



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0060129
(43) 공개일자 2017년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/02 (2010.01) G01S 19/42 (2010.01)
H04W 64/00 (2009.01)
(52) CPC특허분류
G01S 5/0252 (2013.01)
G01S 19/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7011227
(22) 출원일자(국제) 2014년09월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/070745
(87) 국제공개번호 WO 2016/050258
국제공개일자 2016년04월07일

(71) 출원인
텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
이탈리아 밀라노 20123 비아 가에타노 네그리 1
(72) 발명자
기나모 조르조
이탈리아 아이-10148 토리노 비아 레이스 로물리
274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
페트라 마시밀리아노
이탈리아 아이-10148 토리노 비아 레이스 로물리
274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
(74) 대리인
리앤목특허법인

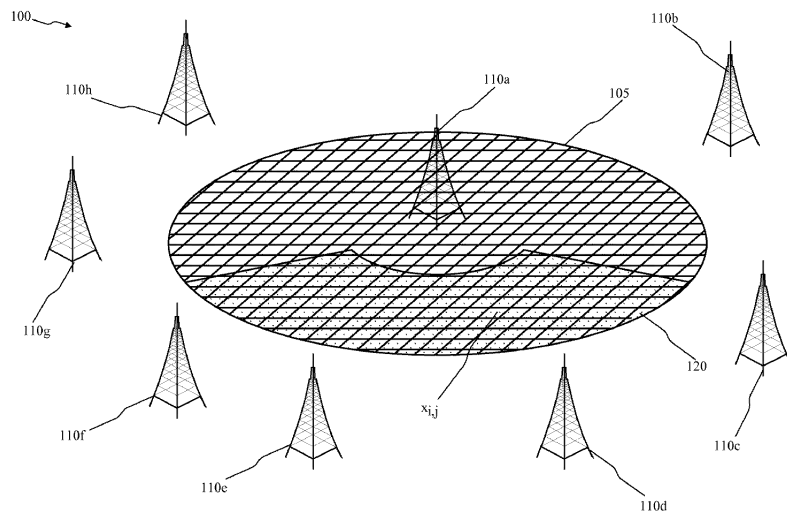
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 네트워크들을 위한 위치 결정 방법 및 시스템

(57) 요약

지리적 지역에 걸쳐 무선 신호들을 송신하는 적어도 하나의 무선 통신국(110a-h)을 포함하는 무선 통신 네트워크(100) 내의 사용자 장비의 위치는 예상 신호 및 수신되는 측정 신호를 기반으로 하여 반복을 통해 상기 사용자 장비에서의 감쇠를 정확하게 식별함으로써 획득된다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01S 5/0278 (2013.01)

H04W 64/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

지리적 지역에 걸쳐 무선 신호들을 송신하는 적어도 하나의 무선 통신국(110a-h)을 포함하는 무선 통신 네트워크(100) 내에서 사용자 장비의 위치를 식별하는 방법에 있어서,

상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법은,

a) 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들($x_{i,j}$) 각각 상에 상기 적어도 하나의 무선 통신국에 의해 생성되는 예상 무선 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)을 제공하는 단계;

b) 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비에 상기 적어도 하나의 무선 통신국(110a-h)에 의해 제공되는 상기 무선 신호들에 의해 직면하게 되는 초기 감쇠(μ_{1i} , μ_{2i} , μ_{n-1i} , μ_{ni})를 정의(202, 218, 234)하는 단계;

c) 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비에 제공되는 상기 무선 신호들의 측정된 무선 신호 강도 측정들($ms_{i|a-h}$)을 획득(204, 220, 236)하는 단계;

d) 상기 예상 무선 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$), 상기 초기 감쇠(μ_{1i} , μ_{2i} , μ_{n-1i} , μ_{ni}) 및 상기 무선 신호 강도 측정들($ms_{i|a-h}$)을 기반으로 하여 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비의 위치에 상응하는 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|(n-1)}$, $x_{i,j|n}$)를 결정(206, 208, 210, 222, 224, 226, 238, 240, 242)하는 단계; 및

e) 상기 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|n}$)를 기반으로 하여 최종 감쇠(μ_{1f} , μ_{2f} , μ_{n-1f} , μ_{nf})를 산출(216, 234, 248)하는 단계;

를 포함하며,

상기 단계들 b) - e)는 적어도 2번 반복되고, 상기 단계 b)의 각각의 부가적인 반복은 적어도 하나의 사전 반복의 단계 e)에서 사전에 산출된 적어도 하나의 최종 감쇠(μ_{1f} , μ_{2f} , μ_{n-1f} , μ_{nf})를 기반으로 하여 상기 각각의 부가적인 반복에 대한 대응하는 초기 감쇠(μ_{2i} , μ_{n-1i} , μ_{ni})를 정의(218, 234)하는 것을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 b)의 두 번째 반복은 단계 e)의 첫 번째 반복 중에 산출된 최종 감쇠(μ_{1f})를 상기 초기 감쇠(μ_{2i})로서 정의하는 것을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 b)의 각각의 부가적인 반복은 사전에 산출된 최종 감쇠들(μ_{1f} , μ_{2f} , μ_{n-1f})의 평균을 초기 감쇠(μ_{2i} , μ_{n-1i} , μ_{ni})로서 정의하는 것을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 b)의 각각의 부가적인 반복은 사전에 산출된 최종 감쇠들(μ_{1f} , μ_{2f} , μ_{n-1f}) 중 적어도 일부의 평균을 초기 감쇠(μ_{2i} , μ_{n-1i} , μ_{ni})로서 정의하는 것을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 평균은 가중평균인, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 가중 평균은 지수 감소 함수(exponential decreasing function)를 기반으로 하는 가중치들을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 d)는 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들에서의 사용자 장비의 위치의 확률 분포($d_1(x_{i,j})$, $d_2(x_{i,j})$, $d_n(x_{i,j})$)를 기반으로 하여 상기 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|(n-1)}$, $x_{i,j|n}$)를 결정(206, 208, 210, 222, 224, 226, 238, 240, 242)하는 단계를 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단계 d)는 상기 확률 분포($d(x_{i,j})$)의 표준 편차(Σ_{1d} , Σ_{2d} , $\Sigma_{(n-1)d}$, Σ_{nd})를 결정하는 단계를 포함하며 상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법은,

f) 상기 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|(n-1)}$, $x_{i,j|n}$)를 중심으로 하고 상기 표준 편차(Σ_{1d} , Σ_{2d} , $\Sigma_{(n-1)d}$, Σ_{nd})에 실질적으로 상응하는 반경을 지니는 불특정 지역(305, 310, 315_{n-1}, 315_n)을 정의(212, 214, 216)하는 단계;

를 부가적으로 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 단계 d)는 상기 확률 분포($d_1(x_{i,j})$, $d_2(x_{i,j})$, $d_n(x_{i,j})$)의 최대(M_{1d} , M_{2d} , $M_{(n-1)d}$, M_{nd})로서 상기 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|(n-1)}$, $x_{i,j|n}$)를 결정(210, 226, 242)하는 단계를 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 단계 d)는 단계들 b) - e)의 사전 반복 동안 산출된 불특정 지역(305, 310, 315_{n-1}, 315_n)의 무게 중심(C_{1d} , C_{2d} , C_{nd}) 또는 단계들 b) - e)의 첫 번째 반복에서의 초기 검색 공간(120)으로서 상기 추정된 기본 지역 요소($x_{i,j|1}$, $x_{i,j|2}$, $x_{i,j|(n-1)}$, $x_{i,j|n}$)를 결정(210, 226, 242)하는 단계를 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 확률 분포($d_1(x_{i,j})$, $d_2(x_{i,j})$, $d_n(x_{i,j})$)는 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들($x_{i,j}$)의 각각의 기본 지역 요소 내에 상기 사용자 장비가 존재하게 되는 한 세트의 확률들을 기반으로 하여 이

루어지고, 상기 한 세트의 확률들은 상기 적어도 하나의 무선 통신국(110a-h)의 각각의 무선 통신국(110a-h)에 대한 확률($p(x_{i,j}|_{a-h})$)을 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 한 세트의 확률들의 각각의 확률($p(x_{i,j}|_{a-h})$)은,

$$p(x_{i,j}|_{a-h}) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{i,j}|_{a-h}}} \times e^{-\frac{(ms|_{a-h} - es_{i,j}|_{a-h} - \mu_{ni})^2}{2\sigma_{i,j}|_{a-h}^2}}$$

로서 산출(206, 222, 238)되고,

상기 식 중에서, $es_{i,j}|_{a-h}$ 는 상기 복수 개의 기본 지역 요소들($x_{i,j}$)의 대응하는 기본 지역 요소에서의 예상 무선 신호 강도이며, $\sigma_{i,j}|_{a-h}$ 는 상기 복수 개의 기본 지역 요소들($x_{i,j}$)의 대응하는 기본 지역 요소에서의 예상 무선 신호 강도에 연관된 통계 오차의 표준 편차이고, $ms|_{a-h}$ 는 상기 측정된 무선 신호 강도 측정이며 그리고 μ_{ni} 는 n -번째 반복의 초기 감쇠인, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 한 세트의 확률들의 각각의 확률($p(x_{i,j}|_{a-h})$)은 상기 확률 분포($d_1(x_{i,j})$, $d_2(x_{i,j})$, $d_n(x_{i,j})$)에 대한 근거로서 사용되기 전에 상응하는 정규화된 확률($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)로 정규화되는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 확률 분포($d_1(x_{i,j})$, $d_2(x_{i,j})$, $d_n(x_{i,j})$)는 한 세트의 총 확률들($p(x_{i,j}|_{tot})$)에 의해 정의되며 한 세트의 총 확률들($p(x_{i,j}|_{tot})$) 각각은 상기 복수 개의 기본 지역 요소들의 동일한 기본 지역 요소($x_{i,j}$)에 연관되어 있는 정규화된 확률들($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)의 곱으로서 산출(208, 224, 240)되는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 15

제8항에 종속하는 경우 제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법은,

g) 상기 불특정 지역(305, 310, 315_{n-1}, 315_n) 내에 포함되어 있는 각각의 기본 지역 요소($x_{i,j}$)의 예상 무선 신호 강도들($es_{i,j}|_{a-h}$)의 평균으로서 평균 예상 무선 신호 강도들($\overline{ES}_{a-h}$)을 산출(214, 230, 246)하는 단계;

를 추가적으로 포함하며,

상기 단계 e)는 상기 측정된 신호 강도들($ms|_{a-h}$) 및 상기 평균 예상 무선 신호 강도들($\overline{ES}_{a-h}$) 간의 차이들의 평균으로서 최종 감쇠(μ_{1f} , μ_{2f} , μ_{n-1f} , μ_{nf})를 산출하는 단계를 포함하는, 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법.

청구항 16

지리적 지역에 걸쳐 무선 신호들을 송신하는 복수 개의 무선 통신국들(110a-h)을 포함하는 무선 통신 네트워크

(100)로서, 제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하도록 구성된 무선 통신 네트워크.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 무선 통신 네트워크(100)는 이동 전화 네트워크인, 무선 통신 네트워크.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 무선 통신 네트워크(100)는 글로벌 내비게이션 위성 시스템 네트워크(Global Navigation Satellite System network)인, 무선 통신 네트워크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 시스템들에 관한 것이다. 더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 무선 또는 이동 통신 네트워크 분야에 관한 것이다. 좀더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 무선 통신 네트워크에서 사용자 장비(User Equipment), 또는 간단히 말해 UE로서 언급되는 것이 일반적인 이동 통신 기기들(예컨대, 모바일폰들, 스마트폰들 및 태블릿들)의 위치를 식별하기 위한 위치 결정 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 당해 기술분야에서, 무선 통신 네트워크에 의해 통신 가능하게 되는 지역 내에서 UE의 위치를 추정하는 일반적인 방법은 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 신호 강도 맵들(예컨대, 상기 무선 통신 네트워크의 관심있는 지리적 지역(geographic area) - 통신 가능 지역 - 의 대응하는 부분 또는 픽셀에 각각 연관된 예상 RF 신호 강도들을 포함하는 데이터베이스) 및 UE의 동작 중에 위치하게 될 UE에 의해 수행되는 것이 일반적인 신호 강도 측정들 간의 매칭을 기반으로 하는 것이다. 이러한 위치 결정 기술은 종종 "RF 핑거프린트 위치 결정(RF fingerprint positioning)"으로서 언급되는데, 그 이유는 관심있는 지역에서의 예상 RF 신호 강도들이 또한 "RF 핑거프린트들"로서 언급되기 때문이다.

[0003] 예를 들면 상기 무선 통신 네트워크가 이동 전화 네트워크일 경우에 RF 신호 강도 측정들은 상기 무선 통신 네트워크에 의한 통화 관리를 위해 UE에 의해 상기 무선 통신 네트워크에 주기적으로 보내진다. 그러한 RF 신호 강도 측정들은 상기 RF 신호 강도 측정들을 상기 무선 통신 네트워크에 보낸 UE의 위치를 선정 및 추적하기 위해 사용될 수 있다. RF 신호 강도 측정들은 또한 상기 UE 및 상기 무선 통신 네트워크 간의 무선 링크(다시 말하면, 통신을 수행하기 위한 활성 연결)가 설정되어 있지 않을 때에도 상기 무선 통신 네트워크에 의해 상기 UE에 요청될 수 있다.

[0004] RF 신호 강도 맵들은 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들에 의해 제공되며 상기 무선 통신 네트워크의 계획/배치를 위해 생성 및 사용되는 것이 일반적이다. 그러한 종류의 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들은 무선 통신국들의 위치들 및 (무선 통신국들이 상기 무선 통신 네트워크의 통신 가능 지역의 대응하는 부분들에 걸쳐 통신을 관리하게 하는 무선 통신국들의 매개변수들을 포함하는, 무선 액세스 네트워크(Radio Access Network; RAN) 구성 정보를 기반으로 하여 이루어진다. 더군다나, 상기 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들은 지상 형태 정보(다시 말하면, 건물 프로파일들, 지상 프로파일들, 울창한 숲이 있는 지역들 등등)를 고려할 수 있다. RF 신호 강도 맵은 상기 통신 가능 지역의 각각의 픽셀에 대한 하나 이상의 예상 RF 신호 강도들, 특히 그러한 픽셀의 인접 지역에 위치하게 되는 몇몇 통신국들에 의해 상기 RF 신호들의 그러한 픽셀에서 인식 가능한 예상 강도들을 제공한다.

[0005] 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들로 추정되는 RF 핑거프린트들의 품질은 또한 RF 신호 강도 맵들의 현장 미세 조정을 허용하는 현장 측정들(예컨대, 무선 신호 강도 측정기들에 의해 통신 가능 지역 전체에 걸쳐 수행되는 현장 측정 캠페인에 의해 수집되는 현장 측정들)에 의해 개선될 수 있다.

[0006] RF 핑거프린트를 기반으로 하는 몇몇 위치 결정 방법들은 상기 무선 통신 네트워크의 통신 가능 지역 내부에서 UE의 위치를 선정하기 위해 당해 기술분야에서 제안되어 왔다.

- [0007] 예를 들면, 「Laitinen H., Lahteenmaki J., Nordstrom T., "Database correlation method for GSM location", Vehicular Technology Conference, 2001, VTC 2001 Spring, IEEE VTS 53rd」에는 무선 통신 네트워크에서 UE의 위치를 선정하기 위해 사용될 수 있는 한 세트의 알고리즘이 개시되어 있다.
- [0008] 「D. Zimmermann, J. Baumann, M. Layh, F. Landstorfer, "Database Correlation for Positioning of Mobile Terminals in Cellular Networks using Wave Propagation Models", Vehicular Technology Conference, VTC 2004 Fall」에는 RF 핑거프린트 수법을 가지고 UE의 위치를 추정하는 알고리즘이 개시되어 있다. 이 문헌에서는 차량들 외부에나 또는 내부에 UE를 위치하는 문제가 다루어져 있지 않다.
- [0009] US 7,725,111에는 무선 통신 시스템에서 모바일 유닛의 위치를 결정하고 이를 원격 당사자에게 제공하는 방법이 개시되어 있다. 원격 모바일 유닛의 위치는 상기 모바일 유닛에 의해 취해진 무선-주파수 스펙트럼의 사전에 정해진 부분의 스냅샷을 다양한 위치에서 취해진 다수의 스냅샷을 포함하는 참조 데이터베이스와 비교함으로써 결정된다. 상기 비교의 결과는 상기 모바일 유닛이 특정 위치에 있는지를 결정하는데 사용된다. 상기 비교는 상기 모바일 유닛에서 이루어질 수도 있고 상기 모바일 유닛으로부터 원격 위치한 다른 어떤 위치에서 이루어질 수도 있다. 후자의 경우에, 캡처된 핑거프린트에 관한 충분한 정보가 상기 모바일 유닛으로부터 상기 원격 위치로 송신된다. 상기 데이터베이스는 사전에 컴파일되거나 온-라인에서 생성될 수 있다.
- [0010] http://www.propagation.gatech.edu/Archive/PG_TR_060515_JZ/PG_TR_060515_JZ.pdf에서 본원 출원일에 입수 가능했던 「Jian Zhu and Gregory D. Durgin, "Indoor/Outdoor Location of Cellular Handsets Based on Received Signal Strength", IEE Electronics Letters, 6 January 2005, and Jian Zhu, School of Electrical and Computer Engineering Georgia Institute of Technology PhD thesis Indoor/Outdoor Location of Cellular Handsets Based on Received Signal Strength」에는 단일 세트의 측정 또는 일련의 신호 강도 측정들을 가지고 UE의 위치에 연관된 감쇠를 핸들링하는 방법이 기재되어 있다.

발명의 내용

- [0011] 본원 출원인이 알아냈던 점은 위에서 언급한 공지된 해결수법들이 RF 신호 강도 맵을 생성하기 위한 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들에 의해 사용된 모델들에 포함될 수 없는 장애물들에 기인한 신호 손실들의 추정을 고려하는 것이 가능한 만족스러운 위치 결정 및 추적 시스템을 제공하지 못하고 있다는 점이다. 결과적으로는, 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들에 의해 계산된 RF 신호 강도 맵들은 실질적으로 통신 가능 지역(coverage area)의 외부 환경을 나타내는 정확한 RF 신호 강도들을 제공할 수는 있지만, 상기 UE에 의해 수행되는 신호 강도 측정들을 통한 (실제) 측정된 무선 신호 강도는 차량들의 차체들(다시 말하면, 상기 UE가 차량 내부에 존재할 경우), 건물의 벽들(상기 UE가 손실들이 알려져 있지 않은 벽들을 구비하고 있는 건물 내부에 존재할 경우), 또는 (제1 근사치에서 신호 강도의 증가를 야기할 수 있게 하는) 지면에 대한 건물 내부에서 상기 UE를 핸들링하는 사용자의 위치의 고도와 같은 추가 장애물들에 의해 유발되는 감쇠에 의해 영향을 받을 수 있다. 위에서 언급한 현장 측정 캠페인들은 통신 가능 지역 내의 내부 환경에 대한 건물들의 벽 또는 차량들과 같은 그러한 장애물들에 의해 도입되는 감쇠에 관한 유용한 데이터를 제공할 수 없다.
- [0012] 그러므로 본원 출원인은 신호 강도 예측 또는 측정에서 고려하지 못한 (건물들 및 차량들에 기인하는 감쇠들과 같은) 신호 강도 감쇠들을 고려할 수 있고, 그럼으로써 개선된 정확도를 가지고 UE 위치들을 식별하는 것을 허용할 수 있는 UE 위치 결정 및 추적 방법 및 시스템을 고안하는 문제에 대처하였다.
- [0013] 본원 출원인이 알아냈던 점은 신호 강도 예측 또는 측정에서 고려하지 못한 (건물들 및 차량들에 기인하는 감쇠들과 같은) 신호 강도 감쇠들을 고려하기 위해, 추정된 UE 위치 주변의 불특정 지역을 식별하고, 상기 불특정 지역에 대한 평균 예상 신호 강도(예컨대, 상기 추정된 UE 위치에 상응하는 픽셀 주변의 인접 픽셀들에 대한 예상 신호 강도들의 평균)를 계산하는 것이 유용하다는 점이다. 상기 추정된 UE 위치에 상응하는 픽셀 주변의 인접 픽셀들에 대한 예상 신호 강도들의 그러한 평균은 상기 신호 강도 감쇠의 추정을 정확하게 식별하는데 사용될 수 있다.
- [0014] 특히, 본 발명의 한 실시형태는 지리적 지역에 걸쳐 무선 신호들을 송신하는 적어도 하나의 무선 통신국을 포함하는 무선 통신 네트워크 내에서 사용자 장비의 위치를 식별하는 방법을 제안한다. 상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법은, a) 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들 각각 상에 상기 적어도 하나의 무선 통신국에 의해 생성되는 예상 무선 신호 강도들을 제공하는 단계; b) 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비에 상기 적어도 하나의 무선 통신국에 의해 제공되는 상기 무선 신호들에 의해 직면하게 되는 초기 감쇠를 정의하는 단계; c) 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비에 제공되는

상기 무선 신호들의 측정된 무선 신호 강도 측정들을 획득하는 단계; d) 상기 예상 무선 신호 강도들, 상기 초기 감쇠 및 상기 무선 신호 강도 측정들을 기반으로 하여 위치가 식별되어야 하는 상기 사용자 장비의 위치에 상응하는 추정된 기본 지역 요소를 결정하는 단계; 및 e) 상기 추정된 기본 지역 요소를 기반으로 하여 최종 감쇠를 산출하는 단계;를 포함한다. 상기 단계들 b) - e)는 적어도 2번 반복되고, 상기 단계 b)의 각각의 추가적인 반복은 적어도 하나의 사전 반복의 단계 e)에서 사전에 산출된 적어도 하나의 최종 감쇠를 기반으로 하여 상기 각각의 추가적인 반복에 대한 대응하는 초기 감쇠를 정의하는 것을 포함한다.

[0015] 본 발명의 바람직한 특징들은 종속 청구항들에 기재되어 있다.

[0016] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 b)의 두 번째 반복이 단계 e)의 첫 번째 반복 중에 산출된 최종 감쇠를 상기 초기 감쇠로서 정의하는 것을 포함한다.

[0017] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 b)의 각각의 추가적인 반복이 사전에 산출된 최종 감쇠들의 평균을 초기 감쇠로서 정의하는 것을 포함한다.

[0018] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 b)의 각각의 추가적인 반복이 사전에 계산된 최종 감쇠들 중 적어도 일부의 평균을 초기 감쇠로서 정의하는 것을 포함한다.

[0019] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 평균이 가중평균이다.

[0020] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 가중 평균이 지수 감소 함수(exponential decreasing function)를 기반으로 하는 가중치들을 포함한다.

[0021] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 d)가 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들에서의 사용자 장비의 위치의 확률 분포를 기반으로 하여 상기 추정된 기본 지역 요소를 결정하는 단계를 포함한다.

[0022] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 d)가 상기 확률 분포의 표준 편차를 결정하는 단계를 포함하며 상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법, f) 상기 추정된 기본 지역 요소를 중심으로 하고 상기 표준 편차에 실질적으로 상응하는 반경을 지니는 불특정 지역을 정의하는 단계;를 추가적으로 포함한다.

[0023] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 d)가 상기 확률 분포의 최대로서 상기 추정된 기본 지역 요소를 결정하는 단계를 포함한다.

[0024] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 단계 d)가 단계들 b) - e)의 사전 반복 동안 산출된 불특정 지역의 무게 중심 또는 단계들 b) - e)의 첫 번째 반복에서의 초기 검색 공간으로서 상기 추정된 기본 지역 요소를 결정하는 단계를 포함한다.

[0025] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 확률 분포가 상기 지리적 지역이 세분화되게 하는 복수 개의 기본 지역 요소들의 각각의 기본 지역 요소 내에 상기 사용자 장비가 존재하게 되는 한 세트의 확률들을 기반으로 하여 이루어지고, 상기 한 세트의 확률들이 상기 적어도 하나의 무선 통신국의 각각의 무선 통신국에 대한 확률을 포함한다.

[0026] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 한 세트의 확률들의 각각의 확률이,

$$p(x_{i,j})_{a-h} = \frac{I}{2\pi\sqrt{\sigma_{i,j}|_{a-h}}} \times e^{-\frac{(ms|_{a-h} - es_{i,j}|_{a-h} - \mu_{ni})^2}{2\sigma_{i,j}|_{a-h}^2}}$$

[0027]

로서 산출되고,

[0028]

[0029] 상기 식 중에서, $es_{i,j}|_{a-h}$ 는 상기 복수 개의 기본 지역 요소들의 대응하는 기본 지역 요소에서의 예상 무선 신호 강도이며, $\sigma_{i,j}|_{a-h}$ 는 상기 복수 개의 기본 지역 요소들의 대응하는 기본 지역 요소에서의 예상 무선 신호 강도에 연관된 통계 오차의 표준 편차이고, $ms|_{a-h}$ 는 상기 측정된 무선 신호 강도 측정값이며 그리고 μ_{ni} 는 n -번째 반복의 초기 감쇠이다.

[0030] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 한 세트의 확률들의 각각의 확률이 상기 확률 분포에 대한 근거로서 사용되기 전에 상응하는 정규화된 확률로 정규화된다.

- [0031] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 확률 분포가 한 세트의 총 확률들에 의해 정의되며 한 세트의 총 확률들 각각은 상기 복수 개의 기본 지역 요소들의 동일한 기본 지역 요소에 연관되어 있는 정규화된 확률들의 곱으로서 산출된다.
- [0032] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 무선 통신 네트워크 내에서의 사용자 장비의 위치 식별 방법이, g) 상기 불특정 지역 내에 포함되어 있는 각각의 기본 지역 요소의 예상 무선 신호 강도들의 평균으로서 평균 예상 무선 신호 강도들을 산출하는 단계;를 부가적으로 포함하며, 상기 단계 e)는 상기 측정된 신호 강도들 및 상기 평균 예상 무선 신호 강도들 간의 차이들의 평균으로서 최종 감쇠를 산출하는 단계를 포함한다.
- [0033] 본 발명의 다른 한 실시형태는 지리적 지역에 걸쳐 무선 신호들을 송신하는 복수 개의 무선 통신국들을 포함하는 무선 통신 네트워크로서, 위의 방법을 구현하도록 구성된 무선 통신 네트워크를 제안한다.
- [0034] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 무선 통신 네트워크가 이동 전화 네트워크이다.
- [0035] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 무선 통신 네트워크가 글로벌 내비게이션 위성 시스템 네트워크(Global Navigation Satellite System network)이다.
- [0036] 본 발명에 따른 해결수법의 이들 및 다른 특징들 및 이점들은 첨부도면들과 연관지어 고려될, 단지 비-제한적인 예로만 제공된 이하 본 발명의 한 실시 예의 구체적인 설명을 고려함으로써 더 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 한 실시 예에 따른 해결수법이 구현될 수 있게 하는 무선 통신 네트워크의 일부를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 2a - 도 2c는 본 발명의 한 실시 예에 따른 위치 결정 및 추적 방법을 개략적으로 보여주는 흐름도이다.
- 도 3a - 도 3c는 위치가 결정되어야 하는 사용자 장비가 본 발명의 한 실시 예에 따라 위치하게 되는 불특정 지역을 보여주는 검색 공간들을 개략적으로 보여주는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 첨부도면들을 참조하면, 도 1은 본 발명의 한 실시 예가 구현될 수 있게 하는 무선 통신 네트워크의 일부를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0039] 일반 무선 통신 네트워크(100)는 사용자 장비들(user equipments) 또는 UE(예컨대, 모바일폰들, 스마트폰들 및 태블릿들)의 통신 가능 지역(도시되지 않음)에 걸쳐 통신들을 허용 및 관리한다. 그러한 (지리적) 통신 가능 지역은 통신이 무선 통신국에 의해 관리되게 하는 셀(105)과 같은 복수 개의 부분들로 세분화되는 것이 일반적이다. 예를 들면, 이동 전화를 위한 무선 통신 네트워크(100)에서는, 3GPP '장기 진화(Long Term Evolution; LTE)'/LTE-어드밴스드(LTE Advanced; LTE-A) 시스템들에서의 진화된 노드 B, 또는 eNodeB와 같은 무선 통신국(110a)의 하나 이상의 송수신기들(도시되지 않음)이 상기 무선 통신국 통신 가능 지역 또는 셀(105) 내에서의 상기 UE의 통신들(다시 말하면, 2진 데이터 패킷들과 같은 정보의 송신 및/또는 수신)를 관리한다. (도 1의 예에서는 단지 7개의 인접한 무선 통신국만이 도시되어 있는) 복수 개의 인접한 무선 통신국들(110b-h)이 상기 셀(105)에 인접한 개별 셀들(도시되지 않음) 내에서의 통신을 관리한다.
- [0040] 상기 통신 가능 지역은 (I 및 J가 양(+)의 정수일 때 $1 \leq i \leq I$ 이고 $1 \leq j \leq J$ 인 경우) 상대적으로 작은 기본 지역 요소들 또는 픽셀들($x_{i,j}$)로 세분화되는 것이 이상적이고, 각각의 픽셀은 (비록 서로 다른 픽셀들이 반드시 동일한 치수 또는 형상을 지닐 필요는 없지만) 사전에 정의된 폭, 예컨대 위도 1" x 경도 1"의 기본 단위(도시된 예에서는, 픽셀들이 사각 형상을 이루고 있음) 지역이다. 그러므로 상기 무선 통신 네트워크(100)의 셀(105)과 같은 각각의 셀은 복수 개의 픽셀들($x_{i,j}$)로 세분화된다.
- [0041] 일반 픽셀($x_{i,j}$) 상에서 상기 무선 통신국들(110a-h)에 의해 생성되는 전자기장 필드의 레벨들, 다시 말하면 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)은 예컨대 공지된 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들에 의해서나 또는 상기 무선 통신국들의 무선 통신 매개변수들(다시 말하면, 방사 전력, 안테나 이득, 안테나 위치) 및 각각의 픽셀에서의 경로 손실 모델을 고려한 추정을 통해 측정 또는 계산되고, 그들이 서로 비교된다. 그리고 나서, 각각의 픽셀($x_{i,j}$)은 대응하는 무선 통신국(110a-h)에 연관되고 상기 대응하는 무선 통신국(110a-h)은 다른 모든 무선 통신국들

(110a-h)과 비교해, 상기 픽셀($x_{i,j}$)에서 가장 양호한 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)을 생성한다. 상기 무선 통신국(110a)과 같은 동일한 무선 통신국에 연관된 한 세트의 픽셀들($x_{i,j}$)은 대응하는 무선 통신국의 셀(105)과 같은 셀을 정의한다.

[0042] 동시에, 상기 무선 신호 전파 시뮬레이션 도구들에 의해서나 또는 위에서 인용한 경로 손실 추정을 기반으로 하여 측정 또는 계산된 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)은 RF 신호 강도 맵을 생성하며, 이는 상기 무선 통신 네트워크(100)의 무선 통신국들(110a-h)에 관련된 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)을 각각의 픽셀($x_{i,j}$)에 대해 포함하는 데이터베이스이다. 상기 RF 신호 강도 맵은, 각각의 예상 신호 강도($es_{i,j|a-h}$)에 대해, 그러한 예상 신호 강도($es_{i,j|a-h}$)에 영향을 주는 표준 편차($\sigma_{i,j|a-h}$)와 같은 통계 오차의 표시를 부가적으로 포함한다.

[0043] 여기서 유념해야 할 점은 상기 무선 통신 네트워크(100)의 RF 신호 강도 맵이 상기 무선 통신 네트워크(100)의 네트워크 계획 단계 동안 사전에 생성되어 있을 수 있고 그러므로 그러한 RF 신호 강도 맵이 새로운 RF 신호 강도 맵을 생성할 필요 없이 위치 결정 및 추적을 목적으로 하기 위해 사용될 수 있다는 점이다.

[0044] 그 외에도, 상기 무선 통신 네트워크(100)는 소정의 위치 결정 능력을 지닌다. 다시 말하면, 상기 무선 통신 네트워크(100)는 상기 무선 통신 네트워크(100)의 통신 가능 지역 내에서 (도시되지 않은) UE의 위치의 대략적 추정을 제공할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 상기 무선 통신 네트워크(100)가 이동 전화 네트워크인 경우를 고려해보면, 상기 무선 통신 네트워크(100)는 어느 셀, 예컨대 셀(105)에 상기 UE가 위치하는지를 알게 되는데, 그 이유는 상기 무선 통신 네트워크(100)가 (다시 말하면, 서비스를 제공하는) 그러한 UE에 연관된 무선 통신국, 예컨대, 상기 무선 통신국(110a)을 알게 되기 때문이다. 더군다나, 상기 무선 통신 네트워크는 상기 무선 통신국(110a)의 어느 무선 송수신기들과 상기 UE가 연관되어 있는지를 식별함으로써 셀의 어느 부분 또는 상기 셀(105)의 어느 섹터에 상기 UE가 위치하게 되는지를 식별할 수 있다.

[0046] 그 외에도, 상기 무선 통신 네트워크(100)는 신호가 상기 UE로부터 상기 통신국에 이르는 데 걸리는 시간의 길이에 상응하는 타이밍 어드밴스 값(timing advance value)을 가지고 상기 UE 및 상기 무선 통신국(110a) 간의 거리를 식별할 수 있다. 그러므로 상기 무선 통신 네트워크는 상기 UE가 위치하게 되는 셀(105)의 섹터의 부분을 식별할 수 있다. 그러한 섹터 부분은 본 발명의 한 실시 예에 따른 방법에서 상기 UE를 정확하게 위치하기 위한 초기 검색 공간(120)으로서 사용될 수 있다.

[0047] 도 2a - 도 2c를 지금부터 참조하면, 도 2a - 도 2c는 본 발명의 한 실시 예에 따른 위치 결정 방법을 개략적으로 보여주는 흐름도이다.

[0048] 먼저, 첫 번째 및 두 번째 UE 위치 추정 사이클들을 포함하는 초기화 단계가 수행된다.

[0049] 상기 첫 번째 UE 위치 추정 사이클은 상기 검색 공간(120) 내부에서 UE의 첫 번째 UE 추정 위치를 결정한다. 첫 번째 초기 감쇠 값, 또는 간단히 말해 첫 번째 초기 감쇠(μ_{1i})는 상기 RF 신호 강도 맵에서의 각각의 픽셀에 대한 예상 신호 강도들에서 고려되지 않은 손실들을 고려하여 서비스를 제공하는 무선 통신국에 의해 송신되는 신호들에 의해 직면하게 되는 예상 가능한 신호 감쇠를 고려하기 위해 상기 검색 공간(120)의 각각의 픽셀($x_{i,j}$)에 할당된다(단계 202).

[0050] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 첫 번째 초기 감쇠(μ_{1i})가 사전에 결정된 값의 범위 내에 포함되어 있는 상수 값이다. 예를 들면 상기 첫 번째 초기 감쇠(μ_{1i})는 0dB과 10dB사이에 포함되어 있는데, 예를 들면 $\mu_{1i} = 5\text{dB}$ 이다.

[0051] 본 발명의 다른 한 실시 예에서는, 상기 첫 번째 초기 감쇠(μ_{1i})가 모델링되지 않은 장애물(들)에 대해 복수 개의 감쇠 값들을 리스트화하는 감쇠 값 테이블로부터 선택되는 상수 값(예를 들면, 만약 차량 내 시나리오가 고려되어야 한다면 8dB)이다.

[0052] 그 다음에(단계 204), (최소 임계값보다 높은 신호 강도를 제공하는) 상기 무선 통신국들(110a-h)의 각각의 무선 통신국에 대해 상기 UE에 의해 측정되는 측정된 RF 신호 강도들($ms_{i|a-h}$)이 획득된다. 그러한 측정된 RF 신호 강도들($ms_{i|a-h}$)은 통화 관리를 위해 UE에 의해 상기 무선 통신 네트워크(100)에 주기적으로 보내질 수 있고, 더욱이 비록 어떠한 무선 링크도 설정되어 있지 않은 경우라도 상기 무선 통신 네트워크(100)에 의해 상기 UE에

측정들이 요청될 수 있다(다시 말하면, 통신 수행을 위한 활성 연결).

[0053] 그 후에(단계 206), 상기 UE가 상기 검색 공간(120)의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 존재하게 되는 한 세트의 확률들은 상기 검색 공간(120)의 각각의 픽셀에 대해 결정된다. 상기 한 세트의 확률들은 대응하는 예상 신호 강도($es_{i,j|a-h}$)가 상기 RF 신호 강도 맵에 포함되어 있는 각각의 무선 통신국(110a-h)에 대한 확률($p(x_{i,j}|_{a-h})$)(도 1의 예에서는 8개임)을 포함하는 것이 바람직하다.

[0054] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 검색 공간(120)의 각각의 픽셀($x_{i,j}$)에 대해 복수 개(고려된 예에서는 8개)의 대응하는 확률들($p(x_{i,j}|_{a-h})$)이 이하의 수학적 식 1

수학적 식 1

$$p(x_{i,j})_{a-h} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{i,j}|_{a-h}}} \times e^{-\frac{(ms|_{a-h} - es_{i,j}|_{a-h} - \mu_{nt})^2}{2\sigma_{i,j}|_{a-h}^2}}$$

[0055]

에 따라 (상기 고려된 예에서는 8개인 무선 통신국들(110a-h) 각각에 대해 하나씩) 산출될 수 있고,

[0057] 상기 수학적 식 1에서는 $\sigma_{i,j|a-h}$ 가 상기 검색 공간(120)의 픽셀($x_{i,j}$)에 연관된 그러한 예상 신호 강도($es_{i,j|a-h}$)에 영향을 주는 통계 오차의 표준 편차이다.

[0058] 바람직하게는, 비록 반드시 엄격한 것이 아니더라도, 정규화된 확률들($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)은 차후의 계산들에서 사용되는데, 이 경우에 상기 정규화된 확률들($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)은, 이하의 수학적 식 2

수학적 식 2

$$p_{norm}(x_{i,j})_{a-h} = \frac{p(x_{i,j})_{a-h}}{\sum_{x_{i,j}} p(x_{i,j})_{a-h}} = \frac{\frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{i,j}|_{a-h}}} \times e^{-\frac{(ms|_{a-h} - es_{i,j}|_{a-h} - \mu_{nt})^2}{2\sigma_{i,j}|_{a-h}^2}}}{\sum_{x_{i,j}} p(x_{i,j})_{a-h}}$$

[0059]

에 따라 계산되고, 결과적으로는 이하의 수학적 식 3

수학적 식 3

$$\sum_{x_{i,j}} p_{norm}(x_{i,j})_{a-h} = 1$$

[0061]

과 같은 관계가 성립된다.

[0062]

[0063] 상기 검색 공간(120)의 각각의 픽셀($x_{i,j}$)에 대하여는 (고려된 예에서 8개인) 계산된 (정규화된) 확률들($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)이 그 후에 상기 UE가 그러한 픽셀($x_{i,j}$) 내에 위치하게 되는 총 확률($p(x_{i,j}|_{tot})$)을 획득하는 방식으로 조합된다(단계 208). 본 발명의 한 실시 예에서는, 각각의 무선 신호의 무선 신호 전파 거동(무선 신호 감쇠)이 다른 것들과는 독립적이기 때문에, 상기 픽셀($x_{i,j}$)에 대한 총 확률($p(x_{i,j}|_{tot})$)은 예를 들면 (고려된 예에서는 8개인) 확률들($p_{norm}(x_{i,j}|_{a-h})$)의 곱, 다시 말하면 이하의 수학적 식 4

수학식 4

$$p(x_{i,j})_{tot} = \prod_{k=a}^h p_{norm}(x_{i,j})_k$$

[0064]

[0065]

로서 산출될 수 있다.

[0066]

이는 일반적인 잔류 감쇠들이 동일한 측정들을 기반으로 하여 이루어질 경우에 그러하지 않다.

[0067]

여기서 유념해야 할 점은 상기 검색 공간(120)의 픽셀들($x_{i,j}$) 모두의 총 확률들($p(x_{i,j})_{tot}$)이 가우스 형상 (Gaussian shape)을 지니는 것이 일반적인 상기 검색 공간(120)에서의 상기 UE의 (예상 가능한) 위치의 첫 번째 위치 확률 분포($d_1(x_{i,j})$)를 정의한다는 점이다.

[0068]

상기 검색 공간(120)의 픽셀들($x_{i,j}$) 모두에 대하여 계산된 총 확률들($p(x_{i,j})_{tot}$)을 사용함으로써, 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$)이 식별된다(단계 210). 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 검색 공간(120)의 첫 번째 무게 중심, 또는 첫 번째 중심(C_{1d})이 상기 첫 번째 위치 확률 분포($d_1(x_{i,j})$)를 기초로 하여 이루어지는 상기 검색 공간(120)의 픽셀들($x_{i,j}$) 모두에 대해 계산된 총 확률들($p(x_{i,j})_{tot}$)을 기반으로 하여 결정되고, 그러한 중심은 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$)로서 선택된다.

[0069]

다음에(단계 212), 첫 번째 불특정 지역(305)이 정의된다. 위치가 결정되어야 하는 UE가 본 발명의 한 실시 예에 따라 위치하게 되는 첫 번째 불특정 지역(305)을 보여주는 상기 검색 공간의 개략적인 도면인 도 3a에 도시된 바와 같이, 상기 첫 번째 불특정 지역(305)은 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$), 다시 말하면, 첫 번째 중심(C_{1d})을 중심으로 하는 상기 검색 공간(120)의 원형 지역으로서 정의된다. 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 반경은 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$), 다시 말하면 상기 첫 번째 중심(C_{1d})을 중심으로 하여 산출된 첫 번째 위치 확률 분포($d_1(x_{i,j})$)의 첫 번째 표준 편차(Σ_{1d})에 실질적으로 상응하는 것으로서 정의된다.

[0070]

본 발명의 변형 실시 예에서는, 상기 첫 번째 위치 확률 분포($d_1(x_{i,j})$)의 첫 번째 최대(M_{1d})에 연관되어 있는 상기 검색 공간(120)의 일반 픽셀($x_{i,j}$)이 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$)로서 선택되고, 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 반경은 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j11}$), 다시 말하면 상기 첫 번째 최대(M_{1d})를 중심으로 하여 산출된 첫 번째 위치 확률 분포($d_1(x_{i,j})$)의 첫 번째 표준 편차(Σ_{1d})로서 정의된다.

[0071]

UE 위치의 추정을 정확하게 식별하기 위하여, 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})가 상기 첫 번째 위치 추정 사이클의 종료시에 산출된다(단계들 214 및 216). 상기 UE 위치의 추정이 오차에 의해 영향을 받기 때문에, 예상 신호 강도의 계산은 추정 위치 주변의 복수 개의 픽셀들을 사용하여 상기 불특정 지역에 걸쳐 추정된 평균 예상 신호 강도를 고려하여야 한다. 따라서, 첫째로(단계 214) 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{a-h}$)은 불특정 지역(305) 전체에 대해 계산된다. 다시 말하면, 이하의 수학식 5

수학식 5

$$\overline{ES}_{a-h} = \frac{\sum_{i,j=1}^{I_u,J_u} es_{i,j|a-h}}{\#pixels}$$

[0072]

[0073]

와 같은 관계가 성립되고,

[0074]

상기 수학식 5에서는 ($I_u \leq I$ 이고 $J_u \leq J$ 일 때) $1 \leq i \leq I_u$ 그리고 $1 \leq j \leq J_u$ 가 상기 불특정 지역(305) 내에 포함되어 있는 픽셀들($x_{i,j}$)의 좌표들을 나타내고, $\#pixels$ 가 상기 첫 번째 불특정 지역(305) 내에

포함되어 있는 픽셀($x_{i,j}$)의 개수를 나타낸다.

[0075] 그리고 나서(단계 216), 상기 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})는 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{|a-h}$) 및 (상기 고려된 예에서 8개인) 측정 신호 강도들($(ms_{|a-h})$) 간의 (상기 고려된 예에서는 8개의) 차이들의 평균으로서 산출된다. 다시 말하면, 이하의 수학적 식 6

수학적 식 6

$$\mu_{1f} = \frac{\sum_{k=a}^h \overline{ES}_{|k} - ms_{|k}}{\#rcs}$$

[0076]

와 같은 관계가 성립되고,

[0077]

[0078] 상기 수학적 식 6에서는, $\#rcs$ 가 상기 UE가 유용한(다시 말하면 최소 임계값보다 큰) 측정 신호 강도들($ms_{|a-h}$)을 측정한 무선 통신국들의 개수(고려된 예에서는 8개), 다시 말하면 도 1의 예에서 8개의 무선 통신국(110a-h)이다. 상기 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})의 산출으로 상기 첫 번째 추정 사이클이 종료된다.

[0079] 상기 첫 번째 위치 추정 사이클의 종료시 상기 방법은 위치가 식별되어야 하는 UE에 대한 첫 번째 위치 추정, 다시 말하면 상기 첫 번째 위치 픽셀($x_{i,j1}$)을 제공하며, 그러한 추정에 연관된 통계 오차들을 고려하는 첫 번째 불특정 지역(305)을 또 정의한다.

[0080] 그 후에, 상기 UE 위치의 추정은 상기 첫 번째 초기 감쇠(μ_{1i})를 상기 첫 번째 위치 감쇠의 종료시 결과로 초래된 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})로 대체함으로써 재계산될 수 있다. 따라서, 두 번째 위치 추정 사이클이 개시된다. 상기 두 번째 위치 추정 사이클은 상기 첫 번째 위치 추정 사이클과 실질적으로 동일한 단계들을 수행하지만 두 번째 초기 감쇠(μ_{2i})로서 상기 첫 번째 위치 추정 사이클의 종료시 계산된 상기 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})를 사용한다(단계 218). 이전 사이클에서와같이, 측정된 RF 신호 강도들($ms_{|a-h}$)이 획득되고(또는, 변형적으로는 상기 첫 번째 위치 추정 사이클에서 사용된 동일한 측정된 RF 신호 강도들($ms_{|a-h}$)이 복구되고)(단계 220) 상기 측정된 RF 신호 강도들이 상기 UE가 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 존재하게 되는 한 세트의 확률들을 산출하기 위해 사용된다(상기 고려된 예에서는, 8개의 확률이 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 각각의 픽셀에 대해 계산된다)(단계 222). (아마도 상기 첫 번째 위치 추정 사이클과 관련하여 위에서 설명한 바와 같이 정규화된) 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 일반 픽셀($x_{i,j}$)에 대해 계산된 (고려된 예에서는, 8개인) 확률들($p(x_{i,j})_{|a-h}$)이 이때 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 그러한 일반 픽셀($x_{i,j}$)에 대해 상기 UE가 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 위치하게 되는 총 확률($p(x_{i,j})_{|tot}$)을 획득하는 방식으로 조합된다(단계 224). 상기 UE가 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 위치하게 되는 총 확률들($p(x_{i,j})_{|tot}$)(또는, 대응하는 두 번째 위치 확률 분포($d_2(x_{i,j})$))를 사용하여, 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 두 번째 중심(C_{2d})이 결정되고, 두 번째 위치 픽셀($x_{i,j2}$)은 상기 두 번째 중심(C_{2d})(또는, 변형적으로는 상기 두 번째 위치 확률 분포($d_2(x_{i,j})$)의 두 번째 최대(M_{2d}))에 상응하는 것으로 식별된다(단계 226).

[0081] 다음에(단계 228), 두 번째 불특정 지역(310)은 위치가 결정되어야 하는 UE가 본 발명의 한 실시 예에 따라 위치하게 되는 두 번째 불특정 지역(310)을 보여주는 상기 검색 공간(120)의 개략적인 도면인, 도 3b에 도시된 바와 같이 정의된다. 상기 첫 번째 위치 추정 사이클과 마찬가지로, 두 번째 불특정 지역(310)의 반경은 상기 두 번째 위치 픽셀($x_{i,j1}$), 다시 말하면 두 번째 중심(C_{2d})을 중심으로 하여 산출된 상기 두 번째 위치 확률 분포($d_2(x_{i,j})$)의 두 번째 표준 편차(Σ_{2d})에 실질적으로 상응하는 것으로서(또는 변형적으로 상기 두 번째 위치 확률 분포($d_2(x_{i,j})$)의 두 번째 최대(M_{2d}))를 중심으로 하는 두 번째 표준 편차(Σ_{2d})로서) 정의된다.

[0082] 상기 위치 추정을 정확하게 식별하기 위해, 두 번째 최종 감쇠(μ_{2f})가 상기 첫 번째 위치 추정 사이클들과 유사

하게 상기 두 번째 위치 추정 사이클의 종료시에 산출된다(단계들 230 및 232). 다시 말하면 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{i-k}$)은 두 번째 불특정 지역(310) 전체에 대하여 계산되고 상기 두 번째 최종 감쇠(μ_{2f})는 상기 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{i-k}$) 및 (고려된 예에서 8개인) 측정된 신호 강도들(ms_{la-h}) 간의 (고려된 예에서 8개인) 차이들의 평균으로서 계산된다.

- [0083] 상기 두 번째 위치 추정 사이클의 종료시 상기 방법은 위치가 식별되어야 하는 UE에 대한 두 번째 위치 추정, 다시 말하면 상기 두 번째 위치 픽셀($x_{i,j|2}$)을 제공하며, 그리고 또한 이 경우에 (상기 첫 번째 불특정 지역(305)보다 작은) 두 번째 불특정 지역(310)은 그러한 두 번째 위치에 연관된 통계 오차들을 고려한다.
- [0084] 여기서 유념해야 할 점은 일반적으로 상기 첫 번째 불특정 지역(305)의 중심으로서 사용되는 첫 번째 중심(C_{1d}) (또는 첫 번째 최대(M_{1d})) 및 상기 두 번째 불특정 지역(310)의 중심으로서 사용된 두 번째 중심(C_{2d}) (또는 두 번째 최대(M_{2d}))이 반드시 상응할 필요가 없다는 점이다. 그러므로 상기 첫 번째 불특정 지역(305) 및 상기 두 번째 불특정 지역(310)은 편심(偏心) 지역(eccentric area)들인 것이 일반적이다.
- [0085] 상기 두 번째 위치 추정 사이클의 종료로 위치 결정 초기화 단계가 종료되고 차후의 위치 추정 사이클들이 이하의 방식으로 수행되는 것이 바람직하다.
- [0086] 실질적으로는, n -번째 일반 위치 추정 사이클이 상기 첫 번째 위치 추정 사이클의 동일한 단계들을 수행하지만 사전에 계산된 최종 감쇠들(μ_{1f} 내지 μ_{n-1f}) 중 2개 이상의 조합을 기반으로 하여 n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})를 사용한다(단계 234).
- [0087] n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})는 복수 개의 서로 다른 방식으로 산출되는데, 예를 들면 n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})는 위치가 추정되어야 하는 UE가 이동하고 있는지 또는 위치가 추정되어야 하는 UE가 상기 UE의 위치의 더 양호한 추정을 이루기 위해 실질적으로 정적인 위치를 지나는지에 의존하여 산출될 수 있다.
- [0088] 위치가 추정되어야 하는 UE가 실질적으로 정적인 위치를 지나는 경우에, n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})는 사전에 계산된 최종 감쇠(μ_{1f} 내지 μ_{n-1f}) 모두의 평균으로서 산출되는 것이 바람직할 수 있다. 다시 말하면, 이하의 수학적 식 7

수학적 식 7

$$\mu_{ni} = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} \mu_{kf}}{n-1}$$

[0089]

와 같은 관계가 성립된다.

[0090]

예를 들면, 세 번째 초기 감쇠(μ_{3i})는 상기 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f}) 및 두 번째 최종 감쇠(μ_{2f})의 평균으로서 산출될 수 있다. 다시 말하면, 이하의 수학적 식 8

수학적 식 8

$$\mu_{3i} = \frac{\mu_{1f} + \mu_{2f}}{2}$$

[0092]

와 같은 관계가 성립된다.

[0093]

변형적으로, 상기 UE가 이동중에 있는 경우든 상기 UE가 실질적으로 정적인 위치를 지나는 경우든, n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})는 사전에 계산된 최종 감쇠들(μ_{1f} 내지 μ_{n-1f})의 부분집합만을 평균화함으로써, 예를 들면 n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})를 계산하기 위하여 정의될 수 있으며 소정 개수(k)의 사전에 계산된 최종 감쇠들(μ_{n-kf} 내지 μ_n -

[0094]

μ_{1f})을 포함하는 이동 "윈도우 평균화(averaging window)"를 취하여 계산된 이동 평균을 계산함으로써 산출될 수 있다.

[0095] 이동 윈도우 평균화의 사용은 특히 모델링되지 않은 환경 조건들이 시간 경과에 따라 신호 감쇠 변화를 도입하는 경우에(예컨대, 상기 UE가 건물 내부로부터 외부 환경으로 이동되는 경우에) 특히 바람직할 수 있다. 실제로, 상기 무선 통신 네트워크(100)의 통신 가능 지역에서의 UE 이동 중에, 무선 신호들에 영향을 주는 모델링되지 않은 감쇠가 서로 다를 수 있고, 그림으로써 과거에 이미 산출된 전체 세트의 감쇠들을 고려하는 것은 위치가 결정되어야 하는 UE의 이동이 검출되는 경우에 오해의 소지가 있을 수 있다.

[0096] 그 외에도, n -번째 초기 감쇠(μ_{ni})는 사전에 계산된 최종 감쇠들(μ_{1f} 내지 μ_{n-1f}) 중 일부 이상, 가능하다면 모두의 가중 평균으로서 산출될 수 있다. 이는 UE가 이동중에 있는 경우에, 다시 말하면 모델링되지 않은 감쇠가 서로 다를 수 있는 무선 통신 네트워크(100) 내에서 UE가 추적되는 경우에 특히 바람직하다. 예를 들면, 상기 가중치들은 지수 감소 함수(exponential decreasing function)를 기반으로 하여 정의될 수 있다.

[0097] n -번째 위치 추정 사이클에서는 새로이 측정된 RF 신호 강도들($ms_{|a-h}$)이 획득되고(또는 변형적으로는 사전 위치 추정 사이클(들)에서 사용된 동일한 측정된 신호 강도들($ms_{|a-h}$)이 복구되고)(단계 236) 상기 측정된 RF 신호 강도들은 위치가 결정되어야 하는 UE가 위치하게 되는 ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})을 보여주는 상기 검색 공간(120)의 개략적인 도면인 도 3c에 도시된 바와 같이, ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 상기 UE가 존재하게 되는 한 세트의 확률들($p(x_{i,j}|_{a-h})$)을 산출하기 위해 사용된다(고려된 예에서, 8개의 확률이 상기 ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})의 각각의 픽셀에 대하여 계산된다)(단계 238). (가능하다면 상기 첫 번째 위치 추정 사이클과 관련하여 설명한 바와 같이 정규화된) ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})의 일반 픽셀($x_{i,j}$)에 대하여 계산된 (고려된 예에서는, 8개인) 확률들($p(x_{i,j})/_{a-h}$)은 그 후에 ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})의 그러한 일반 픽셀($x_{i,j}$)에 대하여 상기 UE가 상기 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 위치하게 되는 총 확률($p(x_{i,j})|_{tot}$)을 획득하는 방식으로 조합된다(단계 240). 상기 UE가 상기 ($n-1$)-번째 불특정 지역(315_{n-1})의 일반 픽셀($x_{i,j}$) 내에 위치하게 되는 총 확률들($p(x_{i,j})|_{tot}$)(다시 말하면, 상응하는 위치 확률 분포($d_n(x_{i,j})$))를 사용함으로써, 상기 n -번째 불특정 지역(315_n)에 대한 n -번째 무게 중심(C_{nd})이 결정되고, n -번째 위치 픽셀($x_{i,j|n}$)이 상기 n -번째 무게 중심(C_{nd})에 상응하는 것으로서(또는, 변형적으로는 상응하는 위치 확률 분포($d_n(x_{i,j})$)의 n -번째 최대(M_{nd})에 상응하는 것으로서) 식별된다(단계 242).

[0098] 다음에(단계 244), n -번째 불특정 지역(315_n)은 위치가 결정되어야 하는 UE가 위치하게 되는 n -번째 불특정 지역(315_n)을 보여주는 상기 검색 공간(120)의 개략적인 도면인 도 3d에 도시된 바와 같이 정의된다. 상기 사전 위치 추정 사이클들과 마찬가지로, n -번째 불특정 지역(315_n)의 반경은 n -번째 위치 픽셀($x_{i,j|1}$), 다시 말하면 n -번째 중심(C_{2d})을 중심으로 하여 산출된 n -번째 위치 확률 분포($d_n(x_{i,j})$)의 n -번째 표준 편차(Σ_{nd})에 실질적으로 상응하는 것으로서(또는 상기 n -번째 위치 확률 분포($d_n(x_{i,j})$)의 n -번째 최대(M_{nd})를 중심으로 하는 n -번째 표준 편차(Σ_{nd})로서) 정의된다.

[0099] 마지막으로, n -번째 최종 감쇠(μ_{nf})가 산출된다(단계들 246 및 248). 상기 사전 위치 추정 사이클들과 마찬가지로, 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{a-h}$)은 n -번째 불특정 지역(315_n) 전체에 대해 계산된다(단계 246). 다시 말하면, 이하의 수학적 9

수학적 9

$$\overline{ES}_{a-h} = \frac{\sum_{i,j=1}^{I_{U'},J_{U'}} es_{i,j|a-h}}{\# pixels}$$

[0100]

[0101] 와 같은 관계가 성립되고,

[0102] 상기 수학식 9에서는 ($I_{u'} \leq I$ 이고 $J_{u'} \leq J$ 일 때) $1 \leq i \leq I_{u'}$ 그리고 $1 \leq j \leq J_{u'}$ 가 상기 n -번째 불특정 지역(315_n) 내에 포함되어 있는 픽셀들($x_{i,j}$)의 좌표들을 나타내고, $\#pixels$ 가 상기 n -번째 불특정 지역(315_n) 내에 포함되어 있는 픽셀($x_{i,j}$)의 개수를 나타낸다.

[0103] 그 후에(단계 248), n -번째 최종 감쇠(μ_{nf})는 상기 평균 예상 신호 강도들($\overline{ES}_{i,j}$) 및 (고려된 예에서는 8개인) 측정된 신호 강도들($ms_{i,a-h}$) 간의 (고려된 예에서는 8개의) 차이들의 평균으로서 산출된다. 다시 말하면, 이하의 수학식 10

수학식 10

$$\mu_{nf} = \frac{\sum_{k=a}^h \overline{ES}_k - ms|_k}{\#rcs}$$

[0104] 와 같은 관계가 성립되고,

[0105] 상기 수학식 10에서는 $\#rcs$ 가 상기 UE가 유용한(다시 말하면 최소 임계값보다 큰) 측정 신호 강도들($ms_{i,a-h}$)을 측정한 무선 통신국들의 개수(고려된 예에서는 8개임), 다시 말하면 도 1의 예에서 8개의 무선 통신국($110a-h$)이다.

[0106] n -번째 위치 추정 사이클의 종료시 상기 방법은 위치가 결정되어야 하는 UE에 대한 위치 추정의 n -번째 추정, 다시 말하면 n -번째 위치 픽셀($x_{i,j|n}$)을 제공하고 또한 그러한 추정에 연관된 통계 오차들을 고려하는 사전의 불특정 지역(305 내지 315_{n-1})보다 작은) n -번째 불특정 지역(315_n)을 정의한다.

[0107] 그리고 나서 동작이 추가적인 위치 추정 사이클을 수행함으로써 위치 추정을 추가적으로 정확하게 식별하기 위한 단계 234로 복귀한다(다시 말하면, 상기 단계들 234 내지 248이 반복된다).

[0108] (고려된 예에서는 8개인) 무선 통신국들($110a-h$)에 연관된 측정 신호 강도들($ms_{i,a-h}$) 및 상기 추정된 위치 주변(다시 말하면, 상기 n -번째 불특정 지역(315_n) 내의 픽셀들($x_{i,j}$), 다시 말하면 n -번째 위치 픽셀($x_{i,j|n}$)의 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$) 간에 어떤 현저한 상관도 존재하지 않을 경우에, 상기 n -번째 최종 감쇠(μ_{nf})가 배제될 수 있고 다음 ($n+1$)-번째 초기 감쇠를 결정하는데 사용될 수 없다. 이 경우에, 상기 ($n+1$)-번째 초기 감쇠는 바로 이전의 n -번째 최종 감쇠(μ_{nf})를 기반으로 하여 이루어지지 않고(그러나 단지 첫 번째 최종 감쇠(μ_{1f})에서 ($n-1$)-번째 최종 감쇠에 이르는 한 세트에 포함되어 있는 최종 감쇠들을 기반으로 하여서만 이루어지고) 상기 ($n+1$)-번째 단계에서 측정 신호 강도들($ms_{i,a-h}$)에 영향을 주는 오차가 서로 독립적이며 총 확률들($p(x_{i,j}|_{tot})$)이 수학식 4를 통해 다시 계산될 수 있다.

[0109] 본 발명의 한 실시 예에 따른 방법 덕분에, RF 신호 강도 예측 도구들에 의해 사용되는 모델들에 포함될 수 없는 장애물들에 기인하는 손실들의 예측 또는 상기 RF 강도 맵을 생성하기 위한 경로 손실 추정을 고려하는 무선 통신 네트워크 내에서의 UE의 연속적이고 자동으로 정확하게 식별하는 위치 결정 및 추적을 수행하는 것이 가능하고, 그럼으로써 상기 무선 통신 네트워크 내의 UE의 위치 결정에서의 정확도 개선이 이루어진다.

[0110] 본 발명의 한 실시 예에 따른 방법은 선택된 값으로부터 시작하는 감쇠 값을 각각의 사이클에서 상기 UE로/상기 UE로부터의 신호에 영향을 주는 실제 감쇠 항에 실질적으로 상응하는 최종 값으로 정확하게 식별하기에 적합하고, 그러므로 본 발명의 한 실시 예에 따른 방법은 심지어 측정 신호 강도들이 시간에 따라 변하며 그리고/또는 무선 전파 도구들에서 성공적으로 모델링될 수 없는, 차량들(다시 말하면 상기 UE가 차량 내부에 존재할 때), 계절에 따라 변하는 나뭇잎, 건물의 벽들(상기 UE가 손실들이 알려져 있지 않은 벽들을 구비하고 있는 건물 내부에 존재할 경우), 또는 (제1 근사치에서 신호 강도의 증가를 야기할 수 있게 하는) 지면에 대한 건물 내부에서 상기 UE를 핸들링하는 사용자의 위치의 고도와 같은 추가 장애물들에 의해 유발되는 감쇠들에 의해 영향을

받을 경우라도 위치 결정 및 추적 목적들에 특히 적합하다.

[0112] 통상의 기술자에게는 자명하겠지만 본 발명의 실시 예들이 지상 무선 통신 네트워크들에 국한되지 않는다. 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 무선 통신 네트워크가 GPS와 같은 글로벌 내비게이션 위성 시스템(Global Navigation Satellite System; GNSS), Glonass 또는 Galileo와 같은 위성 통신 또는 내비게이션 시스템이다.

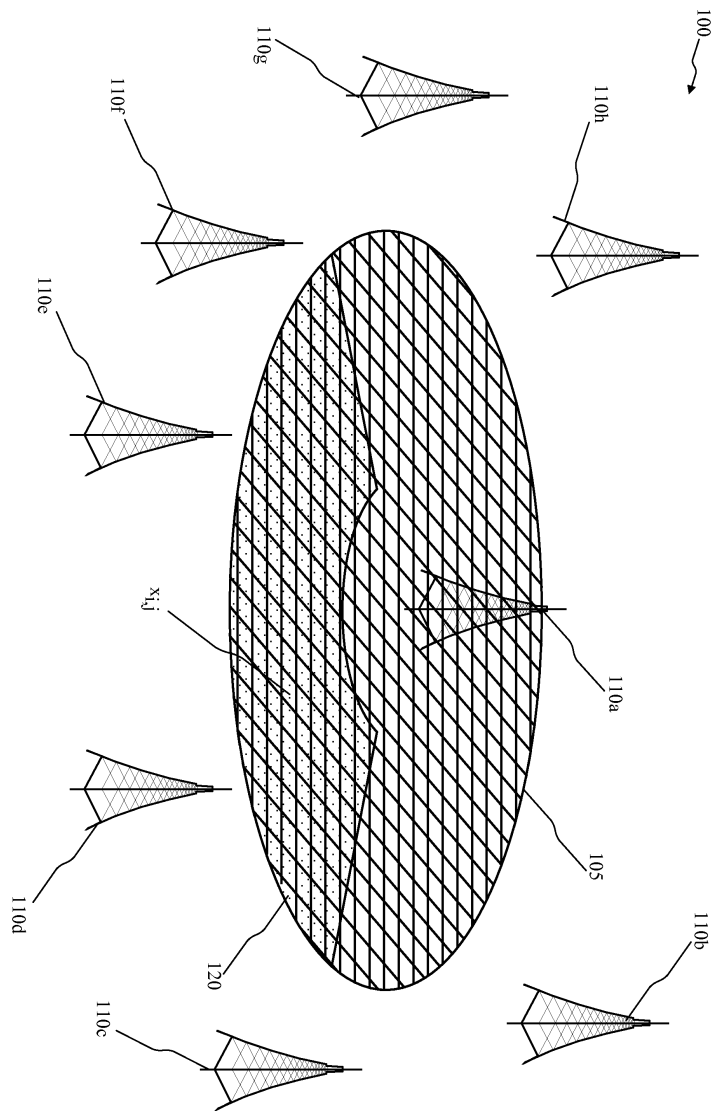
[0113] 이 경우에, UE 신호 강도 측정들은 뷰 내에서 GNSS 위성들에 의해 제공되는 신호들 그리고/또는 범위 내에서 지상 리피터 안테나들에 의해 제공되는 신호들에 대해 획득되고 예상 신호 강도는 상응하는 GNSS 신호 강도 맵으로부터 획득된다. 바꾸어 말하면, 이동 전화를 위한 무선 통신 네트워크(100)에 대해 위에서 설명한 위치 결정 방법은 상기 무선 통신국들(110a-h)에 의해 조사되는 무선 신호들의 예상 신호 강도들 대신에 GNSS 신호 강도 맵으로부터 취해진 신호 강도 값들을 예상 신호 강도들($es_{i,j|a-h}$)로서 사용함으로써 글로벌 내비게이션 위성 시스템에 실질적으로 직접 적용될 수 있다. 그러한 경우에 수식 1을 다시 참조하면, 항들($ms_{i|a-h}$)은 상기 UE들에 의해 수행되는 상기 수신된 GNSS 신호들의 측정들을 나타낸다.

[0114] 여기서 유념해야 할 점은 초기 위치 결정(다시 말하면, 상기 검색 지역(120)이 이동 전화 네트워크에 의해 제공되는 초기 GNSS 위치 결정이 더 정확해지기 때문에 손실(다시 말하면, 감쇠) 추정이 더 정확해지고 제안된 발명을 통해 이루어질 수 있는 위치 결정 및 추적이 이동 전화 네트워크들에서 이루어지는 것보다 훨씬 더 양호한 정확도를 제공한다는 점이다.

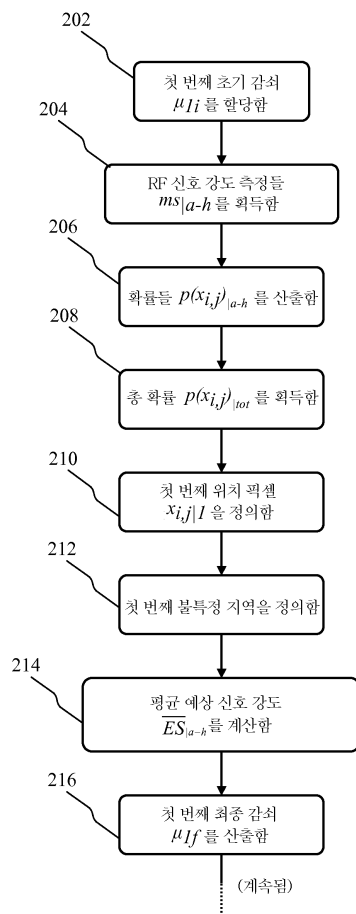
[0115] 특히, GNSS 신호 강도 맵들을 탐색하는 UE의 위치의 추정을 보정 하는 정확도는 예를 들면 건물들에 기인하는 RF 신호들의 음영(shadowing) 및 회절이 실제로는 뷰에서 GNSS 위성들의 수를 감소할 수 있고 그리고/또는 전자 기장 필드들의 전파 지연들(다시 말하면, 상기 RF 신호들에 영향을 주는 지연들)을 유발할 수 있는 도시 협곡 시나리오에서와 같은 GNSS 위치 결정의 정확도가 저하될 수 있는 시나리오에서 본 발명에 따른 방법 및 시스템을 구현함으로써 개선될 수 있다.

도면

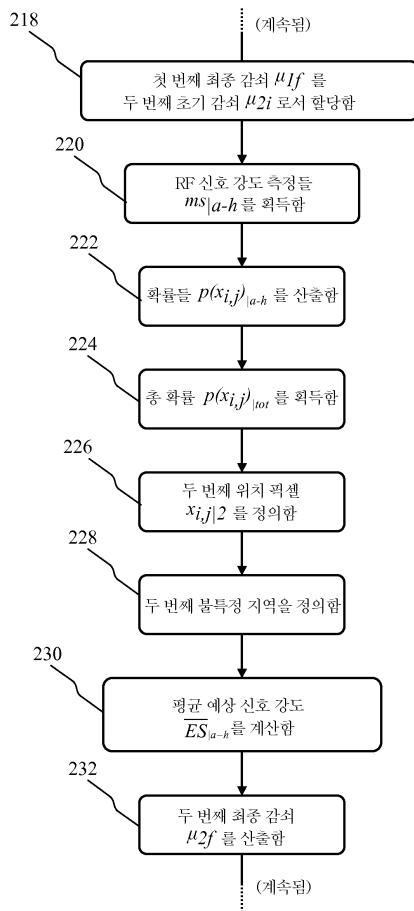
도면1



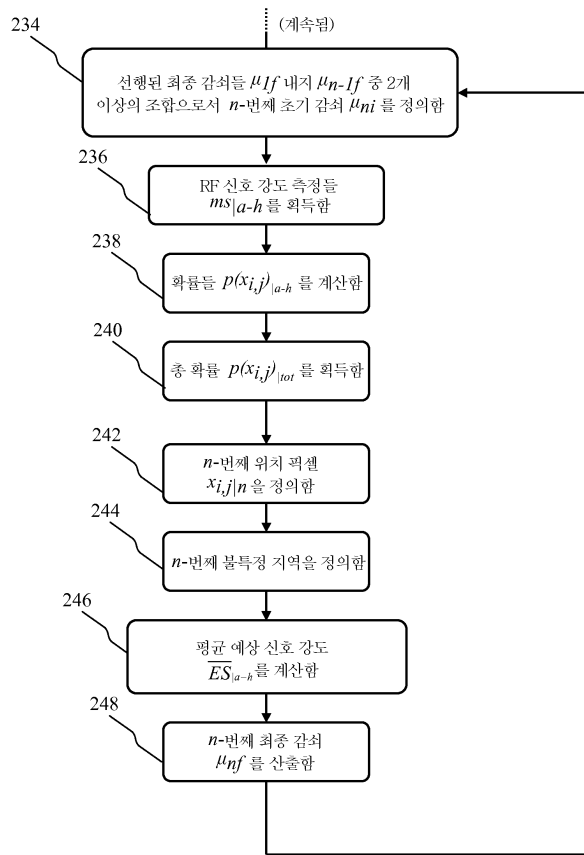
도면2a



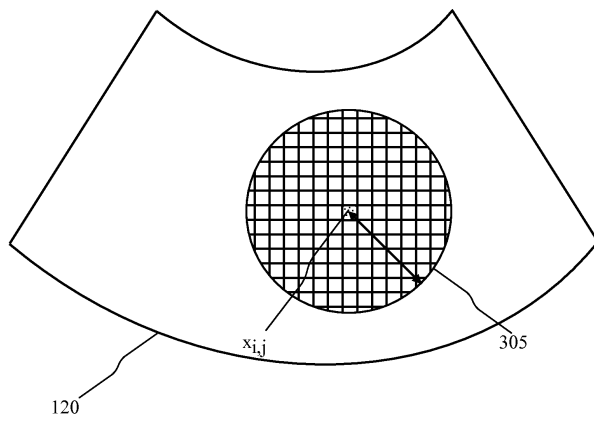
도면2b



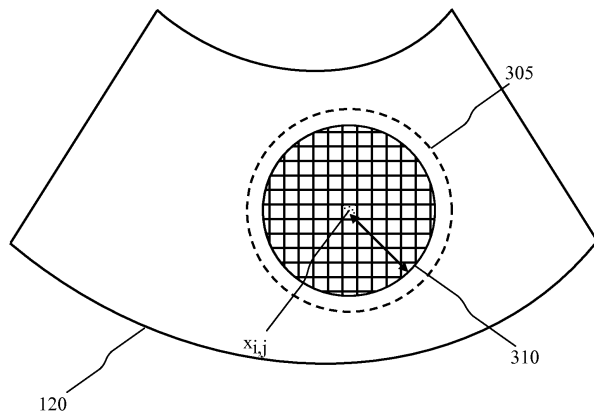
도면2c



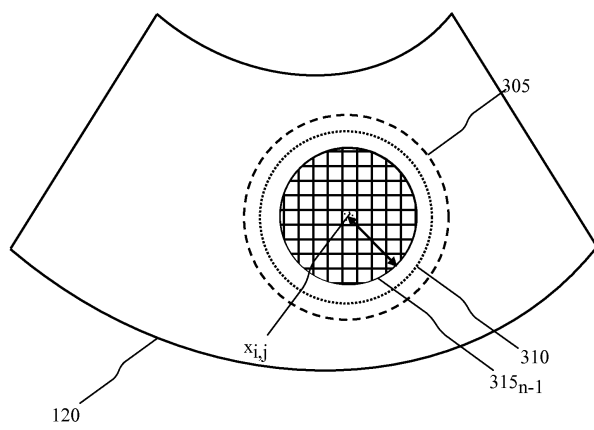
도면3a



도면3b



도면3c



도면3d

