



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01)

H04Q 7/24 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0061454

(43) 공개일자 2007년06월13일

(21) 출원번호 10-2006-0124824

(22) 출원일자 2006년12월08일

심사청구일자 2006년12월08일

(30) 우선권주장 1020050119623 2005년12월08일 대한민국(KR)

(71) 출원인 한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자 성낙선
대전 유성구 어은동 한빛아파트 133-1505
임춘식
대전 유성구 전민동 엑스포아파트 508-1303
표철식
대전 서구 만년동 강변아파트 109-701호
채종석
대전 유성구 도룡동 391 타운하우스 11-201

(74) 대리인 특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치계산 장치 및 방법

(57) 요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 장치 및 방법에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 도달 시간차(TDOA: time difference of arrival)를 이용하여 위상 모호성 문제를 해결함으로써, 거리 제한 없이 무선 발신기의 위치를 측정할 수 있는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템으로서, 상기 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신하여, 위상차 및 도달 시각을 검출하여 출력하는 다수의 무선 수신 기지국; 및 상기 다수의 무선 수

신 기지국 각각으로부터 출력된 상기 위상차 및 도달 시각을 입력받아, 상기 위상차로부터 환산 거리를 계산하고, 상기 도달 시각을 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하여 상기 무선 발신기의 위치를 계산하는 위치 계산 서버를 포함함.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 무선 발신기 위치 측정 시스템 등에 이용됨.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법으로서,

- (a) 상기 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신한 다수의 무선 수신 기지국으로부터 상기 수신 신호의 도달 시각 정보(t_1, \dots, t_n)를 각각 입력받는 단계;
 - (b) 상기 다수의 무선 수신 기지국으로부터 상기 다중 주파수 신호의 위상차 정보($\Delta\phi_1, \dots, \Delta\phi_n$)를 각각 입력받는 단계;
 - (c) 상기 위상차 정보로부터 환산 거리(R_1, \dots, R_n)를 획득하는 단계;
 - (d) 상기 도달 시각 정보를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 단계; 및
 - (e) 상기 위상 모호성이 제거된 환산 거리를 이용하여 무선 발신기의 위치를 결정하는 단계
- 를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

- (d1) 상기 도달 시각 정보로부터 도달 시간차 정보($\Delta t_1, \dots, \Delta t_n$)를 계산하는 단계; 및
 - (d2) 상기 도달 시간차 정보를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 단계
- 를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 (d2) 단계는,

- (d21) 상기 도달 시간차 정보에 상응하는 도달 거리(d_{12}, \dots, d_{1n})를 계산하는 단계; 및

(d22) 상기 도달 거리를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 단계를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법.

청구항 4.

상기 (d22) 단계는,

상기 도달 거리를 이용하여 상기 무선 발신기의 추정 위치를 계산하는 단계; 및

상기 추정 위치를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 단계

를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법.

청구항 5.

제 2 항에 있어서,

상기 (d2) 단계는,

위상 모호성으로 인한 환산 거리의 중복 해들 중, 상기 도달 거리에 근접한 해를 환산 거리로 결정하는 것

을 특징으로 하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법.

청구항 6.

도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템으로서,

상기 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신하여, 위상차 및 도달 시각을 검출하여 출력하는 다수의 무선 수신 기지국; 및

상기 다수의 무선 수신 기지국 각각으로부터 출력된 상기 위상차 및 도달 시각을 입력받아, 상기 위상차로부터 환산 거리를 계산하고, 상기 도달 시각을 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하여 상기 무선 발신기의 위치를 계산하는 위치 계산 서버

를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 무선 수신 기지국은,

상기 무선 발신기의 송신 신호를 수신하여 수신 신호를 출력하기 위한 수신기;

상기 수신 신호의 위상차를 계산하여 출력하기 위한 위상차 계산기; 및

상기 수신 신호의 도달 시각을 검출하여 출력하기 위한 도달 시각 검출기

를 포함하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템.

청구항 8.

제 5 항에 있어서,

상기 위치 계산 서버는,

상기 도달 시각으로부터 도달 시간차를 계산하고, 상기 도달 시간차를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 것

을 특징으로 하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 위치 계산 서버는,

상기 도달 시간차에 해당하는 도달 거리를 계산하고, 상기 도달 거리를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 것

을 특징으로 하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 발신기의 위치를 결정하기 위한 무선 발신기 위치 계산 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 발신기의 위치를 측정하기 위하여 다수의 무선 수신 기지국들이 상기 무선 발신기로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호의 위상차 정보 및 도달 시간차 정보를 이용하여 무선 발신기의 위치를 결정하는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 장치 및 방법에 관한 것이다.

무선 발신기의 위치를 추적하기 위하여 사용되는 일반적인 방식을 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 1은 일반적인 무선 발신기 위치 계산 시스템의 전체 구성을 나타내는 예시도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 무선 발신기(100)가 서로 독립된 두 개 이상의 주파수(f_1 , f_2)를 이용하여 송신하고, 최소한 세 곳 이상에 위치한 무선 수신 기지국(111, 112, 113)에서 상기 두 주파수를 각각 수신하고, 위상차 계산기(141, 142, 143)에서 전송 거리에 따른 위상차($\Delta\Phi_1$, $\Delta\Phi_2$, $\Delta\Phi_3$)를 추출한 후 위치 계산 서버(120)에서 이들을 이용하여 상기 무선 발신기(100)의 위치를 계산하고 결정한다.

일반적으로, 상기와 같이 무선 발신기에서 두 개 이상의 주파수를 송신하고 무선 수신 기지국에서 이를 수신한 후 주파수 간섭현상을 이용하여 위상차를 도출하여 거리를 추정하는 방식은, 위상이 2π 마다 반복되는 위상의 모호성(ambiguity) 때문에, 무선 수신 기지국과 무선 발신기와의 거리에 대한 계산 결과는 두 주파수의 위상차가 $\Delta\Phi$, $2\pi + \Delta\Phi$, $4\pi + \Delta\Phi$, ... 와 같이 되는 다수의 해가 존재한다는 문제점이 발생한다.

따라서, 종래의 서로 다른 둘 이상의 주파수를 이용하여 그 위상차로부터 무선 발신기의 위치를 추적하는 방식은 사용 환경이 두 주파수의 위상차가 2π 이내로 되는 영역으로 제한될 수밖에 없기 때문에, 두 주파수의 위상차가 2π 보다 큰 영역의 환경에는 사용할 수 없는 문제점이 있다.

이하에서는, 종래의 두 주파수를 이용한 무선 발신기 위치계산 방식에 대해 도 2를 참조하여 설명하기로 한다.

도 2는 위상 모호성에 의한 측정 위치의 모호성(측위 모호성) 발생 개념을 나타내는 예시도

하나의 무선 발신기(TS)(100)가 두 개의 주파수를 이용하여 무선신호를 송신하고, 상기의 무선 발신기(100)를 관할하는 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)(111, 112, 113)에서 수신된 상기 두 주파수의 위상차를 측정하여 무선 발신기(100)까지의 거리를 추정하는 방식에서, 상기 측정된 위상차 $\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$ 은 각각 거리 R1(210), R2(220), R3(230)에 해당하고, 이들을 반경으로 하는 원을 그리게 되면 이들 세원이 만나는 교차점(240)이 상기 무선 발신기(100)의 위치로 결정된다.

그런데 상기 무선 수신 기지국1(111)만이 위상 모호성이 있다고 가정할 경우, 상기 두 주파수의 위상차가 $2\pi + \Delta\phi_1$ 인 곳에서도 상기 무선 발신기(100)가 존재한다고 추정할 수 있다. 따라서 상기 $2\pi + \Delta\phi_1$ 에 해당하는 거리의 원을 그리게 되면 R1'(211)이 되며, 이는 상기 무선 수신 기지국 RS2(112)와 상기 무선 수신 기지국 RS3(113)에서 측정한 거리 R2(220)와 R3(230)의 원들과 교차하는 또 다른 위치(250)에 해를 갖게 된다/

따라서, 두 주파수의 위상차가 2π 보다 큰 영역에서는 정확한 무선 발신기(100)의 위치를 알 수 없는 문제점이 발생한다.

즉, 종래의 두 가지 이상의 주파수와 이들의 도착 지점에서의 위상차를 이용한 거리측정 방식에서는 위상 모호성으로 인해 다수의 해가 존재할 수 있으므로, 두 주파수의 위상차가 2π 이내인 거리에서만 사용해야 하는 단점이 있으며, 이러한 거리 제한으로 인해, 무선 발신기의 측정 거리를 두 주파수의 위상차가 2π 보다 큰 거리로 확장하여 사용할 수 없다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 도달 시간차(TDOA: time difference of arrival)를 이용하여 위상 모호성 문제를 해결함으로써, 거리 제한 없이 무선 발신기의 위치를 측정할 수 있는 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 더욱 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 방법으로서, 상기 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신한 다수의 무선 수신 기지국으로부터 상기 수신 신호의 도달 시각 정보를 각각 입력받는 단계; 상기 다수의 무선 수신 기지국으로부터 상기 다중 주파수 신호의 위상차 정보를 각각 입력받는 단계; 상기 위상차 정보로부터 환산 거리를 획득하는 단계; 상기 도달 시각 정보를 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 단계; 및 상기 위상 모호성이 제거된 환산 거리를 이용하여 무선 발신기의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명은, 도달 시간차 및 다중 주파수를 무선 발신기 위치 계산 시스템으로서, 상기 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신하여, 위상차 및 도달 시각을 검출하여 출력하는 다수의 무선 수신 기지국; 및 상기 다수의 무선 수신 기지국 각각으로부터 출력된 상기 위상차 및 도달 시각을 입력받아, 상기 위상차로부터 환산 거리를 계산하고, 상기 도달 시각을 이용하여 상기 환산 거리의 위상 모호성을 제거하여 상기 무선 발신기의 위치를 계산하는 위치 계산 서버를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 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 일실시예를 상세히 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명에 따른 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템의 일실시예 전체 구성도이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 무선 발신기 위치 계산 시스템은 무선 발신기(TS)(310), 다수의 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)(320) 및 위치 계산 서버(330)를 포함하여 구성된다.

무선 발신기(TS)(310)는 2개 주파수(f1, f2) 신호를 송신한다.

무선 수신 기지국(320)은 상기 무선 발신기(310)로부터 송신된 2개 주파수 신호를 수신하여, 수신 신호의 도달 시각 및 위상차를 검출하여 출력한다.

위치 계산 서버는 다수의 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)으로부터 출력된 위상차($\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$) 및 도달 시각(t1, t2, t3)를 입력받고, 이를 이용하여 무선 발신기(310)의 위치를 계산한다.

무선 수신 기지국(320)은 안테나 등을 이용하여 수신 신호 무선 발신기(310)의 송신 신호를 수신하고, 변조하여 출력하기 위한 수신기(321), 상기 수신기(321)로부터 출력된 2개 주파수(f1, f2) 신호의 위상차를 주파수 간섭현상을 이용하여 계산하여 출력하기 위한 위상차 계산기(322) 및 상기 수신 신호의 도달 시각을 검출하여 출력하기 위한 도달 시각 검출기(323)를 포함한다.

도 4는 본 발명에 따른 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 과정에 대한 일실시예 흐름도이다.

우선, 다수의 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)은 각각 무선 발신기로부터 송신된 두 주파수의 무선 신호(f1, f2)를 수신한다(400).

이어서, 다수의 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)은 수신된 신호의 도달 시각(t1, t2, t3)을 검출하여 위치 계산 서버로 출력하고(410), 수신된 두 주파수 신호의 위상차($\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$)를 측정하여 위치 계산 서버로 출력한다(450). 상기 도달 시각은 f1 또는/및 f2의 도달 시각을 이용할 수 있다.

이어서, 위치 계산 서버는 입력받은 도달 시각(t1, t2, t3)를 이용하여 도달 시간차(Δt_1 , Δt_2 , Δt_3)를 아래의 수학적 식 1을 이용하여 계산한다(420).

$$\Delta t_1 = t_1 - t_2$$

$$\Delta t_2 = t_2 - t_3$$

$$\Delta t_3 = t_3 - t_1$$

여기서, t1은 무선 수신 기지국 RS1의 수신 신호 도달 시각, t2는 무선 수신 기지국 RS1의 수신 신호 도달 시각이고 t3는 무선 수신 기지국 RS1의 수신 신호 도달 시각이다.

이어서, 위치 계산 서버는 상기 도달 시간차에 해당하는 도달 거리(d12, d23, d13)를 계산한다(430).

이어서, 위치 계산 서버는 상기 도달 거리 중 최소한 두 개 이상의 도달 거리를 이용하여 무선 발신기의 추정 위치(X', Y')를 결정한다(440).

한편, 위치 계산 서버는 상기 "420" 내지 "440" 과정과 병행하여, 입력받은 위상차($\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$)를 각각 전파 이동 거리로 환산하여 환산 거리(R1, R2, R3)를 계산한다(460).

이어서, 위치 계산 서버는 상기 도달 거리(d12, d23, d13)로부터 추정된 추정 위치(X', Y')를 이용하여 상기 환산 거리(R1, R2, R3)의 위상 모호성을 제거한다(470). 환산 거리의 위상 모호성을 제거하는 과정에 대한 구체적인 설명은 도 5를 참조하여 후술하기로 한다.

이어서, 위치 계산 서버는 위상 모호성이 제거된 환산 거리(R1, R2, R3)로부터 무선 발신기의 위치를 결정한다(460)

도 5는 본 발명에 따른 위상 모호성 제거 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

도 5를 참조하면, 상기 측정된 위상차 $\Delta\phi_1$, $\Delta\phi_2$, $\Delta\phi_3$ 는 각각 거리 R1(510), R2(520), R3(530)로 환산되고, 이들을 반경으로 하는 원을 그리게 되면, 이들의 세 교차점이 무선 발신기(TS)의 위치(570)로 추정된다.

하지만, 무선 수신 기지국 RS1이 위상 모호성이 있다고 가정할 경우, 상기 두 주파수의 위상차가 $2\pi + \Delta\phi_1$ 인 곳인 R1'(511)에서도 무선 발신기(TS)가 위치한다고 추정할 수 있다.

따라서, 무선 수신 기지국 RS1에서 $2\pi + \Delta\phi_1$ 에 해당하는 거리의 원을 그리게 되면 R1'(511)이 되며, 이는 무선 수신 기지국 RS2와 무선 수신 기지국 RS3에서 예측한 거리 R2(520)와 R3(530)의 원들과 교차하는 또 다른 위치(580)의 해가 발생한다.

즉, 무선 수신 기지국 RS1에서 위상 모호성이 있다고 가정할 경우, $\Delta\phi_1$ 에 의해 환산된 거리는 R1(510) 또는 R1'(511) 중 어느 하나를 선택하여야만 한다.

이때, 본 발명은 상기 도달 시간차로부터 계산한 도달 거리를 이용하여 추정한 추정 위치를 이용하여 위상 모호성에 의한 중복 해 중 하나를 환산 거리로 선택한다.

즉, 상기 환산 거리에 위상 모호성에 의한 다수의 해가 존재하는 경우, 상기 도달 거리를 이용하여 추정한 추정 위치(X', Y')(590) 근접한 환산 거리를 선택한다. 다시 말해, 본 실시예의 경우, 상기 거리 추정 위치(X', Y')(590)에 더 가깝게 위치한 R1(510)을 무선 발신기(TS)의 환산 거리로 결정함으로써, 위상 모호성을 제거한다.

따라서, 무선 발신기(TS)로부터 다수의 무선 수신 기지국(RS1, RS2, RS3)까지의 환산 거리는 각각 R1(510), R2(520), R3(530)으로 결정되고, 이들을 이용한 삼각측량법에 따라 무선 발신기의 위치를 결정한다. 다시 말해, R1(510), R2(520), R3(530)가 형성하는 세 원이 교차하는 지점을 무선 발신기(TS)의 위치(570)로 최종 결정한다.

상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 형태로 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다. 이러한 과정은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있으므로 더 이상 상세히 설명하지 않기로 한다.

이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 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.

발명의 효과

상기와 같은 본 발명은, 무선 발신기로부터 송신된 다중 주파수 신호를 수신한 다수의 무선 수신 기지국의 위상차와 도달 시간차를 병행하여 이용함으로써, 위상차로부터 측정된 거리의 위상 모호성을 제거하고, 거리 제한 없이 무선 발신기의 위치를 측정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 무선 발신기 위치 계산 시스템의 전체 구성을 나타내는 예시도,

도 2는 위상 모호성에 의한 측정 위치의 모호성 발생 개념을 나타내는 예시도,

도 3은 본 발명에 따른 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 시스템의 일실시예 전체 구성도,

도 4는 본 발명에 따른 도달 시간차 및 다중 주파수를 이용한 무선 발신기 위치 계산 과정에 대한 일실시예 흐름도,

도 5는 본 발명에 따른 위상 모호성 제거 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

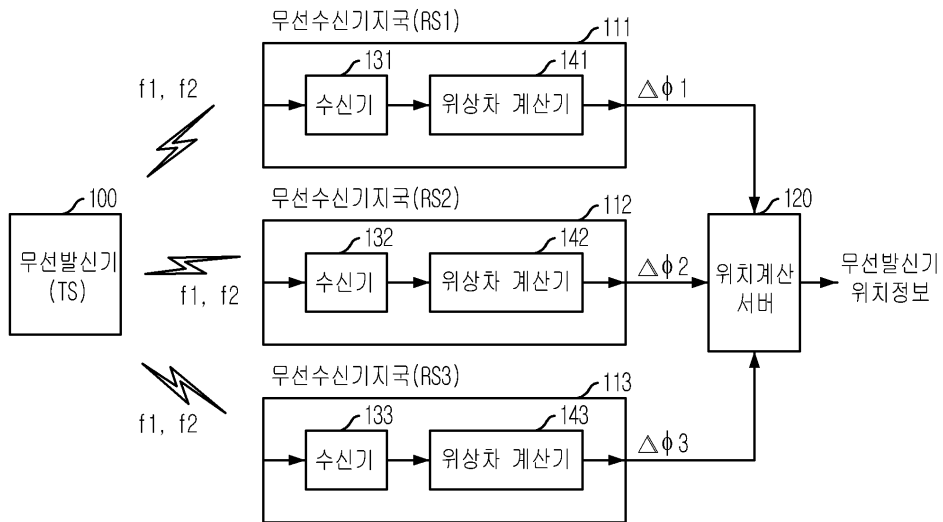
310: 무선 발신기 320: 무선 수신 기지국

330: 위치 계산 서버 321: 수신기

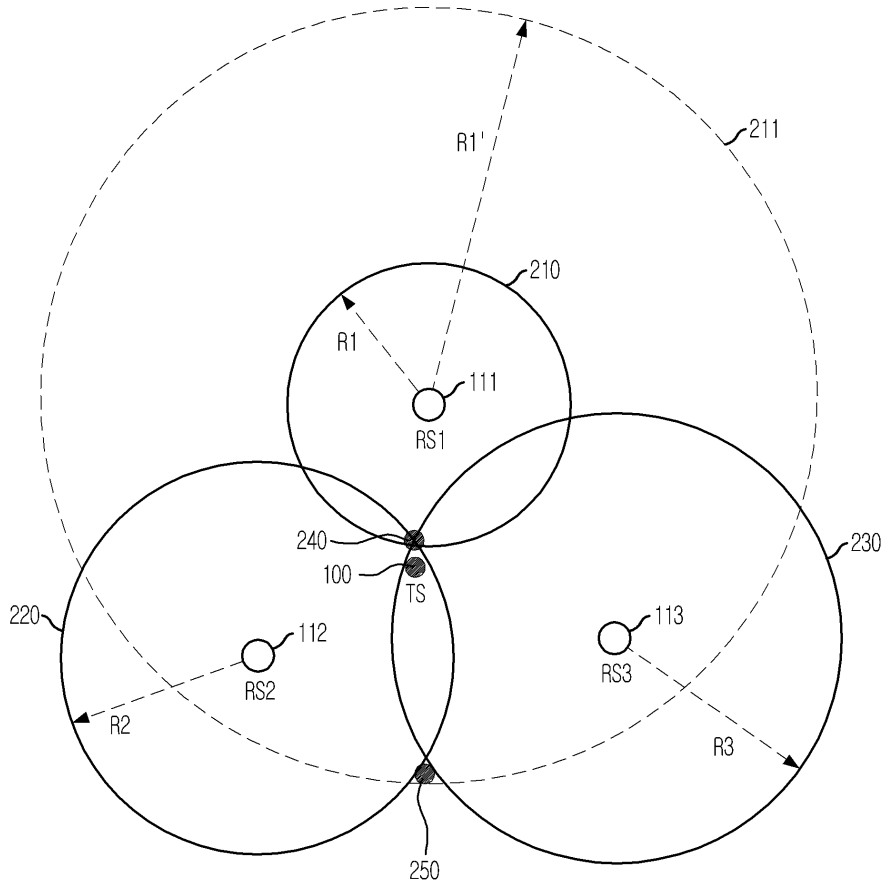
322: 위상차 계산기 323: 도달 시각 검출기

도면

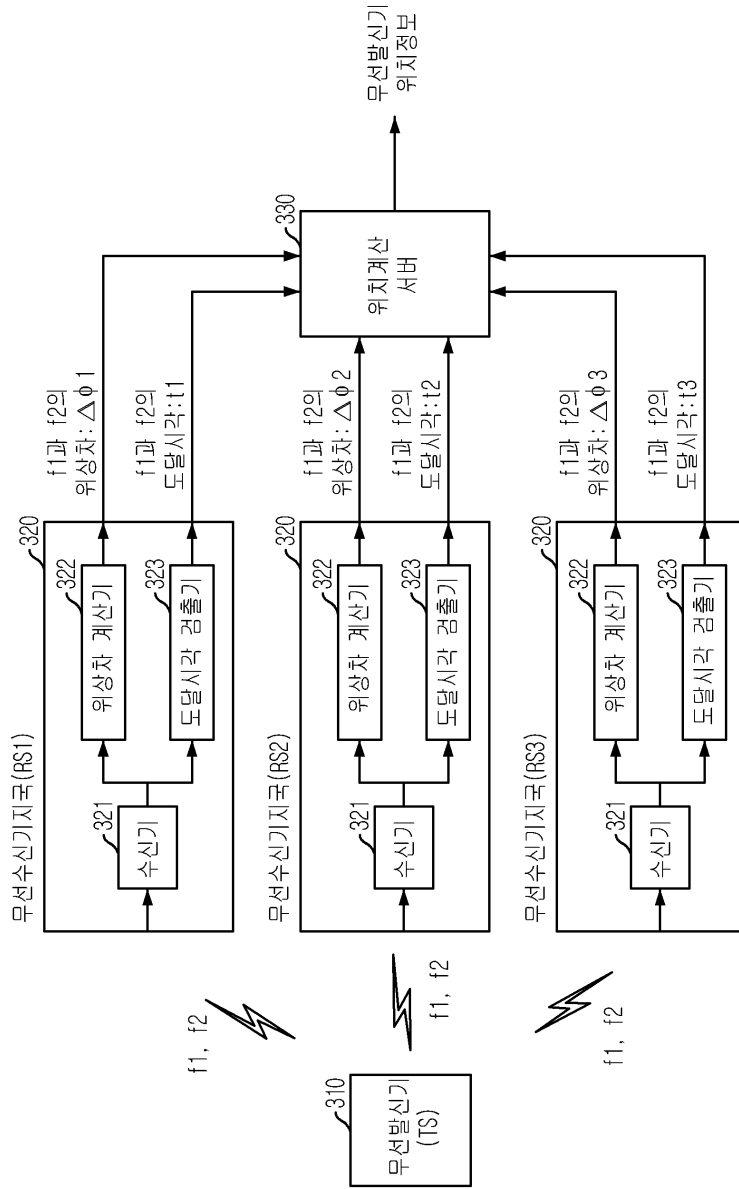
도면1



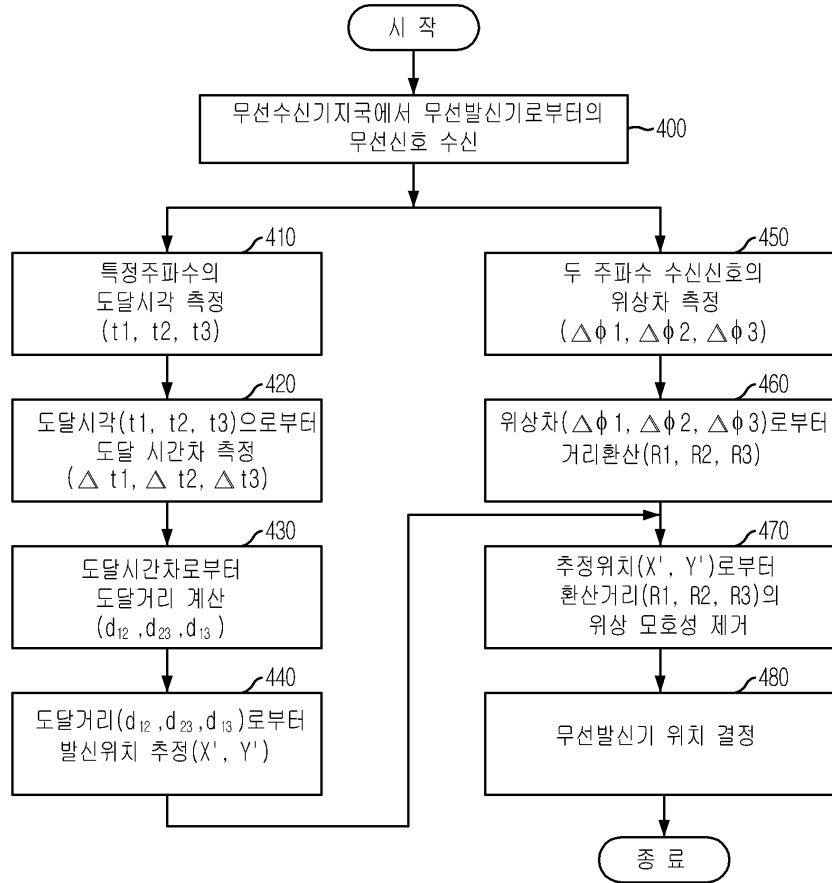
도면2



도면3



도면4



도면5

