

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0056999 (43) 공개일자 2016년05월23일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01S 5/14 (2006.01) H04W 64/00 (2009.01)	(71) 출원인 조선대학교산학협력단 광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)	
(21) 출원번호 10-2014-0157056	(72) 발명자 황석승 광주 광산구 왕버들로132번길 35, 603동 1302호 (수완동, 대방노블랜드6차아파트)	
(22) 출원일자 2014년11월12일 심사청구일자 2014년11월12일 기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도	(74) 대리인 특허법인충정	

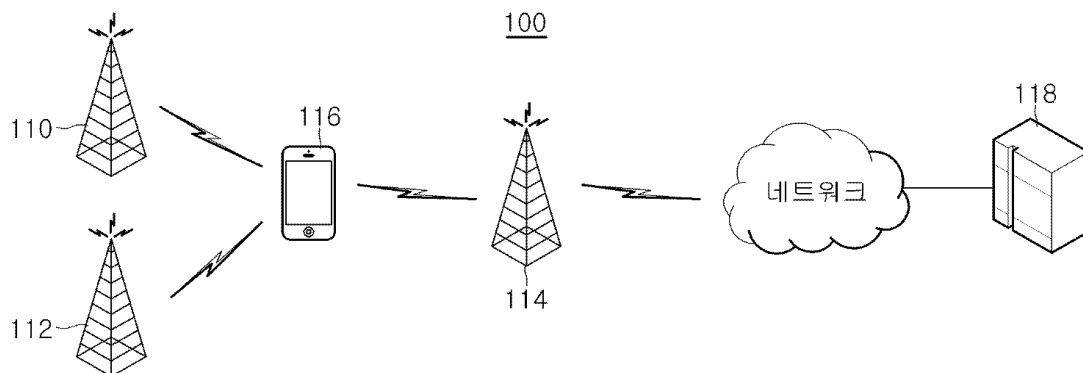
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국에서 서빙(serving) 중인 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 각 기지국의 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 각각 반지름으로 하여 기지국별 중첩되는 원을 생성하는 과정과, 상기 각 기지국을 중심으로 생성되어 상호 중첩되는 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하는 과정과, 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하여 상기 이동단말의 위치 정보로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013-056169

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구실육성사업

연구과제명 스마트 그린 건설기술 개발 및 실용화

기 여 율 1/2

주관기관 조선대학교

연구기간 2011.09.01 ~ 2016.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0024811

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업

연구과제명 이동로봇을 위한 하이브리드 위치추정 수신기 연구

기 여 율 1/2

주관기관 조선대학교

연구기간 2011.09.01 ~ 2016.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국에서 서빙(serving) 중인 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 각 기지국의 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 각각 반지름으로 하여 기지국별 중첩되는 원을 생성하는 과정과,

상기 각 기지국을 중심으로 생성되어 상호 중첩되는 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하는 과정과,

획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하여 상기 이동단말의 위치 정보로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 TOA 기반 이동단말의 위치 결정은,

하기의 식을 적용하여 이동단말과 세 개의 기지국 간 거리를 측정하고, 세 개의 기지국별 좌표와 측정된 거리에 해당하는 반지름을 기반으로 하는 세 개의 원들로부터 획득된 세 개의 방정식에 대한 해를 구하여 수행됨을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

$$d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}, i=1,2,3$$

(여기서, (x, y) 와 (x_i, y_i) 는 이동단말과 i 번째 기지국의 좌표)

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 TOA 기반 이동단말과 기지국 간의 거리 측정은,

하기의 식을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 측정됨을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

$$n_i = \text{ceil}\left(\frac{d_i}{c} \times f\right)$$

(여기서, n_i 는 지연 샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f 는 특정 반송 주파수)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산되는 식을 이용하여 이동단말과 소정 기지국 간 거리는 하기의 식에 의해 추정됨을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

$$\hat{d}_i = \frac{n_i \times c}{f}$$

(여기서, $\hat{d}_i$ 는 추정된 이동단말과 i 번째 기지국 사이의 거리)

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 기지국별 중첩되는 원을 생성하는 과정은,

하기의 식을 이용하여 생성된 상기 기지국별 중첩되는 원에 대한 방정식을 생성함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

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

(여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - \hat{d}_i^2$ 로 정의됨)

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 이동단말의 위치 정보 결정은,

하기의 식을 이용하여 결정됨을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

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

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

(여기서, $(\hat{x}, \hat{y})$ 는 이동단말의 추정된 좌표)

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 복수의 기지국은,

제1, 제2 및 제3 기지국을 포함하고, 상기 기지국별 세 개의 중첩되는 원에 의해 생성되는 여섯 개의 교점을 생성하여 상기 세 개의 원들 중 서로 교차되어 페어링(pairing) 가능한 두 개의 원들로부터 두 개의 교점을 생성하고, 상기 두 개의 교점을 연결하는 세 개의 직선들을 이용하여 이동단말의 위치 정보를 결정함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

청구항 8

소정 이동단말을 기준으로 상기 이동단말을 서빙(serving)하는 기지국과 상기 서빙 기지국에 인접하는 적어도 둘 이상의 인접 기지국으로부터 상기 이동단말이 위치하는 거리 정보를 수집하는 수집부와,

상기 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 기준 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 반지름으로 하여 원을 생성하는 제어부와,

상기 제어부로부터 생성된 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하고, 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하는 위치 계산부 및

상기 제어부의 제어 하에 상기 위치 계산부로부터 출력된 교점 연산 결과를 상기 이동단말의 위치 정보로 결정하는 위치 측정부를 포함함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어부로부터 생성된 원은,

이동단말의 위치를 기준으로 상기 이동단말을 서빙하는 기지국과 적어도 둘 이상의 인접 기지국과 연동되어 서로 중첩되게 생성됨을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

하기의 식을 적용하여 수집부를 통해 이동단말과 세 개의 기지국 간 거리를 측정하고, 세 개의 기지국별 좌표와 측정된 거리에 해당하는 반지름을 기반으로 하는 세 개의 원들로부터 획득된 세 개의 방정식에 대한 해를 구하여 TOA 기반 이동단말의 위치 결정이 수행되도록 제어함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

$$d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}, i=1,2,3$$

(여기서, (x, y) 와 (x_i, y_i) 는 이동단말과 i 번째 기지국의 좌표)

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제어부는,

하기의 식을 통해 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 TOA 기반 이동단말과 기지국 간의 거리 측정이 수행되도록 제어함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

$$n_i = \text{ceil}\left(\frac{d_i}{c} \times f\right)$$

(여기서, n_i 는 지연 샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f 는 특정 반송 주파수)

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수가 계산되는 식을 이용하여 이동단말과 소정 기지국 간 거리를 하기의 식에 통해 추정함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

$$\hat{d}_i = \frac{n_i \times c}{f}$$

(여기서, $\hat{d}_i$ 는 추정된 이동단말과 i 번째 기지국 사이의 거리)

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 제어부는,

하기의 식을 이용하여 생성된 상기 기지국별 중첩되는 원에 대한 방정식을 생성함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법.

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

(여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - \hat{d}_i^2$ 로 정의됨)

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 위치 측정부는,

상기 제어부의 제어 하에 하기의 식을 이용하여 이동단말의 위치 정보를 결정함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

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

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

(여기서, $(\hat{x}, \hat{y})$ 는 이동단말의 추정된 좌표)

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 위치 기반 서비스를 수행하는 네트워크는 제1, 제2 및 제3 기지국을 적어도 포함하고, 각 기지국별 제어부에서는 상기 기지국별 세 개의 중첩되는 원에 의해 생성되는 여섯 개의 교점을 생성하여 상기 세 개의 원들 중 서로 교차되어 페어링(pairing) 가능한 두 개의 원들로부터 두 개의 교점을 생성하고, 상기 두 개의 교점을 연결하는 세 개의 직선들을 이용하여 이동단말의 위치 정보가 결정되도록 제어함을 특징으로 하는 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 세 개의 원이 만나는 접점을 사용자의 위치로 결정하는 TOA 삼각변 측량법의 오차를 개선하여 위치 측정을 수행하는 기술에 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. 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. 다양한 이동국 위치추정 기술이 개발되어 왔는데, 크게 GPS를 사용하는 핸드셋 방식과, 기지국을 사용하는 네트워크 방식의 두 가지 유형으로 분류할 수 있다.

[0003] 대표적인 네트워크 방식의 위치추정 기술이 TOA 삼각변 측량법으로, 이동국과 세 개의 기지국 사이의 거리를 추

정한 후, 세 개의 기지국의 좌표들과 추정된 세 개의 거리를 반지름으로 하는 세 개의 원을 생성시켜, 원들이 만나는 교점을 이동국의 위치로 결정하는 방법이다. 거리는 일반적으로 기지국과 이동국 사이에 송/수신된 신호의 지연(delay) 수를 이용하여 추정하는데, 이 과정에서 추정된 거리가 실제 거리보다 길어지게 된다. 이로 인해, 세 개의 원이 한 점에서 만나지 않아 위치추정 오차가 발생하게 된다. 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.

[0004] LS 방식은 비교적 큰 위치추정 오차가 발생 되고, 최단거리 알고리즘은 일반적으로는 좋은 성능을 보이나 특별한 상황에서는 상당히 큰 위치추정 오차가 발생하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서 본 발명은 TOA 기반 이동단말의 위치 측정 시 세 개의 원들에 대한 여섯 개의 교점들로부터 얻은 세 개의 직선의 교점을 이용한 선 교점 알고리즘을 이용하여 송신 신호 지연으로 인한 오차 발생을 최소화하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 견지에 따르면, 네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국에서 서빙(serving) 중인 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 각 기지국의 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 각각 반지름으로 하여 기지국별 중첩되는 원을 생성하는 과정과, 상기 각 기지국을 중심으로 생성되어 상호 중첩되는 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하는 과정과, 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하여 상기 이동단말의 위치 정보로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 다른 견지에 따르면, 소정 이동단말을 기준으로 상기 이동단말을 서빙(serving)하는 기지국과 상기 서빙 기지국에 인접하는 적어도 둘 이상의 인접 기지국으로부터 상기 이동단말이 위치하는 거리 정보를 수집하는 수집부와, 상기 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 기준 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 반지름으로 하여 원을 생성하는 제어부와, 상기 제어부로부터 생성된 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하고, 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하는 위치 계산부 및 상기 제어부의 제어 하에 상기 위치 계산부로부터 출력된 교점 연산 결과를 상기 이동단말의 위치 정보로 결정하는 위치 측정부를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명은 GPS에 비해 비교적 저렴한 비용으로 운영되나 상대적으로 높은 위치추정 오차를 가지고 있는 TOA 삼각변 측량법의 오차를 효과적으로 개선 가능한 선 교점 알고리즘을 통해 GPS 위성신호의 수신에 불가능한 경우에도 높은 정확도를 가지는 위치추정 결과 획득이 가능하다.

[0009] 또한, 본 발명은 상용 이동통신 시스템은 물론, 높은 정확도가 요구되는 이동로봇 시스템 및 각종 군사용 장비에도 활용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 시스템의 개략적인 전체 구성도.

도 2는 TOA 삼각변 측량법을 이용한 이동단말의 위치 추정에 관한 예시도.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 관한 전체 흐름도.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 있어

서, 선 교점 알고리즘 기반의 TOA 삼각변 측량법을 설명하기 위한 예시도.

도 5 및 도 6은 본 발명에서 제안된 선 교점 알고리즘 기반의 TOA 삼각변 측량법의 성능 평가를 위한 시뮬레이션 결과를 보인 예시도.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치에 관한 상세 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.
- [0012] 본 발명은 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 측정에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 TOA(Time of Arrival) 기반 이동단말과 기지국 간의 거리 정보를 산출하여 상기 이동단말의 위치 정보를 획득하기 하기 위해 네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국별 위치를 기준으로 이동단말과의 거리를 반지름으로 기지국 별 서로 중첩되는 원을 생성하고, 생성된 원들의 교점으로부터 상호 교차되어 패어링되는 원들의 교점을 인식하여 해당 교점에서 연장되는 복수의 직선들의 교점을 이동단말의 위치로 결정함으로써 이동단말의 위치를 기준으로 해당 네트워크 내 복수의 서빙(serving) 기지국으로부터 상기 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA)으로부터 산출되는 거리 추정 시 송신 신호 지연의 수에 대한 오차 발생을 최소화하므로 기존 TOA 삼각변 측량법에 비해 향상된 위치 측위 결과값을 제공하여 측위 오차를 크게 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 보다 넓은 지역에 위치 기반 서비스를 제공하여 기존의 위치 측위 모듈의 하드웨어 변경 사항 없이 위치 측위 성능을 향상하는 기술을 제공하고자 한다.
- [0013] 본 발명의 실시 예에 따른 이동 단말은 디지털 방송 단말기, 개인 정보 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 정보통신기기 및 멀티미디어 기기 등이 포함될 수 있다. 그러나 본 명세서에서 기재된 실시 예에 따른 구성은 휴대단말기에만 적용 가능한 경우를 제외하면, 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터 등과 같은 고정 단말기에도 적용될 수도 있음을 본 기술 분야의 당업자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.
- [0014] 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.
- [0015] 이하, 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 관해 도 1 내지 도4를 참조하여 자세히 살펴보기로 한다.
- [0016] 먼저, 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 시스템의 개략적인 전체 구성도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 본 발명이 적용된 시스템(100)은 복수의 기지국(110, 112, 114), 이동단말(116) 및 위치 측정 장치를 포함하는 위치 측정 서비스 서버(118)를 포함한다.
- [0018] 상기 이동 단말(116)은 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.
- [0019] 또한, 상기 이동단말(116)은 상기 복수의 기지국(110, 112, 114) 혹은 어느 하나의 기지국과의 페이징을 수행하고, 상기 위치 측정 서비스 서버(118)로부터 TOA를 획득하여 상기 TOA 기반의 셀프-포지셔닝(self-

positioning)도 수행할 수 있다.

- [0020] 상기 기지국(110, 112, 114)은 해당 네트워크 내 기설정된 영역에 각각 분산되어 상기 네트워크의 통신 정책(policy)에 따라 무선 채널을 통해 이동단말(116)과의 통신을 수행하며, 상기 이동단말(116)로부터 수신된 거리 추정 프레임을 상기 위치 측정 서비스 서버(118)로 무선 전송한다.
- [0021] 상기 위치 측정 서비스 서버(118)은 복수의 기지국(110, 112, 114)과 통신하며, 상기 네트워크 내 다수의 이벤트를 저장 및 통합 관리하고, 상기 이동단말(116)과 복수의 기지국(110, 112, 114)간 전송 신호 시간정보를 통해 거리를 추정된 TOA로부터 거리 추정을 수행한다.
- [0022] 즉, 상기 위치 측정 서비스 서버(118)에 포함되어 본 발명이 적용된 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치는 해당 네트워크 내 기설정된 영역에 분산 배치된 복수의 기지국(110, 112, 114)이 위치하는 영역으로부터 대응하는 이동단말(116)의 현재 위치를 TOA 기반의 거리 측정을 위해 수행하여 획득하고 이를 위치 기반 서비스를 수행하는 네트워크에서 위치 측위 서비스하는 것으로, 고정형 혹은 위치 획득 가능한 이동형일 수 있으며, 상기 위치 기반 서비스 시 무선 채널을 활성화하여 이동 단말(116)의 위치를 일시적으로 또는 지속적으로 측위하여 미리 설정된 주기별로 출력한다.
- [0023] 다음으로, 도 2 및 도 4를 참조하여 본 발명이 적용된 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치의 동작을 자세히 살펴보기로 한다.
- [0024] 먼저, 도 2는 TOA 삼각변 측량법을 이용한 이동단말의 위치 추정에 관한 예시도이다. TOA 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 신호 등)의 비행 시간(TOF; Time of Flight), 감쇠(attenuation) 등을 이용하여 셋 이상의 기준지점으로부터 거리를 측정한 후 이동단말의 위치를 계산하는 데 이용된다.
- [0025] 도 2를 참조하면, 적어도 세 개의 기지국(BS1, BS2, B3)과 이동단말(MS, 218) 사이의 거리 정보가 네트워크 등을 통해 위치 측정 장치로 전송되면 위치 측정 장치가 이를 기초로 이동단말(218)의 위치를 측정하는 것을 나타낸 것으로, 도시된 바와 같이, 세 개의 기지국(BS1, BS2, B3)과 이동단말(MS, 218)의 거리(d_1 , d_2 , d_3)와 세 개의 기지국(BS1, BS2, B3)의 좌표를 기반으로 하는 세 개의 원의 교점을 이용하여 이동단말(218)의 위치를 추정한다. 이때, 이동단말(218)의 위치 값은 각 기지국(BS1, BS2, B3)의 위치를 중심으로 상기 이동단말(218) 사이의 거리를 각각 반지름(d_1 , d_2 , d_3)으로 하여 기지국별(BS1, BS2, B3) 서로 교차되는 원(210, 212, 214)을 생성하고, 생성된 원(210, 212, 214)들의 교점(216)으로부터 산출된다.
- [0026] 이어서, 도 4를 참조하면, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 있어서, 선 교점 알고리즘 기반의 TOA 삼각변 측량법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0027] 본 발명이 적용된 TOA 삼각변 측량법이 도시된 도 4를 참조하면, 네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국(B1, B2, B3)에서 서빙(serving) 중인 이동단말(416)로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 각 기지국(B1, B2, B3)의 위치를 중심으로 이동단말(416) 간 거리를 각각 반지름($\hat{d}_1$, $\hat{d}_2$, $\hat{d}_3$)으로 하여 기지국(B1, B2, B3)별 중첩되는 원(410, 412, 414)이 생성된다.
- [0028] 생성된 상호 중첩되는 원(410, 412, 414)에 의해 형성되는 교점(41, 42, 43, 44, 45)좌표 즉, 도 4에 도시된 바와 같이 세 개(410, 412, 414)의 원에 대응하는 총 여섯 개의 교점(41, 42, 43, 44, 45)으로부터 기설정된 복수의 교점 예컨대, 각각 두 개의 원들에 의해 생성된 두 개의 교점(예컨대, 410, 414 원들의 중첩에 의해 생성되는 43, 45 교점으로부터 연장되어 상기 두 개의 교점(43, 45)을 연결하는 총 세 개의 선들이 형성된다. 형성된 세 개의 선들이 만나는 교점(47)을 이동단말(416)의 위치로 결정하여 위치 추정 서비스를 수행한다.

- [0029] 더욱 상세하게는 도 3을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 관한 전체 흐름도이다.
- [0031] 도 3의 설명에 앞서, 먼저 본 발명에서는 TOA를 기반으로 한 이동단말과 기지국 간의 거리 정보를 산출하여 상기 이동단말의 위치 정보를 획득하기 하기 위해 앞서, 도 4에 도시된 바와 같이 늘어난 반지름을 기반으로 하는 세 개의 원은 총 여섯 개의 교점을 생성하게 되고, 세 개의 원들 중 각각 두 개의 원들은 두 개의 교점을 생성하고, 이 두 개의 교점을 연결하는 총 세 개의 선들이 형성되게 되어 상기 세 개의 선들이 만나는 교점을 이동단말의 위치로 결정한다.
- [0032] 이러한 동작을 보다 상세히 하는 도 3을 참조하면, 먼저 310 과정은 본 발명이 적용된 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치에서 네트워크 내 기설정된 위치에 분산된 복수의 기지국에서 서빙(serving) 중인 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 각 기지국의 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 각각 반지름으로 하여 기지국별 중첩되는 원을 생성한다.
- [0033] 이때, 상기 TOA 삼각변 측량법은 이동단말과 기지국 사이의 거리를 측정하고, 이동단말의 위치를 결정하기 위해 세 개의 기지국의 좌표들과 측정된 거리에 해당하는 반지름을 기반으로 하는 세 개의 원들로부터 획득된 세 개의 방정식에 대한 해를 구하는 것으로, 이동단말과 i 번째 기지국에 대한 거리에 대한 수학식은 하기의 수학식 1과 같이 주어진다.

수학식 1

[0034]
$$d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}, i=1,2,3$$

[0035] 여기서, (x, y) 와 (x_i, y_i) 는 이동단말과 i 번째 기지국의 좌표이다.

[0036] TOA 삼각변 측량법은 일반적으로 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 이동단말과 기지국 사이의 거리를 측정하는 것으로, 특정 반송 주파수에 대한 시간 지연 샘플들의 수는 하기 수학식 2에 의해 계산된다.

수학식 2

[0037]
$$n_i = \text{ceil}\left(\frac{d_i}{c} \times f\right)$$

[0038] 여기서, n_i 는 지연 샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f 는 특정 반송 주파수를 나타낸다. 지연 샘플의 개수는 정수이고, "ceil"을 제외한 수학식 2의 우변은 일반적으로 정수가 아니므로, 수학식 2의 우변에 올림 함수를 뜻하는 "ceil"을 사용한다.

[0039] 수학식 2를 사용하여 이동단말과 i 번째 기지국의 거리는 수학식 3에 의해 추정된다.

수학식 3

$$\hat{d}_i = \frac{n_i \times c}{f}$$

[0040]

[0041] 여기서, $\hat{d}_i$ 는 추정된 이동단말과 i 번째 기지국 사이의 거리이다.

[0042] 또한, 하기의 수학식 4를 이용하여 세 개의 원에 대한 방정식을 생성한다.

수학식 4

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

[0043]

[0044] (여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - \hat{d}_i^2$ 로 정의됨)

[0045] 계속해서, 312 과정에서는 상기 각 기지국을 중심으로 생성되어 상호 중첩되는 원에 의해 형성되는 교점을 생성한다. 즉, 세 개의 원들이 서로 중첩되어 생성되는 여섯 개의 교점들을 인식하여 314 과정에서는 서로 교차하여 페어링(pairing) 되는 원들로부터 두 개의 교점을 인식한다.

[0046] 상기 생성된 원의 반지름에 해당하는 추정된 거리는 수학식 2의 "ceil"함수에 의해 실제 거리보다 일반적으로 길어지게 되어, 추정된 거리에 대한 반지름을 가지는 세 개의 원은 일반적으로 한 점에서 만나지 못하게 된다. 이들 원은 일반적으로 하나의 교점이 아닌 여섯 개의 교점을 생성하게 된다.

[0047] 이를 보다 상세히 도 4를 참조하면, 서로 교차하여 페어링 되는 제1 페어링 원 410, 414의 두 개의 교점 45, 43, 제2 페어링 원 410, 412의 두 개의 교점 41, 47, 제3 페어링 원 412, 414의 두 개의 교점 42, 44를 인식한다.

[0048] 316 과정에서는 인식된 기설정된 복수의 교점 즉, 두 개의 교점별 연결을 수행하여 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득한다.

[0049] 이후, 318 과정에서 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산하여 320 과정에서는 하기의 수학식 5를 이용하여 해당 이동단말의 위치 정보로 결정한다.

수학식 5

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

[0050]

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

[0051]

(여기서, $(\hat{x}, \hat{y})$ 는 이동단말의 추정된 좌표)

이상과 같이, 본 발명이 적용된 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치는 복수의 기지국, 즉 적어도 세 개의 기지국과 통신하며, 상기 기지국별 세 개의 중첩되는 원에 의해 생성되는 여섯 개의 교점을 생성하여 상기 세 개의 원들 중 서로 교차되어 페어링 가능한 두 개의 원들로부터 두 개의 교점을 생성하고, 상기 두 개의 교점을 연결하는 세 개의 직선들을 이용하여 이동단말의 위치 정보를 결정한다.

한편, 도 5 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 시뮬레이션 결과를 제시한다.

본 발명에서 제안된 선 교점 알고리즘 기반의 TOA 삼각변 측량법의 성능 평가를 위한 시뮬레이션을 위해 $(-1000, 5000)$, $(6000, -3000)$, $(-7000, 600)$ 의 좌표를 각각 가지는 세 개의 고정된 기지국을 이용한다고 가정한다.

좌표의 단위는 m이다. 또한, 반송 주파수로 10MHz, 50MHz, 100MHz, 500MHz, 1GHz, 10GHz를 고려하였다. 이동국의 좌표는 두 가지의 경우를 고려하였는데, 첫 번째 경우는 이동국의 좌표가 100m ~ +100m 사이의 범위에서 임의로 선택되고, 두 번째 경우는 이동국의 좌표가 500 ~ +500m 사이의 범위에서 임의로 선택된다고 가정하였다. 제안된 알고리즘의 성능은 이동국의 MSE(mean square error)에 의해 평가된다. 실제 이동국과 추정된 이동국의 위치에 대한 오차는 하기의 수학적 식 6에 의해 계산되고, 이동단말 위치에 대한 MSE는 수학적 식 7에 의해 계산된다.

수학적 식 6

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

수학적 식 7

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

첫 번째 경우와 두 번째 경우에 대한 각 반송주파수 당 MSE에 대한 시뮬레이션 결과가 도 5 및 도 6에 제시되어 있다. 도 5 및 도 6에서 본 발명에서 제안된 선 교점 알고리즘과 최근 제안된 최단거리 알고리즘에 대한 MSE가 제시되어 있는데, 도 5 및 도 6으로부터 본 발명에서 제안된 알고리즘이 최단거리 알고리즘보다 낮은 MSE를 가진다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 선 교점 알고리즘의 위치 추정 성능이 최단거리 알고리즘의 위치추정 성능보다 우수하다는 것을 확인할 수 있다.

이상에서는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법에 대해서 살펴보았다.

이하, 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치에 관해 도 7을 참조하여 자세히 살펴보기로 한다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치에 관한 상세 블록도이다.

도 7을 참조하면, 본 발명이 적용된 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 장치(700)은 수집부(710), 제어부(712), 위치 계산부(714) 및 위치 측정부(716)을 포함한다.

[0064] 상기 수집부(710)은 소정 이동단말을 기준으로 상기 이동단말을 서빙(serving)하는 기지국과 상기 서빙 기지국에 인접하는 적어도 둘 이상의 인접 기지국으로부터 상기 이동단말이 위치하는 거리 정보를 수집한다.

[0065] 상기 제어부(712)는 이동단말로 전송되는 신호의 도달 시간(TOA: Time of Arrival)을 기반으로 상기 이동단말 간 거리 추정을 위해 기준 위치를 중심으로 상기 이동단말 사이의 거리를 반지름으로 하여 원이 생성되도록 제어한다.

[0066] 상기 생성된 원은 이동단말의 위치를 기준으로 상기 이동단말을 서빙하는 기지국과 적어도 둘 이상의 인접 기지국과 연동되어 서로 중첩되게 생성된다.

[0067] 그리고, 상기 제어부(712)는 하기의 식 8을 적용하여 수집부(710)를 통해 이동단말과 세 개의 기지국 간 거리를 측정하고, 세 개의 기지국별 좌표와 측정된 거리에 해당하는 반지름을 기반으로 하는 세 개의 원들로부터 획득된 세 개의 방정식에 대한 해를 구하여 TOA 기반 이동단말의 위치 결정이 수행되도록 제어한다.

수학식 8

[0068]
$$d_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}, i=1,2,3$$

[0069] 여기서, (x, y) 와 (x_i, y_i) 는 이동단말과 i 번째 기지국의 좌표이다.

[0070] 이때, 상기 제어부(712)는 하기의 수학식 9를 통해 특정 주파수에 대한 시간지연 샘플들의 수가 계산된 시간 지연 샘플들의 수를 사용하여 TOA 기반 이동단말과 기지국 간의 거리 측정이 수행되도록 제어한다.

수학식 9

[0071]
$$n_i = \text{ceil}\left(\frac{d_i}{c} \times f\right)$$

[0072] 여기서, n_i 는 지연 샘플의 개수이고, c 는 빛의 속도이며, f 는 특정 반송 주파수를 나타낸다. 지연 샘플의 개수는 정수이고, "ceil"을 제외한 수학식 2의 우변은 일반적으로 정수가 아니므로, 수학식 2의 우변에 올림함수를 뜻하는 "ceil"을 사용한다.

[0073] 또한, 상기 제어부(712)에서는 수학식 9를 사용하여 이동단말과 i 번째 기지국의 거리는 수학식 10에 의해 추정된다.

수학식 10

[0074]
$$\hat{d}_i = \frac{n_i \times c}{f}$$

[0075] 여기서, $\hat{d}_i$ 는 추정된 이동단말과 i 번째 기지국 사이의 거리이다.

[0076] 또한, 하기의 수학식 11을 이용하여 세 개의 원에 대한 방정식을 생성한다.

수학식 11

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

(여기서, $a_i = -2x_i$, $b_i = -2y_i$, $c_i = x_i^2 + y_i^2 - \hat{d}_i^2$ 로 정의됨)

상기 위치 계산부(714)는 제어부(712)로부터 생성된 원에 의해 형성되는 교점 좌표에서 기설정된 복수의 교점으로부터 연장되어 상기 기설정된 복수의 교점이 연결되도록 형성되는 복수의 직선을 획득하고, 획득된 복수의 직선 간 서로 교차하는 교점을 연산한다.

상기 위치 측정부(716)는 제어부(712)의 제어 하에 상기 위치 계산부(714)로부터 출력된 교점 연산 결과를 상기 이동단말의 위치 정보로 결정한다.

이때, 상기 위치 측정부(716)는 제어부(712)의 제어 하에 하기의 수학식 12를 이용하여 이동단말의 위치 정보를 결정한다.

수학식 12

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

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

(여기서, $(\hat{x}, \hat{y})$ 는 이동단말의 추정된 좌표)

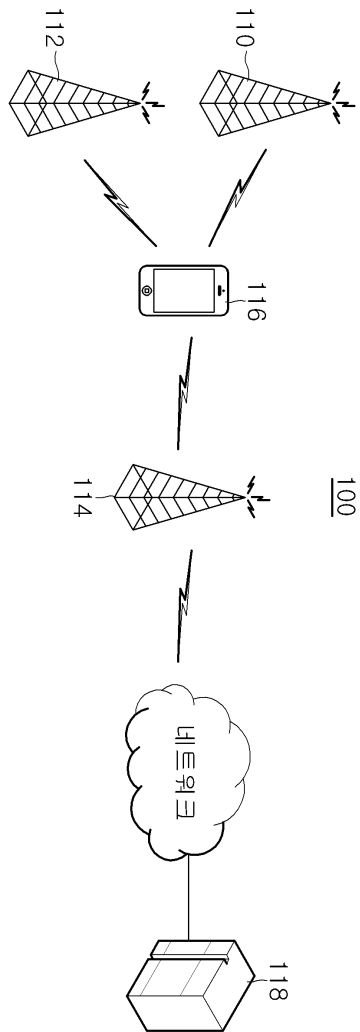
상기와 같이 본 발명에 따른 무선 이동통신 시스템에서 이동단말의 위치 결정 서비스 제공 방법 및 장치에 관한 구성 및 동작이 이루어질 수 있으며, 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

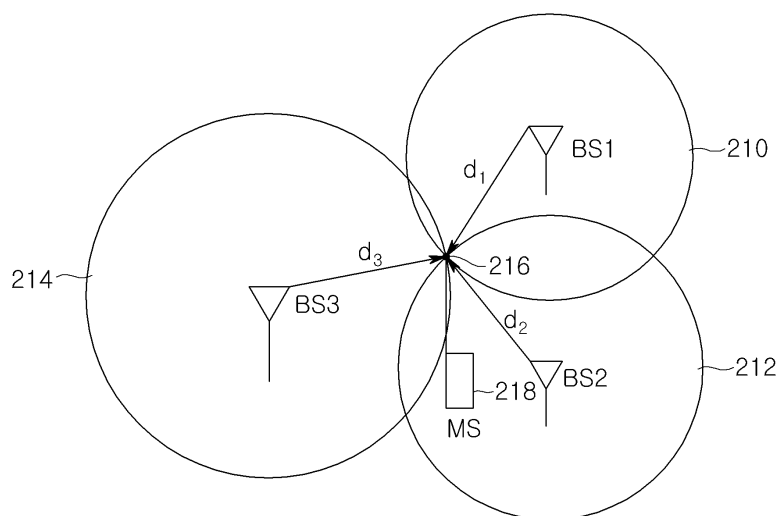
710: 수집부 712: 제어부
714: 위치 계산부 716: 위치 측정부

도면

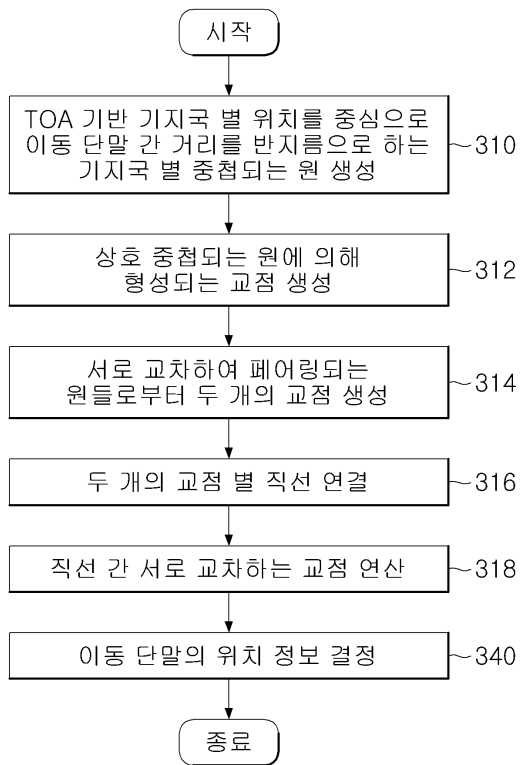
도면1



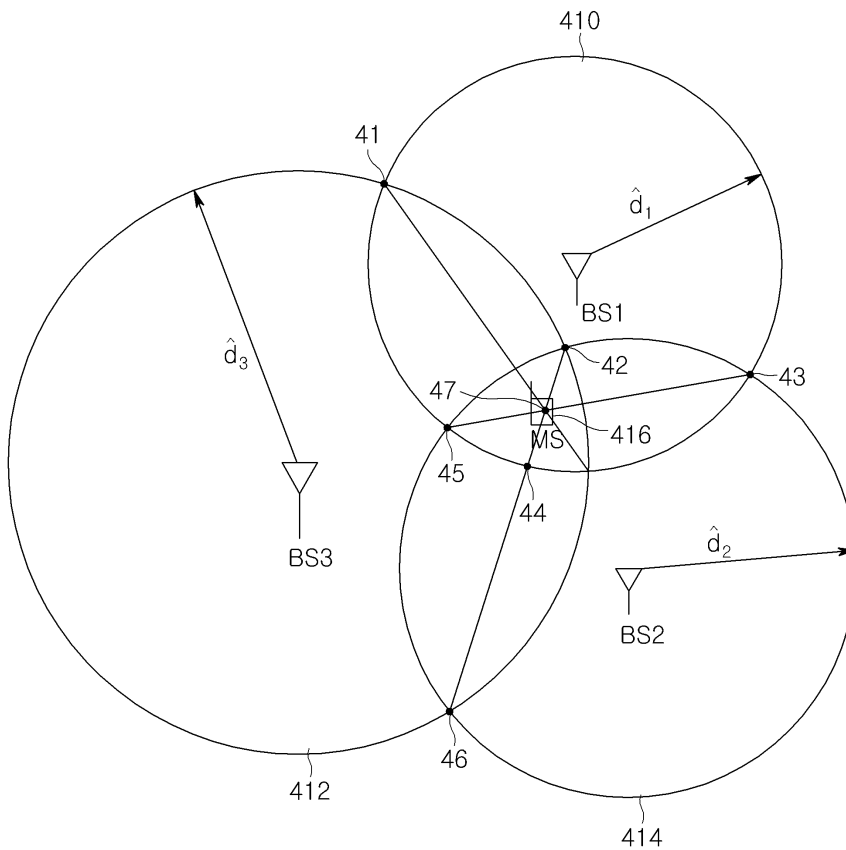
도면2



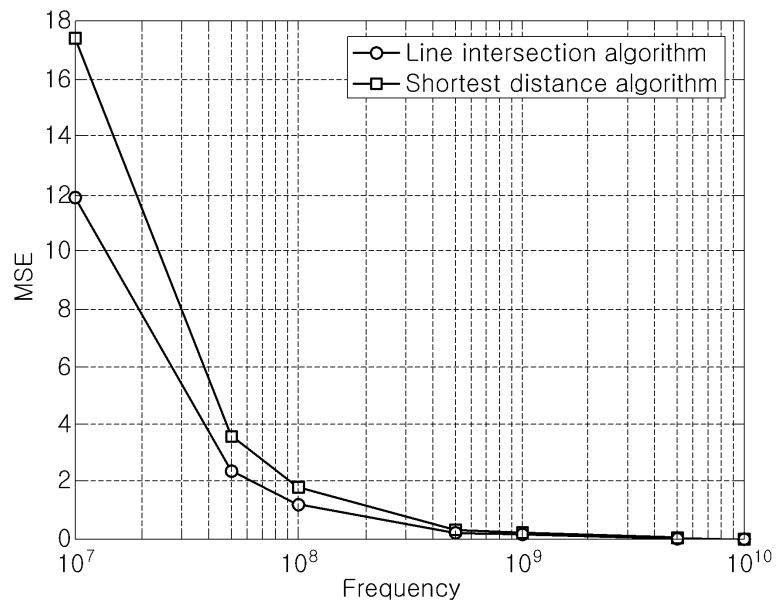
도면3



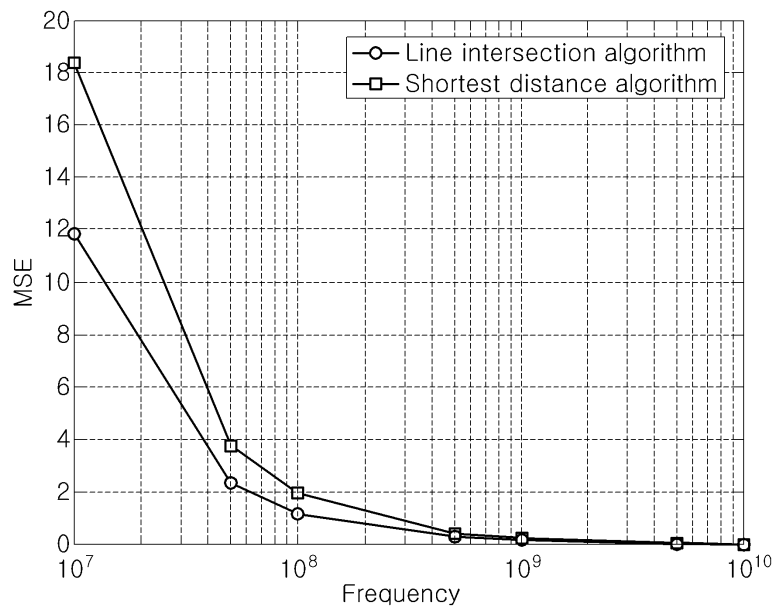
도면4



도면5



도면6



도면7

