



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0063041
(43) 공개일자 2009년06월17일

(51) Int. Cl.

H04B 5/00 (2006.01) H04B 7/00 (2006.01)
G06K 17/00 (2006.01) G06F 19/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0010765

(22) 출원일자 2008년02월01일

심사청구일자 2008년02월01일

(30) 우선권주장 1020070129020 2007년12월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

허의남

서울 강동구 명일동 354 형인허브빌 아파트 101-1003

김영신

서울 관악구 남현동 예성아파트 201-201호

(74) 대리인

특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 10 항

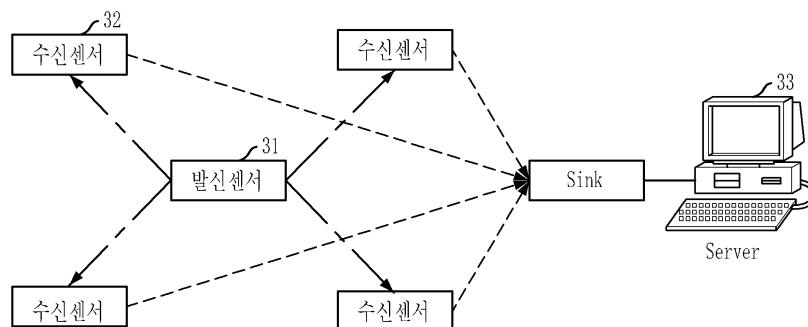
(54) 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그방법

(57) 요약

본 발명은 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 초음파 센서 네트워크 상에서 발신센서를 부착한 이동체로부터 초음파 신호를 수신한 수신센서들이 산출한 거리정보의 수에 관계없이 이동체의 위치를 추정함으로써, 보다 효율적으로 이동체의 위치를 추정하기 위한, 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

이를 위하여, 본 발명은 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템에 있어서, 이동체에 부착되어 초음파의 발신을 알리는 RF 신호를 출력한 후 해당 초음파를 발신하기 위한 초음파 발신수단; 상기 초음파 발신수단에서 출력한 RF 신호를 수신한 후, 초음파를 수신하면 이동체와의 거리를 산출하여 위치 추정수단으로 전달하고, 초음파를 수신하지 못하면 상기 RF 신호의 수신강도를 상기 위치 추정수단으로 전달하기 위한 다수의 초음파 수신수단; 및 상기 초음파 수신수단으로부터 전달받은 이동체와의 거리 및 RF 신호의 수신강도를 이용하여 상기 이동체의 위치를 추정하기 위한 상기 위치 추정수단을 포함한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 07-기반-01

부처명 한국정보사회진흥원

연구사업명 국가연구개발사업

연구과제명 광대역통합연구개발망 구축운영

주관기관 경희대학교산학협력단

연구기간 2007년 4월 12일 ~ 2007년 12월 11일

특허청구의 범위

청구항 1

초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템에 있어서,

이동체에 부착되어 초음파의 발신을 알리는 RF 신호를 출력한 후 해당 초음파를 발신하기 위한 초음파 발신수단;

상기 초음파 발신수단에서 출력한 RF 신호를 수신한 후, 초음파를 수신하면 이동체와의 거리를 산출하여 위치 추정수단으로 전달하고, 초음파를 수신하지 못하면 상기 RF 신호의 수신강도를 상기 위치 추정수단으로 전달하기 위한 다수의 초음파 수신수단; 및

상기 초음파 수신수단으로부터 전달받은 이동체와의 거리 및 RF 신호의 수신강도를 이용하여 상기 이동체의 위치를 추정하기 위한 상기 위치 추정수단

을 포함하는 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 위치 추정수단은,

상기 다수의 초음파 수신수단이 상기 이동체의 이동 공간 평면상의 네 꼭짓점에 위치하는 경우, 두 초음파 수신수단으로부터의 거리정보만으로 상기 이동체의 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 위치 추정수단은,

상기 다수의 초음파 수신수단이 상기 이동체의 이동 공간 평면상에 정렬되어 있는 경우, 초음파 수신수단으로부터의 거리정보와 RF 신호의 수신강도만으로 상기 이동체의 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 위치 추정수단은,

하기의 [수학식 A]를 통해 상기 이동체의 위치(x, y)를 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템.

[수학식 A]

$$x = x_1 + r_1 \cos \left(\phi \pm \cos^{-1} \left(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1 D} \right) \right)$$

$$y = y_1 + r_1 \sin \left(\tan^{-1} \frac{Y}{X} \pm \cos^{-1} \left(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1 D} \right) \right)$$

여기서, $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 는 두 초음파 수신수단의 위치, r_1, r_2 는 두 초음파 수신수단에서 각각 산출한 이동체

와의 거리, $X=x_2-x_1, Y=y_2-y_1, D=\sqrt{X^2+Y^2}, \phi=\tan^{-1}\frac{Y}{X}$ 를 의미한다.

청구항 5

초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서,

이동체의 이동 공간 평면상의 네 꼭짓점에 수신센서를 위치시킨 후 각 꼭짓점의 위치 좌표정보를 저장하는 위치 좌표 저장단계;

위치 추정 서버가 2개의 수신센서로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출하는 단계; 및

상기 산출한 이동체의 위치 좌표 중 상기 공간 평면 범위 내의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 이동체의 위치 추정단계

를 포함하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 위치 좌표 저장단계는,

상기 수신센서를 공간 평면상의 네 꼭짓점에 위치시켜, 상기 공간 평면 범위 내에서 단 하나의 교점(이동체의 위치)이 생성되도록 하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 이동체의 위치 추정단계는,

하기의 [수학식 A]를 통해 상기 이동체의 위치(x, y)를 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

[수학식 A]

$$x = x_1 + r_1 \cos(\phi \pm \cos^{-1}(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1 D}))$$

$$y = y_1 + r_1 \sin(\tan^{-1} \frac{Y}{X} \pm \cos^{-1}(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1 D}))$$

여기서, (x₁, y₁), (x₂, y₂)는 두 수신센서의 위치, r₁, r₂는 두 수신센서에서 각각 산출한 이동체와의 거리,

$X = x_2 - x_1$, $Y = y_2 - y_1$, $D = \sqrt{X^2 + Y^2}$, $\phi = \tan^{-1} \frac{Y}{X}$ 를 의미한다.

청구항 8

초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서,

이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서를 정렬시킨 후 각 수신센서의 위치 좌표를 저장하는 단계;

위치 추정 서버가 2개의 수신센서로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출하는 위치 좌표 산출단계;

상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 상기 산출한 이동체의 위치 좌표의 수를 확인하는 단계;

상기 확인 결과, 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 하나이면, 상기 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계; 및

상기 확인 결과, 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 둘이면, 최대의 RF 신호 수신강도를

전달한 수신센서의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계
를 포함하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

청구항 9

초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서,

이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서를 정렬시킨 후 각 수신센서의 위치 좌표를 저장하는 단계;

위치 추정 서버가 1개의 수신센서로부터 전달받은 이동체와의 거리정보와 상기 각 수신센서의 위치 좌표를 이용하여 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표들을 산출하는 위치 좌표 산출단계; 및

상기 위치 추정 서버가 상기 산출한 각 위치 좌표와 최소 거리에 있는 각 수신센서들 중에서 최대의 RF 신호 수신강도를 전달한 수신센서와 최소 거리에 있는 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계

를 포함하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 위치 좌표 산출단계는,

상기 발신센서로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신한 수신센서가 이동체와의 거리를 산출하여 상기 위치 추정 서버로 전송하는 단계; 및

상기 발신센서로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신하지 못한 수신센서가 RF 신호의 수신강도를 상기 위치 추정 서버로 전송하는 단계

를 포함하는 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 초음파 센서 네트워크상에서 발신센서를 부착한 이동체로부터 초음파 신호를 수신한 수신센서들이 산출한 거리정보의 수에 관계없이 이동체의 위치를 추정하기 위한, 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

<2> 본 발명은 한국정보사회진흥원의 국가연구개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제 고유번호 : 07-기반-01, 과제명 : 광대역통합연구개발망 구축운영].

배경 기술

<3> 일반적으로, 이동체의 위치를 추정하기 위해 시각 기반의 센서, 적외선 센서, 초음파 센서 등이 널리 사용되고 있다.

<4> 시각 기반의 센서는 고가인데다가 분석해야 하는 데이터량이 상대적으로 많아 PC(Personal Computer)의 성능에 의존적이라는 단점이 있다.

<5> 적외선 센서는 빛을 이용하기 때문에 신호의 속도가 너무 빨라 송출기와 센서 사이의 정확한 거리 인식은 불가능하고, 단순히 수신기 근처에 사람이 있다는 정도의 정보만을 검출할 수 있다. 또한, 형광등에도 영향을 받으므로 실내에서도 오차를 유발한다.

<6> 초음파 센서는 저비용으로 센서 네트워크를 형성할 수 있으며, 전력 또한 낮게 소모하는 장점이 있는 센서로, 무엇보다도 이동체의 정확한 위치 추정이 가능하여 노인 보호를 위한 시스템 등에 적합하다.

<7> 이러한 초음파 센서를 이용한 종래의 위치 추정 방법은 발신센서와 수신센서들 간의 거리를 측정한 후 이를 이용하여 이동체의 위치를 추정하였다. 이때, 이동체의 위치를 추정하기 위해서는 적어도 3개 이상의 수신센서가

측정한 거리정보가 필요하였다.

- <8> 그러나, 초음파 센서의 특성상 발신센서와 수신센서 사이에 장애물이 존재하게 되면, 발신센서로부터의 초음파가 반사되어 수신센서로 전달되지 않아 거리정보를 획득할 수 없게 하여, 결국 이동체의 위치를 추정할 수 없는 문제점을 유발한다.
- <9> 즉, 종래의 초음파 센서를 이용한 위치 추정 방법은 적어도 3개의 거리정보를 확보해야만 이동체의 위치를 추정할 수 있는 문제점이 있다.
- <10> 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여 거리정보를 획득하는 과정과 상기 획득한 3개의 거리정보를 이용하여 위치를 추정하는 과정(삼각 측정법)에 대해 살펴보기로 한다.
- <11> 먼저, 초음파 센서는 송신기(11)로부터 발송된 초음파가 수신기(12)에 도달할 때까지 소요된 시간을 이용해 거리를 검출하는 센서로서, 송신기(11)와 수신기(12) 간의 시간 동기화 과정은 정확한 거리를 측정하기 위해 선(先) 처리되어야 한다.
- <12> 도 1에 도시된 바와 같이, 송신기(11)는 초음파 전송을 알리는 RF(Radio Frequency) 메시지를 수신기(12)로 전달한 후 초음파 모듈에 전원을 공급한다.
- <13> 이후, 송신기(11)로부터 RF 메시지를 수신한 수신기(12)는 초음파 신호를 수신하기 위해 초음파 모듈에 전원을 공급하고, 타이머를 동작시킨다.
- <14> 이후, 송신기(11)는 초음파 신호를 발신한 후 초음파 모듈의 전원을 차단한다.
- <15> 이후, 수신기(12)는 초음파 신호를 수신하고, 수신한 시간을 계산하여 송신기(11)와 수신기(12) 사이의 거리를 계산한다. 이때, 초음파 신호는 1초에 약 331.4m를 이동한다.
- <16> 이러한 과정을 통해 송신기(11)로부터의 초음파 신호를 수신한 각 수신기(12)가 송신기(11)와의 거리를 획득한다.
- <17> 이렇게 획득한 3개의 거리정보를 이용하여 위치를 추정하는 과정은 도 2에 도시된 바와 같다.
- <18> 먼저, 노인들이 거주하는 방의 벽면에 초음파 수신센서를 설치하고, 현재 노인들이 부착한 초음파 발신센서의 좌표가 (x, y)라고 가정할 때, 발신센서로부터 발신된 초음파를 수신한 센서들의 좌표를 (x₁, y₁), (x₂, y₂), (x₃, y₃)라 하면, x와 y는 하기의 [수학식 1]을 통해 산출할 수 있다.

수학식 1

$$(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 = d_1^2$$

$$(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 = d_2^2$$

$$(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 = d_3^2$$

- <19>
- <20> 여기서, d₁은 초음파 발신센서와 (x₁, y₁)에 위치한 초음파 수신센서 사이의 거리를 의미하고, d₂는 초음파 발신센서와 (x₂, y₂)에 위치한 초음파 수신센서 사이의 거리를 의미하며, d₃은 (x₃, y₃)에 위치한 초음파 수신센서 사이의 거리를 의미한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <21> 결국, 상기과 같은 종래 기술은 3개의 거리정보를 확보해야만 이동체의 위치를 추정할 수 있는 문제점이 있으며, 이러한 문제점을 해결하고자 하는 것이 본 발명의 과제이다.
- <22> 본 발명은, 초음파 센서 네트워크상에서 발신센서를 부착한 이동체로부터 초음파 신호를 수신한 수신센서들이 산출한 거리정보의 수에 관계없이 이동체의 위치를 추정함으로써, 보다 효율적으로 이동체의 위치를 추정하기

위한, 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

<23> 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제 해결수단

<24> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 장치는, 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템에 있어서, 이동체에 부착되어 초음파의 발신을 알리는 RF 신호를 출력한 후 해당 초음파를 발신하기 위한 초음파 발신수단; 상기 초음파 발신수단에서 출력한 RF 신호를 수신한 후, 초음파를 수신하면 이동체와의 거리를 산출하여 위치 추정수단으로 전달하고, 초음파를 수신하지 못하면 상기 RF 신호의 수신강도를 상기 위치 추정수단으로 전달하기 위한 다수의 초음파 수신수단; 및 상기 초음파 수신수단으로부터 전달받은 이동체와의 거리 및 RF 신호의 수신강도를 이용하여 상기 이동체의 위치를 추정하기 위한 상기 위치 추정수단을 포함한다.

<25> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 방법은, 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서, 이동체의 이동 공간 평면상의 네 꼭짓점에 수신센서를 위치시킨 후 각 꼭짓점의 위치 좌표정보를 저장하는 위치 좌표 저장단계; 위치 추정 서버가 2개의 수신센서로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출하는 단계; 및 상기 산출한 이동체의 위치 좌표 중 상기 공간 평면 범위 내의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 이동체의 위치 추정단계를 포함한다.

<26> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 방법은, 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서, 이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서를 정렬시킨 후 각 수신센서의 위치 좌표를 저장하는 단계; 위치 추정 서버가 2개의 수신센서로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출하는 위치 좌표 산출단계; 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 상기 산출한 이동체의 위치 좌표의 수를 확인하는 단계; 상기 확인 결과, 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 하나이면, 상기 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계; 및 상기 확인 결과, 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 둘이면, 최대의 RF 신호 수신강도를 전달한 수신센서의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계를 포함한다.

<27> 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 방법은, 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 있어서, 이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서를 정렬시킨 후 각 수신센서의 위치 좌표를 저장하는 단계; 위치 추정 서버가 1개의 수신센서로부터 전달받은 이동체와의 거리정보와 상기 각 수신센서의 위치 좌표를 이용하여 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표들을 산출하는 위치 좌표 산출단계; 및 상기 위치 추정 서버가 상기 산출한 각 위치 좌표와 최소 거리에 있는 각 수신센서들 중에서 최대의 RF 신호 수신강도를 전달한 수신센서와 최소 거리에 있는 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정하는 단계를 포함한다.

<28> 또한, 본 발명은 노인 요양 센터나 노인 전문 병원 등에서 치매 노인이나 항상 보호를 요하는 노인들을 보호하는데 도움을 줄 수 있는 시스템에 필수적으로 요구되는 위치 추정 방안을 제공한다.

<29> 또한, 본 발명은 노인들의 보호영역 이탈 감지 서비스를 제공하기 위해 노인들의 위치 추정 방안을 제공한다.

<30> 또한, 본 발명은 노인 보호 서비스 시스템에 적용되어 신뢰성 있는 위치 정보를 제공한다.

효과

<31> 상기와 같은 본 발명은, 초음파 센서 네트워크상에서 발신센서를 부착한 이동체로부터 초음파 신호를 수신한 수신센서들이 산출한 거리정보의 수에 관계없이 이동체의 위치를 추정함으로써, 보다 효율적으로 이동체의 위치를 추정할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<32> 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되어 있는 상세한 설명을 통하여 보다 명확해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

- <33> 본 발명에서 이동체는 노인, 어린이와 같은 사람은 물론 감시 대상 동물 등을 포함한다.
- <34> 도 3 은 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템에 대한 일실시에 구성도이다.
- <35> 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템은, 이동체에 부착되어 초음파의 발신을 알리는 RF 신호를 출력한 후 해당 초음파를 발신하기 위한 발신센서(초음파 발신기)(31), 상기 발신센서(31)에서 출력한 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신하면 이동체와의 거리를 산출하여 위치 추정 서버(33)로 전송하고, 상기 발신센서(31)에서 출력한 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신하지 못하면 상기 RF 신호의 수신강도를 위치 추정 서버(33)로 전송하기 위한 다수의 수신센서(초음파 수신기)(32), 및 상기 수신센서(32)로부터 전송받은 이동체와의 거리 및 RF 신호의 수신강도를 이용하여 상기 이동체의 위치를 추정하기 위한 위치 추정 서버(33)를 포함한다.
- <36> 여기서, 상기 RF 신호는 그 특성상 장애물의 유무에 관계없이 수신센서(32)로 전달되는 반면, 초음파는 장애물이 존재할 경우 장애물에 의해 반사되는 특성이 있다.
- <37> 한편, 수신센서(32)는 초음파 전송의 시간차를 이용해 발신센서(31)와의 거리를 계산하기 때문에, 센서 간의 시간 동기화는 매우 중요하다. 따라서, 발신센서(31)는 초음파를 발신하기 전에 시간 동기화를 위한 RF 신호를 모든 수신센서로 브로드캐스팅한다.
- <38> 이때, 수신센서(32)는 수신한 RF 신호를 통해 RSSI 값을 측정할 수 있다. 따라서, 수신센서(32)는 RF 신호를 받은 후 일정 시간 내에 초음파가 도달하지 않으면 측정한 RSSI 값을 메시지에 세팅하여 위치 추정 서버(33)로 전송한다.
- <39> 여기서, 사용되는 메시지의 구조는 도 11에 도시된 바와 같다.
- <40> 즉, 'Dist' 필드에는 측정된 거리값을 저장하며, 거리를 계산하지 못한 경우에는 0을 저장한다. 'RSSI' 필드에는 미리 추출한 RSSI 값을 세팅한다.
- <41> 따라서, 위치 추정 서버(33)는 'Receiver ID'를 이용해 수신센서의 메시지를 구분하며, 'Dist' 필드의 데이터가 0이 아닌 경우는 그 데이터를 거리값으로 추출하고, 'Dist' 필드의 데이터가 0인 경우, RSSI 필드의 데이터를 추출하여 활용한다.
- <42> 도 4 는 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 일실시에 흐름도로서, 2개의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정을 나타낸다.
- <43> 먼저, 이동체의 이동 공간 평면상의 네 꼭짓점에 수신센서(32)를 위치시킨 후 각 꼭짓점의 위치 좌표정보를 저장한다(401). 이때, 공간 평면상의 네 꼭짓점에 수신센서(32)를 위치시킴으로써, 공간 평면 범위 내에서 단 하나의 교점(이동체의 위치)이 생성되도록 한다.
- <44> 이후, 위치 추정 서버(33)가 2개의 수신센서(32)로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출한다(402).
- <45> 이후, 상기 산출한 이동체의 위치 좌표 중 상기 공간 평면 범위 내의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정한다(403).
- <46> 이러한 과정을 통해 위치 추정 서버(33)는 2개의 수신센서(32)로부터 획득한 2개의 거리정보만으로 네 꼭짓점이 형성하는 공간 평면상에서 이동체의 위치를 추정할 수 있다.
- <47> 도 5 는 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 다른 실시예 흐름도로서, 2개의 거리정보와 RF 신호의 수신강도(RSSI)를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정을 나타낸다.
- <48> 먼저, 이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서(32)를 정렬시킨 후 각 수신센서(32)의 위치 좌표를 저장한다(501).
- <49> 이후, 위치 추정 서버(33)가 2개의 수신센서(32)로부터 각각 전달받은 이동체와의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치 좌표를 산출한다(502).
- <50> 이때, 발신센서(31)로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신한 수신센서(32)는 이동체와의 거리를 산출한 후 메시지를 통해 위치 추정 서버(33)로 전송한다. 또한, 발신센서(31)로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신

하지 못한 수신센서(32)는 RF 신호의 수신강도를 기록한 메시지를 위치 추정 서버(33)로 전송한다.

- <51> 이후, 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 상기 산출한 이동체의 위치 좌표의 수를 확인한다(503).
- <52> 상기 확인 결과(503), 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 하나이면, 상기 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정한다(504).
- <53> 상기 확인 결과(503), 상기 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표가 둘이면, 최대의 RF 신호 수신 강도를 전달한 수신센서(32)의 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정한다(505).
- <54> 이하, 도 6을 참조하여 2개의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정에 대해 상세히 살펴보기로 한다.
- <55> 먼저, 방 벽에 8개의 초음파 수신센서(32)가 배치되어 있고, 초음파 발신센서를 부착한 노인이 (0, 40)의 위치에 존재할 경우, (300, 0) 위치의 수신센서와 (300, 300)의 수신센서만이 발신센서와의 거리 데이터를 위치 추정 서버(33)로 전송하였다고 하자.
- <56> 도 6에 도시된 바와 같이, 각 수신센서들을 중심으로 원을 그릴 수 있고, 두 원이 교차하는 지점에 발신센서(31)의 위치가 존재하게 된다.
- <57> 이때, 두 교점 중 한 교점은 공간 평면 범위((0,0), (0, 300), (300, 0), (300, 300))에 포함되지만 다른 한 교점은 포함되지 않음을 알 수 있다. 이는 수신센서(32)의 위치 배열을 통해 제어 가능하다.
- <58> 따라서, 두 거리 값을 이용하여 위치를 추정할 경우, 두 수신센서의 좌표를 중심으로 하는 두 원의 교점을 계산하여 방의 범위 안에 있는 교점의 좌표를 발신센서(31)의 위치로 추정할 수 있다.
- <59> 즉, 두 원을 하기의 [수학식 2]과 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$(x-x_1)^2+(y-y_1)^2=r_1^2$$

$$(x-x_2)^2+(y-y_2)^2=r_2^2$$

<60>

- <61> 여기서, x, y 는 두 원의 교점으로, $x=x_1+r_1\cos\theta, y=y_1+r_1\sin\theta$ 를 만족시키며, $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 는 두 원의 중심 좌표를 의미하고, r_1, r_2 는 각각 두 원의 반지름을 의미한다. 이때, x, y 를 [수학식 2]의 두 번째 식에 대입하면, 하기의 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

$$(r_1\cos\theta-X)^2+(r_1\sin\theta-Y)^2=r_2^2$$

<62>

- <63> 여기서, $X=x_2-x_1, Y=y_2-y_1$ 이다. 이를 풀면 하기의 [수학식 4]와 같다.

수학식 4

$$r_1^2\cos^2\theta-2r_1X\cos\theta+X^2+r_1^2\sin^2\theta-2r_1Y\sin\theta+Y^2=r_2^2$$

<64>

- <65> 이를 간단히 정리하면 하기의 [수학식 5]와 같다.

수학식 5

$$\begin{aligned} r_1^2 - r_2^2 + X^2 + Y^2 \\ = 2r_1(X\cos\theta + Y\sin\theta) \\ = 2r_1\sqrt{X^2 + Y^2}\cos(\theta - \tan^{-1}\frac{Y}{X}) \end{aligned}$$

<66>

여기서, $D = \sqrt{X^2 + Y^2}$, $\phi = \tan^{-1}\frac{Y}{X}$ 로 치환하면 하기의 [수학식 6]과 같다.

<67>

수학식 6

$$r_1^2 - r_2^2 + D^2 = 2r_1D\cos(\theta - \phi)$$

<68>

이를 θ 에 대해 정리하면, 하기의 [수학식 7]과 같다.

<69>

수학식 7

$$\theta = \phi \pm \cos^{-1}\left(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1D}\right)$$

<70>

이를 $x = x_1 + r_1\cos\theta$, $y = y_1 + r_1\sin\theta$ 에 대입하면, 하기의 [수학식 8]과 같다.

<71>

수학식 8

$$\begin{aligned} x &= x_1 + r_1\cos\left(\phi \pm \cos^{-1}\left(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1D}\right)\right) \\ y &= y_1 + r_1\sin\left(\tan^{-1}\frac{Y}{X} \pm \cos^{-1}\left(\frac{r_1^2 - r_2^2 + D^2}{2r_1D}\right)\right) \end{aligned}$$

<72>

이때, 두 수신센서의 x 좌표가 같은 값을 가질 경우에 X가 0이 되므로 좌표를 계산할 수 없다. 따라서, 두 지점의 x좌표가 같은 경우에는 X를 1로 지정한다.

<73>

결국, 상기 [수학식 8]을 적용하여 계산한 교점의 좌표는 (0, 41), (600, 39)인데, 방의 범위에 포함되는 좌표는 (0, 41)이므로, (0, 41)을 발신센서(이동체)의 좌표로 추정한다.

<74>

한편, 상기 [수학식 8]을 적용하여 계산한 교점의 좌표가 모두 방의 범위에 포함되는 경우에는 RF 신호의 수신강도(RSSI)를 이용하여 하나의 교점을 선택한다.

<75>

도 7 은 본 발명에 따른 수신센서에서 측정된 RSSI 값에 대한 일실시예 그래프로서, 발신센서와 수신센서의 거리를 20cm 씩 변화시키면서 측정한 RSSI 값을 나타낸다.

<76>

실험은 10회에 걸쳐 수행되었으며 측정된 결과의 평균값은 하기의 [표 1]과 같다.

<77>

표 1

실제 거리	RSSI	실제 거리	RSSI
20cm	-38.7375	160cm	-67.0513
40cm	-50.5625	180cm	-70.6138
60cm	-62.085	200cm	-69.5513
80cm	-61.64	220cm	-70.4188
100cm	-61.8313	240cm	-65.2288
120cm	-69.3875	260cm	-71.6425
140cm	-75.1275	280cm	-74.9571

이때, 실험 시 사용된 모트는 'Ubcoin'이며, MSP430을 기반으로 'IEEE 802.15.4 PHY'를 제공하는 'CC2420 RF' 칩과 초음파 센서 및 가속도 센서가 장착되어 있다. 하기의 [표 2]는 'Ubcoin'의 사양을 나타낸다.

표 2

CPU	MSP430
RAM	10Kbyte
RF MODEM	CC2420
사용전원	3V DC (600mAh)
MAC	IEEE802.15.4

이를 통해, 1m 이내의 거리에서는 측정된 RSSI가 감소하는 현상을 보이고 있었으나, 그 이상에서는 RSSI가 일정한 패턴으로 변화하지 않고 있음을 알 수 있다. 즉, RSSI 값은 1m 이내의 근거리를 구분할 수 있는 기준으로 활용할 수 있음을 알 수 있다.

도 8 은 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 또 다른 실시예 흐름도로서, 1개의 거리정보와 RF 신호의 수신강도(RSSI)를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정을 나타낸다.

먼저, 이동체의 이동 공간 평면상에 다수의 수신센서(32)를 정렬시킨 후 각 수신센서(32)의 위치 좌표를 저장한다(801).

이후, 위치 추정 서버(33)가 1개의 수신센서(32)로부터 전달받은 이동체와의 거리정보와 상기 각 수신센서(32)의 위치 좌표를 이용하여 공간 평면 범위 내에 위치하는 이동체의 위치 좌표들을 산출한다(802).

이때, 발신센서(31)로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신한 수신센서(32)는 이동체와의 거리를 산출한 후 메시지를 통해 위치 추정 서버(33)로 전송한다. 또한, 발신센서(31)로부터 RF 신호를 수신한 후 초음파를 수신하지 못한 수신센서(32)는 RF 신호의 수신강도를 기록한 메시지를 위치 추정 서버(33)로 전송한다.

이후, 위치 추정 서버(33)가 상기 산출한 각 위치 좌표와 최소 거리에 있는 각 수신센서들 중에서 최대의 RF 신호 수신강도를 전달한 수신센서와 최소 거리에 있는 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정한다(803). 이때, 전체 수신센서들 중에서 최대 RF 신호 수신강도를 전달한 수신센서와 최소 거리에 있는 위치 좌표를 이동체의 위치로 추정할 수도 있다.

이하, 도 9 및 도 10을 참조하여 1개의 거리정보와 RF 신호의 수신강도(RSSI)를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정에 대해 상세히 살펴보기로 한다.

먼저, 하나의 수신센서에서 초음파를 수신하여 거리를 측정하게 되면, 발신센서(이동체)의 위치는 수신센서를 중심으로 하는 원 둘레 중 방의 범위 내에 위치하는 좌표가 된다.

- <89> 도 9에 도시된 바와 같이, (80, 120)의 위치에서 발신센서가 초음파를 발신하고, (300, 300)에 위치한 수신센서가 초음파를 수신하여 거리를 측정하였을 때, 위치 추정 서버(33)는 원 둘레 중 방 내부에 포함되는 부분의 좌표들 중 하나를 발신센서의 위치로 추정할 수 있다.
- <90> 그러나, 발신센서의 위치를 추정하기에는 범위가 넓기 때문에, RSSI 값을 이용하여 발신센서의 위치에 근접할 수 있도록 범위를 줄인다.
- <91> 즉, 도 10에 도시된 바와 같이, 수신센서를 원의 중심으로 하고, 수신센서에서 측정한 거리를 반지름으로 하는 원을 그릴 수 있으며, 또한 일렬로 설치된 수신센서를 통과하는 직선을 그릴 수 있다. 이때, 수신센서가 8개 설치되어 있는 상황을 그린 것으로 직선은 6개 그릴 수 있다.
- <92> 따라서, 초음파를 수신한 수신센서의 위치(x_1, y_1)를 중심으로, 거리(r)를 반지름으로 하는 원의 방정식과, 각 수신센서의 위치를 이용한 직선의 방정식은 하기의 [수학식 9]와 같다.

수학식 9

$$(x-x_1)^2+(y-y_1)^2=r^2$$

$$y=ax+b$$

- <93> 이를 풀면, 교점으로 두 좌표를 얻을 수 있는데, 방 내부에 속하는 좌표를 취하고 다른 교점은 버린다.
- <96> 이후, 방 내부에 속해 있는 교점마다 가장 근접한 수신센서를 선정한다.
- <97> 이후, 수신센서에서 측정된 RSSI 값을 이용하여 발신센서가 1m 내에 존재하는지를 검증한다. 즉, 최대 RSSI 값을 전달한 수신센서의 위치를 이동체의 위치로 추정한다.
- <98> 예를 들어, 발신센서(이동체)의 위치가 (80, 120)이고, (300, 300)에 위치한 수신센서가 측정한 거리가 284라 할 때, 원의 방정식과 6개의 직선의 방정식은 하기의 [수학식 10]과 같다.

수학식 10

$$(x-300)^2+(y-300)^2=284^2$$

$$y=0, y=140, y=300$$

$$x=0, x=140, x=300$$

- <100> 여기서, 각 직선의 방정식을 원의 방정식에 대입하면, $x=0$ 인 경우 교점이 존재하지 않으며, $x=140$ 인 경우 교점의 좌표는 (140, 65), (140, 534)이고, $x=300$ 인 경우 교점의 좌표는 (300, 16), (300, 584)이다.
- <101> 또한, $y=0$ 인 경우 교점이 존재하지 않으며, $y=140$ 인 경우 교점의 좌표는 (65, 140), (535, 140)이고, $y=300$ 인 경우 교점은 (16, 300), (584, 300)이다.
- <102> 이때, 방 내부 속하는 교점은 A(16, 300), B(65, 140), C(140, 65), D(300, 16)이다.
- <103> 따라서, 각 교점에 근접한 수신센서, 즉 A에 근접한 수신센서(0, 300), B에 근접한 수신센서(0, 140), C에 근접한 수신센서(140, 0), D에 근접한 수신센서(300, 0)가 위치 추정 서버(33)로 각각 전송한 메시지에서 RSSI 값을 추출하여 최대값을 전송한 수신센서에 근접한 교점(65, 140)을 이동체의 위치로 추정한다.
- <104> 도 12 는 본 발명이 적용되는 노인 보호 시스템의 일실시에 설명도이다.
- <105> 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명은 전국의 독거 노인이나 노인 요양 센터에서 초음파 센서를 활용하여 수집한 데이터들을 한 곳에 모아 가공하여 가족이나 복지사 등에게 웹으로 서비스를 제공할 수 있는 시스템에 응용될 수 있다.
- <106> 이러한 시스템에서 제공할 수 있는 서비스는 하기와 같다.
- <107> * 노인환자 안전 관리 서비스

- | | | |
|-------|---|--------------------|
| <108> | * | 이동상황에 따른 안전 관리 서비스 |
| <109> | * | 보호영역 이탈 시 알림 서비스 |
| <110> | * | 시작 장애인(위치안내서비스) |
| <111> | * | 고독사 방지 |

<112> 한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성이 가능하다. 그리고 상기 프로그램을 구성하는 코드 및 코드 세그먼트는 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 작성된 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(정보저장매체)에 저장되고, 컴퓨터에 의하여 판독되고 실행됨으로써 본 발명의 방법을 구현한다. 그리고 상기 기록매체는 컴퓨터가 판독할 수 있는 모든 형태의 기록매체를 포함한다.

<113> 이 상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

산업이용 가능성

<114> 본 발명은 노인 보호 서비스 등에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<115> 도 1 은 일반적인 초음파 수신센서에서 초음파 송신센서와의 거리를 산출하는 과정에 대한 일실시예 흐름도,

<116> 도 2 는 일반적인 삼각 측정법에 대한 일실시에 설명도,

<117> 도 3 은 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상의 이동체 위치 추정 시스템에 대한 일실시에 구성도,

<118> 도 4 는 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 일실시에 흐름도,

<119> 도 5 는 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 다른 실시예 흐름도,

<120> 도 6 은 본 발명에 따른 2개의 거리정보를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정에 대한 일실시에 설명도.

<121> 도 7 은 본 발명에 따른 수신센서에서 측정된 RSSI 값에 대한 일실시에 그래프,

<122> 도 8 은 본 발명에 따른 초음파 센서 네트워크상에서 이동체의 위치 추정 방법에 대한 또 다른 실시예 흐름도.

<123> 도 9 및 도 10은 본 발명에 따른 1개의 거리정보와 RF 신호의 수신강도(RSSI)를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 과정에 대한 일실시에 설명도,

<124> 도 11 은 본 발명에 따른 메시지의 구조에 대한 일례시도,

<125> 도 12 는 본 발명이 적용되는 노인 보호 시스템의 일실시에 설명도이다.

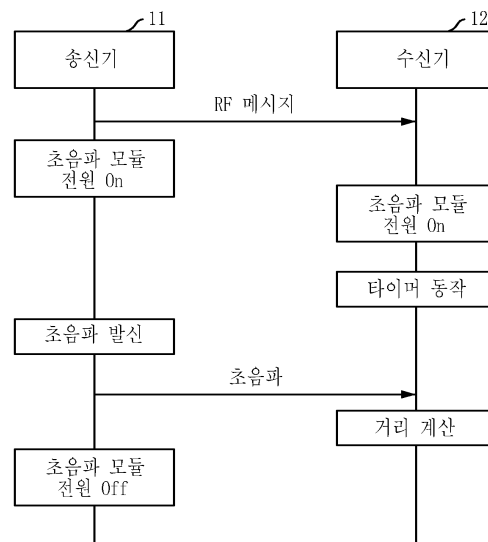
<126> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

<127> 31 : 발신센서 32 : 수신센서

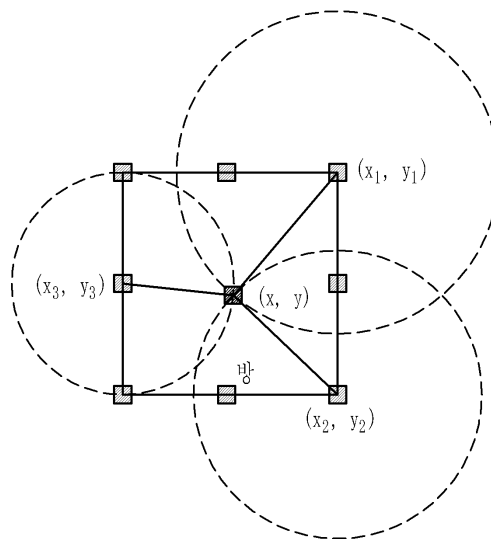
<128> 33 : 위치 추정 서버

도면

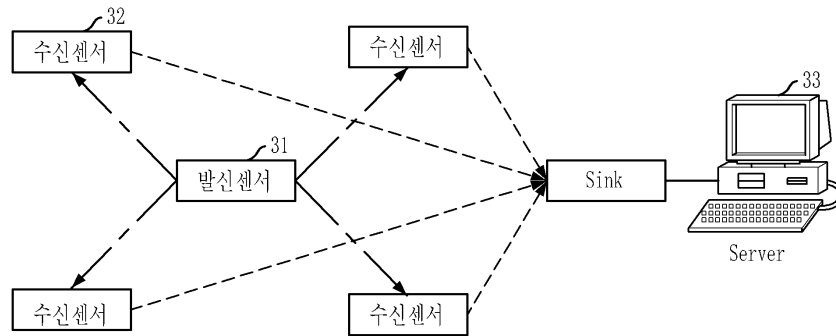
도면1



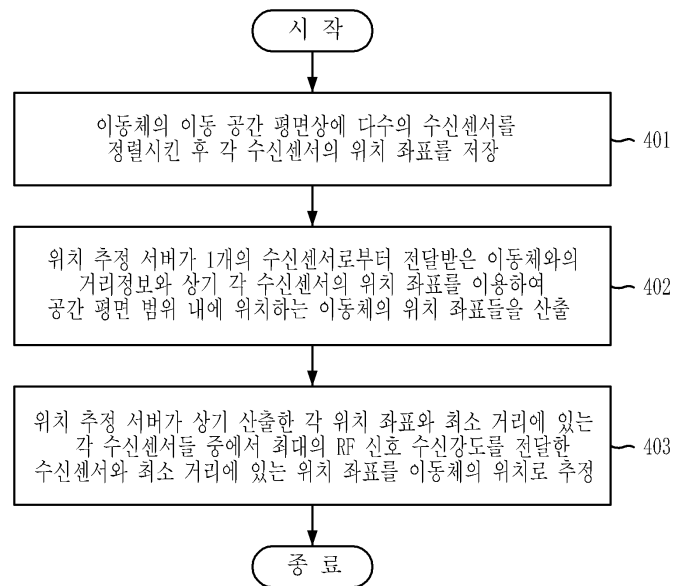
도면2



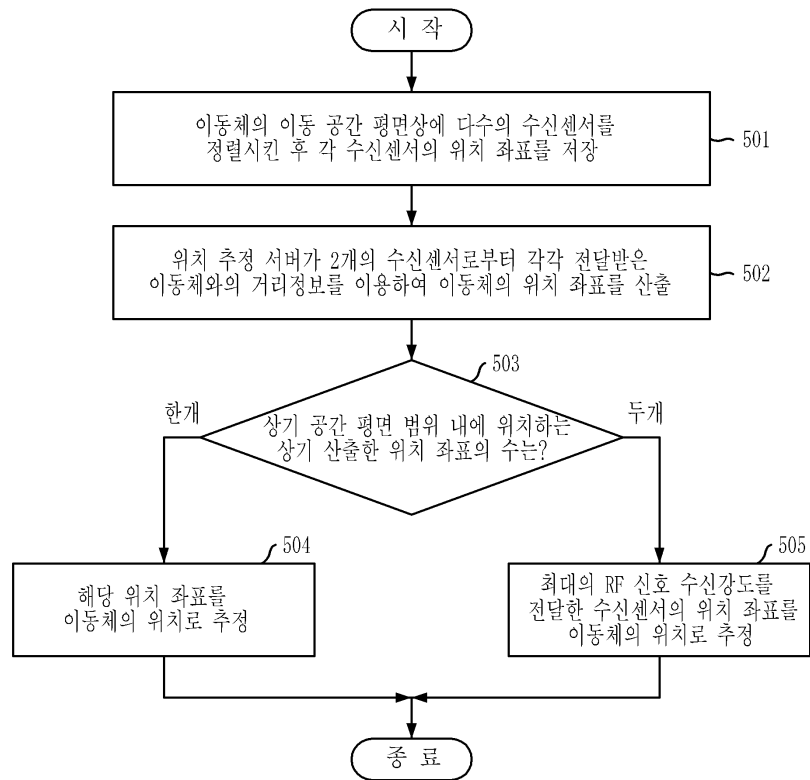
도면3



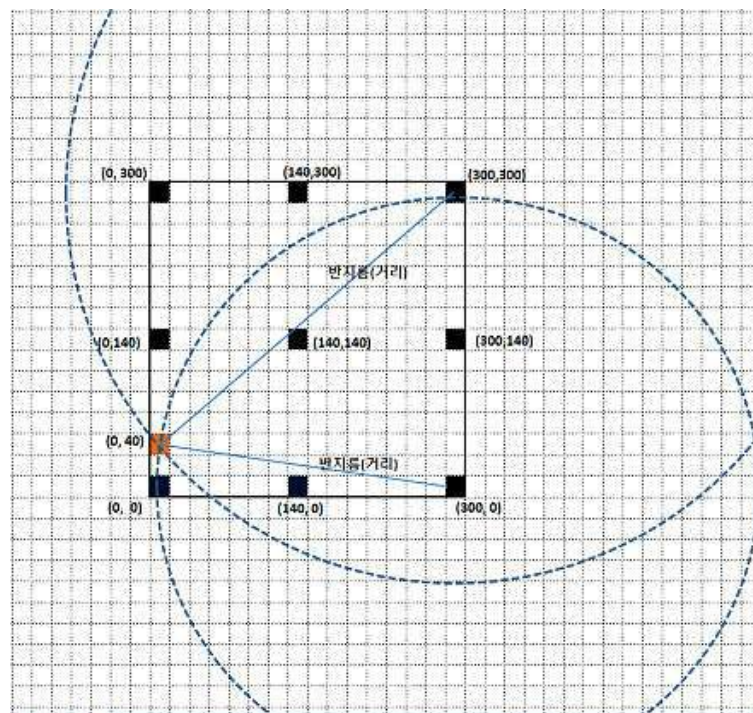
도면4



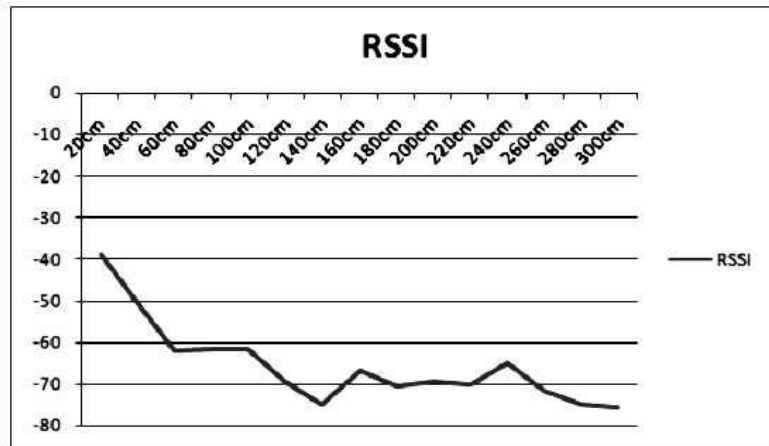
도면5



도면6

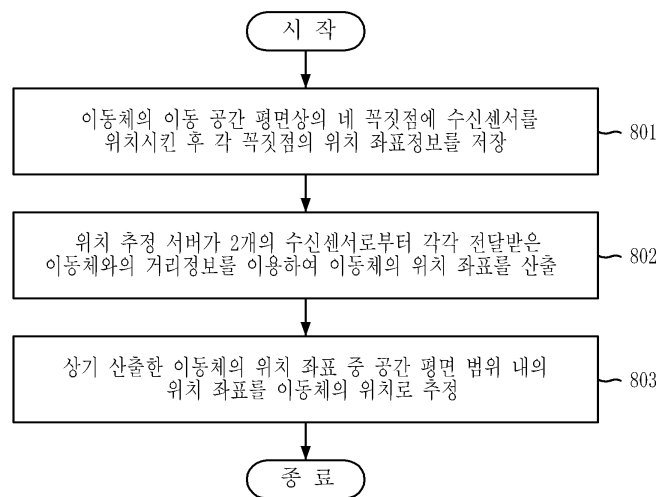


도면7

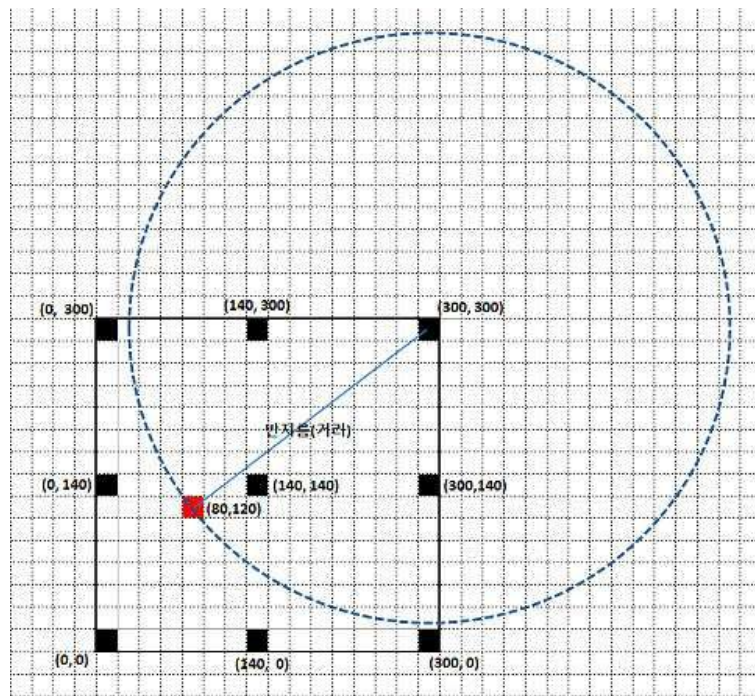


[거리 변화에 따른 RSSI의 변화]

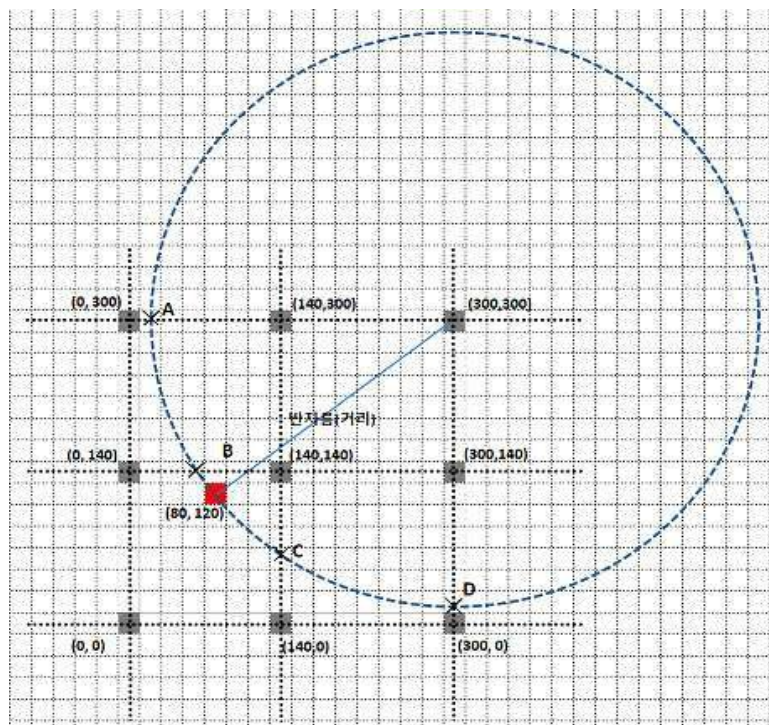
도면8



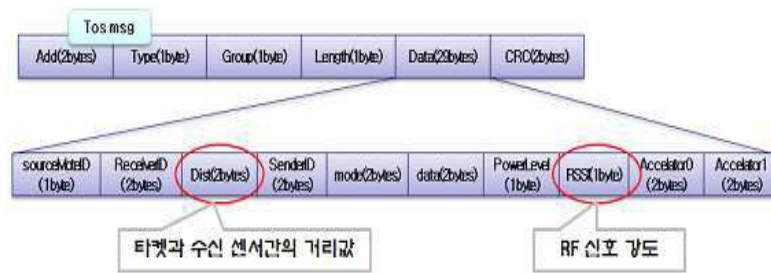
도면9



도면10



도면11



도면12

