



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0096433
(43) 공개일자 2018년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/12 (2006.01) H04W 64/00 (2009.01)
(52) CPC특허분류
G01S 5/10 (2013.01)
G01S 5/0018 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0023166
(22) 출원일자 2017년02월21일
심사청구일자 2017년02월21일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
황석승
광주광역시 광산구 왕버들로 132번길 35 수완6차
대방노블랜드
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 18 항

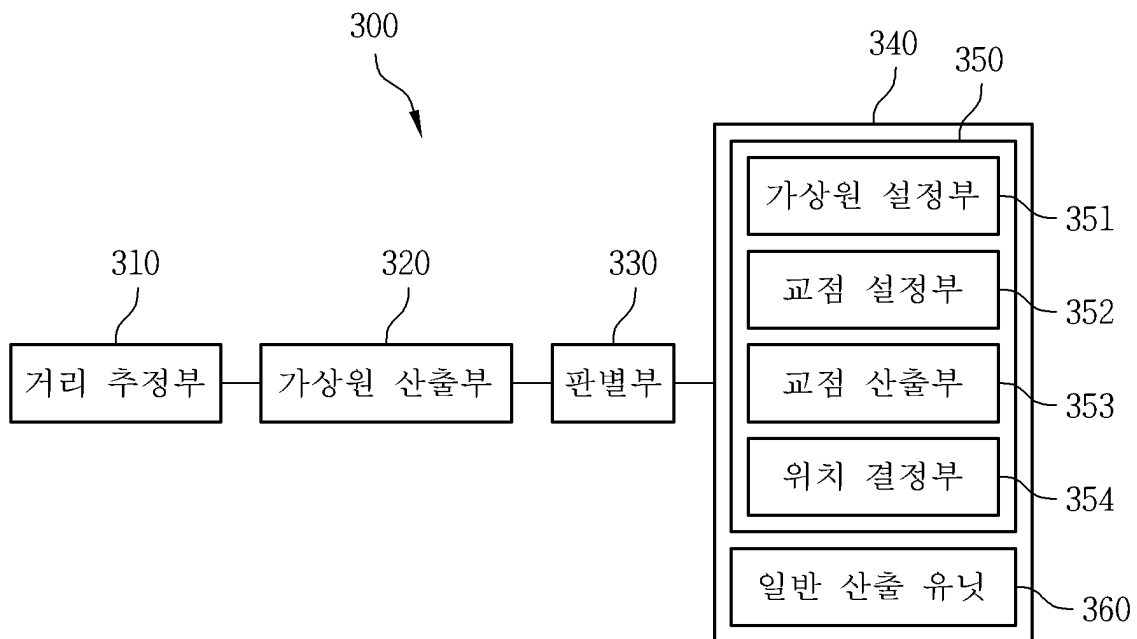
(54) 발명의 명칭 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법이고, 상기 이동단말기의 위치 측정 장치는 이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 거리추정부와, 상기 거리 산출부를 통해 추정된 이격거리 정보

(뒷면에 계속)

대표도 - 도6



를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 가상원 산출부와, 상기 가상원 산출부를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이위치 중 어느 위치인지 판별하는 판별부와, 상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하되, 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원의 교점들 중 이격 거리가 가장 짧은 교점들의 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 계산부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01S 5/12 (2013.01)

H04W 64/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345254607

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원

연구과제명 고성능 위치추정 수신기를 위한 하이브리드형 스마트 제밍 제거 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교

연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 거리추정부;

상기 거리 산출부를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 가상원 산출부;

상기 가상원 산출부를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이위치 중 어느 위치인지 판별하는 판별부; 및

상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하되, 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원의 교점들 중 이격 거리가 가장 짧은 교점들의 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 계산부;를 포함하는,

이동 단말기의 위치 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 판별부는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되면 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별하는,

이동 단말기의 위치 측정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 위치 계산부는

상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원으로 설정하고, 상기 제1 내지 제3가상원 중 상기 제1기준원을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원으로 설정하는 가상원 설정부;

상기 가상원 설정부에서 설정된 제1기준원과 제2기준원의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정하고, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정하며, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정하는 교점 설정부;

상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출하는 교점 산출부; 및

상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 결정부;를 포함하는,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 위치계산부는 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원과 제2가상원의 교점들을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정하는,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 거리추정부는 상기 이동단말기의 신호 도달시간(TOA:Time Of Arrive)을 이용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하는,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 거리추정부는 하기의 수학적식1을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

(수학적식1)

$$nd_i = \text{ceil}((d_i/c) * f_c)$$

여기서, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이고, ceil 은 올림함수인,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 거리추정부는 상기의 수학적식 1에 의해 계산된 지연샘플의 개수를 이용하여 하기의 수학적식2를 통해 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

(수학적식2)

$$d_{ie} = (nd_i * c) / f_c$$

여기서, d_{ie} 는 추정된 이동단말기와 i 번째 기지국 사이의 거리이고, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수인

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 교점 산출부는

하기의 수학식3을 통해 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리를 산출하고,
(수학식3)

$$d_{j+1} = \sqrt{(x_j - x_{j+1})^2 + (y_j - y_{j+1})^2}$$

여기서, $j=1$ 또는 3 이며, x_j 는 제 j 교점의 x 축 좌표이고, y_j 는 제 j 교점의 y 축 좌표이고, x_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 x 축 좌표이고, y_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 y 축 좌표인,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 위치 결정부는 하기의 수학식4를 통해 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출하는,

(수학식4)

$$x_m = (I_x' + J_x') / 2,$$

$$y_m = (I_y' + J_y') / 2$$

여기서, (x_m, y_m) 은 상기 평균 좌표이고, I_x' , I_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 어느 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표이고, J_x' , J_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 다른 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표인,

이동단말기의 위치 측정장치.

청구항 10

이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2 및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 거리 추정단계;

상기 거리 추정단계를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기까지의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 가상원 산출단계;

상기 가상원 산출단계를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특위위치 중 어느 위치인지 판별하는 판별단계; 및

상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하되, 상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특위위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원들의 교점들 중 이격 거리가 가장 짧은 교점들의 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 계산단계;를 포함하는,

이동 단말기의 위치 측정 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 판별단계는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의

가상원들의 내측 영역에 포함되면 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별하는,
이동 단말기의 위치 측정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 위치 계산단계는

상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원으로 설정하고, 상기 제1 내지 제3가상원 중 상기 제1 기준원을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원으로 설정하는 가상원 설정단계;

상기 가상원 설정단계에서 설정된 제1기준원과 제2기준원의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정하고, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정하며, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정하는 교점 설정단계;

상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출하는 교점 산출단계; 및

상기 교점 산출단계를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 자료를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 결정단계;를 포함하는,

이동 단말기의 위치 측정 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 위치계산단계는 상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원과 제2가상원의 교점들을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정하는,

이동 단말기의 위치 측정 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 거리 추정단계는 상기 이동단말기의 신호 도달시간(TOA:Time Of Arrive)을 이용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하는,

이동단말기의 위치 측정 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 거리추정단계는

하기의 수학식1을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

(수학식1)

$$nd_i = \text{ceil}((d_i/c) * f_c)$$

여기서, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이고, ceil 은 올림함수 인, 이동 단말기의 위치 추정 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 거리 추정단계는

상기의 수학식 1에 의해 계산된 지연샘플의 개수를 이용하여 하기의 수학식2를 통해 상기 제1 내지 제3기지국 과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

(수학식2)

$$d_{ie} = (nd_i * c) / f_c$$

여기서, d_{ie} 는 추정된 이동단말기와 i 번째 기지국 사이의 거리이고, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수인,

이동 단말기의 위치 추정방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 교점 산출단계는

하기의 수학식3을 통해 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리를 산출하고,

(수학식3)

$$d_{jj+1} = \sqrt{(x_j - x_{j+1})^2 + (y_j - y_{j+1})^2}$$

여기서, $j=1$ 또는 3 이며, x_j 는 제 j 교점의 x 축 좌표이고, y_j 는 제 j 교점의 y 축 좌표이고, x_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 x 축 좌표이고, y_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 y 축 좌표인,

이동 단말기의 위치 추정방법.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 위치 결정단계는 하기의 수학식4를 통해 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출하는,

(수학식4)

$$x_m = (I_x' + J_x') / 2,$$

$$y_m = (I_y' + J_y') / 2$$

여기서, (x_m, y_m) 은 상기 평균 좌표이고, I_x' , I_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 어느 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표이고, J_x' , J_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 다른 하나의 x 축 좌표 및 y 축

좌표인,

이동단말기의 위치 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이동단말기의 신호 도달시간(TOA:Time Of Arrival)을 이용한 삼각변 측량법을 이동단말기의 위치를 측정하되, 기지국들에 대한 이동단말기의 위치에 따라 적합한 측정 방법을 사용하는 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 특정 사용자나 물체의 위치를 추정하는 기술은 LBS(Location Based Service)와 같은 다양한 통신 시스템에 사용되고 있어 무선통신 기술의 중요한 이슈로 각광받고 있다.
- [0003] 미국의 FCC(Federal Communication Commission)에서 E-911(Enhanced-911)을 위한 이동국 위치추정 기능을 이동전화에 포함하는 것을 강제화한 이후로 무선통신 시스템의 이동국 위치추정 기술은 더욱 관심을 받게 되었다.
- [0004] 다양한 이동국 위치추정 기술이 개발되어 왔는데, 크게 GPS를 사용하는 핸드셋 방식과, 기지국을 사용하는 네트워크 방식의 두 가지 유형으로 분류할 수 있다.
- [0005] 대표적인 네트워크 방식의 위치 추정 기술이 도착 시간(TOA:Time Of Arrival) 삼각변 측량법으로, 이동국과 세 개의 기지국 사이의 거리를 추정한 후, 세 개의 기지국의 좌표들과 추정된 세 개의 거리를 반지름으로 하는 세 개의 원을 생성시켜, 원들이 만나는 교점을 이동국의 위치로 결정하는 방법이다.
- [0006] 거리는 일반적으로 기지국과 이동국 사이에 송/수신된 신호의 지연(delay) 수를 이용하여 추정하는데, 이 과정에서 추정된 거리가 실제 거리보다 길어지게 된다.
- [0007] 이로 인해, 세 개의 원이 한 점에서 만나지 않아 위치추정 오차가 발생하게 된다.
- [0008] 이 문제를 해결하기 위해, LS(least square) 방식이나 세 개의 원이 생성하는 여섯 개의 교점 중 세 개의 내부 교점의 평균을 구하는 방식인 최단거리 알고리즘 등이 제안되어 왔는데, 각각 단점을 가지고 있다.
- [0009] LS 방식은 비교적 큰 위치추정 오차가 발생되고, 최단거리 알고리즘은 일반적으로는 좋은 성능을 보이나 특별한 상황에서는 상당히 큰 위치추정 오차가 발생하게 된다.
- [0010] 일반적인 경우 선교점 알고리즘이 우수한 성능을 보이나, 한 개의 작은 원이 큰 두 개의 원의 영역에 포함되는 특정한 경우, 심각한 위치 추정 오차를 발생하는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 국내특허공개번호 10-2014-0049394호
(특허문헌 0002) 국내특허공개번호 10-2000-0060020호
(특허문헌 0003) 국내특허등록번호 10-1544315호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 이동 단말기의 신호 도달시간을 이용한 삼각변 측량법을 사용하여 이동 단말기의 위치 추정시, 이동단말기의 위치에 따라 적합한 측정방식을 선택하여 적용할 수 있는 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법을 제공하는데 그 목적이

있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 다른 이동단말기의 위치 측정장치는 이동단말기를 서빙(serving)하는 제1 기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 거리 추정부와, 상기 거리 산출부를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 가상원 산출부와, 상기 가상원 산출부를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이위치 중 어느 위치인지 판별하는 판별부와, 상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하되, 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원의 교점들 중 이격 거리가 가장 짧은 교점들의 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 계산부를 포함한다.
- [0014] 상기 판별부는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되면 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별하는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 위치 계산부는 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원으로 설정하고, 상기 제1 내지 제3가상원 중 상기 제1기준원을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원으로 설정하는 가상원 설정부와, 상기 가상원 설정부에서 설정된 제1기준원과 제2기준원의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정하고, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정하며, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정하는 교점 설정부와, 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출하는 교점 산출부와, 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 결정부를 포함한다.
- [0016] 상기 위치계산부는 상기 판별부를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원과 제2가상원의 교점들을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상선과 제3가상원의 교점들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 거리추정부는 상기 이동단말기의 신호 도달시간(TOA:Time Of Arrive)을 이용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정한다.
- [0018] 상기 거리추정부는 하기의 수학적식1을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,
- [0019] (수학적식1)
- [0020]
$$nd_i = \text{ceil}((d_i/c) * f_c)$$
- [0021] 여기서, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이고, ceil 은 올림함수인 것이 바람직하다.
- [0022] 상기 거리추정부는 상기의 수학적식 1에 의해 계산된 지연샘플의 개수를 이용하여 하기의 수학적식2를 통해 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,
- [0023] (수학적식2)
- [0024]
$$d_{ie} = (nd_i * c) / f_c$$
- [0025] 여기서, d_{ie} 는 추정된 이동단말기와 i 번째 기지국 사이의 거리이고, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이다.

- [0026] 상기 교점 산출부는 하기의 수학식3을 통해 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리를 산출하고,
- [0027] (수학식3)
- $$d_{jj+1} = \sqrt{(x_j - x_{j+1})^2 + (y_j - y_{j+1})^2}$$
- [0028]
- [0029] 여기서, $j=1$ 또는 3 이며, x_j 는 제 j 교점의 x 축 좌표이고, y_j 는 제 j 교점의 y 축 좌표이고, x_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 x 축 좌표이고, y_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 y 축 좌표인 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 위치 결정부는 하기의 수학식4를 통해 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출하는,
- [0031] (수학식4)
- $$x_m = (I_x' + J_x') / 2,$$
- $$y_m = (I_y' + J_y') / 2$$
- [0032]
- [0033]
- [0034] 여기서, (x_m, y_m) 은 상기 평균 좌표이고, I_x' , I_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 어느 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표이고, J_x' , J_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 다른 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표이다.
- [0035] 본 발명에 따른 이동 단말기의 위치 측정 방법은 이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2 및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 거리 추정단계와, 상기 거리 추정단계를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기까지의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 가상원 산출단계와, 상기 가상원 산출단계를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이위치 중 어느 위치인지 판별하는 판별단계와, 상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하되, 상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원들의 교점들 중 이격 거리가 가장 짧은 교점들의 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 계산단계를 포함한다.
- [0036] 상기 판별단계는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되면 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별하는 것이 바람직하다.
- [0037] 상기 위치 계산단계는 상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원으로 설정하고, 상기 제1 내지 제3가상원 중 상기 제1기준원을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원으로 설정하는 가상원 설정단계와, 상기 가상원 설정단계에서 설정된 제1기준원과 제2기준원의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정하고, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정하며, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정하는 교점 설정단계와, 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출하는 교점 산출단계와, 상기 교점 산출단계를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 위치 결정단계를 포함한다.
- [0038] 상기 위치계산단계는 상기 판별단계를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원과 제2가상원의 교점들을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정한다.
- [0039] 상기 거리 추정단계는 상기 이동단말기의 신호 도달시간(TOA: Time Of Arrive)을 이용하여 상기 제1 내지 제3기

지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하는 것이 바람직하다.

[0040] 상기 거리추정단계는 하기의 수학식1을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

[0041] (수학식1)

[0042] $nd_i = \text{ceil}((d_i/c) * f_c)$

[0043] 여기서, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이고, ceil 은 올림함수 이다.

[0044] 상기 거리 추정단계는 상기의 수학식 1에 의해 계산된 지연샘플의 개수를 이용하여 하기의 수학식2를 통해 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정하고,

[0045] (수학식2)

[0046] $d_{ie} = (nd_i * c) / f_c$

[0047] 여기서, d_{ie} 는 추정된 이동단말기와 i 번째 기지국 사이의 거리이고, nd_i 는 지연샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수인 것이 바람직하다.

[0048] 상기 교점 산출단계는 하기의 수학식3을 통해 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리를 산출하고,

[0049] (수학식3)

[0050] $d_{jj+1} = \sqrt{(x_j - x_{j+1})^2 + (y_j - y_{j+1})^2}$

[0051] 여기서, $j=1$ 또는 3 이며, x_j 는 제 j 교점의 x 축 좌표이고, y_j 는 제 j 교점의 y 축 좌표이고, x_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 x 축 좌표이고, y_{j+1} 는 제 $j+1$ 교점의 y 축 좌표이다.

[0052] 상기 위치 결정단계는 하기의 수학식4를 통해 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출하는,

[0053] (수학식4)

[0054] $x_m = (I_x' + J_x') / 2,$

[0055] $y_m = (I_y' + J_y') / 2$

[0056] 여기서, (x_m, y_m) 은 상기 평균 좌표이고, I_x', I_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 어느 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표이고, J_x', J_y' 은 상기 교점 산출부를 통해 산출된 교점들 중 다른 하나의 x 축 좌표 및 y 축 좌표인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0057] 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법은 이동 단말기의 신호 도달시간을 이용한 삼각변 측량법을 사용하여 이동 단말기의 위치 추정시, 이동단말기의 위치에 따라 적합한 측정방식을 선택하여 적용할 수 있으므로 GPS 위성신호의 수신에 불가능한 경우에도 높은 정확도를 가지는 위치 추정 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 본 발명이 적용되는 이동통신 시스템의 개략적인 구성도이고,

도 2는 도착 시간(TOA) 삼각변 측량법을 이용한 이동국의 위치 결정 방법에 대한 설명을 도시한 개념도이고,

도 3은 거리추정에 의해 늘어난 반지름 기반의 세 원이 만나는 일반적인 경우에 대한 설명을 도시한 개념도이고,

도 4 및 도 5는 이동단말기가 특이위치에 위치할 경우에 대한 설명을 도시한 개념도이고,

도 6은 본 발명에 따른 이동단말기의 위치측정장치에 대한 블록도이고,

도 7은 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 방법에 대한 순서도이고,

도 8 및 도 9는 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 방법에 따른 제1실험 예의 이동 단말기 위치 추정에 대한 MSE 그래프이고,

도 10 및 도 11은 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 방법에 따른 제1실험 예의 이동 단말기 위치 추정에 대한 MSE 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0059] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 이동단말기의 위치 측정 장치 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정 한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0060] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0061] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0062] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0063] 본 발명의 실시 예에 따른 이동 단말기는 디지털 방송 단말기, 개인정보 단말기(PDA, Personal Digital Assistant), 스마트 폰(Smart Phone), 태블릿(Tablet) PC, 아이패드(Ipad), CSS-UWB(Chirp Spread Spectrum Ultra WideBand)와 IR-UWB(Impulse-Radio UWB), 3G 단말기 예를 들면 IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)단말기, WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 단말기, GSM/GPRS(Global System For Mobile Communication Packet Radio Service) 및 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Service) 단말기 등과 같은 모든 정보 통신 기기 및 멀티미디어 기기 등이 포함될 수 있다. 그러나 본 명세서에서 기재된 실시 예에 따른 구성은 휴대 단말기에만 적용 가능한 경우를 제외하면, 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터 등과 같은 고정 단말기에도 적용될 수도 있음을 본 기술분야의 당업자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.
- [0064] 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 이하 설명되는 복수 혹은 적어도 둘 이상의 기지국은 본 발명이 적용된 세 개의 기지국을 포함하는 의미로 혼용하여 사용하기로 하나, 본 발명이 이에 한정되지 않음을 미리 밝혀두는 바이다.
- [0065] 제안된 방법은 상용 이동통신 시스템은 물론, 높은 정확도가 요구되는 이동로봇 시스템 및 각종 군사용 장비에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.
- [0066] 도 1에는 본 발명이 적용되는 이동통신 시스템에 대한 개략적인 구성도가 도시되어 있다.
- [0067] 도면을 참조하면, 본 발명이 적용된 이동통신 시스템(100)은 복수의 기지국(110, 112, 114), 이동단말기(116)

및 위치 측정 장치를 포함하는 위치 측정 서비스 서버(118)를 포함한다. 여기에서는 위치 결정 장치가 위치 측정 서비스 서버(118)에 포함되는 것으로 설명하였으나, 이동단말기(116)에 설치될 수도 있다.

[0068] 상기 이동 단말기(116)는 상기 위치 측정 서비스 서버(118)에 가입 등록되어 위치 측정 서비스 서버(118)에서 형성하는 서비스 영역 안을 자유롭게 이동하면서 기설정된 통신 경로를 경유한다.

[0069] 또한, 상기 이동단말기(116)는 상기 복수의 기지국(110, 112, 114) 혹은 어느 하나의 기지국과의 페이징을 수행하고, 상기 위치 측정 서비스 서버(118)로부터 도착 시간을 획득하여 상기 도착 시간 기반의 셀프-포지셔닝(selfpositioning)도 수행할 수 있다.

[0070] 상기 기지국(110, 112, 114)은 해당 네트워크 내 기설정된 영역에 각각 분산되어 상기 네트워크의 통신 정책(policy)에 따라 무선 채널을 통해 이동단말기(116)와의 통신을 수행하며, 상기 이동단말(116)로부터 수신된 거리 추정 프레임을 상기 위치 측정 서비스 서버(118)로 무선 전송한다.

[0071] 상기 위치 측정 서비스 서버(118)는 복수의 기지국(110, 112, 114)과 통신하며, 상기 네트워크 내 다수의 이벤트를 저장 및 통합 관리하고, 상기 이동단말기(116)와 복수의 기지국(110, 112, 114)간 전송 신호 시간정보를 통해 거리를 정한 도착 시간으로부터 거리 추정을 수행한다.

[0072] 즉, 상기 위치 측정 서비스 서버(118)에 포함되어 본 발명의 이동단

[0073] 말기의 위치 측정 장치는 해당 네트워크 내 기설정된 영역에 분산 배치된 복수의 기지국(110, 112, 114)이 위치하는 영역으로부터 대응하는 이동단말(116)의 현재 위치를 도착 시간 기반의 거리 측정을 위해 수행하여 획득하고 이를 위치 기반 서비스를 수행하는 네트워크에서 위치 측위 서비스하는 것으로, 고정형 혹은 위치 획득가능한 이동형일수 있으며, 상기 위치 기반 서비스 시 무선 채널을 활성화하여 이동 단말기(116)의 위치를 일시적으로 또는 지속적으로 측위하여 미리 설정된 주기별로 출력한다.

[0074] 도 2에는 제1 내지 제3기지국(BS1,BS2,BS3)과 이동단말기(218) 사이의 위치관계에 대한 예시가 도시되어 있다. 일반적으로 도착 시간 삼각변 측량법에서 거리 측정 방식은 3개 지점에 대한 위치 정보를 기반으로 대상물에 대한 측정 거리를 이용하여 대상물의 위치를 인식하는 방식으로 주로 신호나 전파(예컨대, 위성신호, 이동통신신호, 초음파, RF 신호등)의 비행 시간(TOF:Time of Flight), 감쇠(attenuation) 등을 이용하여 셋 이상의 기준 지점으로부터 거리를 측정한 후 이동단말의 위치를 계산하는 데 이용된다.

[0075] 적어도 세 개의 기지국(BS1, BS2, BS3)과 이동단말기(MS, 218) 사이의 거리 정보가 네트워크 등을 통해 위치 측정 장치로 전송되면 본 발명의 위치 측정 장치가 이를 기초로 이동단말(218)의 위치를 측정하는 것을 나타낸 것으로, 도시된 바와 같이, 세 개의 기지국(BS1, BS2, BS3)과 이동단말(MS, 218)의 거리(d1,d2,d3)와 세 개의 기지국(BS1, BS2, BS3)의 좌표를 기반으로 하는 세 개의 원의 교점을 이용하여 이동단말(218)의 위치를 추정한다.

[0076] 한편, 도 3에는 거리추정에 의해 늘어난 반지름 기반의 세 원이 만나는 일반적인 경우에 대한 예시가 도시되어 있다. 실제로, 기지국(BS1, BS2, BS3)과 이동단말기(218)는 각 기지국(BS1, BS2, BS3)에 이동단말기(218)의 따른 거리 추정 값에 따라 도 3에 도시된 바와 같은 형태의 위치 관계를 보인다.

[0077] 또한, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 기지국들(BS1, BS2, BS3)에 대한 이동단말기(518)의 위치가 도 2 및 도 3의 일반적인 일반위치와 달리 특이위치를 갖을 수도 있다. 특이 위치에 이동단말기가 위치 시 종래의 삼각변 측량법으로는 오차가 발생하는데, 본 발명의 이동 단말기의 위치 측정 장치는 이러한 특이위치에 이동단말기의 위치를 보다 정확하게 산출할 수 있다.

[0078] 도 6에는 본 발명에 따른 이동 단말기의 위치 측정 장치(300)가 도시되어 있다.

[0079] 도면을 참조하면, 상기 이동 단말기의 위치 측정 장치(300)는 거리 추정부(310), 가상원 산출부(320), 판별부(330) 및 위치 계산부(340)를 포함한다.

[0080] 이동단말기의 위치를 결정하기 위해 제1 내지 제3기지국의 좌표들과 이동단말기 사이의 추정된 거리에 해당하는 반지름을 기반으로 하는 세 개의 가상원들로부터 획득된 세 개의 방정식에 대한 해를 구할 수 있는데, 이동단말기와 i번째 기지국 즉, 제i기지국 사이의 이격 거리 d_i에 대한 수학적식은 하기와 같다.

[0081]
$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

[0082] 여기서, i는 1,2,3이고, x,y는 이동단말기의 x축 좌표 및 y축 좌표이며, x_i,y_i는 i번째 기지국 즉, 제i기지국의

x축 좌표 및 y축 좌표이다.

[0083] 거리 추정부(310)는 이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2 및 제3기지국 으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정한다. 이때, 거리 추정부(310)는 상기 이동단말기의 신호 도달 시간(TOA:Time Of Arrive)을 이용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정한다.

[0084] 거리 추정부(310)는 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 이용하여 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정할 수 있다. 이때, 거리 추정부(310)는 하기의 수학식1을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수를 계산한다.

수학식 1

$$[0085] \quad nd_i = \text{ceil}((d_i/c) * f_c)$$

[0086] 여기서, i는 1,2,3이며, nd_i 는 i번째 기지국 즉, 제i기지국에 대한 지연샘플의 개수이고, c는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이다. 이때, "ceil"을 제외한 수학식 1의 우변은 일반적으로 정수가 아니므로 수학식 2의 우변에 올림함수를 뜻하는 "ceil"을 사용한다.

[0087] 거리 추정부(310)는 수학식1을 통해 수학식 1에 의해 계산된 지연샘플의 개수를 이용하여 하기의 수학식2를 통해 상기 제1 내지 제3기지국과 이동단말기 사이의 거리를 추정한다.

수학식 2

$$[0088] \quad d_{ie} = (nd_i * c) / f_c$$

[0089] 여기서, d_{ie} 는 추정된 이동단말기와 i번째 기지국 즉, 제i기지국 사이의 거리이고, nd_i 는 i번째 기지국 즉, 제i 기지국에 대한 지연샘플의 개수이고, c는 빛의 속도이며, f_c 는 특정 반송 주파수이다.

[0090] 가상원 산출부(320)는 상기 거리 산출부를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출한다.

[0091] 판별부(330)는 상기 가상원 산출부(320)를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이 위치 중 어느 위치인지 판별한다.

[0092] 상기 판별부(330)는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되지 않으면, 도 2 및 도 3에 도시된 예시와 같이 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치로 판별한다.

[0093] 또한, 판별부(330)는 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되면 도 4 및 도 5에 도시된 예시와 같이 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별한다.

[0094] 위치 계산부(340)는 상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하는 것으로서, 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 이동단말기의 위치를 산출하는 특이 산출유닛(350)과, 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 이동단말기의 위치를 산출하는 일반산출유닛(360)을 구비한다.

[0095] 상기 특이 산출유닛(350)은 도 4 및 도5를 참조하여 보다 상세히 설명하면 다음과 같다. 상기 특이 산출유닛(350)은 가상원 설정부(351), 교점 설정부(352), 교점 산출부(353) 및 위치 결정부(354)를 구비한다.

[0096] 가상원 설정부(351)는 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 가상

원들의 위치관계에 따라 제1 내지 제3기준원을 설정한다. 상기 가상원 설정부(351)는 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원(514)으로 설정한다. 즉, 가상원 설정부(351)는 도 5에서 가상원들 중 가장 작은 크기의 제3가상원(C3)을 제1기준원(514)으로 설정한다.

[0097] 또한, 가상원 설정부(351)는 상기 제1 내지 제3가상원(C1,C2,3) 중 상기 제1기준원(514)을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원(510,512)으로 설정한다. 즉, 가상원 설정부(351)는 도 5에서 제1가상원(C1) 및 제2가상원(C2)을 각각 제2기준원(510) 및 제3기준원(512)으로 설정한다.

[0098] 교점 설정부(352)는 상기 가상원 설정부(351)에서 설정된 기준원들 사이의 교점을 설정한다. 보다 상세히 설명하면, 상기 교점 설정부(352)는 가상원 설정부(351)에서 설정된 제1기준원(514)과 제2기준원(510)의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정한다. 즉, 도 5에서, 교점I, 교점I'이 각각 제1 및 제2교점으로 설정된다.

[0099] 또한, 교점설정부는 상기 제1기준원(514)과 제3기준원(512)의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정한다. 즉, 도 5에서, 교점J가 제3교점으로 설정된다. 그리고, 교점설정부는 상기 제1기준원(514)과 제3기준원(512)의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정한다. 즉, 도 5에서, 교점J'이 제4교점으로 설정된다.

[0100] 교점 산출부(353)는 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출한다. 하기의 수학식3을 통해 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리를 산출한다.

수학식 3

$$d_{jj+1} = \sqrt{(x_j - x_{j+1})^2 + (y_j - y_{j+1})^2}$$

[0102] 여기서, j=1 또는 3이며, x_j 는 제j교점의 x축 좌표이고, y_j 는 제j교점의 y축 좌표이고, x_{j+1} 는 제j+1교점의 x축 좌표이고, y_{j+1} 는 제j+1교점의 y축 좌표이다.

[0103] 즉, 제1 및 제3교점 사이의 거리는 $d_{13} = \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2}$ 의 수식에 의해 산출되며, 여기서, d_{13} 은 제1 및 제3교점 사이의 거리이며, x_1 는 제1교점의 x축 좌표이고, y_1 는 제1교점의 y축 좌표이며, x_3 는 제3교점의 x축 좌표이고, y_3 는 제3교점의 y축 좌표이다.

[0104] 또한, 제2 및 제4교점 사이의 거리는 $d_{24} = \sqrt{(x_2 - x_4)^2 + (y_2 - y_4)^2}$ 의 수식에 의해 산출되며, 여기서, d_{24} 은 제2 및 제4교점 사이의 거리이며, x_2 는 제2교점의 x축 좌표이고, y_2 는 제2교점의 y축 좌표이며, x_4 는 제4교점의 x축 좌표이고, y_4 는 제4교점의 y축 좌표이다.

[0105] 교점 산출부(353)는 수학식 3에 의해 산출된 거리 정보를 토대로 가장 짧은 거리를 갖는 교점들을 선택한다. 도 5에 도시된 예시의 경우, 교점 산출부(353)에 의해 제2교점(I')과 제4교점(J')이 선택된다.

[0106] 위치 결정부(354)는 교점 산출부(353)를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 상기 이동단말기의 위치로 결정한다. 상기 위치 결정부(354)는 하기의 수학식4를 통해 상기 교점 산출부(353)를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출한다.

수학식 4

$$xm = (I'_x + J'_x) / 2$$

$$ym = (I'_y + J'_y) / 2$$

[0109] 여기서, (xm, ym)은 상기 평균 좌표이고, I'_x , I'_y 은 상기 교점 산출부(353)를 통해 산출된 교점들 중 어느 하

나의 x축 좌표 및 y축 좌표이고, J_x' , J_y' 은 상기 교점 산출부(353)를 통해 산출된 교점들 중 다른 하나의 x축 좌표 및 y축 좌표이다. 도 5에 도시된 예시의 경우, I_x' , I_y' 은 제2교점(I')의 x축 좌표 및 y축 좌표이고, J_x' , J_y' 은 제4교점(J')의 x축 좌표 및 y축 좌표가 적용되는 것이 바람직하다.

[0110] 위치 결정부(354)는 수학식 4에 의해 산출된 평균좌표를 이동단말기의 위치 좌표로 결정한다.

[0111] 한편, 일반산출유닛(360)은 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 이동단말기의 위치를 산출하는 것으로, 도 3을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0112] 일반산출유닛(360)은 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원(214)과 제2가상원(212)의 교점들(42,46)을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원(212)과 제3가상원(210)의 교점(41,44)들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상원(214)과 제3가상원(210)의 교점(43,46)들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정한다.

[0113] 먼저, 일반산출유닛(360)은 하기의 수학식 5를 통해 제1 내지 제3가상원의 각 원 방정식을 생성한다.

수학식 5

$$x^2 + y^2 + a_i x + b_i y + c_i = 0$$

[0115] 여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - d_i^2$ 이며, i 는 1,2,3이고, x, y 는 이동단말기의 x축 좌표 및 y축 좌표이며, x_i, y_i 는 i 번째 기지국 즉, 제 i 기지국의 x축 좌표 및 y축 좌표이다. 또한, d_i 는 i 번째 기지국 즉, 제 i 기지국으로부터 이동단말기까지의 추정된 거리이다.

[0116] 다음, 일반산출유닛(360)은 제1 내지 제3가상원들에 의해 형성된 여섯 개의 교점을 산출하고, 상기 교점들은 서로 교차하여 페어링(pairing)되는 가상원들로부터 두 개의 교점을 선택한다.

[0117] 이때, 상기 생성된 원의 반지름에 해당하는 추정된 거리는 수학식 2의 "ceil"함수에 의해 실제 거리보다 일반적으로 길어지게 되어, 추정된 거리에 대한 반지름을 가지는 세 개의 가상원은 일반적으로 한 점에서 만나지 못하게 된다. 따라서, 이들 가상원은 일반적으로 하나의 교점이 아닌 여섯 개의 교점을 생성하게 된다.

[0118] 이를 보다 상세히 도 4를 참조하면, 일반산출유닛(360)은 서로 교차하여 페어링 되는 제1가상원(214) 및 제2가상원(212)의 두 개의 교점(42,46), 서로 교차하여 페어링 되는 제1가상원(214) 및 제3가상원(210)의 두 개의 교점(43, 45), 서로 교차하여 페어링 되는 제2가상원(212) 및 제3가상원(210)의 두 개의 교점(41, 44)를 인식한다.

[0119] 다음, 일반산출유닛(360)은 인식된 기설정된 복수의 교점 즉, 두 개의 교점별 연결을 수행하여 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득한다. 이후, 일반산출유닛(360)은 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하는데, 하기의 수학식 6을 이용하여 해당 이동단말의 위치 정보로 결정한다.

수학식 6

$$x = \frac{(c_2 - c_1)(b_2 - b_3) - (c_3 - c_2)(b_1 - b_2)}{(a_1 - a_2)(b_2 - b_3) - (a_2 - a_3)(b_1 - b_2)}$$

$$y = \frac{(a_1 - a_2)(c_3 - c_2) - (c_2 - c_1)(a_2 - a_1)}{(a_1 - a_2)(b_2 - b_3) - (a_2 - a_3)(b_1 - b_2)}$$

[0122] 여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - d_i^2$ 이며, i 는 1,2,3이고, x, y 는 이동단말기의 x축 좌표 및 y축 좌표이며, x_i, y_i 는 i 번째 기지국 즉, 제 i 기지국의 x축 좌표 및 y축 좌표이다. 또한, d_i 는 i 번째 기지국 즉, 제 i 기지국으로부터

부터 이동단말기까지의 추정된 거리이다.

- [0123] 상술된 바와 같이, 일반산출유닛(360)은 복수의 기지국, 즉 적어도 세 개 이상의 기지국과 통신하며, 상기 기지국별 세 개의 중첩되는 원에 의해 생성되는 여섯 개의 교점을 생성하여 상기 세 개의 원들 중 서로 교차되어 패어링 가능한 두 개의 원들로부터 두 개의 교점을 생성하고, 상기 두 개의 교점을 연결하는 세 개의 직선들을 이용하여 이동단말기의 위치 정보를 결정한다.
- [0124] 한편, 일반산출유닛(360)은 이에 한정하는 것이 아니라 종래에 일반적으로 사용되는 TOA 삼각변 측량법으로서, LS(least square) 방식이나 세 개의 원이 생성하는 여섯 개의 교점 중 세 개의 내부 교점의 평균을 구하는 방식인 최단거리 알고리즘 등이 사용될 수도 있다.
- [0125] 한편, 도 7에는 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 방법에 대한 순서도가 도시되어 있다.
- [0126] 도면을 참조하면, 상기 이동단말기의 위치 측정 방법은 거리 추정단계(S110), 가상원 산출단계(S120), 판별단계(S130) 및 위치 계산단계(S140)를 포함한다.
- [0127] 거리 추정단계(S110)는 이동단말기를 서빙(serving)하는 제1기지국과, 상기 제1기지국에 인접된 제2 및 제3기지국으로부터 상기 이동단말기까지의 이격거리를 추정하는 단계이다. 거리 추정부(310)는 상술된 바와 같이 이동단말기의 신호 도달시간(TOA:Time Of Arrive)을 이용하는데, 수학식 1 및 수학식2를 통해 각 기지국에서 이동단말기까지의 이격거리를 추정한다.
- [0128] 가상원 산출단계(S120)는 상기 거리 추정단계(S110)를 통해 추정된 이격거리 정보를 토대로 상기 제1기지국을 중심으로 상기 제1기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제1가상원, 상기 제2기지국을 중심으로 상기 제2기지국과 이동단말기 사이의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제2가상원 및 상기 제3기지국을 중심으로 상기 제3기지국과 이동단말기까지의 이격거리에 대응되는 반경을 갖는 제3가상원을 산출하는 단계이다. 가상원 산출부(320)는 각 기지국을 중심으로 제1 내지 제3가상원을 산출한다.
- [0129] 판별단계(S130)는 상기 가상원 산출단계(S120)를 통해 산출된 상기 제1 내지 제3가상원에 따라 상기 제1 내지 제3기지국에 대한 상기 이동단말기의 위치가 기설정된 기준범위에 포함된 일반위치 또는 상기 기준범위에 벗어난 특이위치 중 어느 위치인지 판별하는 단계이다.
- [0130] 이때, 상기 판별단계(S130)는 판별부(330)에 의해 상기 제1 내지 제3가상원 중 어느 하나의 가상원이 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 나머지의 가상원들의 내측 영역에 포함되면 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치인 것으로 판별한다.
- [0131] 위치 계산단계(S140)는 상기 제1 내지 제3가상원을 통해 상기 이동단말기의 위치를 산출하는 것으로서, 특이위치 산출단계(S150) 및 일반위치 산출단계(S160)를 포함한다.
- [0132] 특이 위치 산출단계는 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 이동단말기의 위치를 산출하는 단계로서, 가상원 설정단계(S151), 교점 설정단계(S152), 교점 산출단계(S153) 및 위치 결정단계(S154)를 포함한다.
- [0133] 가상원 설정단계(S151)는 상기 판별단계(S130)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원 중 다른 가상원들의 내측 영역에 포함되는 가상원을 제1기준원으로 설정하고, 상기 제1 내지 제3가상원 중 상기 제1기준원을 제외한 나머지 가상원을 제2 및 제3기준원으로 설정하는 단계이다. 가상원 설정부(351)는 상기 판별단계(S130)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 특이위치로 판별될 경우, 상기 제1 내지 제3가상원을 설정한다.
- [0134] 교점 설정단계(S152)는 상기 가상원 설정단계(S151)에서 설정된 제1기준원과 제2기준원의 교점들을 제1 및 제2교점으로 설정하고, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제1교점에 인접된 교점을 제3교점으로 설정하며, 상기 제1기준원과 제3기준원의 교점들 중 상기 제2교점에 인접된 교점을 제4교점으로 설정하는 단계이다. 교점 설정부(352)는 가상원 설정단계(S151)에서 가상원의 설정이 완료되면 각 교점을 설정한다.
- [0135] 교점 산출단계(S153)는 상기 제1 및 제3교점 사이의 거리 및 상기 제2 및 제4교점 사이의 거리 중 짧은 거리를 이루는 교점들을 산출하는 단계이다. 교점 산출부(353)는 상술된 바와 같이 수학식 3을 통해 각 교점 간의 거리를 산출하고, 수학식 3에 의해 산출된 거리 정보를 토대로 가장 짧은 거리를 갖는 교점들을 선택한다.
- [0136] 위치 결정단계(S154)는 상기 교점 산출단계(S153)를 통해 산출된 교점들의 좌표에 대한 평균 자료를 상기 이동단말기의 위치로 결정하는 단계이다. 위치 결정부(354)는 상기 수학식4를 통해 상기 교점 산출부(353)를 통해 산

출된 교점들의 좌표에 대한 평균 좌표를 산출한다.

- [0137] 한편, 일반위치 산출단계(S160)는 상기 판별부(330)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 이동단말기의 위치를 산출하는 단계이다. 이때, 일반산출유닛(360)은 상기 판별단계(S130)를 통해 상기 이동단말기의 위치가 상기 일반위치로 판별될 경우, 상기 제1가상원과 제2가상원의 교점들을 잇는 제1가상선, 상기 제2가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제2가상선 및 상기 제1가상원과 제3가상원의 교점들을 잇는 제3가상선을 산출하고, 상기 제1 내지 제3가상선의 교점을 상기 이동단말기의 위치로 결정한다.
- [0138] 한편, 일반위치 산출단계(S160)는 이에 한정하는 것이 아니라 종래에 일반적으로 사용되는 TOA 삼각변 측량법으로서, LS(least square) 방식이나 세 개의 원이 생성하는 여섯 개의 교점 중 세 개의 내부 교점의 평균을 구하는 방식인 최단거리 알고리즘 등이 사용될 수도 있다.
- [0139] 상술된 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 장치(300) 및 이를 이용한 이동단말기의 위치 측정 방법은 이동 단말기의 신호 도달시간을 이용한 삼각변 측량법을 사용하여 이동 단말기의 위치 추정시, 이동단말기의 위치에 따라 적합한 측정방식을 선택하여 적용할 수 있으므로 GPS 위성신호의 수신에 불가능한 경우에도 높은 정확도를 가지는 위치 추정 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있다.
- [0140] 본 발명에서 제안된 방법 기반의 도착 시간 삼각변 측량법의 성능 평가를 위한 시뮬레이션을 위해 실험 예의 조건은 다음과 같다. 먼저, 이동단말기가 일반위치인 설정에서는 (-1000,5000), (6000,-3000) 및 (-7000,600)의 좌표를 각각 가지는 세 개의 고정된 기지국을 이용한다고 가정하고, 이동단말기가 특이위치인 설정에서는 (-3000,5000), (1500,3000) 및 (7000,600)의 좌표를 각각 가지는 세 개의 고정된 기지국을 이용한다고 가정한다. 또한, 좌표의 단위는 m이고, 반송 주파수로 50MHz, 100MHz, 500MHz, 1GHz, 5GHz, 10GHz를 고려하였다. 또한, 다수의 이동단말기가 위치가 일반위치 및 특이위치인 두가지 실시 예를 고려하였다.
- [0141] 제1실험 예는 이동단말기들의 90%가 일반위치에 있고, 나머지 10%의 이동단말기가 특이위치에 있도록 설정하였다. 그리고 제2실험 예는 이동단말기들의 95%가 일반위치에 있고, 나머지 5%의 이동단말기가 특이위치에 있도록 설정하였다. 이때, 이동단말기의 좌표는 제1케이스로 제1 및 제2실험 예에 대해 100m ~ +100m에서 무작위로 선택하거나, 제2케이스로 -500 ~ +500m에서 무작위로 선택된다. 본 발명의 성능은 이동국의 MSE(mean square error)에 의해 평가된다.
- [0142] 실제 이동국과 추정된 이동국의 위치에 대한 오차는 하기의 수학적 식 7에 의해 계산되고, 이동단말 위치에 대한 MSE는 수학적 식 8에 의해 계산된다.

수학적 식 7

$$Error_{Position} = \sqrt{(x - \hat{x})^2 + (y - \hat{y})^2}$$

[0143]

[0144] 여기서, x,y는 이동단말기의 실제 좌표이고, $\hat{x}, \hat{y}$ 는 본 발명에 의해 산출된 이동단말기의 좌표이다.

수학적 식 8

$$MSE_{Position} = E[Error_{Position}^2]$$

[0145]

[0146] 도 8에는 상기 제1케이스에 대한 제1실험 예의 각 주파수에 따른 이동단말기의 위치 추정에 대한 MSE 그래프가 게시되어 있고, 도 9에는 상기 제2케이스에 대한 제1실험 예의 각 주파수에 따른 이동단말기의 위치 추정에 대한 MSE 그래프가 게시되어 있고, 도 10에는 상기 제1케이스에 대한 제2실험 예의 각 주파수에 따른 이동단말기의 위치 추정에 대한 MSE 그래프가 게시되어 있고, 도 11에는 상기 제2케이스에 대한 제2실험 예의 각 주파수에 따른 이동단말기의 위치 추정에 대한 MSE 그래프가 게시되어 있다.

[0147] 여기서, ○은 본 발명과 달리, 특이위치 산출단계(S150)를 제외하고, 일반위치 산출단계(S160)만을 수행한 결과 값이고, △는 본 발명에 따른 이동단말기의 위치 측정 방법을 수행한 결과 값이다. 도면을 참조하면, 본 발명에

따른 이동단말기의 위치 측정 방법의 MSE 값이 일반위치 산출단계(S160)만 수행한 방법보다 낮다는 것을 알 수 있다.

[0148] 본 발명에서 제안된 방법을 사용하여 GPS 위성신호의 수신에 불가능한 경우에도 높은 정확도를 가지는 위치추정 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 제안된 방법은 상용 이동통신 시스템은 물론, 높은 정확도가 요구되는 이동로봇 시스템 및 각종 군사용 장비에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

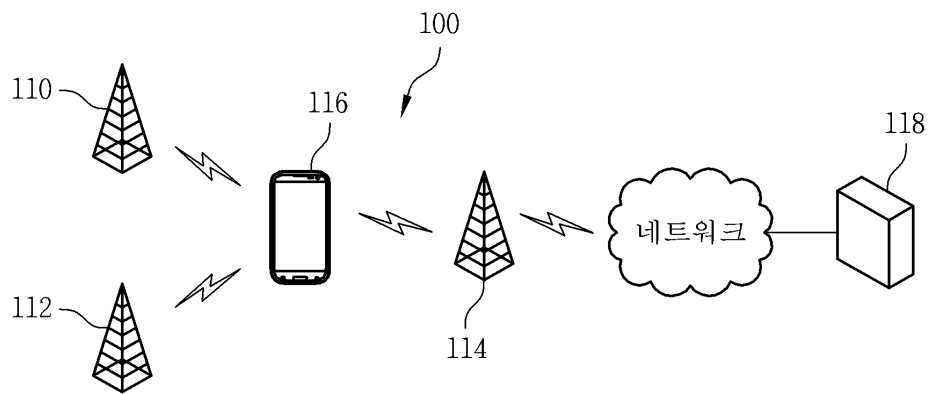
[0149] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

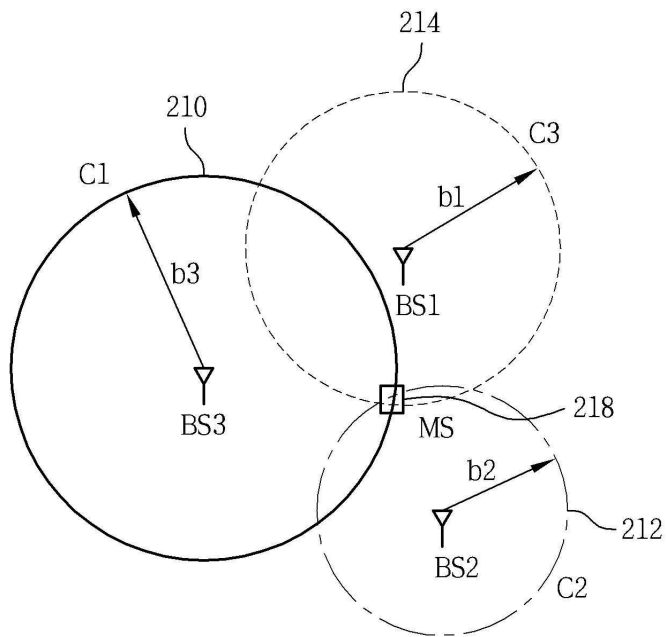
[0150] 300: 위치 측정 장치
310: 거리 추정부
320: 가상원 산출부
330: 판별부
340: 위치 계산부
350: 특이 산출유닛
351: 가상원 설정부
352: 교점 설정부
353: 교점 산출부
354: 위치 결정부
360: 일반산출유닛
S110: 거리 추정단계
S120: 가상원 산출단계
S130: 판별단계
S140: 위치 계산단계
S150: 특이위치 산출단계
S151: 가상원 설정단계
S152: 교점 설정단계
S153: 교점 산출단계
S154: 위치 결정단계
S160: 일반위치 산출단계

도면

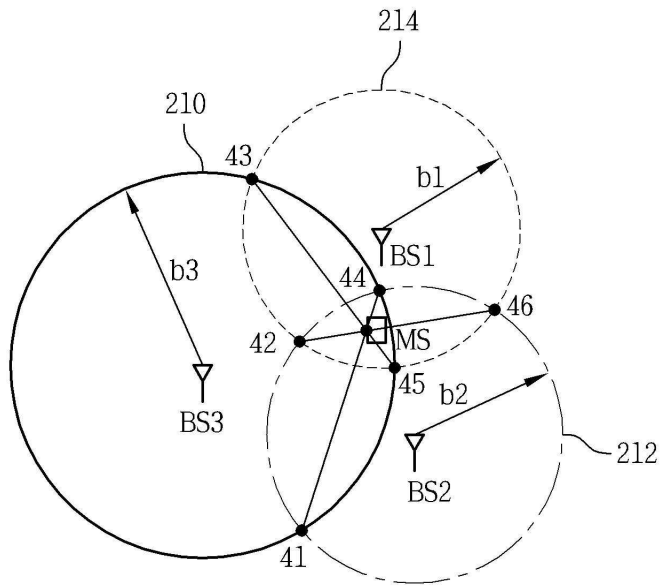
도면1



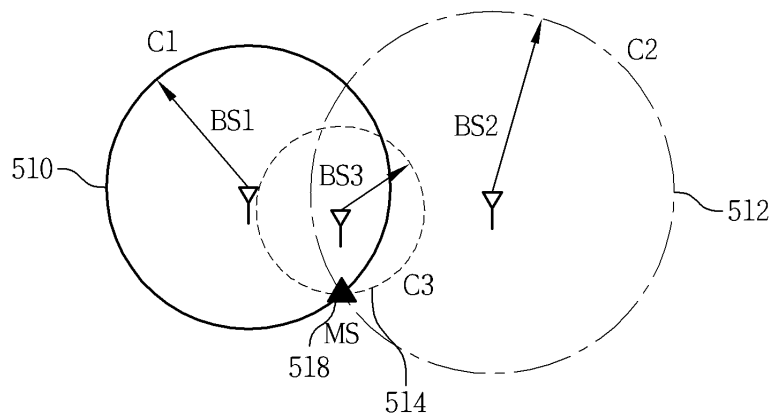
도면2



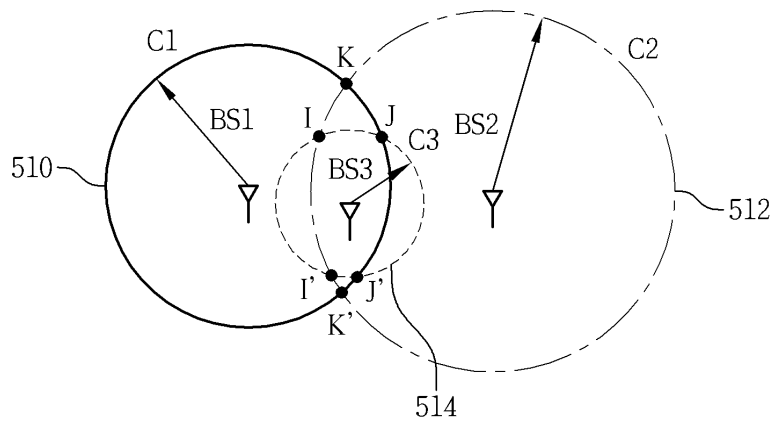
도면3



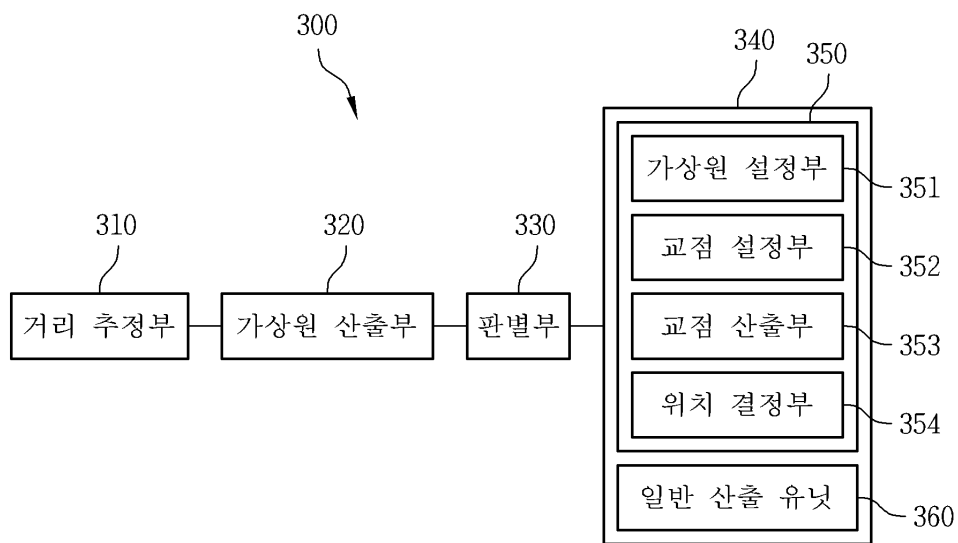
도면4



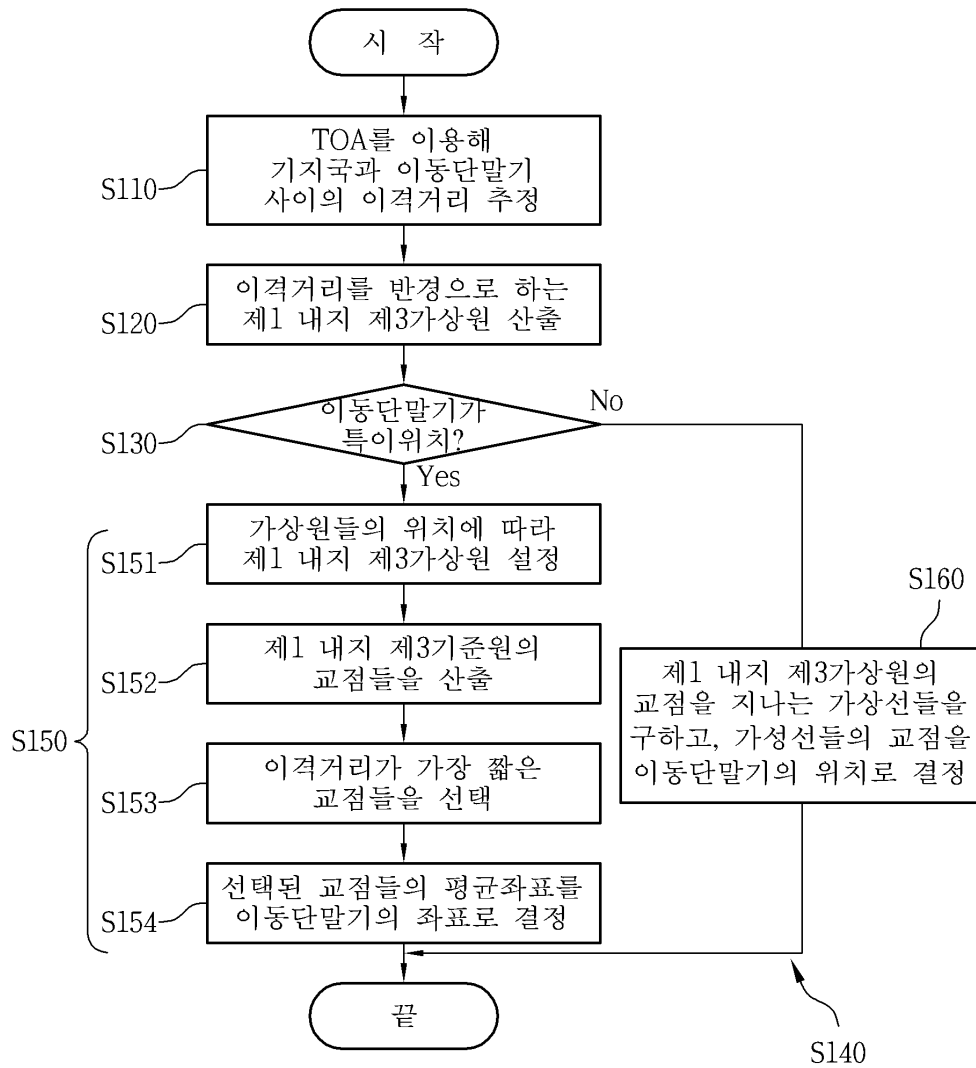
도면5



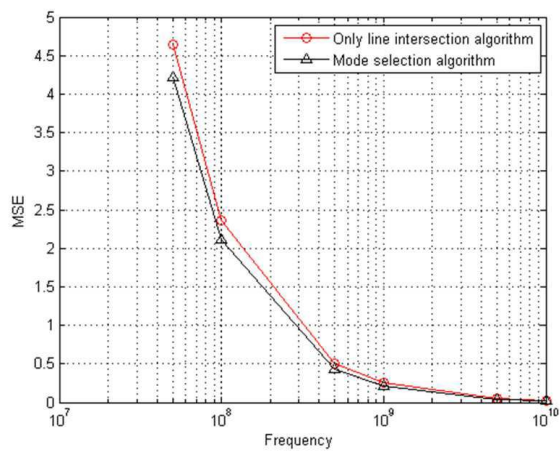
도면6



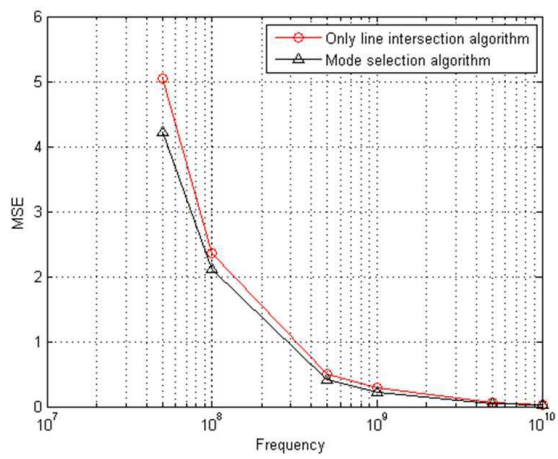
도면7



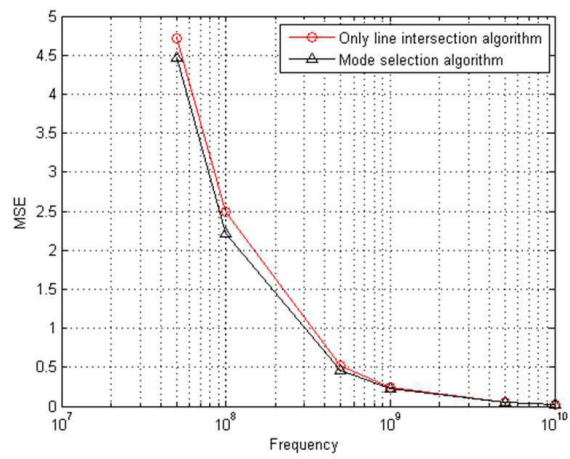
도면8



도면9



도면10



도면11

