 안테나 접속 범위가 스마트 플로어를 벗어나도록 설정되는 경우 오히려 예측 위치 오차가 증가함을 알 수 있었다.

[0064] 이동 로봇의 안테나 출력을 초기화 제어하는 방식은 크게 2가지를 제안하는데, 도 9를 참고로 본 발명에 따른 이동 로봇의 안테나 출력의 초기화 방법의 일 실시예를 살펴보면, 테스트 출력을 순차적으로 증가시키며 각 테스트 출력별로 계산한 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차의 평균값을 각 테스트 출력에 매핑하여 저장하고(S161), 저장한 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차의 평균값 중 가장 작은 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값을 가지는 테스트 출력을 판단한다(S162). 가장 작은 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값을 가지는 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어한다(S163).

[0065] 한편, 도 10을 참고로 본 발명에 따른 이동 로봇의 안테나 출력의 초기화 방법의 다른 실시예를 살펴보면, 테스트 출력을 순차적으로 증가시키며 각 테스트 출력별로 계산한 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차의 평균값을 각 테스트 출력에 매핑하여 저장하고(S165), 저장한 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값의 증감 상태를 판단하여 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값이 감소하다 증가하는, 즉 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차의 평균값의 증감 상태가 변경되는 시점이 존재하는지 판단한다(S166). 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값의 증감 상태가 변경되는 시점이 존재하는 경우, 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값의 증감 상태가 변경되는 시점의 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어한다(S167). 그러나 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값의 증감 상태가 변경되는 시점이 존재하지 않는 경우, 설정된 예측 위치 오차 임계값보다 작은 예측 위치 오차 또는 예측 위치 오차 평균값을 가지는 테스트 출력 중 가장 낮은 테스트 출력을 검색하며(S168), 가장 낮은 테스트 출력을 이동 로봇의 안테나 출력으로 초기화 제어한다.

[0066]

[0067] 한편, 상술한 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0068] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0069] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0070]
- 10: 스마트 플로어

11:바닥면

13: 수동 RFID 태그

20: 이동 로봇

110: 안테나부

120: 출력 설정부

130: RFID 판독부

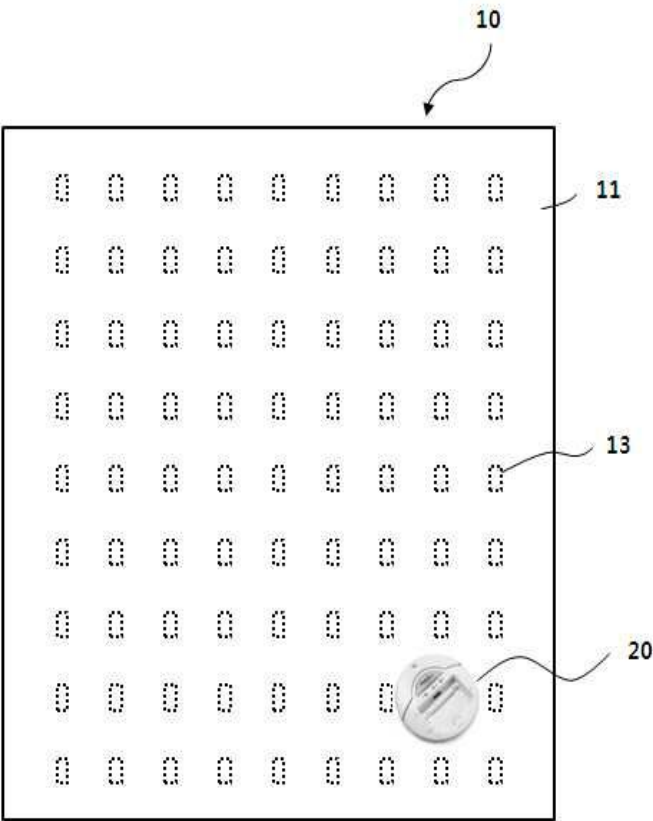
140: 위치 계산부

150: 오차 계산부

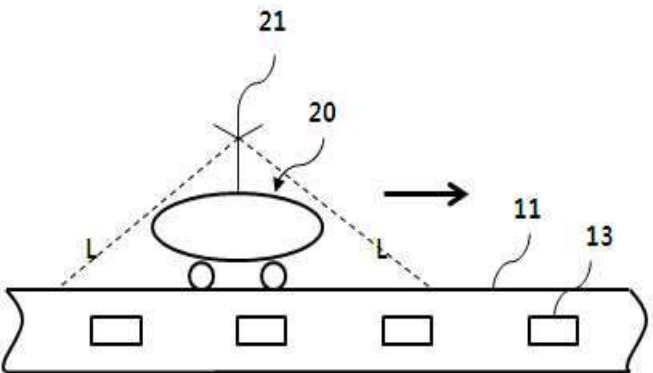
160: 출력 제어부

도면

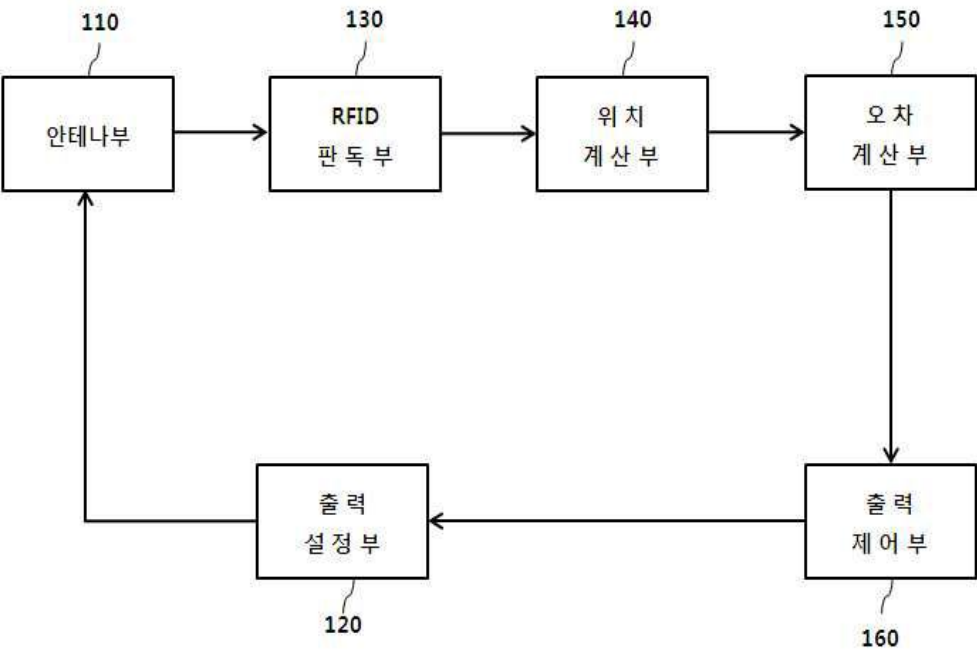
도면1



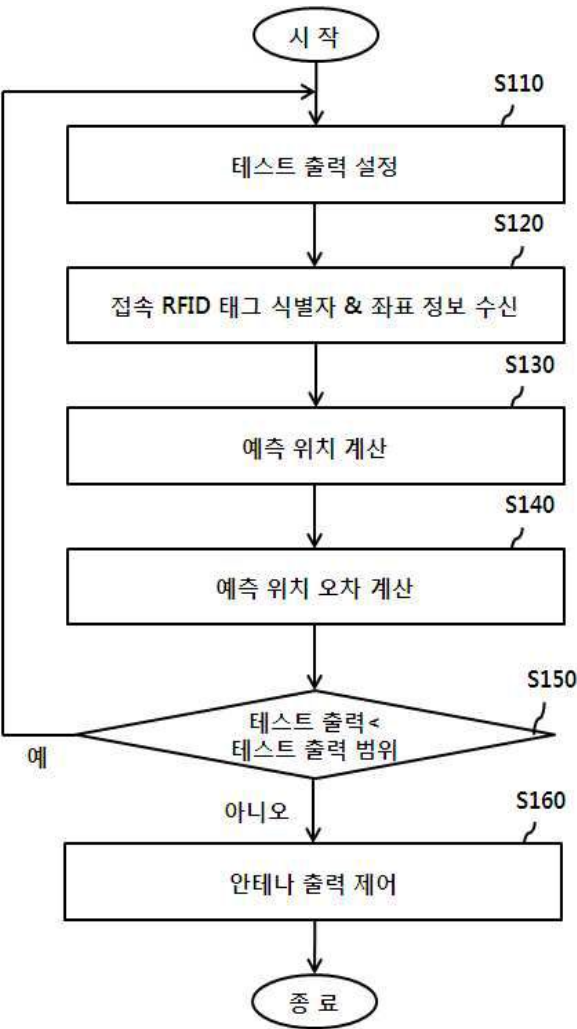
도면2



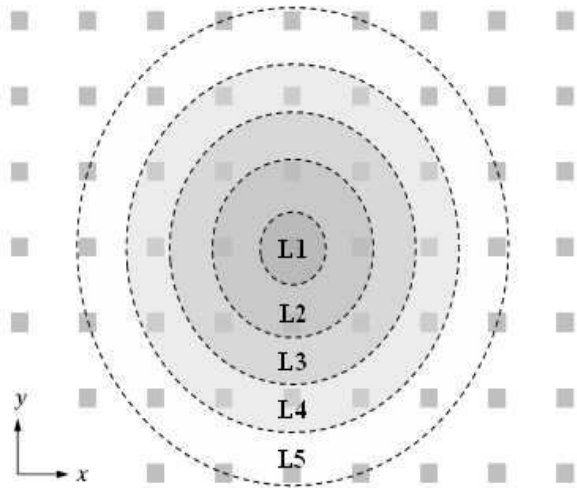
도면3



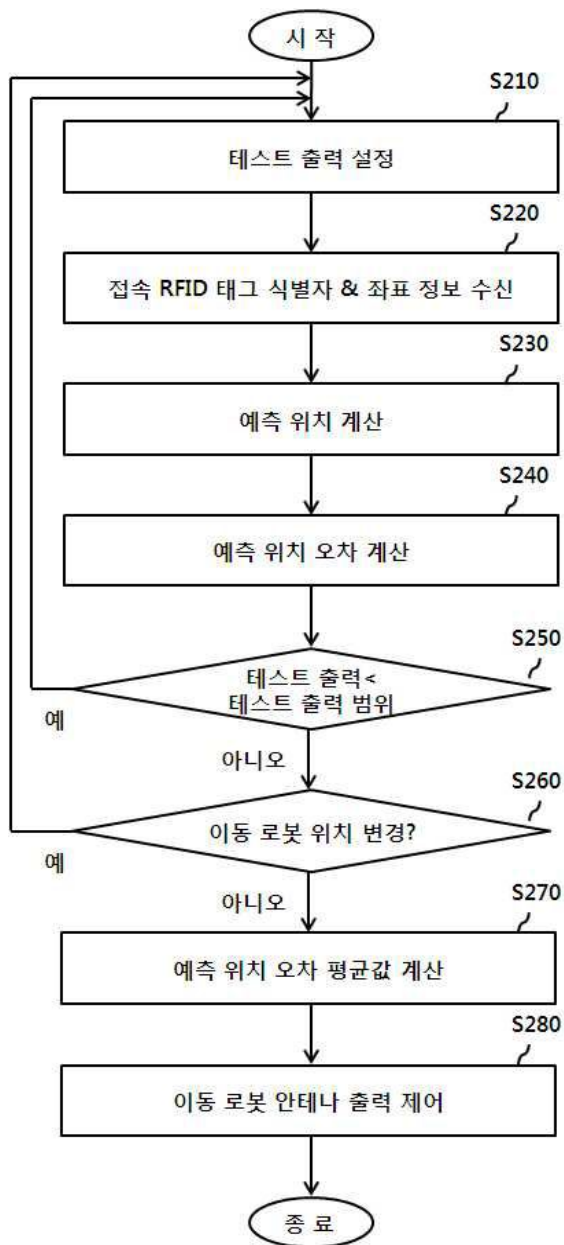
도면4



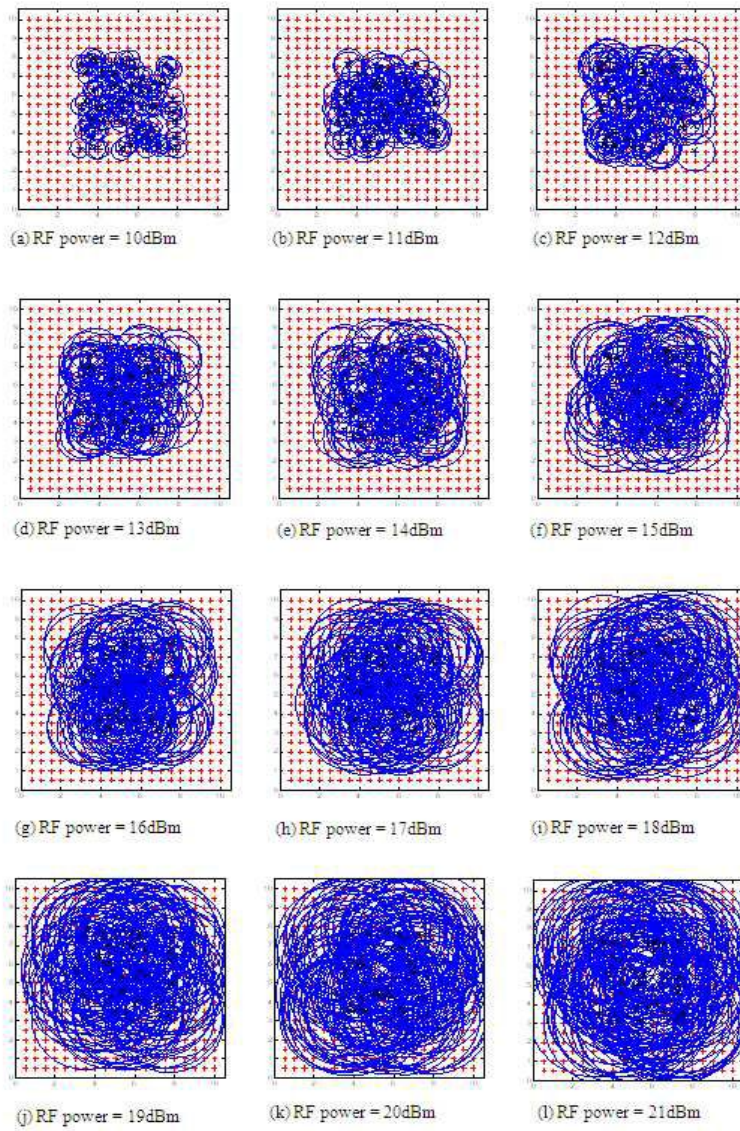
도면5



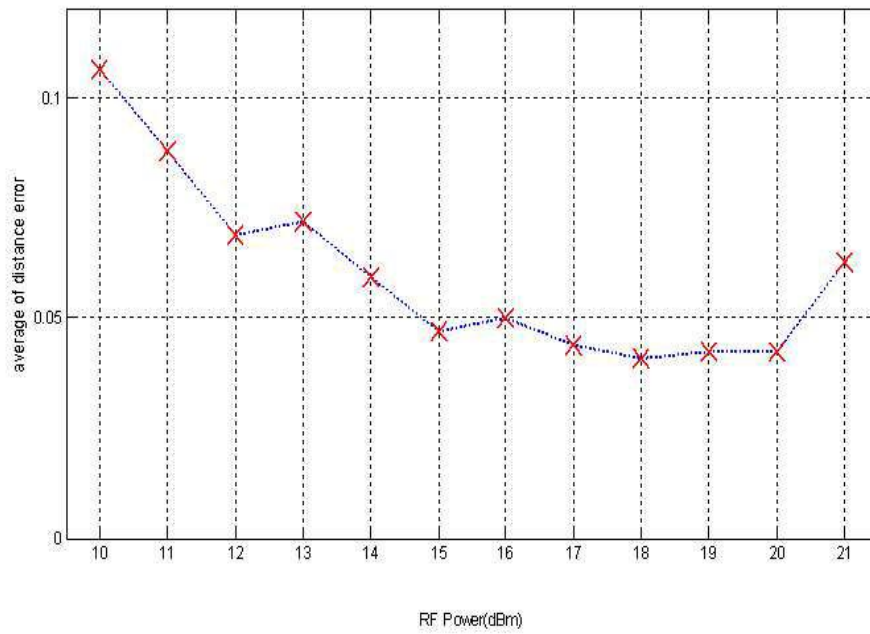
도면6



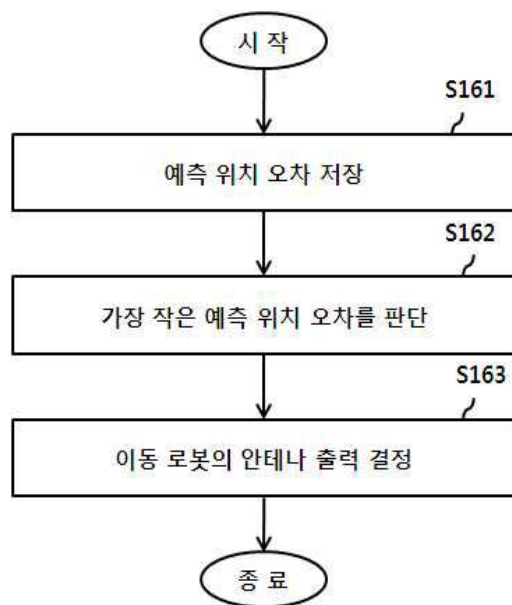
도면7



도면8



도면9



도면10

