



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월14일
(11) 등록번호 10-2239506
(24) 등록일자 2021년04월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 5/02 (2010.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 5/021 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0020299
- (22) 출원일자 2020년02월19일
심사청구일자 2020년02월19일
- (30) 우선권주장
1020190171501 2019년12월20일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
KR101974002 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
경북대학교 산학협력단
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
- (72) 발명자
박준구
대구광역시 수성구 청호로 365, 307동 1203호(범어동, 3차가든하이츠)
- (74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 2 항

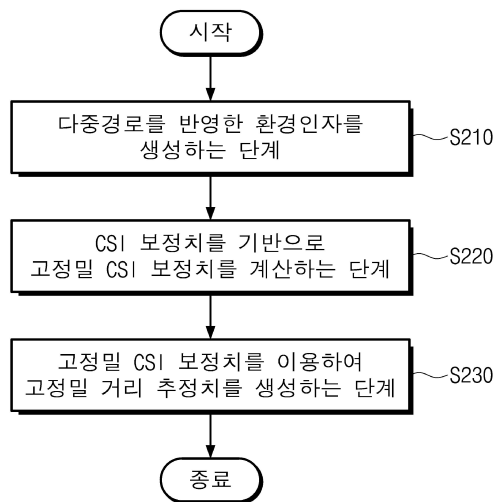
심사관 : 나영준

(54) 발명의 명칭 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법 및 이를 수행하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체

(57) 요약

본 발명은 이동단말의 다중경로 환경을 반영하는 환경인자를 운용 설치 맵(map)을 기반으로 결정하는 환경인자 생성 단계; 상기 이동단말이 CSI 측정치를 이용하여 고정밀 CSI 보정치를 계산하는 고정밀 CSI 보정치 계산 단계 및 상기 이동단말이 상기 고정밀 CSI 보정치를 이용하여 고정밀 거리추정값을 생성하는 고정밀 거리 추정치 생성 단계를 포함하는 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법을 제공한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615010654
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	혁신성장동력프로젝트(R&D)(스마트시티 국가전략프로젝트 사업)
연구과제명	데이터 공유를 통한 도시 재해재난 안전 및 사회안전 긴급구난 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국토지주택공사 토지주택연구원
연구기간	2019.01.28 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

이동단말의 다중경로 환경을 반영하는 환경인자를 운용 설치 맵(map)을 기반으로 결정하는 환경인자 생성 단계;
 상기 이동단말이 CSI(Channel Status Indicator) 측정치를 이용하여 고정밀 CSI 보정치를 계산하는 고정밀 CSI 보정치 계산 단계 및

상기 이동단말이 상기 고정밀 CSI 보정치를 이용하여 고정밀 거리추정값을 생성하는 고정밀 거리 추정치 생성 단계를 포함하며,

상기 환경인자(σ_{Env})는 다음의 [수학식]에 따라 결정되고,

$$\sigma_{Env} = \sigma_{Fixed} \sigma_{Variable},$$

$$\sigma_{Variable} = f(Env_i) = \begin{cases} 6.7823, & Env = 4 \\ 6.3246, & Env = 2 \\ 5.5678, & Env = 1 \end{cases}$$

(여기서, σ_{Fixed} 는 사용되는 무선네트워크 특성에 따라 결정된(Fixed) 인자로서 송수신 RF 밴드의 이득과 안테나 이득을 나타낸다. $\sigma_{Variable}$ 는 운용되는 실내환경에 따라 가변 되는(Variable) 인자로서 거리측정 시스템이 운용되는 실내 Map기반으로 개방형($Env_{open} = 1$), 반개방형($Env_{halfopen} = 2$), 복잡환경($Env_{closed} = 4$)으로 구분된 후 환경 인자가 추출된다.)

상기 고정밀 CSI 보정치(CSI_d)는 다음의 [수학식]에 따라 결정되며,

$$\text{For } Env_{open} = 1, CSI_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k|, K=15$$

$$\text{For } Env_{open} = 2, CSI_d = \frac{1}{K} \left(\sum_{k=1}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$$

$$\text{For } Env_{open} = 4, CSI_d = \frac{1}{K} \left(\frac{f_1}{f_0} \times 8 \times |H_1| + \sum_{k=2}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$$

(여기서, f_0 는 중심 주파수, f_k 는 k 번째 서브캐리어 주파수, $|H_k|$ 는 k 번째 서브캐리어의 CSI 크기의 절대값이다.)

상기 고정밀 거리추정값(d)은 다음의 [수학식]에 따라 결정되는 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법.

$$d = \frac{1}{4\pi} \left[\left(\frac{c}{f_0 \times |CSI_d|} \right)^2 \times \sigma_{Env} \right]^{\frac{1}{n}}$$

(여기서, c 는 빛의 속도(300,000km/s), n 은 전파경로 환경에 따른 경로감쇄인자로서 다중경로가 거의 없는 개방형 실내공간에서는 1에 가까운 값을 갖고, 복도 환경과 같은 반개방형 실내에서는 2에 가까운 값을 갖으며, 복잡한 실내환경에서는 4이상의 값을 갖는다.)

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실내에서 이동단말의 위치를 측정하는 측위 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 실내에서 이동단말의 위치를 측정할 때 다중경로를 반영하는 환경인자를 이용하여 보다 안정적이고 고정밀의 위치 측정이 가능하도록 하는 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법 및 이를 수행하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 이동단말은 실외에서 GPS 위성신호를 이용하여 위치를 측정하게 되는데, GPS 위성을 신호를 원활히 받을 수 있는 실외환경에서는 위치 정확도가 수 m 이내로 안정적이다. 그러나, 높은 건물들이 밀집되어 있는 도심 환경하에서는 가용한 GPS 위성의 수가 제한되어 계산되는 위치 정확도가 급격히 낮아지는 문제점이 발생된다. 이를 해결하기 위하여, 맵매칭(Map Matching)이나 관성항법의 일종인 DR(Dead Reckoning)과의 융합 측위 방법을 사용한다.

[0003] 이동단말이 GPS 위성 신호를 수신할 수 없는 실내의 경우에는 측위전용 네트워크를 구축하고 이와 연동해 위치를 결정하는 능동형 측위(Active Positioning) 방식과 기존 통신네트워크의 부가적인 기능을 이용해 위치 정보를 얻는 수동형 측위(Passive Positioning) 방식을 선택적으로 적용하여 이동단말의 위치를 측정할 수 있다.

[0004] 일반적으로, 이동단말의 실내 측위 환경에서는 비용과 통신네트워크와의 연동성을 고려해 수동형 측위 방식이 우선된다. 이 경우 이동단말은 삼각측량(triangulation) 또는 전자지문(fingerprint) 방식으로 위치를 결정한다. 삼각측량으로 위치를 결정하는 경우 이동단말은 무선통신네트워크(예: WiFi)의 에어 인터페이스 부가 정보인 수신신호세기(Received Signal Strength, 이하 RSS) 또는 수신상태정보(Channel Status Indicator, 이하 CSI)를 이용한 거리측정을 수행한다.

[0005] 그런데, 보편적 측정치로 사용되는 RSS는 이중모달(Bi-Modal) 통계적 분포 특성을 갖고 있을 뿐만 아니라 다중경로가 발생하는 실내환경에서는 더 큰 오차를 갖는 위치정보를 생성하는 문제점을 갖고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 GPS 위성신호를 수신할 수 없는 실내환경에서 이동단말의 위치를 측정할 때 다중경로를 반영하는 환경인자를 이용하여 보다 안정적이고 고정밀의 위치 측정이 가능하도록 하는 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법 및 이를 수행하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일측면은, 이동단말의 다중경로 환경을 반영하는 환경인자를 운용 설치 맵(map)을 기반으로 결정하는

환경인자 생성 단계; 상기 이동단말이 CSI(Channel Status Indicator) 측정치를 이용하여 고정밀 CSI 보정치를 계산하는 고정밀 CSI 보정치 계산 단계 및 상기 이동단말이 상기 고정밀 CSI 보정치를 이용하여 고정밀 거리추정값을 생성하는 고정밀 거리 추정치 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 환경인자(σ_{Env})를 다음의 [수학식]에 따라 결정할 수 있다.

[0009]
$$\sigma_{Env} = \sigma_{Fixed} \sigma_{Variable}$$

[0010] 또한, 상기 고정밀 CSI 보정치(CSL_d)를 다음의 [수학식]에 따라 결정할 수 있다.

[0011] For $E_{ray_open} = 1, CSL_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k|, K=15$

[0011] For $E_{ray_open} = 2, CSL_d = \frac{1}{K} \left(\sum_{k=1}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$

[0011] For $E_{ray_open} = 4, CSL_d = \frac{1}{K} \left(\frac{f_1}{f_0} \times 8 \times |H_1| + \sum_{k=2}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$

[0012] 또한, 상기 고정밀 거리추정값(d)은 다음의 [수학식]에 따라 결정될 수 있다.

[0013]
$$d = \frac{1}{4\pi} \left[\left(\frac{c}{f_0 \times |CSL_d|} \right)^2 \times \sigma_{Env} \right]^{\frac{1}{n}}$$

[0014] 본 발명의 다른 일측면은, 제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 항에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상술한 본 발명의 일측면에 따르면, 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법 및 이를 수행하기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 제공하되, 다중 경로환경에 강한 특성을 갖는 CSI 기반의 거리추정 방법에 실내 환경별 다중 경로 발생 정도를 실내 맵(Map)을 이용하여 개방형, 반개방형, 복잡한 환경으로 구분하여 CSI 측정치의 환경인자로 반영함으로써, 실내에서 안정적으로 고정밀 거리 추정이 가능하고, 이에 따라 CSI를 이용한 실내 위치 추정의 정밀도가 획기적으로 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법이 적용되는 측위 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

- [0018] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법이 적용되는 측위 시스템의 개략도이다.
- [0020] 본 발명이 적용되는 측위 시스템은 액세스 포인트(AP)(110), WiFi 모듈(120) 및 제어부(130)를 포함할 수 있다.
- [0021] WiFi 모듈(120)은 WiFi를 이용하여 AP(110)와 통신을 수행하고 제어부(130)와 함께 이동단말의 위치 측정을 수행한다.
- [0022] 제어부(130)는 채널 상태 정보에 해당하는 CSI 측정치에 기반하여, 고정밀 CSI 보정치를 계산할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 고정밀 CSI 보정치를 이용해 고정밀 거리 추정치를 생성할 수 있다. 여기서, CSI 측정치는 AP(110)로부터 수신된 신호(또는 정보)에 기반하여 이동단말이 측정한 채널 상태 정보이다.
- [0024] 이때, 제어부(130)는 상기 CSI 측정치를 이용하여 고정밀 거리 추정치를 도출한 후, 3개 이상의 AP(110)와의 삼각측량 방법을 이용하여 이동단말의 위치를 계산할 수 있다. 또한, 상기와 같이 계산된 위치를 실내 Map 정보에 표시하여 제공할 수 있다.
- [0025] 한편, 제어부(130)는 실내측위를 위한 실내 Map 정보를 획득할 수 있다. 또한, RF지문(FingerPrint) DB 제공여부를 확인한 후 제공되는 경우, 해당 DB를 획득할 수 있다.
- [0026] 이때, 제어부(130)는 고정밀 CSI 보정치를 이용하여, RF지문(FingerPrint) DB 상에서 패턴 매칭을 수행할 수 있다. 이에 따라, 패턴 매칭이 이루어진 경우, 이동단말이 RF지문(FingerPrint) DB 상에서 해당 위치 정보를 검출할 수 있다. 또한, 해당 위치정보를 상기 실내 Map 정보에 표시하여 제공할 수 있다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법의 순서도이다.
- [0028] 일 실시예에 따른 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법은 다중경로를 반영한 환경인자를 생성하는 단계(S210), CSI 측정치를 기반으로 고정밀 CSI 보정치를 계산하는 단계(S220) 및 고정밀 CSI 보정치를 이용하여 고정밀 거리 추정치를 생성하는 단계(S230)를 포함할 수 있다.
- [0029] 환경인자 생성 단계(S210)는 이동단말의 다중경로 환경을 반영하는 환경인자(σ_{Env})를 운용 설치 맵(Map)을 기반으로 다음의 [수학식 1]에 따라 결정한다.

수학식 1

[0030]
$$\sigma_{Env} = \sigma_{Fixed} \sigma_{Variable}$$

[0031] 여기서, σ_{Fixed} 는 사용되는 무선네트워크 특성에 따라 결정된(Fixed) 인자로서 송수신 RF 밴드의 이득과 안테나 이득을 나타낸다. $\sigma_{Variable}$ 는 운용되는 실내환경에 따라 가변되는(Variable) 인자로서 거리측정 시스템이 운용되는 실내 Map기반으로 개방형(open), 반개방형(half open), 복잡환경(closed) 구분된 후 환경 인자 ($\sigma_{Env_{open}} = 1$, $\sigma_{Env_{halfopen}} = 2$, $\sigma_{Env_{closed}} = 4$)가 추출된다.

[0032]
$$\sigma_{Variable} = f(\sigma_{Env_i}) = \begin{cases} 6.7823, & \sigma_{Env} = 4 \\ 6.3246, & \sigma_{Env} = 2 \\ 5.5678, & \sigma_{Env} = 1 \end{cases}$$

[0033] 고정밀 CSI 보정치 계산 단계(S220)는 이동단말이 CSI 측정치를 이용하여 다음의 [수학식 2]에 따라 고정밀 CSI 보정치(CSI_d)를 계산한다.

수학식 2

For $E_{\text{row_open}} = 1, CSI_d = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k|, K=15$

For $E_{\text{row_open}} = 2, CSI_d = \frac{1}{K} \left(\sum_{k=1}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$

For $E_{\text{row_open}} = 4, CSI_d = \frac{1}{K} \left(\frac{f_1}{f_0} \times 8 \times |H_1| + \sum_{k=2}^4 \frac{f_k}{f_0} \times 2 \times |H_k| + \sum_{k=5}^K \frac{f_k}{f_0} \times |H_k| \right), K=15$

[0034]

[0035] 여기서, f_0 는 중심 주파수, f_k 는 k 번째 서브캐리어 주파수, $|H_k|$ 는 k 번째 서브캐리어의 CSI 크기의 절대값(Amplitude)이다.

[0036] 고정밀 거리 추정치 생성 단계(S230)는 이동단말이 상기 보정치 계산단계(S220)에서 계산된 고정밀 CSI 보정치(CSI_d)를 이용하여 다음의 [수학식 3]에 따라 고정밀 거리추정치값을 생성한다.

수학식 3

$$d = \frac{1}{4\pi} \left[\left(\frac{c}{f_0 \times |CSI_d|} \right)^2 \times \sigma_{\text{Env}} \right]^{\frac{1}{n}}$$

[0037]

[0038] 여기서, c는 빛의 속도(300,000km/s), n은 전파경로 환경에 따른 경로감쇄인자로서 다중경로가 거의 없는 개방형 실내공간에서는 1에 가까운 값을 갖고, 복도 환경과 같은 반개방형 실내에서는 2에 가까운 값을 갖으며, 복잡한 실내환경에서는 4 이상의 값을 갖는다.

[0039] 이와 같은, 이동단말의 안정적인 고정밀 거리측정 방법은 어플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0040] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0041] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

[0042] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0043] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

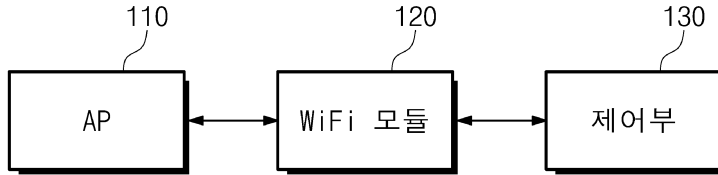
[0044] 110 : 액세스 포인트

120 : WiFi 모듈

130 : 제어부

도면

도면1



도면2

