



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월19일
(11) 등록번호 10-1622536
(24) 등록일자 2016년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 64/00 (2009.01) H04W 88/02 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 64/006 (2013.01)
H04W 88/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0055869
(22) 출원일자 2015년04월21일
심사청구일자 2015년04월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110035982 A*
KR1020010064743 A
KR1020020094736 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
정영민
경기도 성남시 분당구 양현로 537, 313동 305호 (야탑동, 매화마을 아파트)
탕 반 누엔
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 전자정보관 559 (서천동)
신현동
경기도 수원시 영통구 청명북로 81, 404동 901호 (영통동, 청명마을주공아파트)
(74) 대리인
최정문, 최영한, 지덕규

전체 청구항 수 : 총 26 항

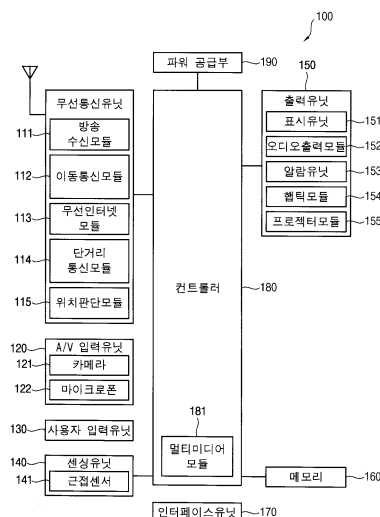
심사관 : 정구웅

(54) 발명의 명칭 무선 통신 장치, 이를 이용한 위치 측위 방법 및 이를 포함하는 무선 통신 시스템

(57) 요약

무선 통신 장치는 통신 모듈 및 위치 판단 모듈을 포함한다. 상기 통신 모듈은 통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신한다. 상기 위치 판단 모듈은 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래시파이어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함한다. 상기 위치 판단 모듈은 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2011-220-D00076

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌연구네트워크지원사업

연구과제명 사이버물리 시스템을 위한 자동 위치 인지 기술

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교

연구기간 2011.09.01 ~ 2014.08.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신하는 통신 모듈; 및

상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래시피이어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함하며, 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 위치 판단 모듈을 포함하고,

상기 무선 통신 장치 본인(i 번째 Agent)의 위치의 상기 분산은

$$(\hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \frac{1}{\nu_i^2 + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{2\hat{\sigma}_{ji}^2}} \text{ 이고,}$$

$\hat{\omega}_i^2$: i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

$\hat{\sigma}_{ji}^2$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

$\mathcal{V}_i$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 통신 노드(Anchor, Agent)의 index set 인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 통신 모듈은 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트로 출력하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 통신 모듈은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치를 정확히 알지 못하는 장치이고, 상기 앵커는 상기 앵커 본인의 위치를 정확히 아는 장치인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 클래시피이어는 피쳐(feature)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하고,

상기 피쳐(feature)는 상기 위치 신호의 에너지, 상기 위치 신호의 최대 진폭, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균(mean excess delay), 상기 위치 신호의 RMS(root mean square) 지연 확산(delay spread), 상기 위치 신호의 쿠토시스(Kurtosis)중 적어도 어느 하나이고,

상기 쿠토시스(Kurtosis)는 상기 위치 신호의 진폭의 4차 모멘트(moment)와 2차 모멘트(moment)의 비율인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 클래시피이어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 클래시피이어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)의 반영 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 클래시피이어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산을 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 클래시피이어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산의 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 레인징(ranging)의 에러를 예측하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 에너지를 이용하여 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 상기 에너지의 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 무선 통신 장치 본인(i번째 Agent)의 위치의 상기 평균은

$$(\hat{\mathbf{p}}_i)_{\text{new}} = \hat{\omega}_i^2 \left(\frac{\boldsymbol{\eta}_i}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \ \sin \theta_{ji}]^T + \mathbf{p}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \ \sin \theta_{ji}]^T + \hat{\mathbf{p}}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} \right) \quad \text{이고,}$$

$\mathcal{V}_i = \{1, 2, \dots, N_A\}$: N_A 개의 Agent를 포함하는 index set

$\mathcal{V}_A = \{N_A + 1, N_A + 2, \dots, N_A + N_A\}$: N_A 개의 Anchor를 포함하는 index set

$\hat{\mathbf{p}}_i$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

$\boldsymbol{\eta}_i$: i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Anchor

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Agent

$\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \quad \sin \theta_{ji}]^T$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균

$\mathbf{p}_j$: j 번째 통신 노드 Anchor 위치 정보의 평균

$\hat{\mathbf{p}}_j$: j 번째 통신 노드 Agent 위치 정보의 평균 인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 15

통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신하는 통신 모듈; 및

상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래시피이어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함하며, 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 위치 판단 모듈을 포함하고,

상기 무선 통신 장치 본인(i 번째 Agent)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산은

$$\begin{aligned} (\hat{\mathbf{p}}_i, \hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \arg \min_{\substack{\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^2 \\ \beta > 0}} & \left[-\ln(\beta) + \frac{\|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\eta}_i\|^2 + \beta}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right)^2 - 2\beta \left(\hat{r}_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 - \beta \right) \right\} \right. \\ & \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right)^2 - 2\beta \left(\hat{r}_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \beta \right) + 4\hat{\omega}_j^2 \left(\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 + \beta \right) \right\} \right] \end{aligned}$$

의 관계를 갖고,

$\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}}$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

$\hat{\omega}_{i,\text{new}}^2$: $\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}}$ 를 이용해 업데이트 되는 i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

$\boldsymbol{\alpha}$: 목적 변수,

$\boldsymbol{\eta}_i$: i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

β : 0보다 큰 고정된 임의의 수

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

ψ_{ij} : j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산값과 관련된 변수

$$\psi_{ij} = \begin{cases} \sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2, \\ \hat{r}_{ij}^2 (\sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2) \end{cases} \text{ 중 어느 하나이고,}$$

σ_{ij}^2 : i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

ζ_{ij}^2 : ranging 모델에서의 NLOS 신호 효과를 나타내는 바이어스 b_{ij} 의 분산

$\hat{r}_{ij} = \hat{d}_{ij} - b_{ij}$: i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균 인 것을 특징으로 하는 무선 통

신 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균은

$$\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} = \arg \min_{\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^2} \left[\frac{\|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\eta}_i\|^2}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right)^2 + 4\beta \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right\} \right. \\ \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right)^2 + 4(\beta + \hat{\omega}_j^2) \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right\} \right]$$

인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 분산은

$$\hat{\omega}_{i,\text{new}}^2 = 2 \left(\kappa_i + \sqrt{\kappa_i^2 + 8 \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \psi_{ij}^{-2}} \right)^{-1}$$

where

$$\kappa_i = \frac{1}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{\psi_{ij}^2} \left(2 \|\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \hat{r}_{ij}^2 \right) \\ + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{2\hat{\omega}_j^2}{\psi_{ij}^2}.$$

인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치.

청구항 18

통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신하는 단계;

클래시파이어(classifier)를 이용하여 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 단계;

리그레서(regressor)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 단계; 및

상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 단계를 포함하고,

상기 무선 통신 장치 본인(i번째 Agent)의 위치의 상기 분산은

$$(\hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \frac{1}{\frac{1}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{2\hat{\sigma}_{ji}^2}}$$

이고,

$\hat{\omega}_i^2$: i번째 Agent의 위치 정보의 분산

ν_i^2 : i번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

$\hat{\sigma}_{ji}^2$: j번째 노드와 i번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

$\mathcal{V}_i$: i번째 노드의 통신범위에 존재하는 통신 노드(Anchor, Agent)의 index set

인 것을 특징으로 하는 무선 통신 장치의 위치 측위 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트로 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치를 정확히 알지 못하는 장치이고, 상기 앵커는 상기 앵커 본인의 위치를 정확히 아는 장치인 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 22

제18항에 있어서, 상기 클래시피어는 피쳐(feature)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하고,

상기 피쳐(feature)는 상기 위치 신호의 에너지, 상기 위치 신호의 최대 진폭, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균(mean excess delay), 상기 위치 신호의 RMS(root mean square) 지연 확산(delay spread), 상기 위치 신호의 쿠토시스(Kurtosis)중 적어도 어느 하나이고,

상기 쿠토시스(Kurtosis)는 상기 위치 신호의 진폭의 4차 모멘트(moment)와 2차 모멘트(moment)의 비율인 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 클래시피어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 클래시피어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산을 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 25

제18항에 있어서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 레인징(ranging)의 에러를 예측하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 에너지를 이용하여 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화하는 것을 특징으로 하는 위치 측위 방법.

청구항 27

제1 에이전트;

상기 제1 에이전트의 통신 범위 내에 있는 제2 에이전트 및 앵커를 포함하고,

상기 제1 에이전트는

상기 제2 에이전트 및 상기 앵커로부터 위치 신호를 수신하는 통신 모듈; 및

상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래시피어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함하며, 상기 위치 신호를 기초로 상기 제1 에이전트 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 위치 판단 모듈을 포함하고,

상기 제1 에이전트 본인(i번째 Agent)의 위치의 상기 분산은

$$(\hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \frac{1}{\nu_i^2 + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{2\hat{\sigma}_{ji}^2}}$$

이고,

$\hat{\omega}_i^2$: i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

$\hat{\sigma}_{ji}^2$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

$\mathcal{V}_i$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 통신 노드(Anchor, Agent)의 index set
인 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 무선 통신을 이용하여 위치 측위가 가능한 무선 통신 장치, 상기 무선 통신 장치를 이용한 위치 측위 방법 및 상기 무선 통신 장치를 포함하는 무선 통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 무선 및 이동 통신 기술의 급속한 발전으로 정확한 위치 정보는 통신, 의료, 안전, 군용 등 많은 응용 분야에 매우 유용한 요소를 제공한다.

[0003] 이러한 위치 정보 추정 또는 측위 기술은 일반적으로 사람이나 사물의 위치 또는 주변 물체와의 위치적 관계에 기반한 다양한 서비스를 제공할 수 있는 기술이다.

[0004] 현재, 글로벌 측위 위성 시스템인 GPS(Global Positioning System)가 이를 위하여 일반화 되어 있으나, GPS의 실내 측위 및 전력 소모 등의 한계성을 극복하기 위해, 최근 이동 통신망(Cellular Network), 무선 랜(WLAN: Wireless Local Area Network), 초 광대역(UWB: Ultra-wideband) 통신, 블루투스(Bluetooth) 등 무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network)를 이용한 위치 기반 서비스(LBS: Location Based Service)의 개발이 활발하게 논의되고 있다.

[0005] 종래의 위치 측위 방법에서는 고정된 액세스 포인트(AP: Access Point)만을 이용하여 위치를 판단하므로, 위치 판단의 범위 및 정확성이 감소하는 문제점이 있다. 또한, 위치 측위를 위한 연산의 복잡도가 높은 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 목적은 위치 측위가 가능한 무선 통신 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 무선 통신 장치를 이용한 위치 측위 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 무선 통신 장치를 포함하는 무선 통신 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 무선 통신 장치는 통신 모듈 및 위치 판단 모듈을 포함한다. 상기 통신 모듈은 통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신한다. 상기 위치 판단 모듈은 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래스피어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서

(regressor)를 포함한다. 상기 위치 판단 모듈은 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 통신 모듈은 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트로 출력할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 통신 모듈은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치를 정확히 알지 못하는 장치일 수 있다. 상기 앵커는 상기 앵커 본인의 위치를 정확히 아는 장치일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래식파이어는 피처(feature)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다. 상기 피처(feature)는 상기 위치 신호의 에너지, 상기 위치 신호의 최대 진폭, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균(mean excess delay), 상기 위치 신호의 RMS(root mean square) 지연 확산(delay spread), 상기 위치 신호의 쿠토시스(Kurtosis)중 적어도 어느 하나일 수 있다. 상기 쿠토시스(Kurtosis)는 상기 위치 신호의 진폭의 4차 모멘트(moment)와 2차 모멘트(moment)의 비율일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래식파이어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래식파이어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)의 반영 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래식파이어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산을 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래식파이어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산의 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 레인징(ranging)의 에러를 예측할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 에너지를 이용하여 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화할 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 상기 에너지의 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인(i번째 Agent)의 위치의 상기 분산은

$$(\hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \frac{1}{\nu_i^2 + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{2\hat{\sigma}_{ji}^2}}$$

이고,

$\hat{\omega}_i^2$: i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

$\hat{\sigma}_{ji}^2$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

[0022]

$\mathcal{V}_i$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 통신 노드(Anchor, Agent)의 index set 일 수 있다.

본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인(i 번째 Agent)의 위치의 상기 평균은

$$(\hat{\mathbf{p}}_i)_{\text{new}} = \hat{\omega}_i^2 \left(\frac{\boldsymbol{\eta}_i}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \sin \theta_{ji}]^T + \mathbf{p}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \sin \theta_{ji}]^T + \hat{\mathbf{p}}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} \right) \quad \text{이고,}$$

$\mathcal{V}_A = \{1, 2, \dots, N_A\}$: N_A 개의 Agent를 포함하는 index set

$\mathcal{V}_A = \{N_A + 1, N_A + 2, \dots, N_A + N_A\}$: N_A 개의 Anchor를 포함하는 index set

$\hat{\mathbf{p}}_i$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

$\boldsymbol{\eta}_i$: i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Anchor

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Agent

$\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \sin \theta_{ji}]^T$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균

$\mathbf{p}_j$: j 번째 통신 노드 Anchor 위치 정보의 평균

$\hat{\mathbf{p}}_j$: j 번째 통신 노드 Agent 위치 정보의 평균 일 수 있다.

본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인(i 번째 Agent)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산은

$$(\hat{\mathbf{p}}_i, \hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \arg \min_{\substack{\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^2 \\ \beta > 0}} \left[-\ln(\beta) + \frac{\|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\eta}_i\|^2 + \beta}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ (\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2)^2 - 2\beta (\hat{r}_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 - \beta) \right\} \right. \\ \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ (\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2)^2 - 2\beta (\hat{r}_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \beta) + 4\hat{\omega}_j^2 (\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 + \beta) \right\} \right] \quad \text{의 관계를 갖고,}$$

$\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}}$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

$\hat{\omega}_{i,\text{new}}^2$: $\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}}$ 를 이용해 업데이트 되는 i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

$\boldsymbol{\alpha}$: 목적 변수,

$\boldsymbol{\eta}_i$: i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

β : 0보다 큰 고정된 임의의 수

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

ψ_{ij} : j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산값과 관련된 변수

$$\psi_{ij} = \begin{cases} \sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2, \\ \hat{r}_{ij}^2 (\sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2) \end{cases} \quad \text{중 어느 하나이고,}$$

σ_{ij}^2 : i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

ζ_{ij}^2 : ranging 모델에서의 NLOS 신호 효과를 나타내는 바이어스 b_{ij} 의 분산

$\hat{r}_{ij} = \hat{d}_{ij} - b_{ij}$: i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균

[0035] 일 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균은

$$\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} = \arg \min_{\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^2} \left[\frac{\|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\eta}_i\|^2}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right)^2 + 4\beta \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right\} \right. \\ \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right)^2 + 4(\beta + \hat{\omega}_j^2) \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right\} \right]$$

일 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 분산은

$$\hat{\omega}_{i,\text{new}}^2 = 2 \left(\kappa_i + \sqrt{\kappa_i^2 + 8 \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \psi_{ij}^{-2}} \right)^{-1}$$

where

$$\kappa_i = \frac{1}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{\psi_{ij}^2} \left(2 \|\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \hat{r}_{ij}^2 \right) \\ + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{2\hat{\omega}_j^2}{\psi_{ij}^2}.$$

일 수 있다.

[0038] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 무선 통신 장치의 위치 측위 방법은 통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신하는 단계, 클래스파이어(classifier)를 이용하여 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 단계, 리그레서(regressor)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 단계 및 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 단계를 포함한다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 위치 측위 방법은 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트로 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 위치 측위 방법은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치를 정확히 알지 못하는 장치일 수 있다. 상기 앵커는 상기 앵커 본인의 위치를 정확히 아는 장치일 수 있다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래스파이어는 피처(feature)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다. 상기 피처(feature)는 상기 위치 신호의 에너지, 상기 위치 신호의 최대 진폭, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균(mean excess delay), 상기 위치 신호의 RMS(root mean square) 지연 확산(delay spread), 상기 위치 신호의 쿠토시스(Kurtosis)중 적어도 어느 하나일 수 있다. 상기 쿠토시스(Kurtosis)는 상기 위치 신호의 진폭의 4차 모멘트(moment)와 2차 모멘트(moment)의 비율일 수 있다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래스파이어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 클래스파이어는 상기 위치 신호의 상기 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 상기 RMS 지연 확산을 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와

의 거리를 나타내는 레인징(ranging)의 에러를 예측할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 리그레서(regressor)는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 에너지를 이용하여 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화할 수 있다.

[0047] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 무선 통신 시스템은 제1 에이전트, 상기 제1 에이전트의 통신 범위 내에 있는 제2 에이전트 및 앵커를 포함한다. 상기 제1 에이전트는 상기 제2 에이전트 및 상기 앵커로부터 위치 신호를 수신하는 통신 모듈 및 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래스파이어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함하며, 상기 위치 신호를 기초로 상기 제1 에이전트 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 위치 판단 모듈을 포함한다.

발명의 효과

[0048] 상기과 같은 본 발명의 실시예들에 따른 무선 통신 장치, 상기 무선 통신 장치를 이용한 위치 측위 방법 및 상기 무선 통신 장치를 포함하는 무선 통신 시스템에 따르면, 이웃한 무선 통신 장치와 협력적으로 위치 측위를 수행하여, 위치 측위의 범위 및 정확성을 향상시킬 수 있다. 또한, 위치 측위를 위한 연산의 복잡도를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치를 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 이동 통신 모듈이 수신하는 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호 및 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호의 레인징(ranging) 에러를 나타내는 그래프이다.

도 3은 도 1의 위치 판단 모듈이 상기 위치 신호를 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호 및 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호 중 어느 하나로 판단하는 방법의 일례를 나타내는 그래프이다.

도 4는 도 1의 위치 판단 모듈이 상기 위치 신호를 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호 및 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호 중 어느 하나로 판단하는 방법의 일례를 나타내는 그래프이다.

도 5는 도 1의 위치 판단 모듈이 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 방법을 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 위치 측위 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템을 나타내는 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0051] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0052] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0053] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관

계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0054] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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 실시된 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.
- [0055] 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 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0056] 한편, 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정 블록 내에 명기된 기능 또는 동작이 순서도에 명기된 순서와 다르게 일어날 수도 있다. 예를 들어, 연속하는 두 블록이 실제로는 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 관련된 기능 또는 동작에 따라서는 상기 블록들이 거꾸로 수행될 수도 있다.
- [0057] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0058] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치(100)를 나타내는 블록도이다.
- [0059] 도 1을 참조하면, 상기 무선 통신 장치(100)는 무선 통신 유닛(110), A/V 입력 유닛(120), 사용자 입력 유닛(130), 센싱 유닛(140), 출력 유닛(150), 메모리(160), 인터페이스 유닛(170), 컨트롤러(180) 및 파워 공급부(190)를 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 무선 통신 장치(100)는 휴대 전화, 스마트폰, 노트북 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 디지털 방송 단말, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), 네비게이션 장치 등일 수 있다. 본 발명은 상기 무선 통신 장치(100)의 종류나 이름에 한정되지 않는다. 상기 무선 통신 장치(100)는 이동 가능한 모든 통신 장치 중 어느 하나일 수 있다.
- [0061] 상기 무선 통신 유닛(110)은 통신 범위 내에 있는 다른 장치와의 무선 통신을 수행한다. 예를 들어, 상기 무선 통신 유닛(110)은 방송 수신 모듈(111), 이동 통신 모듈(112), 무선 인터넷 모듈(113), 단거리 통신 모듈(114), 위치 판단 모듈(115) 등을 포함할 수 있다.
- [0062] 상기 방송 수신 모듈(111)은 외부의 방송 서버로부터 방송 채널을 통해 방송 신호를 수신한다. 상기 방송 채널은 위성 채널 또는 지상파 채널일 수 있다. 상기 방송 신호는 텔레비전 방송 신호, 라디오 방송 신호 및 데이터 방송 신호일 수 있다.
- [0063] 상기 방송 수신 모듈(111)에서 수신된 상기 방송 신호는 상기 메모리(160)에 저장될 수 있다.
- [0064] 상기 이동 통신 모듈(112)은 외부의 통신 장치 및 서버로 무선 신호를 전송할 수 있다. 상기 이동 통신 모듈(112)은 외부의 통신 장치 및 서버로부터 무선 신호를 수신할 수 있다. 예를 들어, 상기 외부의 통신 장치는 에이전트(agent)일 수 있고, 앵커(anchor)일 수 있다.
- [0065] 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치를 정확히 알지 못하는 장치를 의미한다. 상기 앵커는 상기 앵커 본인의 위치를 정확히 아는 장치를 의미한다. 예를 들어, 상기 에이전트는 휴대 전화, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 노트북 컴퓨터와 같이 이동 가능한 무선 통신 장치일 수 있다. 예를 들어, 상기 앵커는 고정된 통신 장치일 수 있다. 예를 들어, 상기 앵커는 액세스 포인트(Access point), 기지국 등일 수 있다.
- [0066] 상기 무선 신호는 음성 통화 신호, 영상 통화 신호, 텍스트 신호, 멀티미디어 신호 등일 수 있다.
- [0067] 상기 이동 통신 모듈(112)은 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트(Agent) 및 상기 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신할 수 있다.
- [0068] 상기 무선 인터넷 모듈(113)은 상기 무선 통신 장치(100)가 무선 인터넷을 수행할 수 있도록 한다. 상기 무선 인터넷은 무선 랜(WLAN), 와이파이(Wi-Fi), 무선 브로드밴드(Wibro) 등을 이용할 수 있다.

- [0069] 상기 단거리 통신 모듈(114)은 단거리 통신을 위한 모듈이다. 상기 단거리 통신이란, 블루투스, 라디오 주파수 식별(radio frequency identification, RFID), 적외선 데이터 통신(infrared data association, IrDA), 울트라 와이드밴드(ultra wideband, UWB), 지그비(ZigBee) 등일 수 있다.
- [0070] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 무선 통신 장치(100) 본인의 위치를 판단하기 위한 모듈이다. 상기 위치 판단 모듈(115)은 GPS(global positioning system) 모듈을 포함할 수 있다. 상기 위치 판단 모듈(115)은 관성 센서(inertial sensor)를 포함할 수 있다.
- [0071] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트(Agent) 및 상기 앵커(Anchor)의 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래시파이어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함할 수 있다.
- [0072] 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호는 신호를 발송하는 다른 통신 장치가 시선 내에 있는 경우를 의미하고, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호는 신호를 발송하는 다른 통신 장치가 시선 내에 있지 않은 경우를 의미한다.
- [0073] 상기 위치 판단 모듈(115)이 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지를 판단하는 특징 및 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 특징은 도 2 내지 도 5를 참조하여 상세히 설명한다.
- [0074] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인(100)의 위치의 평균 및 분산을 계산할 수 있다.
- [0075] 상기 무선 통신 모듈(112)은 상기 위치 판단 모듈(115)에서 계산한 상기 무선 통신 장치 본인(100)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 다른 에이전트로 출력할 수 있다.
- [0076] 상기 다른 에이전트는 상기 무선 통신 장치(100)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 이용하여 상기 다른 에이전트 본인의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 업데이트할 수 있다.
- [0077] 상기 무선 통신 모듈(112)은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신할 수 있다.
- [0078] 상기 A/V 입력 유닛(120)은 오디오 신호 및 비디오 신호를 수신하는 모듈이다. 상기 A/V 입력 유닛(120)은 카메라(121) 및 마이크로폰(122)을 포함할 수 있다.
- [0079] 상기 카메라(121)에 의해 처리된 영상 프레임은 상기 출력 유닛(150)의 표시 유닛(151)에 표시될 수 있다. 상기 카메라(121)에 의해 처리된 영상 프레임은 상기 메모리(160)에 저장될 수 있다. 상기 카메라(121)에 의해 처리된 영상 프레임은 상기 무선 통신 유닛(110)을 통해 외부의 장치로 전송될 수 있다.
- [0080] 상기 마이크로폰(122)은 외부로부터 오디오 신호를 수신한다. 상기 마이크로폰(122)에 의해 처리된 오디오 데이터는 상기 메모리(160)에 저장될 수 있다. 상기 마이크로폰(122)에 의해 처리된 오디오 데이터는 상기 무선 통신 유닛(110)을 통해 외부의 장치로 전송될 수 있다.
- [0081] 상기 사용자 입력 유닛(130)은 상기 무선 통신 장치(100)의 동작을 제어하기 위한 사용자의 입력 신호를 생성한다. 상기 사용자 입력 유닛(130)은 터치 입력 신호, 키 입력 신호를 수신할 수 있다.
- [0082] 상기 센싱 유닛(140)은 상기 무선 통신 장치(100)의 상태를 센싱할 수 있다. 상기 센싱 유닛(140)은 상기 무선 통신 장치(100)의 위치, 방향, 가속도 등을 센싱할 수 있다. 예를 들어, 상기 센싱 유닛(140)은 근접 센서(141)를 포함할 수 있다.
- [0083] 상기 출력 유닛(150)은 비주얼 출력, 오디오 출력, 촉각 출력 등을 생성한다. 상기 출력 유닛(150)은 표시 유닛(151), 오디오 출력 모듈(152), 알람 유닛(153), 햅틱 모듈(154) 및 프로젝터 모듈(155)을 포함할 수 있다.
- [0084] 상기 표시 유닛(151)은 액정 표시부, 유기 발광 다이오드부, 플렉서블 표시부 등 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 표시 유닛(151) 및 터치 센서는 터치 스크린을 형성할 수 있다. 상기 표시 유닛(151) 및 상기 터치 센서가 상기 터치 스크린을 형성하는 경우, 상기 표시 유닛(151)은 출력 유닛뿐만 아니라 입력 유닛으로도 동작할 수도 있다.
- [0085] 상기 오디오 출력 모듈(152)은 무선 통신 유닛(110)에서 수신된 오디오 데이터 또는 상기 메모리(160)에 저장된 오디오 데이터를 출력한다. 상기 오디오 출력 모듈(152)은 수신부, 스피커, 버저(buzzer) 등을 포함할 수 있다.

- [0086] 상기 알람 유닛(153)은 상기 무선 통신 장치(100)의 이벤트 발생을 알리는 신호를 출력한다. 상기 알람 유닛(153)은 상기 이벤트 발생을 알리기 위해, 영상 신호를 출력하거나, 소리 신호를 출력하거나 진동을 발생시킬 수 있다. 따라서, 상기 표시 유닛(151), 상기 오디오 출력 모듈(152) 및 상기 햅틱 모듈(154)은 상기 알람 유닛(153)으로 분류될 수 있다.
- [0087] 상기 햅틱 모듈(154)은 사용자가 느낄 수 있는 촉각 신호를 생성한다. 예를 들어, 상기 햅틱 모듈(154)은 진동을 발생시킬 수 있다.
- [0088] 상기 프로젝터 모듈(155)은 영상을 기설정된 초점 거리로 출력한다. 상기 프로젝터 모듈(155)은 광원부, 영상 생성부 및 상기 초점 거리를 조절하는 렌즈부를 포함할 수 있다.
- [0089] 상기 메모리(160)는 적어도 하나의 저장 매체를 포함한다. 상기 저장 매체는 플래쉬 메모리, 하드 디스크, 멀티미디어 카드 메모리, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 스테틱 랜덤 액세스 메모리(SRAM), 리드 온리 메모리(ROM), 일렉트릭컬리 이레이저블 프로그래머블 리드 온리 메모리(EEPROM), 프로그래머블 리드 온리 메모리(PROM) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0090] 상기 인터페이스 유닛(170)은 상기 무선 통신 장치(100)와 외부 장치를 연결하는 경로를 제공한다. 상기 인터페이스 유닛(170)은 상기 외부 장치로부터 데이터 또는 파워를 수신하고, 상기 외부 장치로 데이터 또는 파워를 제공할 수 있다. 예를 들어, 상기 인터페이스 유닛(170)은 유무선 헤드셋 포트, 외부 충전 포트, 유무선 데이터 포트, 메모리 카드 포트, 오디오 입출력 포트, 비디오 입출력 포트, 이어폰 포트 등을 포함할 수 있다.
- [0091] 상기 컨트롤러(180)는 상기 무선 통신 장치(100)의 전체적인 동작을 제어할 수 있다. 상기 컨트롤러(180)는 상기 무선 통신 장치(100)의 음성 통화, 영상 통화, 데이터 통신 등을 제어할 수 있다. 상기 컨트롤러(180)는 멀티미디어 모듈(181)을 포함할 수 있다. 상기 멀티미디어 모듈(181)은 멀티미디어를 재생산할 수 있다.
- [0092] 상기 파워 공급부(190)는 외부 전원 또는 내부 전원을 입력 받고, 상기 전원을 상기 컨트롤러(180)의 제어에 따라 각 구성 요소들에 전달할 수 있다.
- [0093] 도 2는 도 1의 이동 통신 모듈(112)이 수신하는 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호 및 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호의 레인징(ranging) 에러를 나타내는 그래프이다. 도 3은 도 1의 위치 판단 모듈(115)이 상기 위치 신호를 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호 및 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호 중 어느 하나로 판단하는 방법의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 4는 도 1의 위치 판단 모듈(115)이 상기 위치 신호를 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호 및 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호 중 어느 하나로 판단하는 방법의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 5는 도 1의 위치 판단 모듈(115)이 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 방법을 나타내는 그래프이다.
- [0094] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 상기 이동 통신 모듈(112)은 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트(Agent) 및 상기 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신한다. 상기 에이전트는 이동 통신 장치를 의미할 수 있다. 상기 앵커는 고정된 위치에 장착된 통신 장치를 의미할 수 있다. 상기 에이전트 및 상기 앵커는 노드로 지칭될 수 있다.
- [0095] 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(LOS) 신호인 경우, 상기 위치 신호의 정보는 높은 정확도를 갖는다. 반면, 상기 위치 신호가 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 위치 신호의 정보는 상대적으로 낮은 정확도를 갖는다.
- [0096] 도 2에서 가로축은 상기 통신 범위 내의 노드로부터 전달받은 상기 무선 통신 장치(100)와 이웃한 노드 사이의 거리와 실제 거리 간의 오류를 의미한다. 세로축은 누적 분포 함수이다. 도시된 바와 같이, 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호는 레인징 에러가 거의 없는 반면, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호는 2m 이상의 에러를 나타내는 위치 신호가 전체의 50%를 초과하는 것을 알 수 있다.
- [0097] 따라서, 상기 위치 판단 모듈(115)이 본인의 위치를 정확히 판단하기 위해서는 이웃한 노드로부터 받는 위치 신호가 LOS 신호인지, NLOS 신호인지 판단할 필요가 있다.
- [0098] 상기 위치 신호가 상기 LOS 신호인 경우에는 수정 없이 상기 위치 신호를 이용할 수 있는 반면, 상기 위치 신호가 상기 NLOS 신호인 경우에는 상기 레인징 에러를 완화할 필요가 있다.
- [0099] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지 판단하는 클래스피이어(classifier)를 포함한다.
- [0100] 상기 클래스피이어는 피쳐(feature)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기

논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단한다.

- [0101] 상기 클래시피어는 머신 트레이닝을 수행할 수 있다. 즉, LOS 신호에 해당하는 샘플 데이터 세트와 NLOS 신호에 해당하는 샘플 데이터 세트를 미리 입력 받아, 머신 트레이닝을 수행하여, 상기 LOS 신호 및 상기 NLOS 신호의 경계를 미리 설정할 수 있다. 상기 클래시피어는 상기 경계를 설정한 이후 입력된 입력 위치 신호에 대해 LOS 신호, NLOS 신호 여부를 판단한다.
- [0102] 상기 클래시피어는 관계 벡터 머신(Relevant Vector Machine, RVM)트레이닝을 수행할 수 있다. 상기 클래시피어는 상기 LOS 신호 및 상기 NLOS 신호의 경계를 설정하기 위해 상기 LOS 신호 샘플 데이터 세트 및 상기 NLOS 신호 샘플 데이터 세트 중 일부를 관계 벡터로 설정한다.
- [0103] 상기 관계 벡터 머신(RVM) 트레이닝은 확률 모델에 기초하고 있다. 따라서, 상기 관계 벡터의 개수는 종래의 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM) 트레이닝에서 사용되는 서포트 벡터의 개수에 비해 적다. 종래의 서포트 벡터의 개수는 트레이닝하는 샘플 데이터 세트에 비례하는 관계를 갖는 반면, 상기 관계 벡터의 경우, 상기 샘플 데이터 세트가 증가하더라도 상기 관계 벡터의 개수가 크게 증가하지 않는다. 따라서, 상기 클래시피어는 상기 RVM 트레이닝을 이용하므로, 상기 위치 신호가 상기 LOS 신호인지 상기 NLOS 신호인지를 판단함에 있어 연산의 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [0104] 상기 피쳐(feature)는 상기 위치 신호의 에너지, 상기 위치 신호의 최대 진폭, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균(mean excess delay), 상기 위치 신호의 RMS(root mean square) 지연 확산(delay spread), 상기 위치 신호의 쿠토시스(Kurtosis)중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0105] 상기 위치 신호의 에너지란 상기 위치 신호의 복수의 파형의 진폭의 누적치를 의미한다. 상기 LOS 신호는 상기 NLOS 신호보다 상기 위치 신호의 에너지가 클 가능성이 높다.
- [0106] 상기 위치 신호의 최대 진폭이란 상기 위치 신호의 복수의 파형의 진폭 중 최대 진폭을 의미한다. 상기 LOS 신호는 상기 NLOS 신호보다 상기 위치 신호의 최대 진폭이 클 가능성이 높다.
- [0107] 상기 위치 신호가 LOS 신호인 경우에는 신호의 지연이 적은 반면, 상기 위치 신호가 NLOS 신호인 경우에는 신호가 전달되는 경로가 길어지므로, 상기 신호의 지연이 발생할 가능성이 높다.
- [0108] 따라서, 상기 위치 신호의 지연 여부로 상기 LOS 신호 및 상기 NLOS 신호의 구분이 가능하며, 상기 위치 신호의 초과 지연 평균 및 상기 위치 신호의 RMS 지연 확산은 상기 위치 신호의 지연에 대한 피쳐에 해당한다.
- [0109] 또한, 상기 위치 신호의 쿠토시스는 상기 위치 신호의 진폭의 4차 모멘트(moment)와 2차 모멘트(moment)의 비율로 정의된다.
- [0110] 도 3에서는 300개의 LOS 데이터 샘플과 300개의 NLOS 데이터 샘플을 이용하여 RVM 트레이닝을 수행한 경우를 나타낸다. 상기 클래시피어가 이용한 피쳐는 상기 위치 신호의 에너지 및 상기 위치 신호의 쿠토시스이다.
- [0111] 상기 LOS 신호는 전반적으로 큰 에너지 및 큰 쿠토시스를 갖는 영역에 배치되고, 상기 NLOS 신호는 전반적으로 작은 에너지 및 작은 쿠토시스를 갖는 영역에 배치된다.
- [0112] 상기 위치 신호의 에너지 및 상기 위치 신호의 쿠토시스는 관계 벡터의 파라미터가 된다. 상기 300개의 LOS 데이터 샘플 및 300개의 NLOS 데이터 샘플 중 일부는 상기 LOS 신호와 상기 NLOS 신호의 경계를 정의하는 관계 벡터로 정의된다. 예를 들어, 본 실시예에서는 8개의 관계 벡터가 설정될 수 있다.
- [0113] 또한, 상기 클래시피어는 상기 위치 신호의 상기 에너지 및 상기 위치 신호의 상기 쿠토시스(Kurtosis)의 반영 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다. 상기 웨이트 벡터는 상기 LOS 신호와 상기 NLOS 신호의 구分的 실패율을 최소로 하는 값으로 설정된다. 예를 들어, 상기 웨이트 벡터[Kurtosis, Energy]는 [0.87, 0.13]으로 설정될 수 있다.
- [0114] 도 4에서는 200개의 LOS 데이터 샘플과 200개의 NLOS 데이터 샘플을 이용하여 RVM 트레이닝을 수행한 경우를 나타낸다. 상기 클래시피어가 이용한 피쳐는 상기 위치 신호의 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 RMS 지연 확산이다.
- [0115] 상기 LOS 신호는 전반적으로 큰 최대 진폭 및 작은 RMS 지연 확산을 갖는 영역에 배치되고, 상기 NLOS 신호는 전반적으로 작은 최대 진폭 및 큰 RMS 지연 확산을 갖는 영역에 배치된다.

- [0116] 상기 위치 신호의 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 RMS 지연 확산은 관계 벡터의 파라미터가 된다. 상기 200개의 LOS 데이터 샘플 및 200개의 NLOS 데이터 샘플 중 일부는 상기 LOS 신호와 상기 NLOS 신호의 경계를 정의하는 관계 벡터로 정의된다. 예를 들어, 본 실시예에서는 8개의 관계 벡터가 설정될 수 있다.
- [0117] 또한, 상기 클래식파이어는 상기 위치 신호의 최대 진폭 및 상기 위치 신호의 RMS 지연 확산의 반영 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 위치 신호가 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호인지 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인지 판단할 수 있다. 상기 웨이트 벡터는 상기 LOS 신호와 상기 NLOS 신호의 구분의 실패율을 최소로 하는 값으로 설정된다.
- [0118] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 위치 신호가 상기 NLOS 신호인 경우, 상기 NLOS 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함한다.
- [0119] 상기 리그레서는 트레이닝 입력 벡터 및 상기 트레이닝 입력 벡터에 대한 레인징 에러를 포함하는 트레이닝 데이터를 이용하여 RVM 트레이닝을 수행한다.
- [0120] 상기 리그레서는 상기 트레이닝 결과를 토대로 입력 벡터에 대해 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 레인징(ranging)의 에러를 예측하여 동작한다.
- [0121] 상기 입력 벡터에 대한 상기 리그레서의 출력은 가우시안 랜덤 변수일 수 있다. 상기 가우시안 랜덤 변수는 상기 레인징 에러 및 상기 레인징 에러의 분산을 포함한다. 상기 리그레서는 상기 레인징 에러 및 상기 레인징 에러의 분산에 대한 정보를 출력하므로, 상기 위치 측위의 정확도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0122] 상기 클래식파이어에서 사용된 피쳐들은 상기 리그레서의 바이어스 완화에도 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 리그레서는 상기 무선 통신 장치와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 에너지를 이용하여 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화할 수 있다.
- [0123] 상기 리그레서는 상기 무선 통신 장치(100)와 상기 에이전트 또는 상기 앵커와의 거리를 나타내는 상기 레인징(ranging) 및 상기 위치 신호의 상기 에너지의 비율을 결정하는 웨이트 벡터를 기초로 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 상기 바이어스(bias)를 완화할 수 있다. 예를 들어, 상기 웨이트 벡터는 상기 바이어스의 RMSE(root mean square error)가 최소화되도록 설정될 수 있다. 예를 들어, 상기 웨이트 벡터[레인징, 상기 위치 신호의 에너지]는 [0.98, 0.02]일 수 있다.
- [0124] 도 5에서 보듯이, 만약 상기 무선 통신 장치(100)와 이웃한 노드 사이의 레인징의 바이어스를 완화하지 않는다면, 가로축과 세로축은 서로 같은 값을 가지게 된다. 그러나, 실제 NLOS 신호가 나타내는 레인징은 상기 기울기 1의 직선을 따라 형성되지 않음을 알 수 있다. 따라서, 실제 NLOS 신호가 나타내는 레인징을 정확히 반영하기 위해 리그레서를 이용한 바이어스의 완화가 필요하다. 상기 리그레서가 NLOS 신호의 바이어스를 완화하므로 상기 무선 통신 장치(100)의 위치 측위의 정확도가 크게 증가할 수 있다.
- [0125] 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산한다. 예를 들어, 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 LOS 신호에 대해서는 바이어스를 완화하지 않은 위치 신호를 이용하며, 상기 NLOS 신호에 대해서는 바이어스가 완화된 상기 위치 신호를 이용할 수 있다.
- [0126] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인(100, 수식에서는 i 번째 Agent로 정의)의 위치의 상기 분산은 수학적 식 1로 정의된다.
- [0127] [수학적 식 1]

$$(\hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \frac{1}{\frac{1}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{2\hat{\sigma}_{ji}^2}}$$

[0128]

$\hat{\omega}_i^2$: i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

$\hat{\sigma}_{ji}^2$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

[0129]

$\mathcal{V}_i$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 통신 노드(Anchor, Agent)의 index set

[0130]

상기 무선 통신 장치 본인(100, 수식에서는 i 번째 Agent로 정의)의 위치의 상기 평균은 수학적 2로 정의된다.

[0131]

[수학적 2]

[0132]

$$(\hat{\mathbf{p}}_i)_{\text{new}} = \hat{\omega}_i^2 \left(\frac{\boldsymbol{\eta}_i}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \quad \sin \theta_{ji}]^T + \mathbf{p}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A} \frac{\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \quad \sin \theta_{ji}]^T + \hat{\mathbf{p}}_j}{2\hat{\sigma}_{ji}^2} \right)$$

[0133]

$\mathcal{V}_A = \{1, 2, \dots, N_A\}$: N_A 개의 Agent를 포함하는 index set

[0134]

$\mathcal{V}_A = \{N_A + 1, N_A + 2, \dots, N_A + N_A\}$: N_A 개의 Anchor를 포함하는 index set

$\hat{\mathbf{p}}_i$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

$\boldsymbol{\eta}_i$: i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Anchor

[0135]

$j \in \mathcal{V}_i \cup \mathcal{V}_A$: i 번째 노드의 통신범위에 존재하는 Agent

[0136]

$\hat{d}_{ji} [\cos \theta_{ji} \quad \sin \theta_{ji}]^T$: j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균

[0137]

$\mathbf{p}_j$: j 번째 통신 노드 Anchor 위치 정보의 평균

[0138]

$\hat{\mathbf{p}}_j$: j 번째 통신 노드 Agent 위치 정보의 평균

[0139]

본 발명의 일 실시예에서, 상기 무선 통신 장치 본인(100, 수식에서는 i 번째 Agent로 정의)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산은 수학적 3의 관계를 갖는다.

[0140]

[수학적 3]

$$(\hat{\mathbf{p}}_i, \hat{\omega}_i^2)_{\text{new}} = \arg \min_{\substack{\boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^2 \\ \beta > 0}} \left[-\ln(\beta) + \frac{\|\boldsymbol{\alpha} - \boldsymbol{\eta}_i\|^2 + \beta}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(r_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 \right)^2 - 2\beta \left(r_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \mathbf{p}_j\|^2 - \beta \right) \right\} \right. \\ \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(r_{ij}^2 - \|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right)^2 - 2\beta \left(r_{ij}^2 - 2\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \beta \right) + 4\hat{\omega}_j^2 \left(\|\boldsymbol{\alpha} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 + \beta \right) \right\} \right]$$

[0141]

$\hat{\mathbf{p}}_{i, \text{new}}$: i 번째 Agent의 위치 정보의 평균

[0142]

$\hat{\omega}_{i, \text{new}}^2$: $\hat{\mathbf{p}}_{i, \text{new}}$ 를 이용해 업데이트 되는 i 번째 Agent의 위치 정보의 분산

[0143] α : 목적 변수,

η_i : i 번째 Agent 의 prior density 평균 (initial값)

β : 0보다 큰 고정된 임의의 수

ν_i^2 : i 번째 Agent의 prior density 분산 (initial값)

[0144] ψ_{ij} : j 번째 노드와 i 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산값과 관련된 변수

[0145] $\psi_{ij} = \begin{cases} \sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2, \\ \hat{r}_{ij}^2 (\sigma_{ij}^2 + \zeta_{ij}^2) \end{cases}$ 중 어느 하나,

σ_{ij}^2 : i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 분산

ζ_{ij}^2 : ranging 모델에서의 NLOS 신호 효과를 나타내는 바이어스 b_{ij} 의 분산

[0146] $\hat{r}_{ij} = \hat{d}_{ij} - b_{ij}$: i 번째 노드와 j 번째 노드 사이의 ranging 측정값의 평균

[0147] 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 평균은 수학식 4로 정의된다.

[0148] [수학식 4]

$$\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} = \arg \min_{\alpha \in \mathbb{R}^2} \left[\frac{\|\alpha - \eta_i\|^2}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\alpha - \mathbf{p}_j\|^2 \right)^2 + 4\beta \|\alpha - \mathbf{p}_j\|^2 \right\} \right. \\ \left. + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{1}{2\psi_{ij}^2} \left\{ \left(\hat{r}_{ij}^2 - \|\alpha - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right)^2 + 4(\beta + \hat{\omega}_j^2) \|\alpha - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 \right\} \right]$$

[0149]

[0150] 상기 무선 통신 장치 본인의 위치의 상기 분산은 수학식 5로 정의된다.

[0151] [수학식 5]

$$\hat{\omega}_{i,\text{new}}^2 = 2 \left(\kappa_i + \sqrt{\kappa_i^2 + 8 \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \psi_{ij}^{-2}} \right)^{-1}$$

where

$$\kappa_i = \frac{1}{\nu_i^2} + \sum_{j \in \mathcal{V}_i} \frac{1}{\psi_{ij}^2} \left(2 \|\hat{\mathbf{p}}_{i,\text{new}} - \hat{\mathbf{p}}_j\|^2 - \hat{r}_{ij}^2 \right) \\ + \sum_{j \in \mathcal{V}_i \cap \mathcal{V}_A} \frac{2\hat{\omega}_j^2}{\psi_{ij}^2}.$$

[0152]

[0153] 본 실시예에 따르면, 이웃한 무선 통신 장치(Agent)와 협력적으로 위치 측위를 수행하여, 상기 무선 통신 장치(100)의 위치 측위의 범위 및 정확성을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 클래시피어는 상기 RVM 트레이닝을 이용하므로, 상기 위치 신호가 상기 LOS 신호인지 상기 NLOS 신호인지를 판단함에 있어 연산의 복잡도를 감소시킬 수 있다.

[0154] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치(100)의 위치 측위 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0155] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 무선 통신 장치(100)의 이동 통신 모듈(112)은 통신 범위 내에 있는 에이전트(Agent) 및 앵커(Anchor)로부터 위치 신호를 수신한다(단계 S100).

[0156] 상기 무선 통신 장치(100)의 위치 판단 모듈(115)은 클래시피어(classifier)를 이용하여 상기 위치 신호가 라인 오브 사이트(line of sight, LOS) 신호인지 논라인 오브 사이트(non-line of sight, NLOS) 신호인지를 판단한다(단계 S200).

- [0157] 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 위치 판단 모듈(115)은 리그레서(regressor)를 이용하여 상기 위치 신호가 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호인 경우, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호의 바이어스(bias)를 완화한다(단계 S300).
- [0158] 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인(100)의 위치의 평균 및 분산을 계산한다(단계 S400).
- [0159] 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 이동 통신 모듈(112)은 상기 무선 통신 장치 본인(100)의 위치의 상기 평균 및 상기 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트로 출력할 수 있다(단계 S500).
- [0160] 상기 에이전트는 상기 무선 통신 장치(100)와 마찬가지로 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 평균 및 상기 분산을 수신하여 상기 에이전트 본인의 위치의 평균 및 분산을 계산할 수 있다. 상기 에이전트는 상기 에이전트 본인의 위치의 평균 및 분산을 상기 통신 범위 내에 있는 다른 노드들에 출력할 수 있다.
- [0161] 따라서, 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 이동 통신 모듈(112)은 상기 통신 범위 내에 있는 상기 에이전트의 업데이트된 상기 위치 신호를 재수신할 수 있다(단계 S600).
- [0162] 상기 무선 통신 장치(100)의 상기 위치 판단 모듈(115)은 상기 업데이트된 상기 에이전트의 위치 신호를 기초로 무선 통신 장치 본인(100)의 위치의 평균 및 분산을 재계산할 수 있다(단계 S400).
- [0163] 이와 같은 단계 S400 내지 S600의 루프는 일정한 조건을 만족할 때까지 반복될 수 있다. 예를 들어, 업데이트 이전의 상기 무선 통신 장치(100)의 평균이 업데이트 이후의 상기 무선 통신 장치(100)의 평균과 거의 차이가 없는 경우, 상기 S400 내지 S600의 루프가 종료될 수 있다. 상기 루프는 S500을 수행한 후에, 이웃한 노드로부터 더 이상 업데이트된 위치 신호를 수신하지 않으면서 종료될 수 있다.
- [0164] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템을 나타내는 개념도이다.
- [0165] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 상기 무선 통신 시스템은 복수의 에이전트(AG1 내지 AG10) 및 복수의 앵커(A, B, C, D)를 포함한다.
- [0166] 예를 들어, 상기 제1 내지 제5 에이전트(AG1 내지 AG5)는 위치 측위 가능 범위 내에 있는 것으로 가정할 수 있다. 반면, 상기 제6 내지 제10 에이전트(AG6 내지 AG10)는 위치 측위 가능 범위 외에 있는 것으로 가정할 수 있다. 상기 위치 측위 가능 범위는 상기 4개의 앵커 중 적어도 3개 이상의 앵커의 통신 범위 내에 있는 경우로 설정되었다. 다만, 본 발명의 협력적인 위치 측위 시스템 내에서는 상기 3개 이상의 앵커의 통신 범위 내에 있지 않더라도, 상기 이웃한 에이전트와의 통신을 통해 실제로는 위치 측위가 가능하게 되는 경우도 있다.
- [0167] 상기한 바와 같이, 상기 라인 오브 사이트(LOS) 신호는 신호를 발송하는 다른 통신 장치가 시선 내에 있는 경우를 의미하고, 상기 논라인 오브 사이트(NLOS) 신호는 신호를 발송하는 다른 통신 장치가 시선 내에 있지 않은 경우를 의미한다.
- [0168] 본 실시예에서, 제1 에이전트(AG1)의 기준에서 제1 앵커(A)는 벽에 가려져 있으므로, 상기 제1 앵커(A)의 신호는 NLOS 신호이고, 제2 앵커(B) 및 제3 앵커(C)의 신호는 LOS 신호에 해당하며, 제4 앵커(D)는 통신 범위 밖에 있다. 따라서, 상기 제1 에이전트(AG1)는 3개 앵커의 통신 범위 내에 있고, 그 중 하나의 앵커(A)의 신호는 NLOS 신호이고, 두 개의 앵커(B, C)의 신호는 LOS 신호이다.
- [0169] 본 실시예에서, 제2 에이전트(AG2)의 기준에서 상기 제1 앵커(A) 및 상기 제2 앵커(B)는 벽에 가려져 있으므로, 상기 제1 앵커(A)의 신호 및 상기 제2 앵커(B)의 신호는 NLOS 신호이고, 제3 앵커(C)의 신호는 LOS 신호에 해당하며, 제4 앵커(D)는 통신 범위 밖에 있다. 따라서, 상기 제2 에이전트(AG2)는 3개 앵커의 통신 범위 내에 있고, 그 중 두 개의 앵커(A, B)의 신호는 NLOS 신호이고, 하나의 앵커(C)의 신호는 LOS 신호이다.
- [0170] 본 실시예에서, 제3 에이전트(AG3)의 기준에서 상기 제1 앵커(A), 상기 제2 앵커(B) 및 상기 제3 앵커(C)는 벽에 가려져 있으므로, 상기 제1 앵커(A)의 신호, 상기 제2 앵커(B)의 신호 및 상기 제3 앵커(C)의 신호는 NLOS 신호이고, 제4 앵커(D)는 통신 범위 밖에 있다. 따라서, 상기 제3 에이전트(AG3)는 3개 앵커의 통신 범위 내에 있고, 그 중 3개의 앵커(A, B, C)의 신호는 모두 NLOS 신호이다.
- [0171] 본 실시예에서, 제4 에이전트(AG4)의 기준에서 상기 제1 앵커(A), 상기 제2 앵커(B) 및 상기 제4 앵커(D)는 벽에 가려져 있으므로, 상기 제1 앵커(A)의 신호, 상기 제2 앵커(B)의 신호 및 상기 제4 앵커(D)의 신호는 NLOS 신호이고, 제3 앵커(C)의 신호는 LOS 신호에 해당한다. 따라서, 상기 제4 에이전트(AG4)는 4개 앵커의 통신 범

위 내에 있고, 그 중 세 개의 앵커(A, B, D)의 신호는 NLOS 신호이고, 하나의 앵커(C)의 신호는 LOS 신호이다.

[0172] 본 실시예에서, 제5 에이전트(AG5)의 기준에서 상기 제1 앵커(A), 상기 제2 앵커(B), 상기 제3 앵커(C) 및 상기 제4 앵커(D)는 벽에 가려져 있으므로, 상기 제1 앵커(A)의 신호, 상기 제2 앵커(B)의 신호, 상기 제3 앵커(C)의 신호 및 상기 제4 앵커(D)의 신호는 NLOS 신호이다. 따라서, 상기 제3 에이전트(AG3)는 4개 앵커의 통신 범위 내에 있고, 그 중 4개의 앵커(A, B, C, D)의 신호는 모두 NLOS 신호이다.

[0173] 상기 무선 통신 시스템은 제1 에이전트(AG1), 상기 제1 에이전트(AG1)의 통신 범위 내에 있는 다른 에이전트(예컨대, 제2 에이전트(AG2)) 및 앵커(예컨대, 제1 앵커(A))를 포함한다.

[0174] 상기 제1 에이전트(AG1)는 상기 제2 에이전트(AG2) 및 상기 앵커(A)로부터 위치 신호를 수신하는 이동 통신 모듈(112), 상기 위치 신호가 LOS 신호인지 NLOS 신호인지 판단하는 클래스피어(classifier) 및 상기 위치 신호가 상기 NLOS 신호인 경우, 상기 NLOS 신호의 바이어스(bias)를 완화하는 리그레서(regressor)를 포함하며, 상기 위치 신호를 기초로 상기 제1 에이전트 본인(AG1)의 위치의 평균 및 분산을 계산하는 위치 판단 모듈(115)을 포함한다.

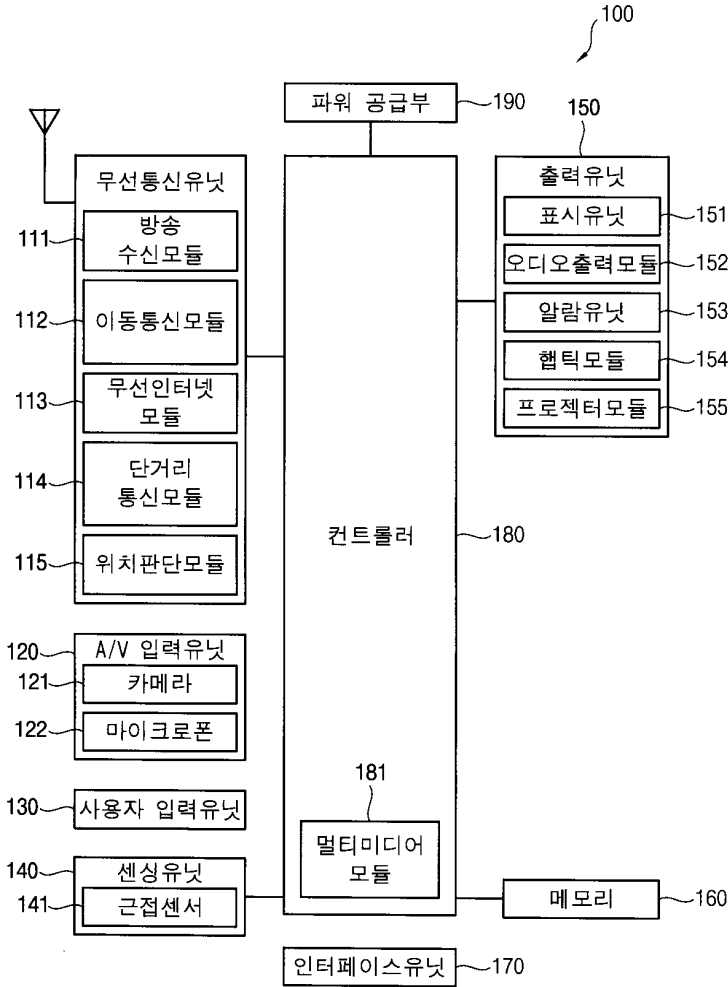
산업상 이용가능성

[0175] 본 발명은 무선 이동 통신 장치 및 시스템에 적용될 수 있다. 따라서 본 발명은 휴대 전화, 스마트폰, 노트북 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 디지털 방송 단말, PDA, PMP, 네비게이션 장치, 디지털 카메라, 캠코더, 디지털 TV, 셋-탑 박스, 음악 재생기, 휴대용 게임 콘솔, 스마트 카드, 프린터 등과 같은 다양한 전자 기기에 유용하게 이용될 수 있다.

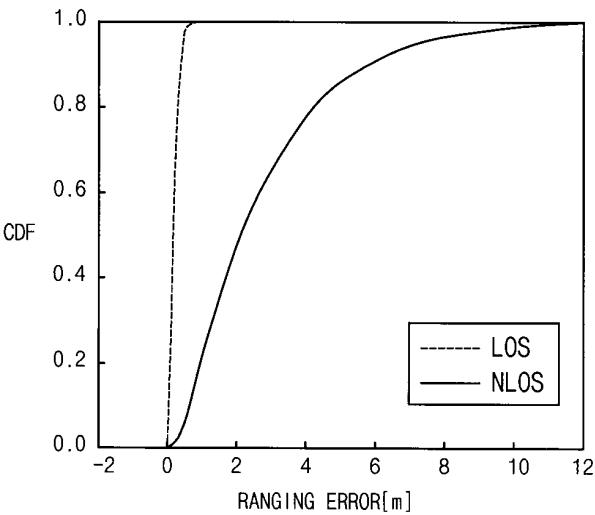
[0176] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

도면

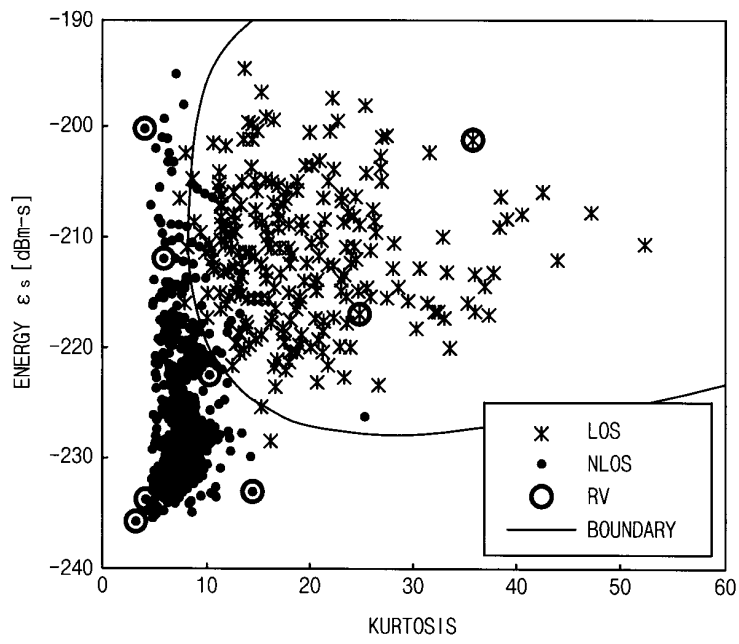
도면1



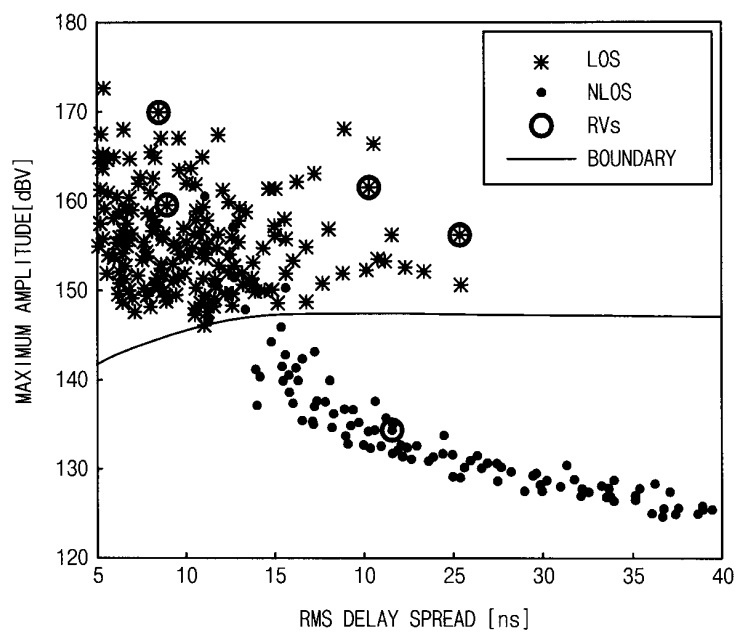
도면2



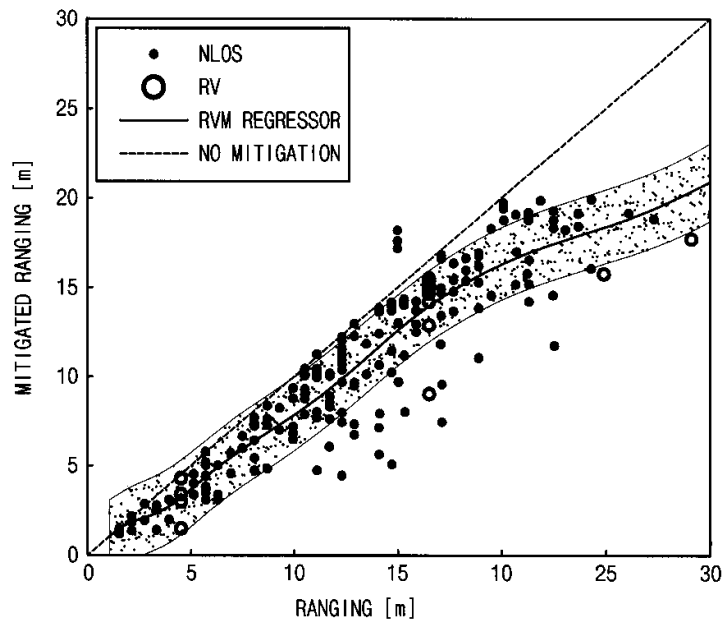
도면3



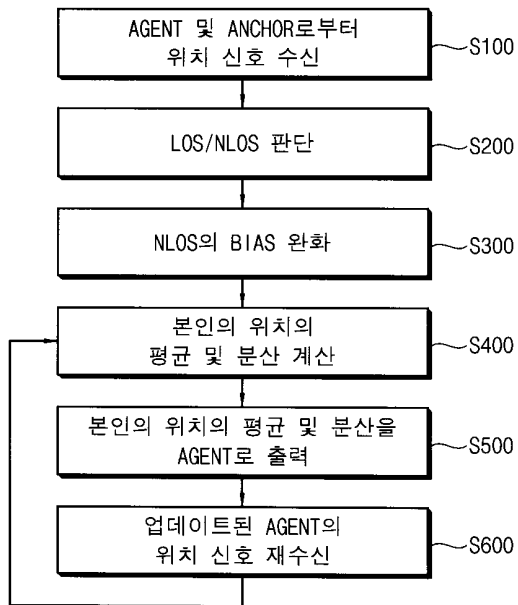
도면4



도면5



도면6



도면7

