



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월20일

(11) 등록번호 10-2181369

(24) 등록일자 2020년11월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01C 21/08 (2006.01) G01C 21/20 (2006.01)

G01C 25/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01C 21/08 (2013.01)

G01C 21/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0150091

(22) 출원일자 2019년11월21일

심사청구일자 2019년11월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020180009865 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김성륜

서울특별시 용산구 한강대로 26, 101동 2407호(한강로3가, 한강대우트럼프월드3차)

한규원

서울특별시 서초구 서초중앙로2길 21, 101동 403호(서초동, 더샵서초)

(74) 대리인

민영준

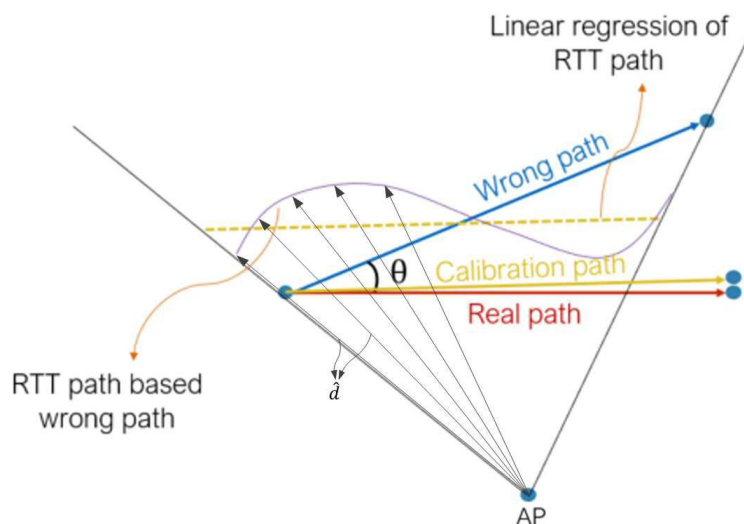
전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 이세경

(54) 발명의 명칭 보행자 추측 항법을 위한 이동 방향 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 초기 이동 방향 추정부, 기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 RTT 획득부, 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 선형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 RTT 경로 추정부 및 획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 보정 경로 획득부를 포함하는 보행자 추측 항법을 위한 이동 방향 추정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2

(52) CPC특허분류
G01C 25/00 (2019.08)

(56) 선행기술조사문헌
KR101427982 B1
KR1020120124364 A
KR1020120072391 A
JP2014192899 A
KR101301462 B1
KR1020150119376 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711076471
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원(한국연구재단부설)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	주파수 공유 기반 Beyond 5G 통신 방식 연구 (2/4)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 초기 이동 방향 추정부;

기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 RTT 획득부;

상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 선형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 RTT 경로 추정부; 및

획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 보정 경로 획득부를 포함하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 RTT 경로 추정부는

액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하고, 상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하고, 상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 기반하여 선형으로 적합하여 상기 RTT 경로를 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 RTT 획득부는

상기 액세스 포인트로 기지정된 메시지를 기지정된 횟수로 반복하여 송수신하고, 상기 메시지가 송수신되는 도착 시간의 평균을 상기 RTT로 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 RTT 경로 추정부는

다수의 RTT 각각에 대해 기지정된 횟수로 반복하여 송수신된 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인 RTT를 이용하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 5

적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 초기 이동 방향 추정부;

기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 RTT 획득부;

상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 원형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 RTT 경로 추정부; 및

획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 보정 경로 획득부를 포함하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 RTT 경로 추정부는

액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하고, 상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하고, 상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에

기반하여 원형으로 적합하여 상기 RTT 경로를 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 RTT 경로 추정부는

원형으로 적합된 RTT 경로의 양단과 적합된 원의 중심을 잇는 직선을 그어 원호와 직선이 교차하는 2개의 위치를 획득하고, 획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 그어 상기 RTT 경로를 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 RTT 획득부는

상기 액세스 포인트로 기지정된 메시지를 기지정된 횟수로 반복하여 송수신하고, 상기 메시지가 송수신되는 도착 시간의 평균을 상기 RTT로 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 RTT 경로 추정부는

다수의 RTT 각각에 대해 기지정된 횟수로 반복하여 송수신된 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인 RTT를 이용하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 이동 방향 추정 장치.

청구항 10

적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 단계;

기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 단계;

상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 선형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 단계; 및

획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 RTT 경로를 획득하는 단계는

액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하는 단계;

상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계; 및

상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 기반하여 선형으로 적합하여 상기 RTT 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서, 상기 다수의 RTT를 획득하는 단계는

상기 액세스 포인트로 기지정된 메시지를 기지정된 횟수로 반복하여 송수신하는 단계; 및

상기 메시지가 송수신되는 도착 시간의 평균을 상기 RTT로 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서, 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계는

다수의 RTT 각각에 대해 기지정된 횟수로 반복하여 송수신된 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인지 판별하는 단계; 및

기준 편차 이하인 도착 시간의 다수의 RTT를 이용하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 14

적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 단계;

기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 단계;

상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 원형 적합법에 따라 원형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 단계; 및

획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서, 상기 RTT 경로를 획득하는 단계는

액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하는 단계;

상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계;

상기 RTT 경로를 획득하기 위해 상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 기반하여 원형으로 적합하는 단계;

원형으로 적합된 RTT 경로의 양단과 적합된 원의 중심을 잇는 직선을 그어 원호와 직선이 교차하는 2개의 위치를 획득하는 단계; 및

획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 그어 상기 RTT 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서, 상기 다수의 RTT를 획득하는 단계는

상기 액세스 포인트로 기지정된 메시지를 기지정된 횟수로 반복하여 송수신하는 단계; 및

상기 메시지가 송수신되는 도착 시간의 평균을 상기 RTT로 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서, 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계는

다수의 RTT 각각에 대해 기지정된 횟수로 반복하여 송수신된 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인지 판별하는 단계; 및

기준 편차 이하인 도착 시간의 다수의 RTT를 이용하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하는 단계를 포함하는 이동 방향 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동 방향 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 저속으로 이동하는 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보 통신 기기의 발전, 특히 휴대용 정보 통신 기기의 발전으로 인해 선박, 항공기 및 차량 등에 주로 이용되던 네비게이션 기법이 보행자에게도 점차적으로 적용되고 있다.

- [0003] 선박, 항공기 및 차량과 같이 이동 속도가 빠른 타겟에 적용되는 일반적인 네비게이션 기법에서는 기본적으로 요구되는 위치 정보의 정밀도가 높지 않으며, GPS(Global Positioning System)와 같은 위성 항법 시스템을 기반으로 위치를 추정함으로써, 타겟의 현재 위치나 이동 방향 등을 용이하게 추정할 수 있을 뿐만 아니라 오류가 발생되더라도 빠르게 이를 보정할 수 있다. 그에 반해, 보행자의 경우에는 위치 정보에 대해 높은 정밀도가 요구되어 오차 범위가 큰 GPS 정보를 기반으로 요구되는 정밀도의 위치 정보를 제공할 수 없다. 또한 보행자의 느린 이동 속도로 인해 위치 정보의 오차를 보정하기도 용이하지 않다. 뿐만 아니라 보행자는 실내에서 활동하는 경우가 많음에도 GPS 정보는 실내에서 적용할 수 없다는 한계가 있다.
- [0004] 이에 보행자에게 정확한 위치 정보를 제공하기 위한 보행자 추측 항법(Pedestrian Dead Reckoning: PDR)이 제안되었다. 보행자 추측 항법은 각종 센서를 사용하여, 사람이 이동하는 속도나 방향, 거리 등을 파악, 출발지점으로부터의 상대위치를 산출하는 기술로서, 실내/실외 측위가 모두 가능하고, 측위 오차가 작으며, 스마트폰과 같은 휴대용 기기에 구비되어 있는 각종 센서를 활용할 수 있기 때문에 다른 측위 기술과 함께 사용하는 것이 용이하다는 장점이 있다. 다만 센서에 의한 측위 오차가 축적되기 때문에 거리가 멀어지면 보정이 필요하다는 단점이 있다.
- [0005] 기존의 보행자 추측 항법에서는 시작 위치가 주어지면, 여러 센서들을 통해 이동 방향과 이동 거리를 계산하여 이동한 경로를 추정한다. 이때, 이동 방향 추정에는 주로 자기장 센서가 이용되며, 이동 거리 추정에는 가속도 센서가 주로 이용된다.
- [0006] 이동 방향은 자기장 센서의 x 방향과 y 방향의 값을 통해 추정될 수 있으며, 이동 거리는 가속도 센서에서 보행자의 보행시에 감지되는 Z 축 방향의 진동을 통해 걸음 수를 판별하고, 판별된 걸음 수를 바탕으로 성인의 평균 보폭을 대입하여 이동 거리를 추정한다.
- [0007] 상기한 바와 같이 보행자 추측 항법에서 이동 방향과 이동 거리 모두 실제 측정 방식이 아닌 추정 방식이기 때문에 오차가 존재하지만, 자기장 센서를 이용한 이동 방향 추정은 주위에 강자성체나 상자성체 등 자기장의 변화를 야기하는 물체가 존재하거나 혹은 이동하게 될 경우에 자기장 센서 값이 가만히 서있는 경우에도 변화하기 때문에 정확한 이동 방향을 추정하기 어렵다는 문제가 있다. 또한 이동 거리에 비해 이동 방향은 초기 추정 오차가 이후 매우 큰 오차로 누적되게 된다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1991703호 (2019.06.17 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 보행자 추측 항법에서 보행자의 이동 경로를 정확하게 추정할 수 있는 이동 방향 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 실외뿐만 아니라 실내에서도 보행자의 이동 방향을 정확하게 추정할 수 있는 이동 방향 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0011] 본 발명의 또다른 목적은 통신 모듈을 이용하여 자기장 센서에서 추정된 이동 방향의 오차를 보정하여 보행자의 이동 방향을 정확하게 추정할 수 있는 이동 방향 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 보행자 추측 항법을 위한 이동 방향 추정 장치는 적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 초기 이동 방향 추정부; 기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 RTT 획득부; 상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 선형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 RTT 경

로 추정부; 및 획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 보정 경로 획득부를 포함한다.

[0013] 상기 RTT 경로 추정부는 액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하고, 상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하고, 상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 기반하여 선형으로 적합하여 상기 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0014] 상기 RTT 획득부는 상기 액세스 포인트로 기지정된 메시지를 기지정된 횟수로 반복하여 송수신하고, 상기 메시지가 송수신되는 도착 시간의 평균을 상기 RTT로 획득할 수 있다.

[0015] 상기 RTT 경로 추정부는 다수의 RTT 각각에 대해 기지정된 횟수로 반복하여 송수신된 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인 RTT를 이용하여 상기 오류 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치는 적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 초기 이동 방향 추정부; 기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 RTT 획득부; 상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 원형 적합법에 따라 원형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 RTT 경로 추정부; 및 획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 보정 경로 획득부를 포함한다.

[0017] 상기 RTT 경로 추정부는 액세스 포인트로부터 각각 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나고, 대응하는 RTT 거리에 대응하는 길이로 선을 연장하고, 상기 선의 끝점을 연결하여 상기 오류 RTT 경로를 획득하고, 상기 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 기반하여 원형으로 적합하여 상기 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0018] 상기 RTT 경로 추정부는 원형으로 적합된 RTT 경로의 양단과 적합된 원의 중심을 잇는 직선을 그어 원호와 직선이 교차하는 2개의 위치를 획득하고, 획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 그어 상기 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0019] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법은 적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 단계; 기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 단계; 상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 선형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 단계; 및 획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 단계를 포함한다.

[0020] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법은 적어도 하나의 센서를 포함하여, 기지정된 초기 위치로부터 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동한 오류 경로를 추정하는 단계; 기지정된 주기로 액세스 포인트와 통신을 수행하여 다수의 RTT를 획득하는 단계; 상기 다수의 RTT 각각으로부터 다수의 RTT 거리를 계산하고, 계산된 RTT 거리만큼 상기 액세스 포인트로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하여 오류 RTT 경로를 획득하고, 획득된 오류 RTT 경로를 원형 적합법에 따라 원형으로 적합하여 RTT 경로를 획득하는 단계; 및 획득된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치 및 방법은 자기장 센서를 이용하여 추정되는 초기 이동 방향을 액세스 포인트와의 라운드 트립 타임에서 측정된 거리를 기반으로 보정하여, 보행자의 이동 방향을 정확하게 추정할 수 있다. 그러므로 고가의 고정밀 센서를 별도로 추가할 필요가 없고, 액세스 포인트의 위치에 기반하여 이동 방향을 추정하므로, 펄스프린트 기반 측위 방식과 달리 맵 업데이트가 요구되지 않아 유지 보수가 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- 도 2는 선형 적합법에 따라 선형 회귀된 왕복 시간 기반 경로와 보정 경로를 나타낸다.
- 도 3은 원형 적합법에 따라 원형 회귀된 왕복 시간 기반 경로와 보정 경로를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 나타낸다.
- 도 5는 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 테스트하기 위한 테스트 환경을 나타낸다.
- 도 6은 도 5의 테스트 환경에서 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 테스트한 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 장치는 초기 이동 방향 추정부(100), RTT 획득부(200), RTT 경로 추정부(300) 및 보정 경로 획득부(400)를 포함한다.
- [0028] 초기 이동 방향 추정부(100)는 주어진 초기 위치로부터 보행자의 초기 이동 방향을 추정한다. 초기 이동 방향 추정부(100)는 미리 추정된 초기 위치로부터 추정된 초기 이동 방향에 따라 보행자가 이동하는 경로를 추정하여 오류 경로(wrong path)를 획득한다. 여기서는 초기 위치는 미리 주어지는 것으로 가정하며, 주어진 초기 위치로부터 초기 이동 방향 추정부(100)에 의해 추정되는 초기 이동 방향을 오류 경로(wrong path)라 한다.
- [0029] 초기 이동 방향 추정부(100)는 자기장 센서를 포함한 각종 센서를 이용하여 보행자의 초기 이동 방향을 추정할 수 있다. 자기장 센서는 지구 자기를 기반으로 보행자의 지향 방향을 용이하게 추정할 수 있으나, 기본적으로 추정할 수 있는 지향 방향의 정밀도가 낮다. 또한 상기한 바와 같이, 주위에 강자성체나 상자성체 등 자기장의 변화를 야기하는 물체가 존재하거나 이동하는 경우, 보행자가 이동하지 않는 경우에도 변화하기 때문에 정확한 이동 방향을 추정할 수 없다는 한계가 있다.
- [0030] 이에 초기 위치가 정확하게 주어지더라도 초기 이동 방향 추정부(100)에 의해 잘못 추정된 오류 경로의 오차는 점차로 누적되어, 시간이 지날수록 매우 큰 오차로 나타나게 된다. 즉 오류 경로는 보행자가 이동하는 실제 경로(Real Path)와 차이가 발생하며, 오류 경로와 실제 경로 사이의 오차는 보행자의 이동 거리가 증가할수록 비례하여 증가하게 된다.
- [0031] RTT 획득부(200)는 보행자가 이동하는 동안, 액세스 포인트(AP)와 주기적으로 통신을 수행하여 왕복 시간(Round Trip Time: 이하 RTT)을 획득한다. RTT 획득부(200)는 통신 모듈 등으로 구현될 수 있으며, 주위의 위치가 미리 확인된 액세스 포인트(AP)와 통신을 수행하여 RTT를 획득한다. 일예로 RTT 획득부(200)는 액세스 포인트(AP)로 핑(Ping) 메시지를 전송하고, 회신을 수신하여 RTT를 획득할 수 있다.
- [0032] 여기서 액세스 포인트(AP)의 위치 정보는 미리 획득되어 저장될 수 있으며, 경우에 따라서는 액세스 포인트(AP)와의 통신을 수행하여 액세스 포인트(AP)의 위치 정보를 인가받아 저장할 수도 있다. 여기서는 일예로 액세스 포인트(AP)는 기본적으로 와이파이 통신을 수행하는 와이파이 액세스 포인트인 것으로 가정하여 설명하지만, 본 실시예는 이에 한정되지 않는다. 즉 액세스 포인트(AP)는 와이파이 액세스 포인트뿐만 아니라, 이동 통신 단말을 위한 통신 기지국일 수도 있으며, 이외에 다양한 무선 통신 시스템에서 통신을 수행할 수 있는 장치일

수 있다.

[0033] RTT 경로 추정부(300)는 RTT 획득부(200)에서 획득된 RTT를 기반으로 이동 방향 추정 장치(또는 보행자)와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리를 측정하고, 측정된 거리를 기반으로 RTT 경로(RTT Path)를 추정한다.

[0034] RTT를 이용한 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리는 도착 시간(Time of Arrival)에 따라 수학식 1과 같이 측정될 수 있다.

수학식 1

$$\hat{d} = \frac{c}{2n} \left(\sum_{k=1}^n (t_4(k) - t_1(k)) - (t_3(k) - t_2(k)) \right)$$

[0035]

[0036] 여기서 \hat{d} 는 RTT를 기반으로 추정되는 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리를 나타내고, n은 핑 전송 횟수를 나타낸다. 그리고 $t_1(k)$ 와 $t_2(k)$ 는 k번째 핑을 전달하고 받을 때까지 시간을 나타내며, $t_3(k)$ 와 $t_4(k)$ 는 k번째 응답 신호(Ack)를 전달하고 받기까지의 시간을 나타낸다.

[0037] 일반적으로 핑 메시지는 1회만 전송되지 않고 n번(일반적으로 8번) 반복하여 전송되고, n번 반복 전송 및 회신되는 동안 걸린 시간의 평균값과 분산값을 이용하여 RTT로 획득될 수 있으며, 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리(\hat{d})는 RTT를 기반으로 추정될 수 있다. 여기서는 RTT를 기반으로 추정되는 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리(\hat{d})를 RTT 거리라고 한다.

[0038] 다만 무선 신호에서의 RTT 값은 신뢰하기 어려운 경우가 많다. 이는 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP)가 LOS(Line Of Sight) 경로뿐만 아니라 NLOS(Non-Line Of Sight) 경로로도 통신을 수행할 수 있기 때문이다. 만일 RTT가 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 LOS 경로를 통해 획득되었다면, RTT를 기반으로 계산되는 RTT 거리(\hat{d})는 상대적으로 신뢰할 수 있다. 그러나 NLOS(Non-Line Of Sight) 경로를 통해 획득되었다면, RTT 거리(\hat{d})는 실제 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리보다 매우 크게 나타날 수 있다.

[0039] 이에 LOS 경로와 NLOS 경로로 획득되는 RTT를 구분해야 하지만, 현실적으로 LOS 경로로 획득되는 RTT와 NLOS 경로로 획득되는 RTT를 구분하는 것은 용이하지 않다. 뿐만 아니라, LOS 경로로 획득되는 RTT와 NLOS 경로로 획득되는 RTT를 성공적으로 구분할지라도, LOS 경로에서도 다중 경로(Multipath)를 통해 신호가 송수신될 수 있어 RTT 거리(\hat{d})는 실제 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 거리에 비해 오차가 발생하게 된다.

[0040] 이와 같이 신호의 송수신 경로에 따른 RTT의 오차를 바이어스 성분이라 하며, 기존에도 바이어스 성분을 제거하기 위한 다양한 연구가 수행된 바가 있다. 그러나 본 실시예에서는 바이어스 성분을 제거하지 않고, 획득된 RTT 거리(\hat{d})를 최소 제곱법(least square)에 따라 선형(linear) 또는 원형(circle)으로 적합시켜(fitting), RTT 경로를 추정한다.

[0041] RTT 경로 추정부(300)는 RTT 획득부(200)에서 기지정된 주기로 반복하여 획득된 다수의 RTT 각각에 대해 RTT 거리(\hat{d})를 계산한다. 이때, RTT 경로 추정부(300)는 메시지를 n회 반복 송수신하는 동안 획득된 도착 시간의 표준 편차(Standard Deviation: Std)가 기지정된 문턱 편차 이하로 나타나는 경우에만 RTT로 획득하여 RTT 거리(\hat{d})를 계산한다. 상기한 바와 같이, 핑 등을 이용하여 RTT를 획득하는 경우, 한번의 핑 명령에 대해 n회 반복하여 메시지를 송수신하게 된다. 만일 이동 방향 추정 장치와 액세스 포인트(AP) 사이의 메시지 송수신 경로가 안정적이라면, RTT의 표준 편차는 작은 값으로 나타나지만, 메시지 송수신 경로가 불안정하다면, RTT의 표준

편차는 매우 크게 나타나게 된다. 이에 본 실시예에서 RTT 경로 추정부(300)는 RTT의 표준 편차가 문턱 편차보다 큰 RTT를 제거함으로써, 계산되는 RTT 거리(\hat{d})의 신뢰도를 높인다.

[0042] 그리고 기지정된 주기로 반복하여 획득되는 RTT에서 계산되는 RTT 거리(\hat{d})에 따른 위치를 액세스 포인트(AP)로부터 초기 이동 방향 추정부(100)에서 추정된 오류 경로에 대응하는 방향으로 추정한다. 즉 초기 이동 방향 추정부(100)에서 추정된 오류 경로의 초기 위치 방향으로부터 대응하는 시점에서의 오류 경로위치 방향으로 RTT 거리(\hat{d})만큼 연장함으로써, 오류 경로 기반 RTT 경로(이하 오류 RTT 경로)를 추정한다.

[0043] 그리고 추정된 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 따라 선형 또는 원형으로 적합하여 회귀시킴으로써 RTT 경로를 추정한다. 이때, RTT 경로 추정부(300)는 오류 RTT 경로를 원형으로 적합시키는 경우에, 원의 중점과 원형으로 적합된 RTT 경로의 양단을 잇는 직선을 그어 원호와 원의 중심으로부터 RTT 경로를 잇는 선이 교차하는 2개의 위치를 획득하고, 획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 RTT 경로로 추정할 수 있다.

[0044] RTT 경로 추정부(300)가 RTT 경로를 추정하는 원리를 설명하면, RTT 거리(\hat{d})는 수학식 2와 같이 모델링될 수 있다.

수학식 2

$$\hat{d} = d + b + n, \quad b > 0$$

[0045] 여기서 b는 다중 경로 효과로 인한 포지티브 바이어스 오차(positive bias error)이고, n은 가우시안 잡음(Gaussian noise)이다. 만약 오류 경로의 길이가 실제 경로의 길이보다 작다면, 측정된 RTT 거리(\hat{d})의 분산(variance)은 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$Var(\hat{d}) = Var(b) + Var(n)$$

[0048] 여기서 var은 분산을 나타내는 함수이다. 포지티브 바이어스 오차(b)는 위치에 따라 연속적으로 변화는 맵핑 함수(mapping function)(f)에 의해 모델링 될 수 있으나, 이동 위치의 변화가 크지 않으면 상수로 가정할 수 있다. 따라서 포지티브 바이어스 오차(b)의 분산(Var(b))은 0이 되며, 가우시안 노이즈(n)의 분산(Var(n))은 알려진 바와 같이 $Var(n) = \frac{\sigma_n^2}{N}$ 로 계산되므로, RTT 측정 횟수가 증가함에 따라 분산은 감소된다. 즉 다수의 RTT 거리(\hat{d})를 획득하여 최소 제곱법에 따라 회귀시키게 되면, 다중 경로에 의한 RTT 오차를 별도로 고려하지 않고도 요구되는 수준의 정확도를 갖는 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0049] RTT 경로 추정부(300)에 의해 RTT 경로가 추정되면, 보정 경로 획득부(400)는 추정된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로가 오류 경로와 동일한 길이를 갖도록 연장하여 보정 경로(Calibration path)를 획득한다.

[0050] 도 2는 선형 적합법에 따라 선형 회귀된 왕복 시간 기반 경로와 보정 경로를 나타낸다.

[0051] 도 1을 참조하여 도 2를 설명하면, 우선 초기 이동 방향 추정부(100)가 기지정된 초기 위치로부터 자기장 센서 등을 이용하여 감지된 지향 방향으로 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 오류 경로(Wrong path)를 추정한다.

[0052] 그리고 RTT 획득부(200)가 기지정된 주기로 액세스 포인트(AP)와 통신을 수행하여, RTT를 획득하고, RTT 경로

추정부(300)는 획득된 RTT를 이용하여 RTT 거리(\hat{d})를 획득할 수 있다. 이때 RTT는 액세스 포인트(AP)로 ping 메시지를 송신 및 회신을 수신하는 메시지의 도착 시간으로 고려될 수 있으며, RTT 획득부(200)는 기지정된 n회(예를 들면 8회) 반복적으로 메시지를 송수신하여 획득되는 도착 시간의 평균값을 RTT로 획득할 수 있다.

[0053] 그리고 RTT 경로 추정부(300)는 획득된 RTT를 기반으로 RTT 거리(\hat{d})를 획득할 수 있다. 그리고 획득된 RTT 거리(\hat{d})만큼 액세스 포인트(AP)로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하고, RTT 거리(\hat{d})만큼 연장된 선의 끝점들을 연결하여 오류 경로에 기반하는 오류 RTT 경로를 획득한다.

[0054] 이때, n회 반복 송수신된 메시지의 도달 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차를 초과하는 RTT는 RTT 거리(\hat{d}) 획득에서 제외될 수 있다.

[0055] 오류 RTT 경로가 획득되면, RTT 경로 추정부(300)는 도 2에 도시된 바와 같이, 오류 RTT 경로의 각 위치를 최소 제곱법에 기반한 선형 적합법(linear fitting)에 따라 회귀시켜 RTT 경로(RTT path)를 추정한다.

[0056] 보정 경로 획득부(400)는 추정된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로(Calibration path)를 획득한다.

[0057] 도 3은 원형 적합법에 따라 원형 회귀된 왕복 시간 기반 경로와 보정 경로를 나타낸다.

[0058] 도 3에서도 도 2에서와 마찬가지로 초기 이동 방향 추정부(100)가 오류 경로를 추정하고, RTT 획득부(200)는 주기적으로 RTT를 획득한다. 그리고 RTT 경로 추정부(300)는 획득된 RTT 각각으로부터 RTT 거리(\hat{d})를 획득하여 오류 RTT 경로를 추정하고, RTT 경로를 획득한다. 다만 도 3에서 RTT 경로 추정부(300)는 추정된 오류 RTT 경로를 선형 적합법이 아니라 원형 적합법(circle fitting)에 따라 원형으로 적합시킨다. 그리고 원의 중심과 원형으로 적합된 RTT 경로의 양단을 잇는 직선을 그어 원호와 원의 중심으로부터 RTT 경로를 잇는 선이 교차하는 2개의 위치를 획득한다. 이후 획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 RTT 경로로 추정할 수 있다.

[0059] RTT 경로가 추정되면, 도 2에서와 마찬가지로 보정 경로 획득부(400)가 추정된 RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로(Calibration path)를 획득한다.

[0060] 도 3에 도시된 바와 같이 원형 적합법은 액세스 포인트(AP)로부터 이동 방향 추정 장치, 즉 보행자 사이의 거리가 멀거나 추정된 초기 이동 방향의 오차가 큰 경우에 적합하다.

[0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 나타낸다.

[0062] 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 설명하면, 우선 기지정된 초기 위치로부터 자기장 센서 등의 센서를 이용하여 초기 이동 방향을 추정하고, 추정된 초기 이동 방향에 따라 오류 경로를 추정한다(S10).

[0063] 그리고 기지정된 주기로 액세스 포인트(AP)와 통신을 수행하여, RTT를 획득한다(S20). RTT는 액세스 포인트(AP)와 기지정된 횟수로 지정된 메시지를 반복하여 송수신하는 동안의 도착 시간을 기반으로 획득될 수 있으며, 도착 시간의 평균값으로 획득될 수 있다.

[0064] 그리고 획득된 RTT에서 메시지를 반복 송수신하는 동안 메시지의 도착 시간의 표준 편차가 기지정된 기준 편차 이하인지 판별한다(S30). 만일 표준 편차가 기준 편차를 초과하면, 다시 RTT를 획득한다(S20). 그러나 표준 편차가 기준 편차 이하이면, 획득된 RTT로부터 RTT 거리(\hat{d})를 획득한다(S40).

[0065] 오류 경로에 대응하여 다수의 RTT 거리(\hat{d})가 획득되면, 획득된 다수의 RTT 거리(\hat{d})만큼 액세스 포인트(AP)로부터 오류 경로 상의 대응하는 포인트를 지나는 선을 연장하고, RTT 거리(\hat{d})만큼 연장된 선의 끝점들을 연결하여 오류 경로에 기반하는 오류 RTT 경로를 획득한다(S50).

- [0066] 그리고 획득된 오류 RTT 경로를 선형 적합법에 따라 적합시키지 여부를 판별한다(S60). 여기서 선형 적합법에 따라 적합시키지 여부는 미리 지정되거나, 획득된 오류 경로의 평균 거리에 따라 결정될 수 있다.

[0067] 만일 선형 적합법에 따라 오류 RTT 경로를 적합시키는 경우, 오류 RTT 경로를 최소 제곱법에 따라 선형으로 피팅시켜 RTT 경로를 획득한다(S70).

[0068] 그러나 선형 적합법으로 적합시키지 않는 경우, 원형 적합법에 따라 오류 RTT 경로를 적합시켜 RTT 경로를 획득한다(S80). 원형 적합법에 따라 오류 RTT 경로를 적합 시키는 경우, 원형으로 적합된 RTT 경로의 양단과 적합된 원의 중심을 잇는 직선을 그어 원호와 직선이 교차하는 2개의 위치를 획득하고, 획득된 2개의 위치를 잇는 직선을 그어 RTT 경로를 획득할 수 있다.

[0069] 그리고 RTT 경로가 획득되면, RTT 경로를 초기 위치로 이동시키고, 초기 위치로 이동된 RTT 경로를 오류 경로와 동일한 길이로 연장하여 보정 경로를 획득한다(S90).

[0070] 도 5는 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 테스트하기 위한 테스트 환경을 나타내고, 도 6은 도 5의 테스트 환경에서 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법을 테스트한 결과를 나타낸다.

[0071] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 보행자 추측 방법을 위한 이동 방향 추정 방법은 개방된 야외 광장에서 테스트되었으며, 테스트는 시작 위치에서 16m를 이동한 후, 180도 회전하여 다시 시작 위치로 돌아오는 방식으로 수행되었다. 그리고 테스트는 스마트폰과 Wi-Fi AP를 이용하여 수행되었다. RTT는 0.6초 간격으로 측정되었으며, 선형 적합법을 이용하였다.

[0072] 도 6에 도시된 바와 같이, 기존의 자기장 센서만을 이용하여 이동 방향을 측정하는 경우, 시작 위치로부터 이동 후 제자리로 복귀한 경우에 약 47도의 오차가 발생한 반면, 본 실시예에 따라 RTT 경로를 추정하여 보정 경로를 획득한 경우 1도 수준의 오차가 나타남을 알 수 있다. 결과적으로 별도의 추가 센서를 구비하지 않고도 이동 방향 오차를 획기적으로 줄일 수 있다.

[0073] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0074] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0075] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

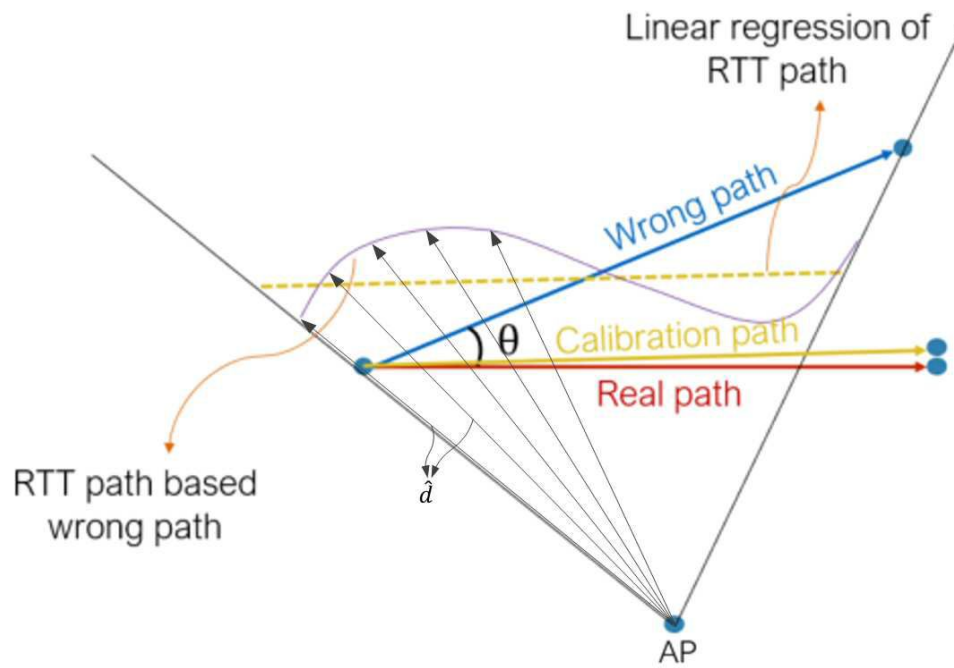
- [0076] 100: 초기 이동 방향 추정부 200: RTT 획득부
- 300: RTT 경로 추정부 400: 보정 경로 획득부

도면

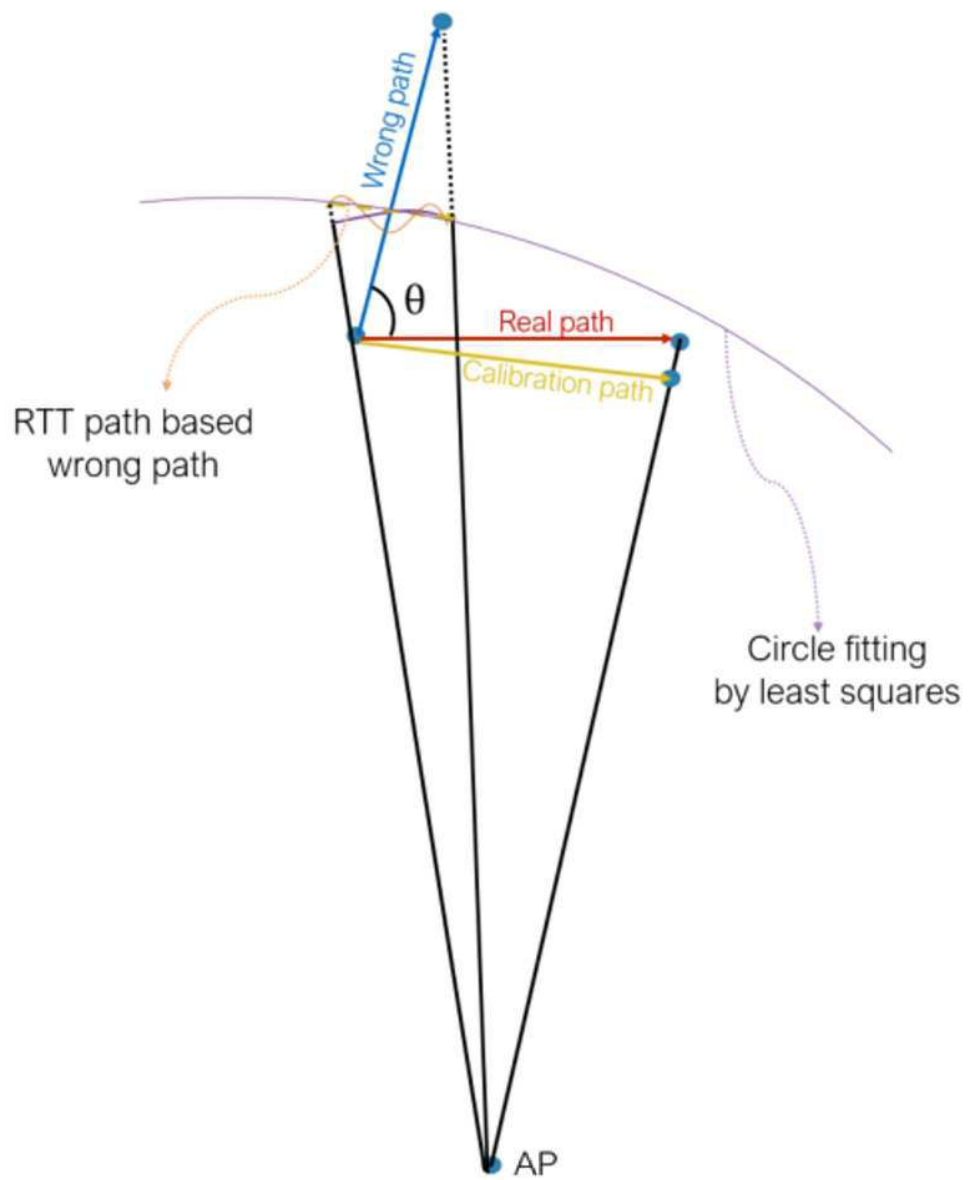
도면1



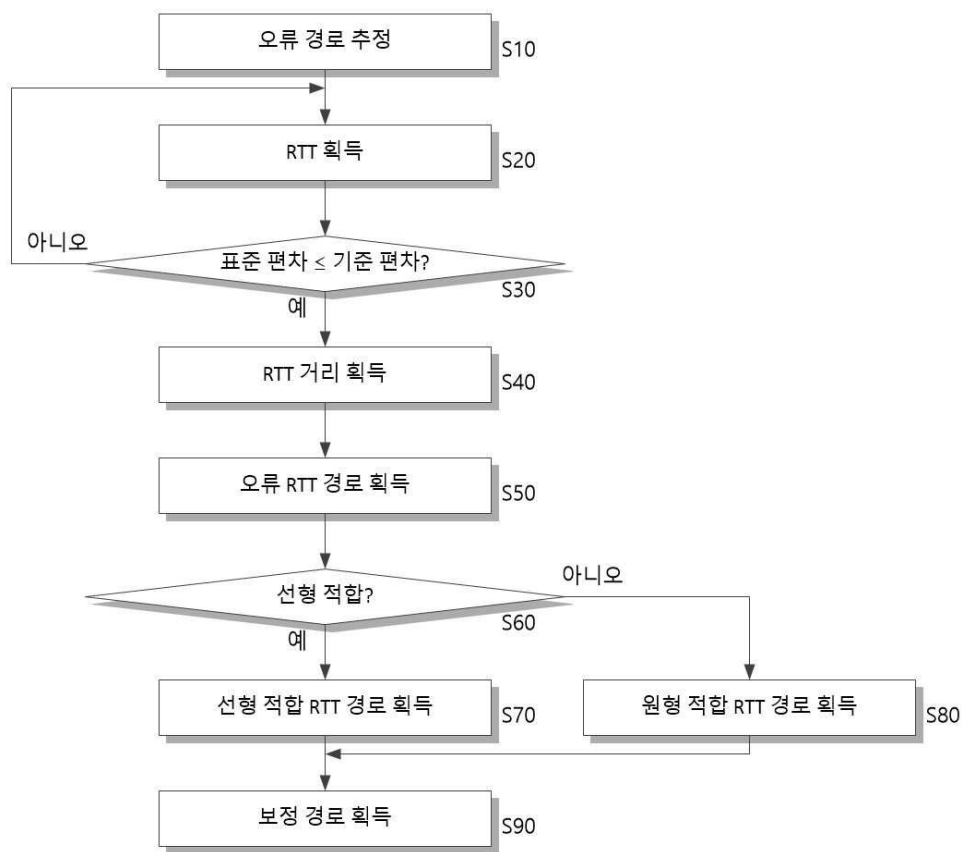
도면2



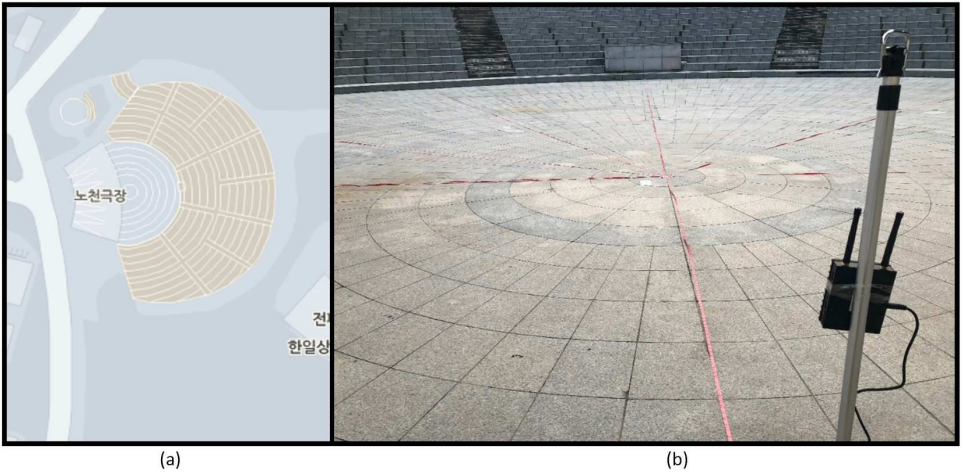
도면3



도면4



도면5



도면6

