



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0082016
(43) 공개일자 2017년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 64/00 (2009.01) G01S 5/00 (2006.01)
G01S 5/02 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H04W 64/006 (2013.01)
G01S 5/0009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0001140
(22) 출원일자 2016년01월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
나인학
경기도 용인시 수지구 광교마을로 2 광교경남아너스빌 4307동 1103호
문상준
경기도 용인시 수지구 정평로 41 우성아파트 605동 902호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

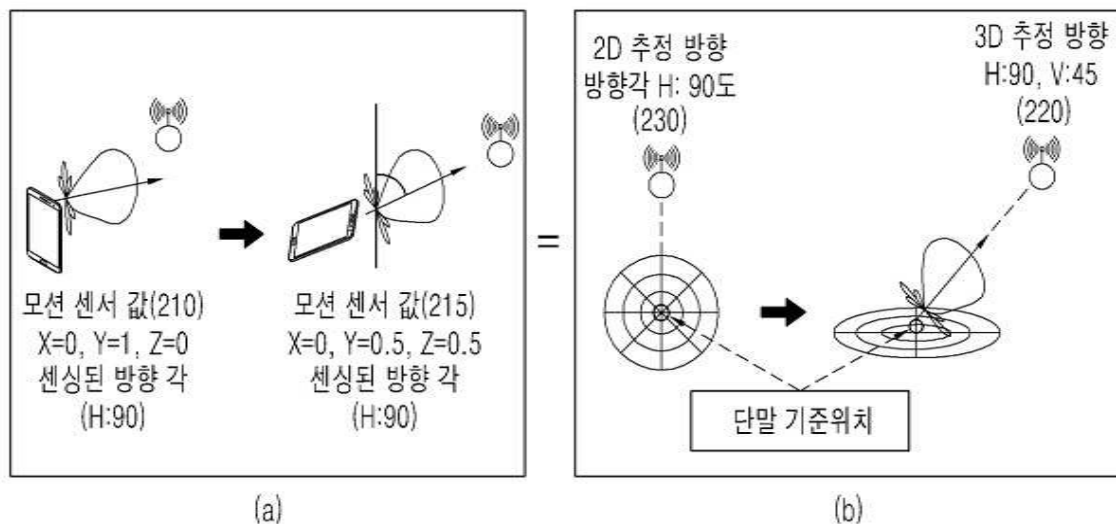
(54) 발명의 명칭 단말에서 위치 추정 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 센서 네트워크(Sensor Network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication) 및 사물 인터넷(Internet of Things, IoT)을 위한 기술과 관련된 것이다. 본 개시는 상기 기술을 기반으로 하는 지능형 서비스(스마트 홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 헬스케어, 디지털 교육, 소매업, 보안 및 안전 관련 서비스 등)에 활용될 수 있다.

본 발명의 실시 예에 따른 방법은, 단말에서 위치 추정 방법에 있어서, 상기 단말과 태그의 위치를 계산하는 단계; 모션 센서를 이용하여 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 계산하는 단계; 및 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

G01S 5/021 (2013.01)

(72) 발명자

서신석

경기도 성남시 분당구 장미로 101 장미마을현대아
파트 822동 705호

장상현

서울특별시 마포구 서강로 95 삼성아파트 106동
1503호

최대규

경기도 수원시 권선구 서둔로 216-9

명세서

청구범위

청구항 1

단말에서 위치 추정 방법에 있어서,

상기 단말과 태그의 위치를 계산하는 단계;

모션 센서를 이용하여 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 계산하는 단계; 및

상기 단말의 움직임에 대한 정보를 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 단계를 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단말과 태그의 위치를 계산하는 단계는,

상기 태그로부터 수신된 수신 신호의 제1 방향각을 기반으로 상기 태그의 위치를 계산하는 것인, 단말에서의 위치 추정방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단말의 움직임에 대한 정보는 상기 태그로부터 수신된 수신 신호의 세기를 기반으로 계산되는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 태그의 위치를 보정하는 단계는 상기 단말의 움직임에 의해 제2 방향각을 측정하고, 상기 제2 방향각 측정 시 수신된 수신 신호 세기 값이 상기 제1 방향각 측정 시 수신된 수신 신호세기 값 보다 큰 경우, 상기 결정된 제2 방향각과 상기 계산된 단말의 움직임 정보를 조합하여 태그의 방향각을 결정하고, 상기 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값이 현재의 값 보다 작은 경우, 상기 제1 방향각을 태그의 방향각으로 결정하는 단계를 더 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 태그의 위치를 보정하는 단계는 상기 단말의 움직임에 의해 제2 방향각을 측정하고, 상기 제2방향각 측정 시 수신된 수신 신호 빔폭 이 상기 제1 방향각 측정 시 수신된 빔폭 또는 빔폭 변화 값 보다 작은 경우, 상기 결정된 제2방향각과 상기 계산된 단말의 움직임 정보를 조합하여 태그의 방향각을 결정하고, 수신 신호 빔폭 이 현재의 빔폭 또는 빔폭 변화 값 보다 큰 경우, 상기 제1 방향각을 태그의 방향각으로 결정하는 단계를 더 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단말의 움직임에 대한 정보는 단말의 기울기 변화 및 상기 단말의 이동 거리 중 적어도 하나를 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 모션 센서의 기울기 변화 값을 식별하는 단계;

상기 모션 센서의 기울기 변화 값을 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 단계를 더 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 모션 센서의 기울기 변화 값을 식별하는 단계;

상기 모션 센서의 기울기 변화 값이 임계값 이상일 경우, 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 단계; 및

상기 모션 센서의 기울기 변화 값이 임계값 미만일 경우, 상기 계산된 태그의 위치를 유지하는 단계를 포함하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 계산된 태그의 위치는 수신 신호의 도래 방향(direction of arrival : DoA)에 근거하여 계산되는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 모션 센서의 기울기 변화 값은 중력 센서, 자이로 센서, 및 가속도 센서 중 적어도 하나를 이용하여 센싱되는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 태그의 이동 거리는 자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 하나를 이용하여 측정하고, 상기 태그의 방향 각은 삼각함수 기법을 기반으로 측정하는 단말에서 위치 추정 방법.

청구항 12

단말에서 위치 추정 장치에 있어서,

상기 단말과 태그의 위치를 계산하고, 모션 센서를 이용하여 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 계산하고, 및 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 제어부를 포함하는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 단말과 태그의 위치를 계산 시, 상기 태그로부터 수신된 수신 신호의 제1 방향각을 기반으로 상기 태그의 위치를 계산하는 것인, 단말에서의 위치 추정장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 단말의 움직임에 대한 정보는 상기 태그로부터 수신된 수신 신호의 세기를 기반으로 계산되는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 태그의 위치를 보정 시, 상기 단말의 움직임에 의해 제2 방향각을 측정하고, 상기 제2 방향각 측정 시 수신된 수신 신호 세기 값이 상기 제1 방향각 측정 시 수신된 수신 신호세기 값 보다 큰 경우, 상기 결정된 제2 방향각과 상기 계산된 단말의 움직임 정보를 조합하여 태그의 방향각을 결정하고, 상기 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값이 현재의 값 보다 작은 경우, 상기 제1 방향각을 태그의 방향각으로 결정하도록 더 구성되는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 16

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 태그의 위치를 보정 시, 상기 단말의 움직임에 의해 제2 방향각을 측정하고, 상기 제2방향각 측정 시 수신된 수신 신호 빔폭 이 상기 제1 방향각 측정 시 수신된 수신 빔폭 또는 빔폭 변화 값 보다 작은 경우, 상기 결정된 제2방향각과 상기 계산된 단말의 움직임 정보를 조합하여 태그의 방향각을 결정하고, 수신 신호 빔폭 이 현재의 빔폭 또는 빔폭 변화 값 보다 큰 경우, 상기 제1 방향각을 태그의 방향각으로 결정하도록 더 구성되는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 단말의 움직임에 대한 정보는 단말의 기울기 변화 및 상기 단말의 이동 거리 중 적어도 하나를 포함하는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 모션 센서의 기울기 변화 값을 식별하고, 상기 모션 센서의 기울기 변화 값이 임계값 이상 일 경우, 상기 계산된 태그의 위치를 보정하고, 및 상기 모션 센서의 기울기 변화 값이 임계값 미만일 경우, 상기 계산된 태그의 위치를 유지하도록 더 구성되는 단말에서 위치 추정 장치.

청구항 19

엑세스 포인트(access point : AP)에서의 위치 추정 방법에 있어서,

태그로부터 비콘 신호를 수신하는 단계;

상기 태그와의 거리 정보를 결정하는 단계;

상기 결정된 거리 정보를 상기 단말로 전송하는 단계; 및

상기 단말로부터 상기 단말의 움직임에 대한 정보 및 상기 거리 정보를 기반으로 하여 보정된 상기 태그의 위치 정보를 수신하는 단계를 포함하는 AP에서의 위치 추정 방법.

청구항 20

엑세스 포인트(access point : AP)에서의 위치 추정 장치에 있어서,

태그로부터 비콘 신호를 수신하는 수신부; 및

상기 태그와의 거리 정보를 결정하고, 상기 결정된 거리 정보를 상기 단말로 전송하는 전송부를 포함하고,

상기 수신부는, 상기 단말로부터 상기 단말의 움직임에 대한 정보 및 상기 거리 정보를 기반으로 하여 보정된 상기 태그의 위치 정보를 수신하도록 더 구성되는 AP에서의 위치 추정 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 단말에서 위치 추정 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 인터넷은 인간이 정보를 생성하고 소비하는 인간 중심의 연결 망에서, 사물 등 분산된 구성 요소들 간에 정보를 주고 받아 처리하는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 망으로 진화하고 있다. 클라우드 서버 등과의 연결을 통한 빅데이터(Big data) 처리 기술 등이 IoT 기술에 결합된 IoE (Internet of Everything) 기술도 대두되고 있다. IoT를 구현하기 위해서, 센싱 기술, 유무선 통신 및 네트워크 인프라, 서비스 인터페이스 기술, 및 보안 기술과 같은 기술 요소 들이 요구되어, 최근에는 사물간의 연결을 위한 센서 네트워크(sensor network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication)등의 기술이 연구되고 있다.
- [0004] IoT 환경에서는 연결된 사물들에서 생성된 데이터를 수집, 분석하여 인간의 삶에 새로운 가치를 창출하는 지능형 IT(Internet Technology) 서비스가 제공될 수 있다. IoT는 기존의 IT(information technology)기술과 다양한 산업 간의 융합 및 복합을 통하여 스마트홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 스마트 그리드, 헬스 케어, 스마트 가전, 첨단의료서비스 등의 분야에 응용될 수 있다.
- [0005] 한편, 사물, 물건, 또는 상품을 판매하는 매장 또는 공항 등에서 자신의 물건(예컨대, 가방)의 위치를 찾고자 할 경우, 현재 위치 정보를 제공하는 기술로써 GPS(Global Positioning System)가 널리 사용되고 있다. 그러나 상기 GPS는 넓은 지역에서는 사용 가능하다. 그러나 실내와 같은 위성 신호가 닿지 않는 곳에서는 사용할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 단말의 방향 측위 기능을 이용하고, 단말에 구비된 안테나를 통해 물건과의 방향각을 계산하고, 계산된 방향각을 기반으로 물건 또는 상품에 대한 상대적인 방향을 추정하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0008] 본 발명은 무선 통신시스템에서 태그가 부착된 물건들을 탐색하고, 탐색 시 단말의 기울기 변화를 활용하여 물건의 방향 및 위치를 정확하게 측위하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0009] 본 발명은 단말에서 물건의 위치를 정확하게 추정하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0010] 본 발명은 단말에서 물건의 방향을 정확하게 추정하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0011] 본 발명은 단말에서 물건의 위치 또는 방향을 추정하는데 있어서 설치 비용을 최소화하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0012] 본 발명은 실시간 측위가 가능한 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 실시 예에 따른 방법은, 단말에서 위치 추정 방법에 있어서, 상기 단말과 이격된 태그의 위치를 계산하는 단계; 모션 센서를 이용하여 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 결정하는 단계; 및 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에 따른 장치는, 단말에서 위치 추정 장치에 있어서, 상기 단말과 이격된 태그의 위치를 계산하고, 모션 센서를 이용하여 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 결정하고, 및 상기 단말의 움직임에 대한 정보를 기반으로 하여 상기 계산된 태그의 위치를 보정하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은 단말에서 물건의 위치 또는 방향을 추정하는데 있어서 설치 비용을 최소화할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 단말에서 물건의 위치 또는 방향을 추정하는데 있어서 실시간 측위가 가능하다.

[0019] 본 발명은 단말에서 정확하게 물건의 위치 또는 방향을 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시 예에 따른 무선랜을 기반으로 한 패킷 구조도;
 도 2a는 본 발명의 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 예시도;
 도 2b, 2c는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 예시도;
 도 3은 본 발명에서 적용되는 칼만 필터기법을 나타낸 도면;
 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도;
 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도;
 도 6은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도;
 도 7a 및 도 7b는 X축 주위로 회전한 각도 (ϕ)와 Y축 주위로 회전한 각도 (ρ)를 나타낸 좌표도;
 도 8은 X, Y, Z 공간좌표축에 대한 벡터량과 회전에 대한 스칼라량을 나타낸 좌표도;
 도 9는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오;
 도 10은 본 발명의 제5 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오;
 도 11은 DOA를 계산하는 방법을 나타낸 예시도;
 도 12a 내지 12c는 방향각 또는 빔폭이 변화되는 예를 보여주는 도면;
 도 13a는 단말의 화면이 하늘을 향한 상태로 테이블 위에 수평으로 놓여있는 상태를 나타내고, 도 13b는 단말의 화면이 Z축을 중심으로 회전한 상태를 나타낸 도면;
 도 14는 가속도를 이용한 거리 추정 알고리즘이 적용된 그래프;
 도 15는 Trapezoidal Method를 나타낸 예시도;
 도 16a 내지 도 16c는 대표적 수치 적분법의 예시도;
 도 17는 가속도 센서값의 변화를 나타낸 그래프;
 도 18은 본 발명의 제6 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오;
 도 19는 본 발명의 제7 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오;
 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 AP의 블록 구성도;
 도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 태그의 블록 구성도;
 도 22는 본 발명의 실시 예에 따른 단말 블록 구성도; 및
 도 23은 단말의 안테나부 및 빔포밍 송수신기의 상세 구성도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 이때 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다. 또한 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0023] 또한 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0025] 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 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0026] 후술될 설명은 본 발명의 본질의 기술들을 구현하는 예시적인 시스템들, 방법들, 기술들, 명령 시퀀스들, 및 컴퓨터 프로그램 제품들을 포함한다. 그러나, 설명된 구체예들은 이들 구체적인 상세한 설명 없이 실행될 수도 있음을 주지해야 한다. 예를 들면, 실시 형태들이, 액세스 포인트(access point : AP)와 단말 사이에서 WLAN 기술들을 사용하는 것과 관련되지만, 구체예들은 그런 것으로 제한되는 것은 아니다. 다른 구체예들에서, 다른 적절한 통신 표준들 및 기술들(예컨대, 셀룰러 통신 등)을 사용할 수 있음은 물론이다.
- [0027] 이하에서 기재될 AP는 무선통신망과 단말의 상호 접속점으로 기지국 또는 중계기 등을 포함한다. 여기서, 무선 통신망은 3G, 4G, Wi-Fi, BT(Blue Tooth), NFC(Near Field Communication) 및 UWB(ultra wideband) 등을 포함할 수 있다. 또한 AP 및 단말은 지향성 안테나를 포함할 수 있다.
- [0028] 또한 단말은 무선 통신을 이용하여 AP와 접속하는 주체로써 예컨대, UE(User Equipment), MS(Mobile Station), 셀룰러폰, 스마트폰, 컴퓨터, 또는 통신기능을 수행할 수 있는 멀티미디어 시스템 등을 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시 예들은 무선 데이터 전송 기술로써 60기가 헤르쯔(GHz) 대역의 광대역밀리미터웨이브(mmWave) 기술, 광대역 mmWave 기술을 이용하여 단말들의 위치, 즉 거리(ranging)와 방향(direction)을 탐색하는 기술, 단말들의 위치 탐색을 위한 프로토콜 레벨의 운용 방식, 이를 이용해 사용자에게 연결 설정에 필요한 직관성을 전달하기 위한 UX(User Experience), 그리고 그로부터 사용자에게 제공할 수 있는 서비스를 포함한다. 60GHz 대역의 mmWave 기술은 2.4/5 GHz에서 사용되는 와이파이(Wireless Fidelity, Wi-Fi)와 동등하게 무선으로 사용자 간 데이터를 송수신하기 위한 기술 중 하나이다. 이 기술을 이용하여 단말간 초기 설정에 근거리 존재하는 디바이스들의 이차원 상에서의 위치를 매우 정밀하게 추정할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시 예에서, 단말은 스마트폰(smart phone)과 같이 무선 접속 기능을 가지는 휴대용 전자 장치(portable electronic device)일 수 있다. 다른 예로, 단말은 휴대용 단말(portable terminal), 이동 전화(mobile phone), 이동 패드(mobile pad), 미디어 플레이어(media player), 태블릿 컴퓨터(tablet computer), 핸드헬드 컴퓨터(handheld computer), 무선 접속 가능한 카메라, 스마트 텔레비전(smart television) 또는 PDA(Personal Digital Assistant)중 하나일 수 있다. 또 다른 예로, 단말은 상술한 장치들 중 둘 이상의 기능들을 결합한 장치일 수 있다.
- [0031] 일 실시 예에서, 무선 통신시스템은 디바이스간직접통신(Device-to-Device, D2D) 네트워크가 될 수 있다. 다른 실시 예에서, 무선 통신시스템은 무선 랜(Local Area Network, LAN) 네트워크가 될 수 있다. 정밀하게 추정된 근거리 존재하는 디바이스들의 위치를 바탕으로 사용자에게 초기 연결 설정 및 데이터 송신의 타겟 디바이스를 선택하기 위한 UX가 생성된다. 이는 디바이스 맵(Device-map)이라고 정의된다.
- [0032] 상기 디바이스 맵은 수집된 정보를 바탕으로 생성되며, 송신 디바이스의 위치 및 방향 기준으로 수신 디바이스의 상대적인 위치를 나타낸다. 이러한 디바이스 맵은 2차원(Dimensions : 이하, "D"라 칭함) 맵 또는 3D 맵이 될 수 있다. 또한, 디바이스 맵은 일정 주기마다 업데이트되어 수신 디바이스의 위치 추적 결과를 주기적으로 반영할 수 있다. 디바이스 맵은 송신 디바이스의 방향에 따라 실시간으로 해당하는 시점에서 상대적인 수신 디바이스의 위치를 업데이트할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시 예에서, 상기 디바이스 맵은 거리 및 방향에 따른 방사형 차트와, 상기 방사형 차트 상에 표시되는 상기 단말의 위치 정보를 포함하고, 주변 단말의 위치 정보는 거리 정보 및 방향 정보를 포함한다.
- [0034] 본 발명의 실시 예에서, 단말은 거리 정보를 탐색하고, 물건 내 부착된 태그와의 방향 정보를 탐색하는 방향정보를 탐색한다. 본 발명의 실시 예에서, 거리는 주변 단말로 미리 결정된 신호를 송신한 후 도달될 때까지의 시간을 추정함으로써 상기 주변 단말의 거리 정보를 탐색한다. 본 발명의 실시 예에서, 하나 이상의 빔 방향에서 주변 단말 또는 물건내 부착된 태그와의 사이에 송수신되는 신호의 세기 또는 신호의 위상정보를 측정하고, 상

기 측정된 신호 세기를 기반으로 하여 주변 단말의 방향 정보를 탐색한다.

- [0035] 본 발명의 실시 예에서 사용되는 무선 측위 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), WLAN, UWB 등의 무선 통신용 인프라를 이용하여 Cell-ID, ToA(Time of Arrival), TDoA(Time Difference of Arrival), AoA(Angle of Arrival), 핑거프린트 기법 등을 통하여 물건의 위치를 측정하는 기술을 의미한다.
- [0036] 이하에서 사용되는 용어 "결정하다"는 매우 다양한 행동들을 포함한다. 예컨대, "결정하다"는 계산하다, 연산하다, 처리하다, 도출하다, 조사하다, 검색하다(예컨대, 테이블, 데이터베이스 또는 다른 데이터 구조에서 검색하다), 확인하다 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하다"는 수신하다(예컨대, 정보를 수신하다), 액세스하다(예컨대, 메모리에 있는 데이터에 액세스하다) 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하다"는 해결하다, 선택하다, 고르다, 설정하다 등을 포함할 수 있다.
- [0037] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시 예에 따른 무선랜을 기반으로 한 패킷 구조도이다.
- [0038] 도 1a는 Wi-Fi 패킷의 구조도이다.
- [0039] 도 1a를 참조하면, Wi-Fi 패킷(100)은 프리앰블(110), 시그널 필드, 서비스 필드, 데이터 필드, 테일 및 패딩 필드 등을 포함한다. Wi-Fi 패킷(100)의 가장 앞에 위치한 16usec의 프리앰블(110)을 이용하여 수신된 패킷의 방향에 맞춰 위상 배열 안테나의 이득과 위상을 조절한다. 프리앰블(100) 동안 획득한 이득과 위상값을 통해 방향각을 결정할 수 있다. 시그널 필드, 서비스 필드, 데이터 필드, 테일 및 패딩 필드 등은 본 발명과 무관한 필드이므로 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0040] 도 1b는 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 비콘 프레임 구조도이다.
- [0041] BLE는 블루투스 신호를 이용하여 근거리에 위치한 단말이 비콘을 인식하도록 하고, 비콘이 설치된 장소에서 각종 정보를 해당 단말에게 제공 또는 단말로부터 정보를 수신할 수 있도록 한 저전력, 저비용 무선 통신 기술이다.
- [0042] 상기 BLE 기반의 비콘 프레임(120)은 STF(Short Training Field), CEF(Channel Estimation Field), 헤더, 및 페이로드 등으로 구성된다.
- [0043] 상기 STF(122)는 동기를 맞추는 역할을 수행하고, 1가지 Golay Sequence Block의 Repetition으로 구성된다.
- [0044] 상기 CEF(124)는 채널을 추정하는 역할을 수행하고, 2가지 Golay Sequence의 조합으로 구성된다.
- [0045] CEF는 LOS(line-of-sight) 경로의 방향각 및 거리 계산을 위해 가장 중요한 부분이다.
- [0046] Header는 송신기 디바이스 ID 정보를 포함한다.
- [0047] 이하에서는 방향각을 추정하는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0048] 방향각을 추정하는 알고리즘 중 spectral 알고리즘은 입사방향을 변수로 가지는 스펙트럼에서 최대값을 가지는 방향각을 신호의 입사 방향으로 추정하는 방식이다. 스펙트럼을 정의하고 최대점을 탐색하는 방법에 따라 빔형성 알고리즘과 부공간 알고리즘으로 구분된다.
- [0049] 상기 빔형성 알고리즘은 배열 안테나를 이용한 가장 기본적인 방향각 추정 기법 중의 하나이다. 모든 방향에 대해 배열 안테나를 지향시키고, 출력 값들로 공간 스펙트럼을 형성하여 최대값을 나타내는 위치를 신호의 입사 방향으로 결정한다. 이 때 배열 안테나의 출력은 각 안테나의 가중치를 계수로 갖는 안테나 출력의 선형적인 조합으로 이루어진다. M개의 소자로 구성되는 배열 안테나의 출력 $y(t)$ 는 하기 수학적 식 1과 결정할 수 있다.

수학적 식 1

$$y(t) = \sum_{i=1}^M w_i^* x_i(t) = w^H x(t)$$

[0050]

- [0051] 여기에서 w_m 은 m번째 안테나의 가중치, $x(t)$ 는 m번째 안테나의 출력, *는 복소 공액 연산자를 나타낸다. 배열 안테나의 평균 출력 전력 $p(w)$ 는 수학적 식 2와 같이 결정할 수 있다.

수학식 2

[0052]

$$P(w) = E[|y(t)|^2] = w^H E[x(t)x^H(t)]w = w^H R w$$

[0053]

여기에서 R 은 공분산 행렬을 나타낸다. 가중치 벡터 w 를 결정하는 방법에 따라 Bartlett 빔형성 알고리즘과 Capon 빔형성 알고리즘으로 나뉘지게 된다.

[0054]

상기 Bartlett 빔형성 알고리즘은 푸리에(Fourier) 변환을 기본으로 한 스펙트럼 분석 기법을 배열 안테나에 적용한 것이다. 특정 방향에서 입사되는 신호에 대해 큰 가중치를 주어 신호 출력을 최대로 만드는 방법이다. 특

정 방향 θ 로 입사하는 신호에 대해 배열 안테나의 출력을 최대로 하기 위한 Bartlett 빔형성 알고리즘의 가중치 벡터 w_{BF} 는 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0055]

$$w_{BF} = \frac{a(\theta)}{\sqrt{a^H(\theta)a(\theta)}}$$

[0056]

$a(\theta)$ 는 특정 방향 θ 에 대한 배열 안테나 응답의 방향 벡터를 나타낸다. 수학식 3을 수학식 2에 대입하면 수학식 4와 같은 Bartlett 빔형성의 공간 스펙트럼을 얻을 수 있다.

수학식 4

[0057]

$$P_{BF}(\theta) = \frac{a^H(\theta)R a(\theta)}{a^H(\theta)a(\theta)}$$

[0058]

Capon 빔형성 알고리즘은 특정 방향에서 입사하는 신호의 이득은 일정하게 유지하면서 동시에 간섭신호 또는 잡음에 대해서 상대적으로 작은 가중치를 주는 방법이다. 이와 같은 조건을 만족시키기 위한 최적화 문제는 수학식 5와 같다.

수학식 5

[0059]

$$\min_w w^H R w \quad \text{subject to } w^H a(\theta) = 1$$

[0060]

수학식 5와 같은, 최적화 문제는, 특정 방향의 이득은 1로 유지하면서 간섭신호 및 잡음을 최소화시켜 신호 대 잡음비를 높인다. 수학식 5의 해를 구하면 수학식 6과 같다.

수학식 6

[0061]

$$w_{MV} = \frac{R^{-1}a(\theta)}{a^H(\theta)R^{-1}a(\theta)}$$

[0062] 위의 가중치 벡터 w_M 를 수식 2에 대입하면 수식 7과 같이 Capon 빔형성의 공간 스펙트럼을 구할 수 있다.

수식 7

[0063]
$$P_{MV}(\theta) = \frac{1}{a^H(\theta) R^{-1} a(\theta)}$$

[0064] MUSIC(multiple signal classification) 알고리즘은 방향각을 추정하기 위한 것으로, 부공간을 기반으로 하는 대표적인 알고리즘이다. 부공간 알고리즘은 배열 안테나 출력의 공분산 행렬의 고유치 분해를 통해 신호 부공간과 잡음 부공간으로 분리하여, 부공간들의 정보를 이용해 방향각을 추정해 내는 방법이다. MUSIC 알고리즘은 입사 신호에 해당하는 모든 방향 벡터가 잡음 부공간과 직교한다는 특성을 적용한 기법이다. 소자 수가 M인 배열 안테나에 L개의 평면파가 도래하는 경우, 입력 신호 X는 수식 8~11과 같이 표현될 수 있다.

수식 8

[0065]
$$X = AF + N$$

수식 9

[0066]
$$F = [F_1, F_2, \dots, F_L]^T$$

수식 10

[0068]
$$A = [a(\theta_1), a(\theta_2), \dots, a(\theta_L)]$$

수식 11

[0069]
$$a(\theta_L) = \begin{bmatrix} \exp(j2\pi \frac{d_1}{\lambda} \sin(\theta_L)) \\ \vdots \\ \exp(j2\pi \frac{d_M}{\lambda} \sin(\theta_L)) \end{bmatrix}$$

[0070] 여기서 A는 방향행렬, $a(\theta_L)$ 는 방향벡터를, F_L, θ_L 은 각각 L번째 파의 복소 진폭과 방향각을 나타낸다.

λ 는 파장, d_n 은 기준 소자에서 각 소자까지의 거리이며, N은 열잡음을 나타낸다. 수식 8을 이용한 공분산 행렬은 수식 12로 표현될 수 있다.

수학식 12

$$R = E[XX^H] = AE[FF^H]A^H + E[NN^H] = ASA^H + \sigma^2 I$$

[0071]

[0072] S는 F의 공분산 행렬이며, σ^2 은 열잡음 전력을 나타낸다.

[0073] 태그 또는 무선 송수신 기기는 무선 통신 방법을 이용하여 단말로 무선 신호를 송신 할 수 있다. 무선 통신 방법은 WI-FI(Wireless Fidelity), 802.11ad, 비콘 통신 방법을 포함할 수 있다. 단말은 무선 신호를 수신하고, 수신 신호의 RSSI(received signal strength indicator)를 이용하여 거리를 측정할 수 있다. RSSI란 수신 신호의 강도를 나타내는 지표이다. 잡음이 존재하지 않는 이상적인 환경에서, 동일한 무선 신호에 대한 동일한 거리의 RSSI 값은 항상 같은 값을 갖게 된다. RSSI의 단위로는 dBm이 사용되며 수치가 클수록 수신되는 신호의 강도가 강하다. RSSI는 거리의 제곱에 반비례하기 때문에 거리가 멀어질수록 신호의 세기가 약해진다. 이러한 RSSI 특성을 이용하여, 단말은 태그 또는 무선 송수신기와 단말 사이의 거리를 측정할 수 있다.

[0075] 도 2a는 본 발명의 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 예시도이다.

[0076] 본 발명의 실시 예는 3차원 배열 안테나 시스템에 적용 가능하며, 3차원 배열 안테나 시스템은 X 좌표, Y 좌표, Z좌표(이하, "X, Y, Z축"이라 칭함) 또는 (수평방향각, 수직방향각, 단말에서 태그간 거리)를 이용하여 위치를 추정한다. 단말에서 태그간 거리는 태그로부터 수신된 RSSI정보를 이용하여 거리를 계산한다.

[0077] 도 2a는 단말의 위치 변화가 없고, 단말의 기울기 변화가 있고, 태그의 위치 변화가 없음을 가정한다. 또한 도 2a에서 X, Y, Z축은 단말의 모션 센서 값을 나타낸다.

[0078] 도 2a의 (a)를 참조하면, 단말이 움직이기 전의 모션 센서 값(210)은 예컨대, X=0, Y=1, Z=0라고 가정하고, 단말이 움직인 이후의 모션 센서 값(215)은 예컨대, X=0, Y=0.5, Z=0.5라고 가정한다. 예컨대, X=0, Y=1, Z=0인 경우, 평면에서 단말이 수직으로 세워져 있는 경우로 가정하고, X=0, Y=0.5, Z=0.5인 경우, 평면에서 단말의 화면이 위로 놓여져 있는 경우로 가정할 수 있다.

[0079] 도 2a의 (b)를 참조하면, 움직이기 전의 단말에서 센싱된 방향각(2D 추정 방향각(230))으로써 수평각(horizontal angle)은 90도라고 가정한다. 움직인 이후의 단말에서 센싱된 방향각(3D 추정 방향각(220))으로써 수평각은 90도, 수직각은 45도라고 가정한다.

[0080] 도 2a의 (a)와 같이, 모션 센서 값을 이용하여 센싱된 방향각(H:90)과 도 2a의 (b)와 같이, 2D 방향각에서(수평각 H : 90) 3D(수평각 H:90, 수직각 V:45) 방향각으로의 스캔으로 추정된 방향각이 서로 다르게 추정됨을 알 수 있다.

[0081] 도 2b, 2c는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 예시도이다.

[0082] 도 2b, 2c는 단말의 위치 변화가 있고, 단말의 기울기 변화가 있고, 태그의 위치 변화가 있음을 가정한다.

[0083] 태그의 이동 방향(거리)는 자이로 센서 및 가속도 센서를 이용하여 측정하고, 태그의 이동에 따라 태그와 단말의 위치 변화 값을 계산하여 단말이 이동한 위치에서 태그를 기준으로 단말기의 이동전과 이동후에 생기는 각(ϕ 값)을 결정할 경우, ϕ 값을 기반으로 삼각함수 활용하여 태그의 방향각을 보정한다.

[0084] 참조번호 230은 움직이기 전의 단말을 나타내고, 참조번호 240은 움직인 이후의 단말을 나타낸다. 참조번호 250은 움직이기 전의 태그를 나타내고, 참조번호 260은 움직인 이후의 태그를 나타낸다.

[0085] 도 2b, 2c에서 사용되는 파라미터는 $\underline{m}(t)$, $\underline{I}(t)$, $M(t)$ 이다. 여기서, $\underline{m}(t)$ 는 가속도 센서 정보를 활용한 단말의 위치를 나타내고, $\underline{I}(t)$ 는 타겟 위치 즉, 태그의 위치를 나타낸다. 이때, 태그 각도 측정 정보를 활용하여 태그의 위치를 추적한다. 이때 칼만 필터를 활용한다.

[0086] $M(t)$ 는 자이로 센서를 이용하여 단말의 방향을 나타낸다.

[0087] $t+\Delta t$ 시간에서의 $\underline{m}(t)$ 은 $\underline{m}(t+\Delta t)$ 로 나타내고, $t+\Delta t$ 시간에서의 $\underline{T}(t)$ 는 $\underline{T}(t+\Delta t)$ 로 나타내고, $t+\Delta t$ 시간에서의 $M(t)$ 는 $M(t+\Delta t)$ 로 나타낸다.

[0088] t 에서는 $\hat{\underline{T}}(t) - \hat{\underline{m}}(t)$ 와 같이 위치 보정되지만, $t+\Delta t$ 시간에서는 $\hat{\underline{T}}(t+\Delta t) - \hat{\underline{m}}(t+\Delta t)$ 와 같이 위치 보정된다.

[0089] 이하에서, 방향각과 기울기는 혼용하여 사용될 수 있다. "센싱한다"는 것은 센싱 기술을 적용하여 해당 정보를 획득한다는 의미로 사용된다.

[0090] 그리고, 본 발명의 실시 예에 따라서 단말은 모션 센서 값(215)를 기반으로 하여 칼만 필터 방식을 이용하여 태그의 위치를 보정한다. 여기서 태그는 매장의 물건 또는 공항에서 찾을 물건에 부착된 것을 의미하고, 태그는 무선 송수신 장치를 포함하고 있다. 태그는 물건에 부착되어 있는 물건 또는 그것에 관련된 물건이나 사람에 관한 정보를 저장한다.

[0091] 추가 가능한 실시 예로써, 단말은 방향각을 기반으로 하여 칼만 필터기법을 이용하여 태그의 위치를 보정할 수 있다.

[0093] 도 3은 본 발명에서 적용되는 칼만 필터기법을 나타낸 도면이다.

[0094] 이하에서는 칼만 필터기법을 적용한 방향추정 알고리즘에 대해 설명하기로 한다.

[0095] 칼만 필터 방식은 특정시간에서의 신호원 위치추정치를 갱신(update)하여 다음 시간에서의 위치 추정치를 구하는 것이다. 이 때, 갱신을 위하여 새로운 측정값(measurement)을 이용한다. 신호원 위치식별에 칼만 필터는 표준 칼만 필터(Standard Kalman Filter)와 확장 칼만 필터(Extended Kalman Filter : EKF)의 두 가지 방법으로 적용 될 수 있다. 표준 Kalman 필터는 mean-squared 에러를 최소화하는 의미에서 최적이다.

[0096] 상태벡터(state vector)를 s_i , 측정벡터(measurement vector)를 z_i 로 표현한다. $\hat{s}_i^-$ 는 i 인 순간의 사전 상태 추정치이며, $\hat{s}_i^+$ 는 i 인 순간의 사후 상태 추정치이다. 사전과 사후의 의미는 i 인 순간의 측정(measurement) z_i 정보의 이용 여부이다. 사전 추정치 오차와 사후 추정치의 오차를 다음과 같이 각각 정의한다.

수학식 13

$$e_i^- \equiv s_i - \hat{s}_i^-$$

수학식 14

$$e_i \equiv s_i - \hat{s}_i^+$$

[0099] 관련된 가중치가 고려된 오차 공분산 행렬은 각각 수학식 15 및 16과 같다.

수학식 15

$$\Gamma_i^- = \mathbf{E}\{e_i^- W e_i^{-T}\}$$

[0100]

수학식 16

[0101]

$$\Gamma = \mathbf{E}\{\mathbf{e}\mathbf{e}^T\}$$

[0102]

칼만 필터는 상태에 대한 사후 추정치를 사전 추정치와 차이(difference)의 선형결합으로 표현한다. 여기서, 차이는 실제 측정값 z_i 와 예측된 측정(predicted measurement) $\mathbf{H}^T \hat{\mathbf{s}}_{i|t-1}$ 사이의 차이이다.

수학식 17

[0103]

$$\hat{\mathbf{s}}_i = \hat{\mathbf{s}}_{i|t-1} + \mathbf{K}(z_i - \mathbf{H}^T \hat{\mathbf{s}}_{i|t-1})$$

[0104]

수학식 17에서 현재의 측정에 의해 정해지는 사전 추정치와 사후 추정치의 차이 $(z_i - \mathbf{H}^T \hat{\mathbf{s}}_{i|t-1})$ 부분을 innovation이라고 부른다. 행렬 $\mathbf{K}$ 는 사후 오차 공분산

[0105]

행렬이 최소화되도록 선택된다.

수학식 18

[0106]

$$\mathbf{K}_i = \Gamma_{i|t-1} \mathbf{H}^T (\mathbf{H} \Gamma_{i|t-1} \mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1}$$

[0107]

표준 칼만 필터는 다음과 같이 구성된다.

[0108]

State Prediction

수학식 19

[0109]

$$\hat{\mathbf{s}}_{i|t} = \Phi \hat{\mathbf{s}}_{i-1|t-1} + \mathbf{B} u_{k-1}$$

[0110]

Prediction of covariance matrix of state

수학식 20

[0111]

$$\Gamma_{i|t} = \Phi \Gamma_{i-1|t-1} \Phi^T + \mathbf{Q}$$

[0112]

Kalman gain matrix computation

수학식 21

[0113]

$$\mathbf{K}_i = \Gamma_{i|t} \mathbf{H}^T (\mathbf{H} \Gamma_{i|t} \mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1}$$

[0114]

Update state equation

수학식 22

[0115]

$$\hat{s}_i = \hat{s}_{i-1} + K_i (z_i - H_i \hat{s}_{i-1})$$

[0116]

Update covariance matrix of states

수학식 23

[0117]

$$\Gamma_i = (I - K_i H) \Gamma_{i-1}$$

[0118]

Initialization

수학식 24

[0119]

$$s_0 = \epsilon \{s_0\} \quad \Gamma_0 = \text{cov}\{s_0\}$$

[0120]

따라서, 칼만 필터 방정식은 시간 갱신 방정식(time update equation)과 측정 갱신 방정식(measurement update equation)의 두 부분으로 구성된다.

[0121]

시간 갱신 방정식은 $\hat{s}_i = \Phi \hat{s}_{i-1} + B u_{i-1}$, $\Gamma_i = \Phi \Gamma_{i-1} \Phi^T + Q$ 으로 주어진다. 이전 시간의 측정을 이용한 사후 상태에서 현재 시간의 측정을 이용하기 이전 상태로의 진행을 표시한다. 측정 갱신 방정식은 하기 수학식 25와 같이 주어진다.

수학식 25

[0122]

$$\hat{s}_i = \hat{s}_{i-1} + K_i (z_i - H_i \hat{s}_{i-1}), \quad \Gamma_i = (I - K_i H) \Gamma_{i-1}$$

[0123]

현재 시간의 측정을 이용하기 전 상태에서 현재 시간의 측정을 이용한 후 상태로의 변화를 표시한다. 즉, 사전 추정치에 새로운 측정을 통합하여 향상된 사후 추정치를 구하는 과정이다.

[0124]

이하에서는 본 발명의 실시 예에 적용되는 센서들에 대해 정의하기로 한다.

[0125]

모션 센서는 자유공간에서 동작들을 감지할 수 있는 다양한 센서들은 수 십년 동안 자동차, 비행기, 배 등에서 사용되어 왔다. 그러나 크기와 전력소모, 가격 등은 소비자 가전 제품에 적용되는데 걸림돌이 되어 왔다. 상용화된 다른 모션 센서 기술들이 있지만 아래 네 가지 기본적인 모션 센서들은 소비자 가전 시장에 가장 관련이 있는 센서들이다.

[0126]

가속도 센서(G-센서)는 선형 가속도와 기울임 각도를 측정한다. 단일 혹은 다축의 가속도 센서는 크기와 선형, 회전, 중력의 가속도 방향들을 합쳐진 상태로 감지한다. 가속도 센서는 보통 제한된 모션 센싱 기능을 제공한다. 예를 들면, 가속도 센서가 내장된 장비는 고정된 위치에서 수평과 수직 사이의 회전만을 감지할 수 있다. 그 결과 가속도 센서는 모바일 장비에서 화면을 세로 방향으로 가로 방향으로 돌리는 것과 같은 간단한 혹은 중력과 관련 있는 장비의 방향을 측정하는 용도로 주로 사용된다.

[0127]

자이로스코프(자이로 센서)는 한 축 또는 여러 축의 회전 움직임의 각 변화량을 측정한다. 자이로 센서는 움직이는 물체의 기본축에 대한 회전과 방향을 복잡한 움직임에도 정확하고 정밀하게 측정할 수 있다. 또한 자이로 센서는 가속도 센서와 지자기 센서와 다르게 중력이나 자기장과 같은 외부의 힘에 영향을 받지 않고 독자적으로 동작한다. 자이로 센서는 소비자 가전 제품에서 동작을 감지하는 메인 센서로 사용되고 있다.

- [0128] 지자기 센서(전자 나침반)는 지자계를 이용하여 절대적인 방향을 측정하기 위해 사용되며 네비게이션이 내장한 지도에서 정확한 방향을 알려주기 위해 사용된다. 또한 지자기 센서는 방향의 정보를 위해서도 사용된다. 그러나 지자계의 세기가 작기 때문에 센서 데이터는 주위의 다른 자기 성분에 쉽게 영향을 받게 된다. 이러한 이유로 인해 정확성을 유지하기 위해 지자기 센서는 잦은 보정을 필요로 한다.
- [0129] 압력 센서(기압계)는 기압의 변화에 따른 상대적이고 절대적인 고도를 측정하는 역할을 한다. 소비자 가전에서 압력센서는 층의 높이나 고도의 변화 등을 측정하는데 사용된다.
- [0130] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0131] 단말은 401 단계에서 AP로부터 비콘 신호를 수신하고, 상기 비콘 신호의 응답 신호를 기반으로 태그의 제1 방향 각 및 수신 신호 세기를 계산한다. 태그의 제1 방향각은 태그 각도 측정 정보(예컨대, (direction of arrival : DoA))를 활용하여 추적할 수 있다.
- [0132] 단말은 403 단계에서 단말의 움직임을 기반으로 하여 단말의 기울기 변화 값을 계산한다. 상기 모션 센서의 기울기 변화 값은 자이로 센서 및 가속도 센서 중 적어도 하나를 이용하여 센싱된다. 상기 모션 센서의 기울기 변화 값으로 방향각을 결정한다. 상기 방향각은 단말 내 멀티 어레이 안테나의 3축(X, Y, Z축) 방향각을 의미한다. 예컨대, X, Y, Z축 값이 (0,1,0)인 경우 Portrait 모드인 것으로 판단하고, X, Y, Z축 값이 (-1,0,0)인 경우 Land Landscape 모드인 것으로 판단한다. 여기서 Portrait 모드는 수평각을 의미하고, Land Landscape 모드는 수직각을 의미한다. Y, Z축 값이 결정되면 방향각이 결정될 수 있다. 기울기 변화 값은 X, Y, Z축 값만으로 결정되거나, X, Y, Z축 및 단말의 상태에 따른 방향각을 근거로 결정될 수 있다. 단말의 상태(또는 단말의 움직임)은 자이로 센서를 이용하여 센싱 가능하다. 또한 단말과 태그와의 상대적 방향 정보는 자이로 센서를 통해 센싱 가능하다.
- [0133] 단말은 405 단계에서 단말의 움직임에 의해 변화된 태그의 제2 방향각 및 수신 신호 세기를 계산한다. 단말은 407 단계에서 단말의 기울기 변화 값 및 수신 신호 세기 변화 값을 기반으로 태그의 방향각을 보정한다.
- [0134] 이하에서는 가속도 및 각속도 센서 사용시 기울기 계산 방법에 대해서 설명하기로 한다.
- [0135] (1)가속도 센서는 출력신호를 처리하여 물체의 가속도, 진동, 충격 등의 동적 힘을 측정하는 것이다. 물체의 운동상태를 상세하게 감지할 수 있으므로 활용 분야가 아주 넓고, 갖가지 용도로 사용되고 있다. 자동차, 기차, 선박, 비행기 등 각종 수송수단, 공장자동화 및 로봇 등의 제어시스템에 있어서는 필수적인 센서이다. 통신기기 등에 내장하는 가속도 센서는 해마다 얇아지며 소형화되는 추세이다. 가속도 센서는 그 형식도 여러 가지가 있다. 검출 방식으로 크게 분류하면 관성식, 자이로식, 실리콘 반도체식이 있는데, 진도계나 경사계 등도 가속도 센서의 한 종류로 볼 수 있다.
- [0136] (2)지자기 센서는 지구 자기장을 이용해 방위각을 탐지할 수 있는 전자 나침반으로써 위치 추적, 3차원 입체게임, 나침반 등의 용도로 사용되며 휴대폰, 무전기, GPS, 개인용 휴대 단말(personal digital assistant : PDA), 네비게이션 항법 장치 등에 사용된다 지자기 센서는 차체의 철판 자체가 가지고 있는 잔류 자기와 자동차 전기 부품으로부터 자기의 영향을 받기 어려운 루프 중앙 등에 설치한다.
- [0137] (3) 자이로 센서는 "각속도(1초 동안에 각도가 얼마나 움직이는가)"를 검출하는 센서이다. 운동하고 있는 (또는 속도를 가지고 있는) 물체가 회전하면, 그 속도 방향에 수직으로 "코리올리스"의 힘이 작용하는데, 이러한 물리현상을 이용하여 각속도를 검출하는 것이다. 일반적으로 자이로의 출력형태는 아날로그 신호이며, 이 아날로그 신호를 A/D 컨버터로 디지털 신호로 변환하여 제어부에서 처리하게 된다. 만일 상기 제어부에서 검출된 각속도를 적분 연산을 하게 되면 각도를 산출할 수 있다.
- [0139] 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0140] 단말은 501 단계에서 태그로부터 수신된 수신 신호 세기를 기반으로 하여 제1 방향각을 결정한다.. 단말은 503 단계에서 태그로부터 수신된 수신 신호 세기를 측정한다.
- [0141] 단말은 505 단계에서 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값이 이전값 보다 작은가를 판단한다. 503 단계의 동작은 단말의 움직임에 따른 빔포밍 각도를 결정하기 위해 수행된다. 만약, 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값이 이전값 보다 크거나 같은 경우, 단말은 507 단계에서 단말의 기울기가 변화(거리 이동 포함)된 이후의 태그의 방향각과 단말의 기울기 변화 값을 조합하여 현재의 방향각으로 결정한다. 이후, 단말은 511 단

계에서 결정된 방향각을 기반으로 하여 태그의 위치를 보정한다.

- [0142] 도 2a의 (a)에서 단말의 모션 센서 값이 (0,1,0)이고, DOA를 통해 결정된 태그의 제 1 방향각이 수평 방향각 90도에서 단말기의 기울기 변화(0, 0.5, 0.5)에 따라 단말 기울기 변화 값이 수직 90도로 변경되고, 태그의 제 2 방향각이 수평 방향각 90도로 동일할 때, 단말의 기울기 변화 값(수직 90도 변화 값)에 따른 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값을 비교하여 만약, 수신 신호 세기가 이전 값 보다 크거나 같은 경우, 태그의 제 2방향각(수평각 90도)와 기울기 변화 값(수직 90도)를 조합하여 태그의 방향각을 현재의 3D 방향각(수평 90도, 수직 90도)으로 결정할 수 있다.
- [0143] 반면에, 수신 신호 세기 또는 수신 신호 세기 변화 값이 이전 값 보다 작은 경우, 단말은 509 단계에서 상기 제 1 방향각을 현재의 방향각으로 결정한다. 즉, 단말의 기울기가 변화하기 이전의 각도를 현재의 방향각으로 결정한다. 이후, 단말은 511 단계에서 결정된 방향각을 기반으로 하여 태그의 위치를 보정한다.
- [0145] 도 6은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0146] 단말은 601 단계에서 태그로부터 수신된 수신 신호를 기반으로 하여 제1 방향각을 결정하고, 603 단계에서 상기 태그로부터 수신된 수신 신호의 빔폭을 측정한다.
- [0147] 단말은 605 단계에서 측정 결과, 태그로부터 수신된 수신 신호의 빔폭 또는 빔폭 변화 값이 이전 값 보다 작은가를 판단한다. 605 단계의 동작은 단말의 움직임에 따른 빔포밍 각도를 결정하기 위해 수행된다.
- [0148] 만약, 수신 신호의 빔폭 또는 빔폭 변화 값이 이전 값 보다 작은 경우, 단말은 607 단계에서 단말의 기울기가 변화(거리 이동 포함)된 이후의 태그의 방향각과 단말의 기울기 변화 값을 조합하여 현재의 방향각으로 결정한다. 이후, 단말은 611 단계에서 결정된 방향각을 기반으로 하여 태그의 위치를 보정한다.
- [0150] 도 2a의 (a)에서 단말기의 모션 센서값이 (0,1,0)이고, DOA를 통해 결정된 태그의 제 1 방향각이 수평방향각 90도에서 단말기의 기울기변화(0,0.5,0.5)에 따라 단말기 기울기 변화 값이 수직90도로 변경되고 , 태그의 제 2 방향각이 수평방향각 90도로 동일할 때 , 단말기의 기울기 변화 값(수직 90도 변화 값)에 따른 수신 신호의 빔폭 또는 빔폭 변화 값을 비교하여 만약, 수신 신호의 빔폭이 이전 값 보다 작거나 같은 경우, 태그의 제 2방향각(수평각 90도)와 기울기 변화 값(수직 90도)를 조합하여 태그의 방향각을 현재의 3D 방향각(수평 90도, 수직 90도)으로 결정할 수 있다.
- [0151] 반면에, 605 단계의 판단 결과, 수신 신호의 빔폭 또는 빔폭 변화 값이 이전 값 보다 크거나 같은 경우, 단말은 609 단계에서 태그의 제1 방향각을 현재 방향각으로 결정한다. 즉, 단말은 단말의 기울기가 변화하기 이전의 각도를 방향각으로 결정한다. 이후, 단말은 611 단계에서 결정된 방향각을 기반으로 하여 태그의 위치를 보정한다.
- [0153] 도 7a 및 도 7b는 X축 주위로 회전한 각도 (ϕ)와 Y축 주위로 회전한 각도 (ρ)를 나타낸 좌표도를 나타낸다.
- [0154] 가속도 A_x, A_y, A_z , 각속도 W_x, W_y, W_z (여기서 가속도 단위 시간당 속도의 변화량을 나타내고, 각속도는 단위 시간당 각도의 변화량을 나타낸다.) 일반적으로 가속도 센서의 데이터 값에 정규화(Normalization을 위한 16384)로 나누어 $9.8m/sec^2$ 을 곱하면 원하는 가속도 값을 얻을 수 있다. 이 측정된 가속도 값을 가지고 센서의 회전 각도값으로 변환하는 것은 각 가속도 벡터 성분 비(ratio)를 사용한다. 즉, 회전각을 세 축으로 분해하여 표현할 수 있는데(위키 백과의 오일러각 참조 : X축 주위로 회전한 각도로 roll, Y축 주위로 회전한 각도로 pitch, 그리고 Z축 주위로 회전한 각도로 yaw), 이 측정 가속도 데이터를 가지고서는 X축 주위로 회전한 각도 (ϕ)와 Y축 주위로 회전한 각도 (ρ)를 계산할 수 있다.
- [0155] 순수한 가속도 값을 가지고 회전각을 나타낸다면 아래와 같이 표현된다.

수학식 26

$$\rho = \arctan\left(\frac{A_X}{\sqrt{A_Y^2 + A_Z^2}}\right)$$

$$\phi = \arctan\left(\frac{A_Y}{\sqrt{A_X^2 + A_Z^2}}\right)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{A_X^2 + A_Y^2}}{A_Z}\right)$$

[0156]

[0157] 수학식 26은 가속도 값을 가지고 회전각 또는 틸트각을 계산하는 방법을 나타낸다. ρ 와 ϕ 값은 각각 X 축과 Y 축의 틸트값을 나타낸다. 여기서, ρ 와 ϕ 값은 각각 Pitch와 Roll을 나타내고, θ 는 Z 축의 중력축에 대한 틸트 값을 나타내므로 Yaw는 아니다. 그러므로 Yaw는 가속도계로부터 계산할 수 없다.

[0158] 그런데, 중력이 센서에 유일하게 가해지는 힘이라면 가속도계의 측정 결과는 정확한 방향각(Orientation)을 나타낸다. 그러나 병진 운동과 회전 운동하는 센서의 경우, 센서에 힘을 가해주어야 하므로 측정값의 요동을 초래한다. 가속도값 데이터는 간단하다. 그러나 심각한 요동으로 노이즈를 상당히 타는 경향이 있다. 만약에 이 값들을 평균해서 산출해낼 수 있다면 가속도계는 요동의 시간보다 긴 시간 동안의 그것을 나타낼 것이므로 정확한 측정값을 제공할 수 있다.

[0159] 자이로 센서로부터 방향각을 계산하는 방식은 여타의 다른 센서로부터 방향각을 계산하는 방식과 다르다. 왜냐하면 자이로 센서는 방향각 자체라기 보다는 각속도(단위 시간당 방향각의 변화)를 측정하기 때문이다. 방향각을 계산하기 위해서는 센서의 위치를 처음부터 알고 있는 방향(가속도계로부터 가능)으로 초기화해야 하고, 그 다음에는 어느 시간 동안(Δt) X, Y, 그리고 Z 축 주위를 회전하는 각속도(ω)를 측정해야 한다. 그러면, $\omega \times \Delta t$ = 각도 변화량을 산출해낸다. 산출된 방향각은 원래의 각도에다가 이 변화량을 더한 값이 된다. 이러한 문제를 푸는 방법으로, 아주 작은 시간 동안의 각도 변화 값을 하나 하나씩 다 더하는 이른바 적분하는 방식으로 방향각을 계산한다. $\omega \times \Delta t$ 를 반복적으로 더하는 방식은 작은 구조적 오차를 초래한다. 즉, "자이로스코프 드리프트"라는 것을 초래하는데, 그것은 긴 시간 동안의 자이로 센서 데이터는 비정확도가 증가하는 것을 의미한다.

[0160] 전술한 바와 같이, 가속도계와 자이로스코프 데이터 둘 다 구조적인 오차가 쉽게 발생함을 보여주고 있다. 가속도계는 긴 시간 동안의 정확한 데이터를 제공한다. 그러나, 짧은 시간 동안에는 노이즈가 발생한다. 자이로스코프는 짧은 시간 동안의 정확한 방향각 변화를 보여주지만, 긴 시간 동안의 적분으로 인하여 드리프트가 발생한다.

[0161] 이러한 문제 해결 방안으로는 가속도계와 자이로스코프 데이터를 모두 혼용하는 방식으로 오차를 제거하는 방식이 된다. 이 두 가지 데이터를 결합하는 방식이 바로 칼만 필터라고 하는데 다소 복잡하다. 다행히 더 간단한 접근법이 있는데 바로 보상 필터(Complementary filter) 방식이라고 한다. 다음은 가속도계와 자이로스코프 데이터를 융합한 수학식이다.

[0162] 보상각도 = $\alpha \times (\text{자이로스코프 각도}) + (1 - \alpha) \times (\text{가속도계 각도})$

[0164] 여기서, $\alpha = \tau / (\tau + \Delta t)$ 이고, (자이로스코프 각도) = (최근 측정된 보상각) + $\omega \times \Delta t$

[0165] Δt 는 샘플링 레이트(sampling rate)를 나타내고, τ 는 일반적으로 가속도 노이즈의 소요시간 보다 긴 시간을 의미하는 시간 상수를 나타낸다.

[0166] 여기서 샘플링 레이트를 0.04초로 두고, 시간 상수를 1 초로 두어서 $\alpha \approx 0.96$ 를 부여하였다. 다음은 오일러 각을 사용함으로써 발생하는 짐벌락(Gimbal lock) 문제를 피하고 360 전방위에 대한 회전각을 구하는 quaternions 방법을

사용한 결과이다.

[0167] 위에서 pitch, roll, 그리고 yaw (오일러 각이라고 알려졌으며, 각각 X, Y, 및 Z 축을 중심으로 회전한 각도) 값을 계산하여 얻었다. 이들 계산값에 대하여 가속도계와 자이로스코프의 특성으로 인하여 제한 조건이 있다. 그것은 자이로스코프 데이터는 시간에 따라 드리프트되는 경향이 있고, 가속도 데이터는 노이즈가 있고 180 도 이상의 각도에서는 회전각을 계산하기 어렵다. 아래는 각속도계의 측정값으로부터 계산된 roll 과 pitch 값을 나타내고 있다. 또한, yaw 값은 가속도계로부터 계산될 수 없다.

[0168] 수학식 27은 각속도계의 측정값(A_x , A_y , A_z)로부터 계산되어진 roll (Φ) 와 pitch (ρ) 값을 나타내고 있다.(또한 yaw 값은 가속도계로부터 계산될 수 없다.)

수학식 27

$$\phi = \arctan \left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right) \rho = \arctan \left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right)$$

[0169]

[0170] Arctan 함수의 범위는 $\{-\pi/2, \pi/2\}$ 이고, 이 함수를 사용하여 운동각의 범위를 쉽게 결정할 수 있다. 추가적으로 회전각 계산을 위하여 오일러 각을 사용할 때 짐벌락 문제에 직면하게 된다. 오일러 회전은 순차적으로 (예를 들면 roll, pitch, 그 다음은 yaw) 이루어지기 때문에, 두 번째 회전각이 90 도 각도에 근접하였을 때 문제는 발생한다. 왜냐하면 이것은 첫 번째와 세 번째 회전축이 한 평면상에서 서로 일라인이 되기 때문이다. 이것을 "짐벌락"이라고 한다. 그러므로 여기서 회전축에 대한 자유도가 하나 줄어들게 된다. 회전 순서를 바꾸어 표현하면 짐벌락 현상이 없어진다. 그러나 회전 운동을 표현하는 동안 역시 짐벌락 현상이 다시 발생하게 되고, 회전 순서를 또 한 번 바꾸는 방법을 사용하게 된다. 그러므로 짐벌락 현상을 없애기 위하여 등장한 원리가 사원수(Quaternion)이다. Quaternion은 19세기에 윌리엄 해밀턴(William Rowan Hamilton)에 의해 발견되었다. 오일러 각의 회전 행렬은 9개의 원소로 표현할 수 있는 반면에, 사원수는 4개의 원소로 간결하게 표현할 수가 있다.

[0171] 사원수는 3개의 벡터 요소과 한 개의 스칼라 요소로 구성된다. 표현하자면, 수학식 28과 같다.

수학식 28

$$q = \{\eta, \mathbf{\epsilon}\} = \{\eta, \epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z\}$$

[0172]

[0173] 여기서 h 는 쿼터니언의 스칼라 성분이고, $\mathbf{\epsilon} = (\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z)$ 는 쿼터니언의 벡터 성분을 나타낸다.

[0174] 도 8은 X, Y, Z 공간좌표축에 대한 벡터량과 회전에 대한 스칼라량을 나타낸 좌표도이다.

[0175] 물체의 회전을 규정하는데 있어서 간단히 네 개의 쿼터니언 값을 사용한다. 도 8을 참조하면, 이러한 이 중 세 개는 X, Y, Z 공간좌표축에 대한 벡터량(810)을 정의하고, 나머지 하나는 회전에 대한 스칼라 양(820)을 정의한다. 이 방법은 수학적으로 표현하는데 있어서 다소 복잡하므로 여기서는 배제하기로 한다. Quaternions 방법은 짐벌락 문제를 피하고 어렵지 않게 180 도 이상의 각을 표현할 수 있다. 제공되는 DMP(Digital Motion Processor)에 저장된 알고리즘에는 유용한 수학적인 특성들이 있는데, 그것은 애니메이션에 유용하도록 두 쿼터니언 사이에 직접적인 해석을 허락하고, 겹겹의 회전 오퍼레이션을 순차적으로 시행할 때의 round-off 오차를 줄이는 것이다. 즉, 가속도 센서 및 자이로 센서에는 DMP가 있는데, DMP는 가속도와 자이로 센서 데이터를 융합하여 각 센서에 대한 고유 에러를 최소화한다. DMP는 쿼터니언으로 결과를 계산하여 오일러 각으로 변환할 수 있다. 또한 제공되는 MCU 칩에 저장되는 쿼터니언을 사용하여 오일러각으로 변환되어 컴퓨터로 데이터를 통신되는 원시 파일과 아래 동영상과 같이 컴퓨터에서 가속도/자이로 센서의 각도 궤적을 볼 수 있는 개발용 소프트웨어 소스도 제공한다.

- [0176] 도 9는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오이다.
- [0177] 단말은 901 단계에서 AP로부터 비콘 신호를 수신하고, 상기 비콘 신호의 응답 신호를 기반으로 태그의 위치를 계산한다. 가능한 실시 예로써, 상기 태그의 위치는 단말과 태그와의 거리를 근거로 계산될 수 있다. 추가 가능한 실시 예로써, 태그의 위치는 도 2b에서 설명한 바와 같이, 태그 각도 측정 정보(예컨대, DoA)를 활용하여 추적할 수 있다.
- [0178] 단말은 903 단계에서 단말의 움직임을 기반으로 하여 단말의 기울기 변화 값을 계산한다. 모션 센서의 기울기 변화 값으로 방향각을 결정한다. 예컨대, X, Y, Z축 값이 (0,1,0)인 경우 Portrait 모드인 것으로 판단하고, X, Y, Z축 값이 (-1,0,0)인 경우 Land Scape 모드인 것으로 판단한다. 여기서 Portrait 모드는 수평각을 의미하고, Land Scape 모드는 수직각을 의미한다. X, Y, Z축 값이 결정되면 방향각이 결정될 수 있다.
- [0179] 단말은 905 단계에서 기울기의 값이 임계값 이상인가를 판단한다. 기울기의 값이란 기울기의 기준값에서 변화된 값을 의미한다.
- [0180] 만약, 단말은 기울기의 값이 임계값 미만인 경우 907 단계에서 상기 계산된 태그의 위치를 유지한다. 그러나 단말은 기울기의 값이 임계값 이상일 경우, 909 단계에서 상기 계산된 태그위 위치를 보정한다. 예컨대, 임계값이 기울기 45도일 경우, 45도를 기준으로 하여 태그의 위치를 유지하거나 태그의 위치를 보정할 수 있다.
- [0181] 추가 가능한 실시 예로써, 도 4 및 도 9의 동작을 조합하여 동작 가능성은 물론이다.
- [0183] 도 10은 본 발명의 제5 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오이다.
- [0184] 단말은 1001 단계에서 태그로부터 비콘 신호를 수신한다.
- [0185] 단말은 1003 단계에서 탐색 모드로 진입한다. 그러면 단말은 주변 디바이스들의 거리를 탐색한다. 상기 탐색 모드의 진입은 단말의 사용자의 요청에 의해 진입하거나 설정된 시간이 되면 자동적으로 탐색 모드로 진입할 수 있다. 예컨대, 스마트폰의 특정 앱을 실행함으로써, 단말은 탐색 모드로 진입할 수 있다.
- [0186] 단말은 1005 단계에서 탐색된 태그의 방향각 및 거리를 계산한다. 단말은 태그로부터 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 위상 정보(DoA)를 계산하고, 계산된 위상 정보를 기반으로 하여 방향각 및 태그와 단말간의 거리를 계산할 수 있다.
- [0187] 도 11은 DOA를 계산하는 방법을 나타낸 예시도이다.
- [0188] 도 11은 일 예로, 배열 안테나 개수가 2개이고, 참조번호 1130은 변화하기 이전의 방향 성분이고, 참조번호 1140은 변화하기 이후의 방향 성분을 나타낸다. 참조번호 1150은 기준 소자에서 이동한 소자까지의 거리를 나타낸다. 참조번호 1110은 변화한 이후의 방향 벡터이고, 참조번호 1120은 변화하기 이전의 방향 벡터를 나타낸다. 참조번호 1110과 참조번호 1120의 사이각이 φ 값이 된다.
- [0189] φ 에 따른 Beam Steering 값은 수학적식 29와 같다.

수학적식 29

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}, t) &= \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{blue}}\|}{c} \right) \right] + \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{red}}\|}{c} + \Delta\varphi \right) \right] \\ &= 2 \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{blue}}\| + \|\vec{r}_{\text{red}}\|}{2c} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right] \cos \left[2\pi f \left(\frac{\|\vec{r}_{\text{blue}}\| - \|\vec{r}_{\text{red}}\|}{2c} - \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right] \end{aligned}$$

Beam Steering

[0190]

[0191] 여기서, φ 는 수신 신호의 위상정보를 나타낸다. $\bar{E}(\vec{r}, t)$ 는 Beam Steering 값을 나타낸다.

[0193] 도 12a 내지 12c는 방향각 또는 빔폭이 변화되는 예를 보여주는 도면이다.

[0194] φ 값에 따라 도 12a 및 도 12b와 같은 빔 방향을 갖는다. 도 12a 및 도 12b를 통해 φ 값에 따라 빔 방향이 다를 수 있다.

[0195] 또한 RMS값에 따른 Beam Steering 값은 수학식 30과 같다.

수학식 30

$$\begin{aligned}\bar{E}(\vec{r}, t) &= \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{blue}}\|}{c} \right) \right] + \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{red}}\|}{c} \right) \right] \\ &= 2 \cos \left[2\pi f \left(t + \frac{\|\vec{r}_{\text{blue}} + \vec{r}_{\text{red}}\|}{2c} \right) \right] \cdot \cos \left[2\pi f \left(\frac{\|\vec{r}_{\text{blue}} - \vec{r}_{\text{red}}\|}{2c} \right) \right]\end{aligned}$$

Root-Mean-Square (RMS) value

[0196]

[0197] $\bar{E}(\vec{r}, t)$ 는 Beam Steering 값을 나타낸다.

[0198] RMS값에 따라서 도 12c의 (a) 및 (b)와 같이 빔폭이 변화됨을 알 수 있다.

[0199] 상기 수신 신호의 위상정보 및 RMS값에 따라 단말기의 위치를 측위하는 AP의 방향각 및 빔폭이 변화됨을 알 수 있다.

[0200] 한편, 단말은 1007 단계에서 모션 센서 값을 이용하여 단말의 기울기를 센싱하여 단말의 기울기 변화 값을 계산한다.

[0201] 단말은 1009 단계에서 단말의 기울기 변화 값을 이용하여 태그의 방향 및 위치를 보정할 수 있다.

[0202] 추가 가능한 실시 예로써, 가속도 센서 및 자이로 센서를 이용하여 단말은 태그 또는 무선 송수신기기와 단말 사이의 거리를 측정할 수 있다.

[0204] 이에 대한 상세한 설명은 도 13을 참조하여 설명하기로 한다.

[0205] 도 13a는 단말의 화면이 하늘을 향한 상태로 테이블 위에 수평으로 놓여있는 상태를 나타내고, 도 13b는 단말의 화면이 Z축을 중심으로 회전한 상태를 나타낸다.

[0206] 이하에서, 자이로 센서의 경우에 대해 설명하기로 한다.

[0207] 자이로 센서는 회전하는 물체의 각속도를 측정하는 센서이다. 도 9a를 참조하면 X축은 화면에 수평축(portrait 모드에서 짧은 에지를 landscape 모드에서 긴 에지)을 나타내며, 오른쪽을 가리킨다.

[0208] Y축은 화면에 수직축을 나타내며, 화면 위쪽을 가리킨다. Z축은 단말이 화면을 위로 해서 테이블에 올려져 있다고 가정했을 때 하늘을 가리킨다.

[0209] 각 배열의 값은 각도를 나타내고, 단말 화면이 하늘을 향한 상태로 테이블 위에 수평으로 놓여있는 상태를 기준으로 각축을 중심으로 회전 위치를 감지한다.

[0210] -values[0] : Z축을 중심으로 회전(0azimuth<360)

[0211] 0=북, 90=동, 180 = 남, 270 = 서

- [0212] - values[1] : X축을 중심으로 회전 (-180 pitch 180)
- [0213] Z축이 Y축 방향으로 향하면 0보다 큰 값을 나타낸다.
- [0214] 테이블 위에 수평으로 하늘을 향하면 0, 테이블 아래를 향하면 -180 or 180, 단말을 똑바로 세우면 -90, 거꾸로 세우면 +90을 나타낸다.
- [0215] - values[2] : Y축을 중심으로 회전 (-90 roll 90)
- [0216] Z축이 X축 방향으로 향하면 0보다 큰 값을 나타낸다.
- [0218] 가속도 센서(SENSOR_ACCELEROMETER)는 다음과 같다.
- [0219] 가속도 센서는 센서에 발생하는 가속도를 측정한다.
- [0220] 각 배열의 값은 (m/s²) 단위로 되어있으며, 접촉힘(Contact Force)을 측정한다.
- [0221] - values[0] : X축에 적용되는 힘
- [0222] - values[1] : Y축에 적용되는 힘
- [0223] - values[2] : Z축에 적용되는 힘
- [0224] 예컨대, 단말의 왼쪽 측면을 오른쪽 방향으로 눌렀을 때 X축 가속도 값은 음수를 나타낸다. 단말에 테이블위에 평평하게 놓여있을 때 -STANDARD_GRAVITY 값, 즉 -9.8 (m/s²)를 가진다. 단말이 테이블에서 중력에 대한 반작용으로 적용되는 힘을 나타낸다.
- [0226] 도 14는 가속도를 이용한 거리 추정 알고리즘이 적용된 그래프를 나타낸다.
- [0227] 가속도를 이용한 거리 추정 알고리즘은 다음과 같고, 거리 추정 알고리즘을 통해 가속도와 거리의 관계를 추정할 수 있다.
- [0228] 가속도를 시간에 대하여 적분하면 속도가 계산되고, 상기 속도를 적분하면 거리가 계산된다.
- [0229] 따라서 가속도를 이중 적분하면 거리를 계산할 수 있고, 하기 수학식 31, 32과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 31

$$v = \int (\vec{a}) dt \text{ and } \vec{s} = \int (\vec{v}) dt \therefore \int \left(\int (\vec{a}) dt \right) dt$$

수학식 32

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{b-a}{n}$$

- [0231]
- [0232] 도 14를 참조하면, f(x)(1400)를 a부터 b까지 적분은 n개로 쪼갠 후 n개 사각형 넓이의 합을 나타낸다.
- [0233] 도 15는 Trapezoidal Method을 나타낸 예시도이다.
- [0234] 적분할 때 이론상 무한히 쪼개면 완벽한 값이 나오지만, 현실에선 sampling의 한계로 양자화 과정 중 Area error가 발생한다. 따라서 오차가 적은 Trapezoidal Method를 사용한다.

[0235] 높이를 Sample 1, Sample 2라 가정하면, 수학적 식 33과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 33

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \text{Area1} + \text{Area2} \\ &= \text{Area1} + \frac{(\text{Sample2} - \text{Sample1})}{2} \times T \\ \text{Area}_n &= \text{Sample}_n + \frac{|\text{Sample}_n - \text{Sample}_{n-1}|}{2} \times T \end{aligned}$$

[0236]

[0237] 도 16a 내지 도 16c는 대표적 수치 적분법의 예시도이다.

[0238] 도 16a는 구분구적법, 도 16b는 대형 법칙, 도 16c는 심프슨 법칙을 나타낸다.

[0239] 도 16a는 가장 단순한 처리이지만, 큰 오차를 동반한다. 도 16b는 대항 공식을 사용하면 오차가 작아진다. 도 16c는 3개의 샘플을 사용하여 포물선에 근사시키는 방법으로, $2 \Delta t$ 마다 계산한다.

[0240] 위치 추정 방법은 다음과 같다.

[0241] Acceleration data값을 이전의 Trapezoidal Method으로 이중 적분한다.

[0242] -First integration

[0243] -velocityx[1]=velocityx[0]+accelerationx[0]+((accelerationx[1]-accelerationx[0])/2)

[0244] -Second integration

[0245] -positionX[1]=positionX[0]+velocityx[0]+((velocityx[1]-velocityx[0])/2)

[0246] 위치 이동에 따른 방향각 변화를 보정하여 태그의 정확한 위치를 표시할 수 있다.

[0248] 도 17는 가속도 센서값의 변화를 나타낸 그래프이다.

[0249] 가속도 센서(1700)의 값을 그래프로 볼 때 최대값과 최소값이 ± 1 이라면 그래프 축의 최대값과 최소값이 ± 1 인 그래프가 보여지게 된다. 그러던 중 Magnetic Field Sensor(지자기 센서)(1710)의 값을 그래프로 볼 경우 최대값과 최소값이 ± 43 라면 자동으로 그래프 축의 최대값과 최소값이 ± 43 로 변하게 된다.

[0251] 도 18은 본 발명의 제6 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오이다.

[0252] 단말은 1801 단계에서 태그로부터 비콘 신호를 수신한다. AP는 1803 단계에서 태그로부터 비콘 신호를 수신한다. 1803 단계가 1801 단계 보다 먼저 진행될 수 있다.

[0253] 단말은 1805 단계에서 탐색 모드로 진입한다. 그러면 단말은 주변 디바이스들의 거리를 탐색한다. 상기 탐색 모드의 진입은 단말의 사용자의 요청에 의해 진입하거나 설정된 시간이 되면 자동적으로 탐색 모드로 진입할 수 있다. 예컨대, 스마트 폰의 특정 앱을 실행함으로써, 단말은 탐색 모드로 진입할 수 있다.

[0254] 단말은 1807 단계에서 상기 태그로부터 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 위상 정보(DoA)를 계산한다.

[0255] 한편, AP는 1803 단계에서 태그로부터 비콘 신호를 수신한다. AP는 1809 단계에서 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 태그와 AP간의 거리를 계산한다. AP는 태그로부터 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 위상 정보를 계산하고, 계산된 위상 정보를 기반으로 하여 방향각 및 태그와 AP간의 거리를 계산할 수 있다. AP는 1811 단계에서 계산된 태그의 거리 정보(계산된 태그와 AP간의 거리)를 단말로 전송한다.

[0256] 그러면, 단말은 1813 단계에서 모션 센서를 이용하여 단말의 기울기를 센싱하고, 1815 단계에서 단말의 기울기 변화 값을 기반으로 하여 태그의 방향 및 위치를 보정한다.

[0257] 도 18에서 1807 단계의 동작이 1809 단계의 동작 보다 먼저 수행하거나 1809 단계의 동작이 1807 단계의 동작

보다 먼저 수행될 수도 있다.

- [0258] 도 19는 본 발명의 제7 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법을 나타낸 시나리오이다.
- [0259] 단말은 1901 단계에서 태그로부터 비콘 신호를 수신한다.
- [0260] 단말은 1903 단계에서 탐색 모드로 진입한다. 그러면 단말은 주변 디바이스들의 거리를 탐색한다. 상기 탐색 모드의 진입은 단말의 사용자의 요청에 의해 진입하거나 설정된 시간이 되면 자동적으로 탐색 모드로 진입할 수 있다. 예컨대, 스마트 폰의 특정 앱을 실행함으로써, 단말은 탐색 모드로 진입할 수 있다.
- [0261] 단말은 1905 단계에서 상기 태그로부터 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 위상 정보(DoA)를 계산한다.
- [0262] 한편 서버는 1907 단계에서 태그와 AP간의 거리를 계산하고, 1909 단계에서 계산된 거리 정보를 단말로 전송한다. 계산된 태그의 DOA는 수평각 및 수직각(3D 방향각), 수평각 또는 수직각으로(2D 방향각) 태그의 방향각을 표현할 수 있다.
- [0263] 그러면, 단말은 1911 단계에서 모션 센서를 이용하여 단말의 기울기를 센싱하고, 813 단계에서 단말의 기울기 변화 값을 기반으로 하여 태그의 방향 및 위치를 보정한다.
- [0264] 도 19에서 1905 단계의 동작이 1907 단계의 동작 보다 먼저 수행하거나 1907 단계의 동작이 1905 단계의 동작 보다 먼저 수행될 수도 있다.
- [0265] 도 20은 본 발명의 실시 예에 따른 AP의 블록 구성도이다.
- [0266] AP는 송신부(2002), 수신부(2004), 제어부(2006), 및 메모리를 포함한다.
- [0267] 상기 송신부(2002), 수신부(2004)는 본 발명의 실시 예에 따라 데이터를 단말 또는 서버와 송수신하기 위한 송신 모듈과 수신 모듈을 각각 포함한다.
- [0268] 제어부(2006)는 단말로 비콘 신호를 전송한다. 추가 가능한 실시 예로써, 제어부(2006)은 태그로부터 수신된 비콘 신호를 기반으로 하여 위상 정보(direction of arrival : DoA)를 계산하고, 계산된 위상 정보를 기반으로 하여 방향각 및 태그와 단말간의 거리를 계산할 수 있다.
- [0269] 메모리는 도 20에 기재하지 않았지만, 제어부(2006)의 처리 및 제어를 위한 프로그램이 저장될 수도 있고, 입/출력되는 데이터들의 임시 저장을 위한 기능을 수행할 수 있다.
- [0271] 도 21은 본 발명의 실시 예에 따른 태그의 블록 구성도이다.
- [0272] 태그는 송신부(2102), 수신부(2104), 제어부(2106), 및 저장부(2108)를 포함한다.
- [0273] 상기 송신부(2102), 수신부(2104)는 본 발명의 실시 예에 따라 데이터 또는 비콘 신호를 AP 또는 단말과 송수신하기 위한 송신 모듈과 수신 모듈을 각각 포함한다.
- [0274] 제어부(2106)은 물건이나 사람에 관한 정보를 메모리에 저장하도록 메모리를 제어한다.
- [0275] 저장부(2108)는 제어부(2106)의 처리 및 제어를 위한 프로그램이 저장될 수도 있고, 입/출력되는 데이터들(예컨대, 물건이나 사람에 관한 정보)의 임시 저장을 위한 기능을 수행할 수 있다.
- [0276] 도 22는 본 발명의 실시 예에 따른 단말 블록 구성도이다.
- [0277] 단말은 도 22에 도시된 구성요소들 중 적어도 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0278] 도 22를 참조하면, 단말은 제어부(2270), 통신부(2230), 메모리(2220), GPS칩(2225), 마이크론(2250), 촬상부(2255), 스피커부(2260), 디스플레이부(2210), 사용자 입력부(2215), 센서부(2280) 등을 포함한다.
- [0279] 제어부(2270)는 CPU(2273)와, 단말의 제어를 위한 제어 프로그램이 저장된 ROM(2272) 및 단말의 외부로부터 입력되는 신호 또는 데이터를 기억하거나, 단말에서 수행되는 작업을 위한 기억영역으로 사용되는 RAM(2271) 등을 포함하며, 단말의 다른 구성요소들을 제어한다.
- [0280] 통신부(2230)는 각종 유/무선 통신 방식을 이용하여 외부 장치와 정보를 송수신하는 구성으로, 와이파이칩(2231), 블루투스칩(2232), 무선통신 칩(2233), NFC칩(2234) 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0281] 메모리(2220)는 단말의 동작 수행을 위한 프로그램, 동작 수행에 따른 데이터 등을 저장한다.
- [0282] 사용자 입력부(2215)는 디바이스와 사용자 사이의 인터페이스를 위한 것으로, 키(2216), 터치 패널(2217), 펜 인식 패널(2218) 등을 포함할 수 있다. 키(2216), 터치 패널(2217), 펜 인식 패널(2218) 등이 눌러지는 경우, 대응되는 제어명령이 생성되어 제어부(2270)로 전달되고, 제어부(2270)는 대응되는 제어명령에 따라 단말의 동작을 제어한다.
- [0283] GPS칩(2225)은 궤도상에 있는 복수의 GPS 위성들(도면에 도시되지 아니함)에서부터 전파를 수신하고, GPS 위성들에서부터 단말까지 전파도달시간(Time of Arrival) 및 GPS 파라미터들을 이용하여 단말의 위치를 산출할 수 있다.
- [0284] 단말은 마이크로폰(2250), 촬상부(2255), 스피커부(2260)를 더 포함한다.
- [0285] 마이크로폰(2250)은 제어부(2270)의 제어에 따라 음성(voice) 또는 사운드(sound)를 입력받아 전기적인 신호를 생성한다.
- [0286] 촬상부(2255)는 사용자 조작에 따라 촬상 작업을 수행하는 구성요소이다.
- [0287] 스피커부(2260)는 제어부(2270)의 제어에 따라 다양한 신호(예, 무선신호, 방송신호, 디지털 오디오 파일, 디지털 동영상 파일 또는 사진 촬영 등)에 대응되는 사운드를 멀티 디스플레이부(2210)의 외부로 출력할 수 있다.
- [0288] 센서부(2280)는 기 설정된 범위 내에 존재하는 적어도 하나의 물리량을 감지하는 구성이다. 예를 들어, 영상을 촬상할 수 있는 카메라, 이동하는 물체에 가해지는 힘에 따른 가속도 또는 정지해 있는 물체의 중력가속도를 검출하는 가속도 센서와, 자기장의 흐름을 검출하여 방위를 탐지할 수 있는 지자기 센서(2281), 회전 속도를 검출하여 움직임을 검출하는데 사용되는 자이로 센서(2282), 물체에서 발산하는 적외광을 검출하는 적외선 센서(IR:Infrared Ray Sensor)(도면에 기재하지 않음), 이동하는 물체에 가해지는 힘에 따른 가속도 또는 정지해 있는 물체의 중력가속도를 검출하는 가속도 센서(2283), 가해지는 기압의 세기를 검출하는 기압 센서(2284) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상술한 센서를 구비한 실시 예에 대해서는 앞에서 상세하게 기재한 바 있다.
- [0289] 디스플레이부(2210)은 제어부(2270)에 의해 실행될 수 있는 다양한 어플리케이션(예, 통화, 데이터 전송, 방송, 카메라 등)의 정보를 표시하고 그에 적응되게 구성된 사용자 인터페이스를 제공하는 터치 스크린으로 구성될 수 있다. 제어부(2270)는 터치 스크린 상에서 감지되는 사용자 제스처에 응답하여 터치 스크린에 표시된 소프트 키가 선택되게 하거나 또는 소프트 키에 대응하는 어플리케이션 혹은 기능을 실행할 수 있다. 상기 사용자 제스처는 손가락 혹은 기구에 의한 터치, 인체에 의한 모션 인식 등을 포함한다.
- [0291] 도 23은 단말의 안테나부 및 빔포밍 송수신기의 상세 구성도이다.
- [0292] 도 23을 참조하면 안테나부는 N개의 배열 안테나를 포함하고, 빔포밍 송수신기는 방향각 추정부(2305), 칼만 필터(2307)등을 포함한다.
- [0293] 방향각 추정부(2305)는 본 발명의 실시 예에 따라 단말 기울기의 변화 값을 측정한다. 단말 기울기의 변화 값은 $M(t+\Delta t)$, $m(t+\Delta t)$ 를 근거로 결정된다. 또한 방향각 추정부(2305)는 본 발명의 실시 예에 따라 수신 신호의 세기를 측정하고, 수신 신호의 세기의 변화량을 판단한다.
- [0294] 칼만 필터(2307)는 본 발명의 실시 예에 따라 태그 각도 측정 정보(태그의 방향각 정보)를 활용하여 태그의 위치를 추적하고 보정한다.
- [0295] 한편 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법 및 장치는 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합의 형태로 실현 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 이러한 임의의 소프트웨어는 예를 들어, 삭제 가능 또는 재기록 가능 여부와 상관없이, ROM 등의 저장 장치와 같은 휘발성 또는 비휘발성 저장 장치, 또는 예를 들어, RAM, 메모리 칩, 장치 또는 집적 회로와 같은 메모리, 또는 예를 들어 CD, DVD, 자기 디스크 또는 자기 테이프 등과 같은 광학 또는 자기적으로 기록 가능함과 동시에 기계(예를 들어, 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 방법은 제어부 및 메모리를 포함하는 컴퓨터 또는 휴대 단말에 의해 구현될 수 있고, 상기 메모리는 본 발명의 실시 예들을 구현하는 지시들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적합한 기계로 읽을 수 있는 저장 매체의 한 예임을 알 수 있을 것이다.

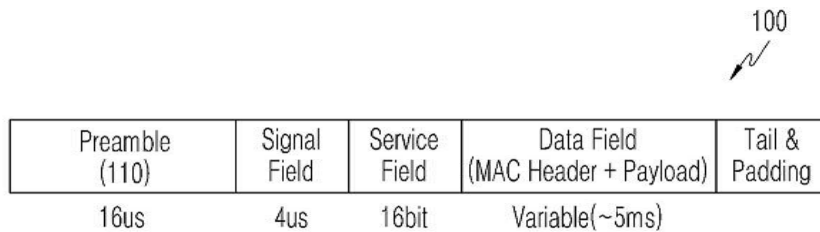
[0296] 따라서, 본 발명은 본 명세서의 임의의 청구항에 기재된 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램 및 이러한 프로그램을 저장하는 기계(컴퓨터 등)로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함한다. 또한, 이러한 프로그램은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 임의의 매체를 통해 전자적으로 이송될 수 있고, 본 발명은 이와 균등한 것을 적절하게 포함한다.

[0297] 또한 본 발명의 실시 예에 따른 단말에서 위치 추정 장치는 유선 또는 무선으로 연결되는 프로그램 제공 장치로부터 상기 프로그램을 수신하여 저장할 수 있다. 상기 프로그램 제공 장치는 상기 프로그램 처리 장치가 기 설정된 단말에서 위치 추정 방법을 수행하도록 하는 지시들을 포함하는 프로그램, 무선 통신 시스템에서 데이터 스케줄링 방법에 필요한 정보 등을 저장하기 위한 메모리와, 상기 프로그램 처리 장치와의 유선 또는 무선 통신을 수행하기 위한 통신부와, 상기 프로그램 처리 장치의 요청 또는 자동으로 해당 프로그램을 상기 송수신 장치로 전송하는 제어부를 포함할 수 있다.

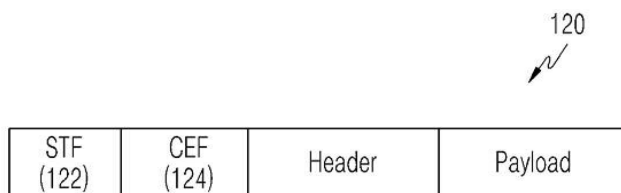
[0298] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

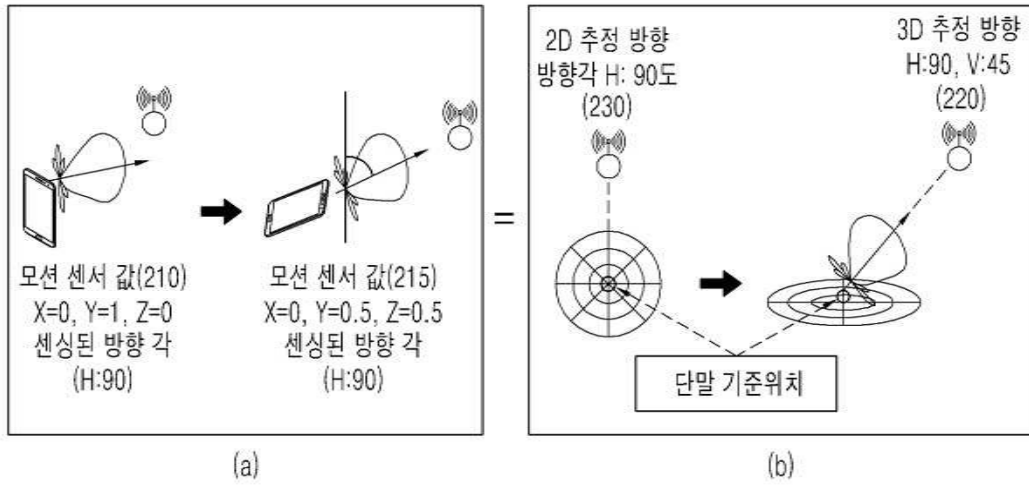
도면1a



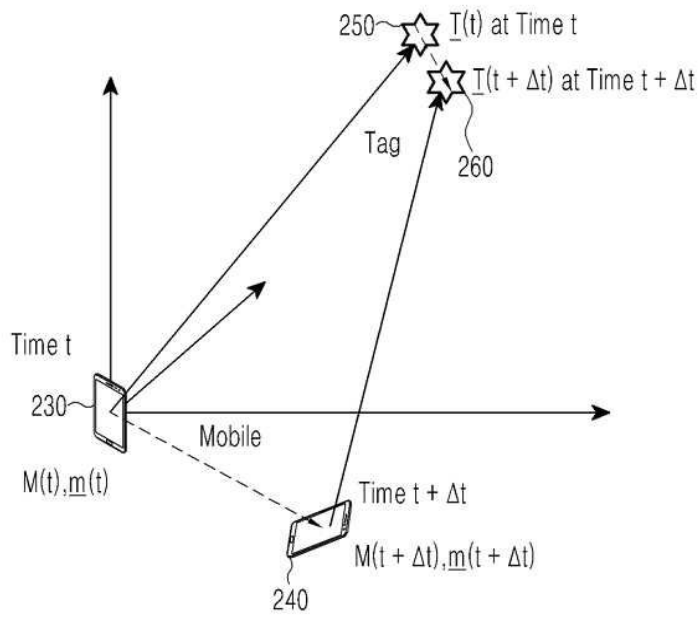
도면1b



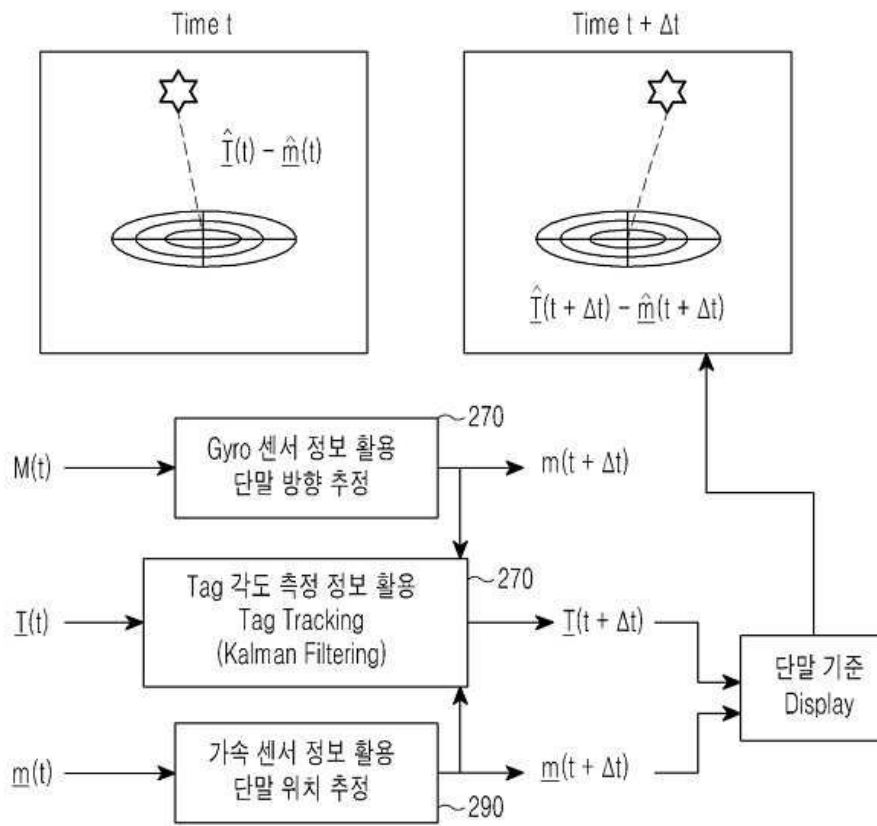
도면2a



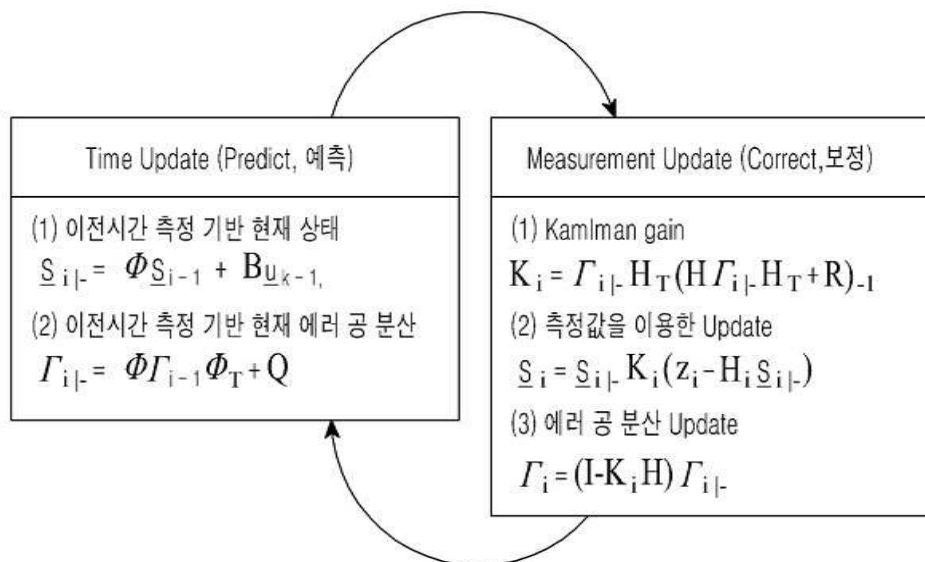
도면2b



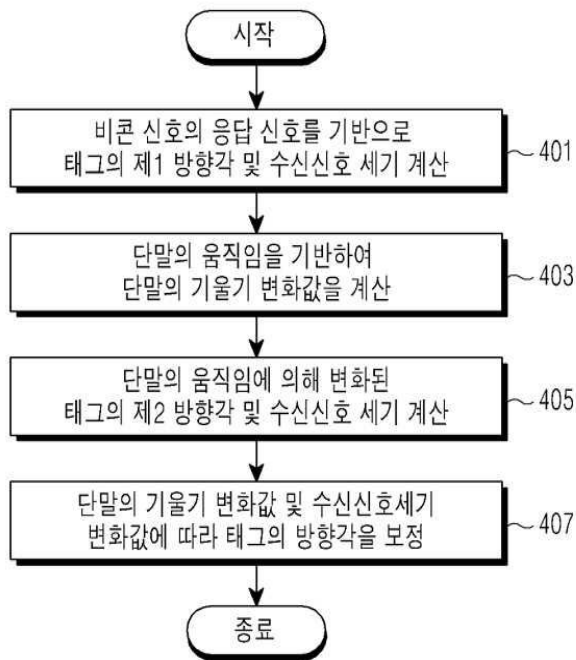
도면2c



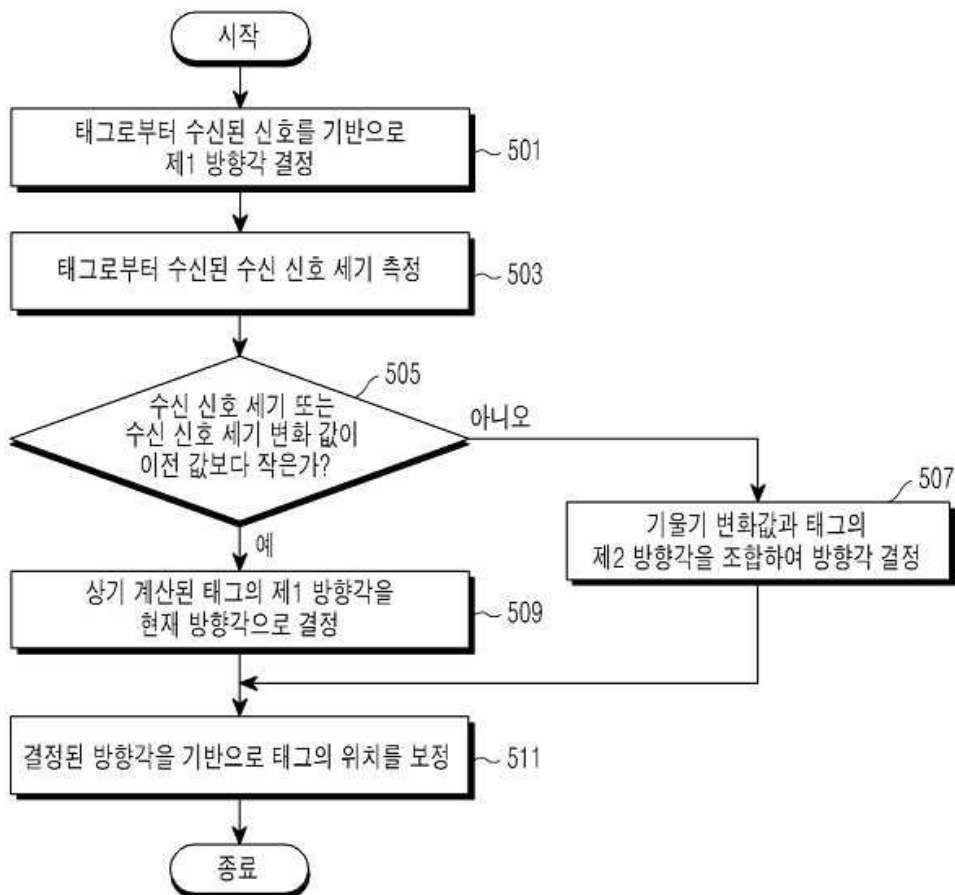
도면3



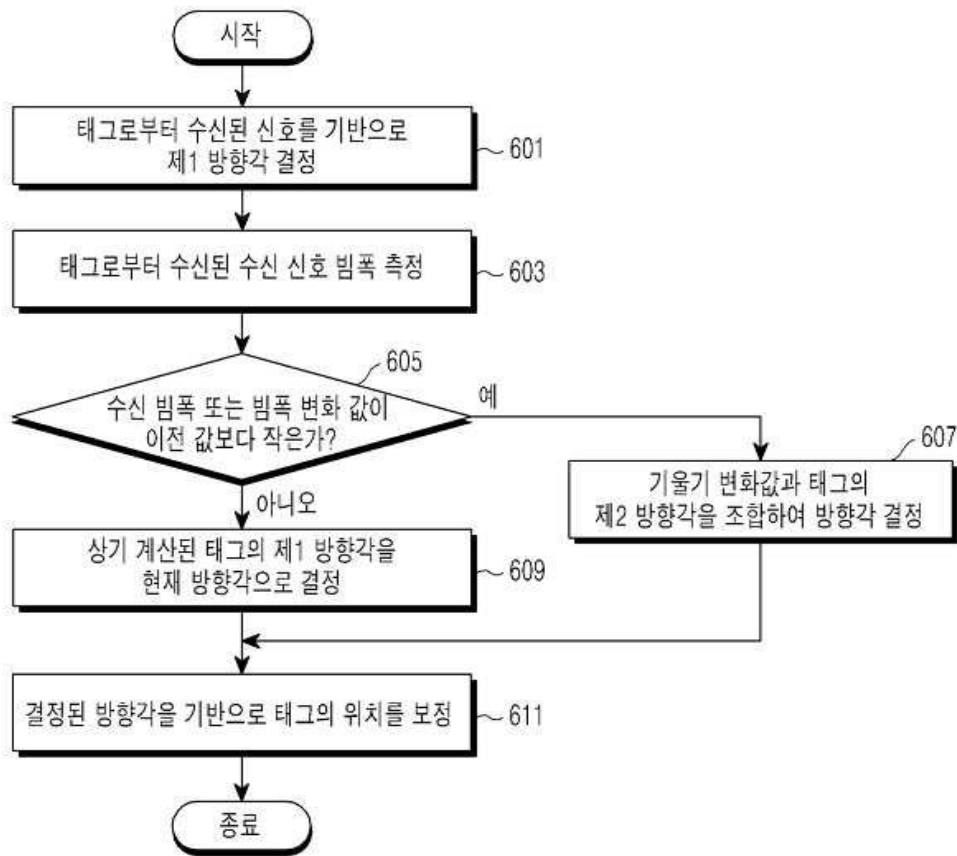
도면4



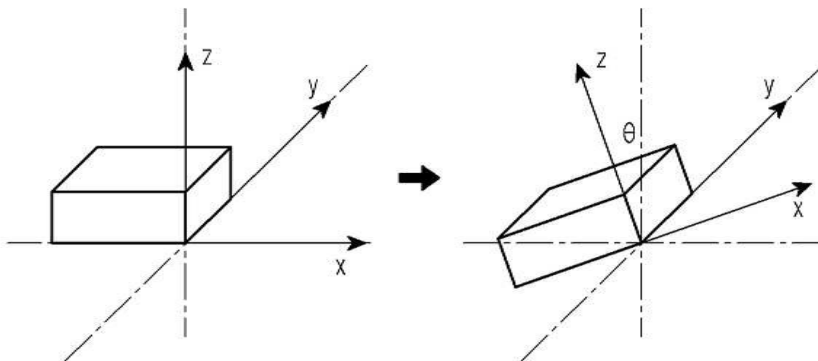
도면5



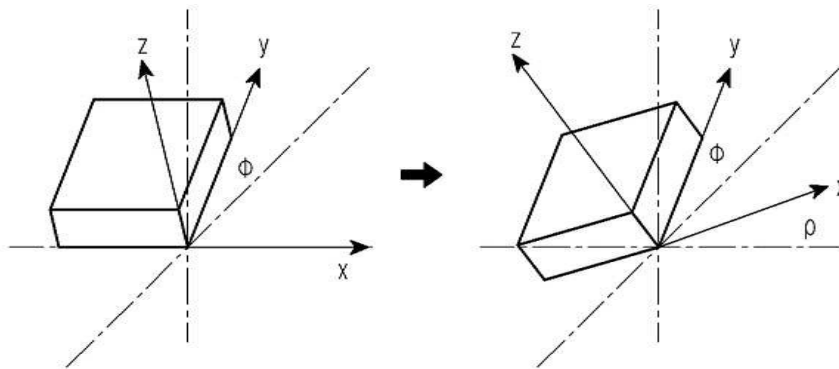
도면6



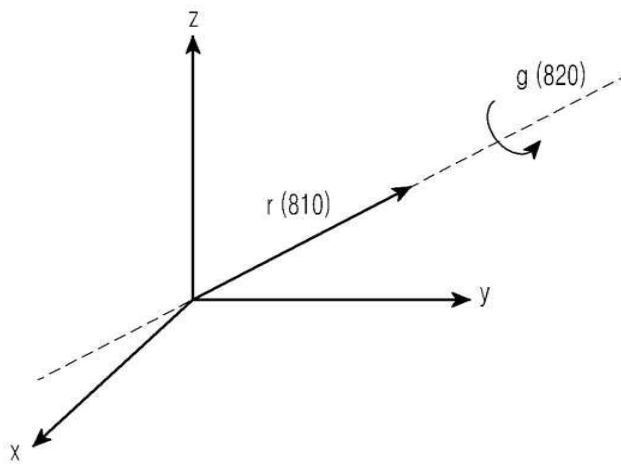
도면7a



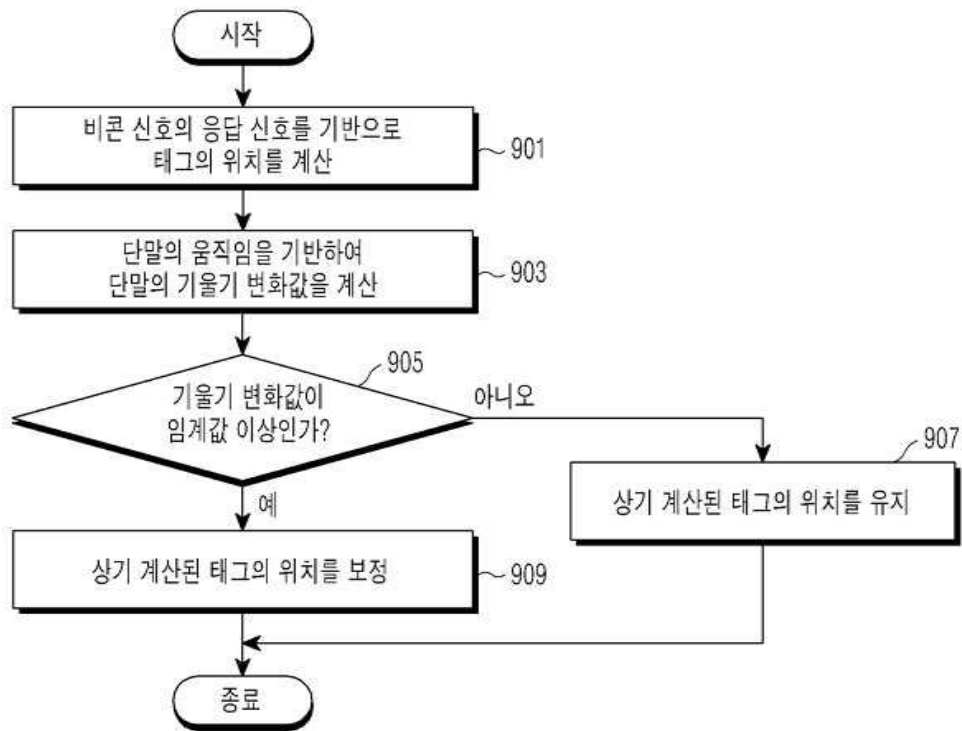
도면7b



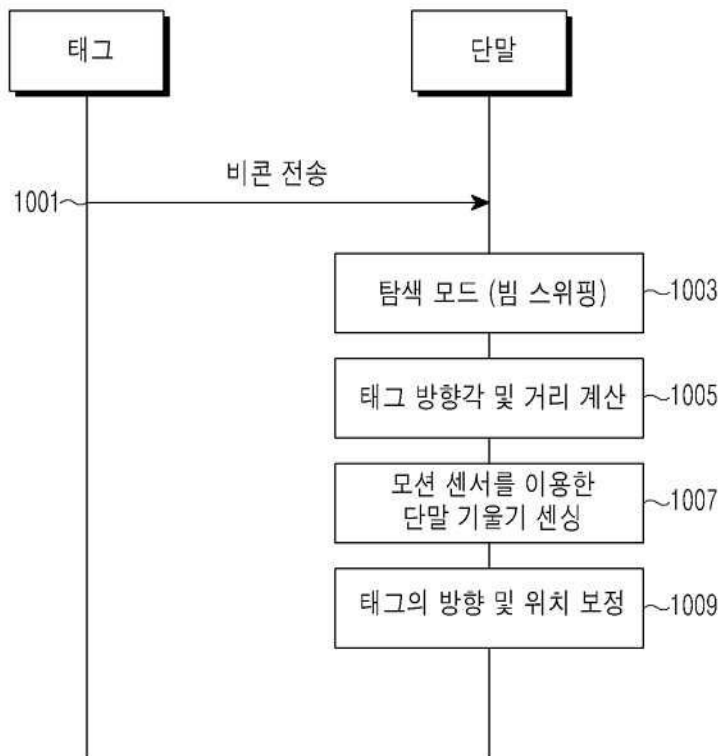
도면8



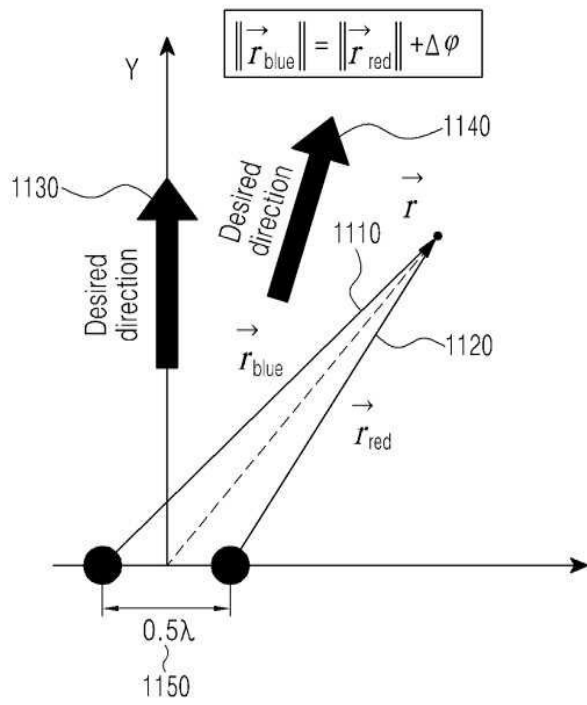
도면9



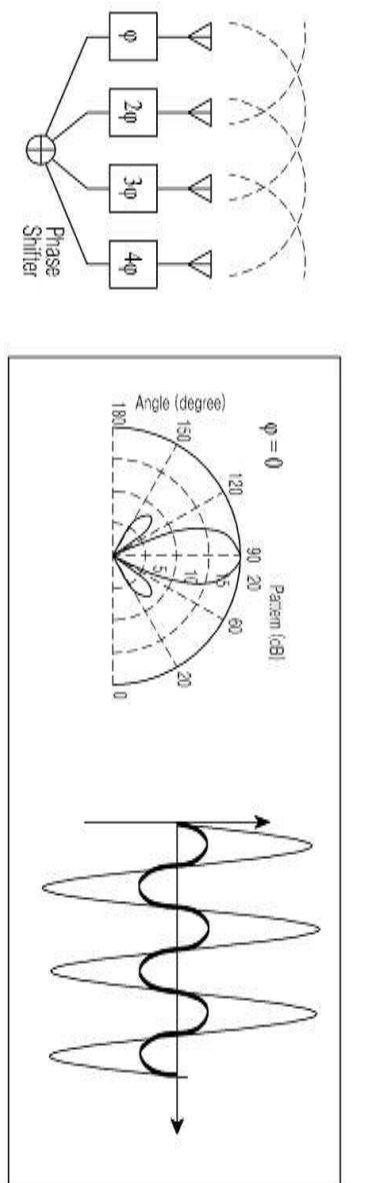
도면10



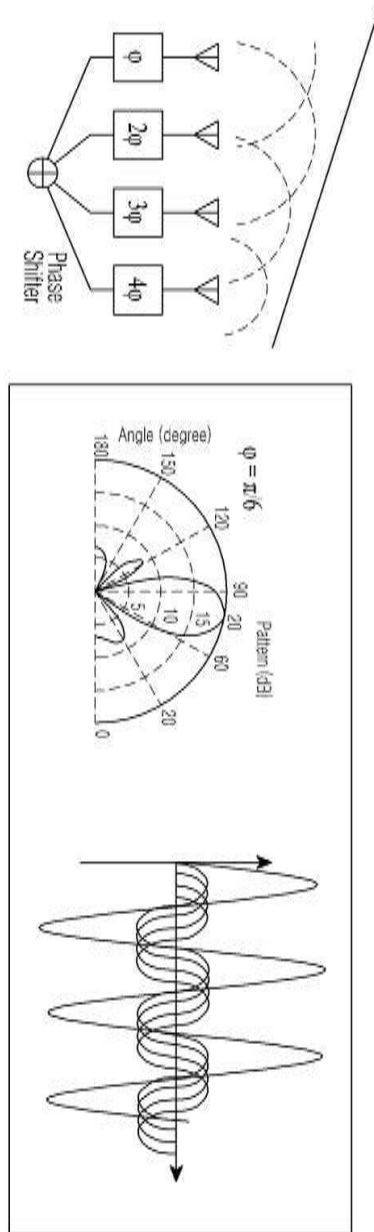
도면11



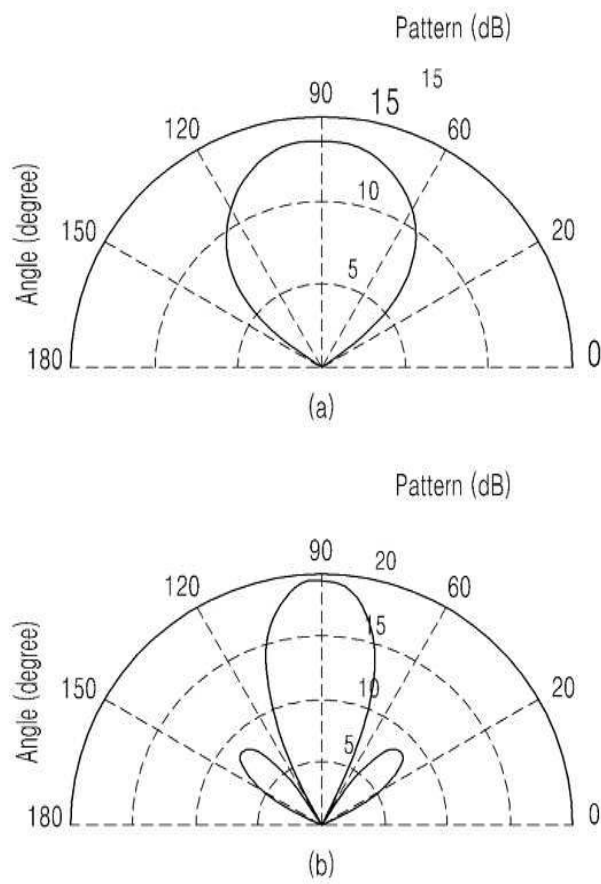
도면12a



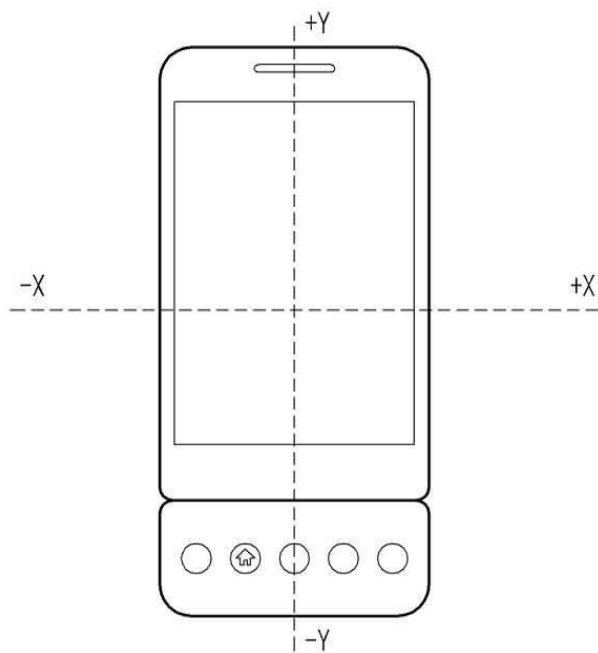
도면12b



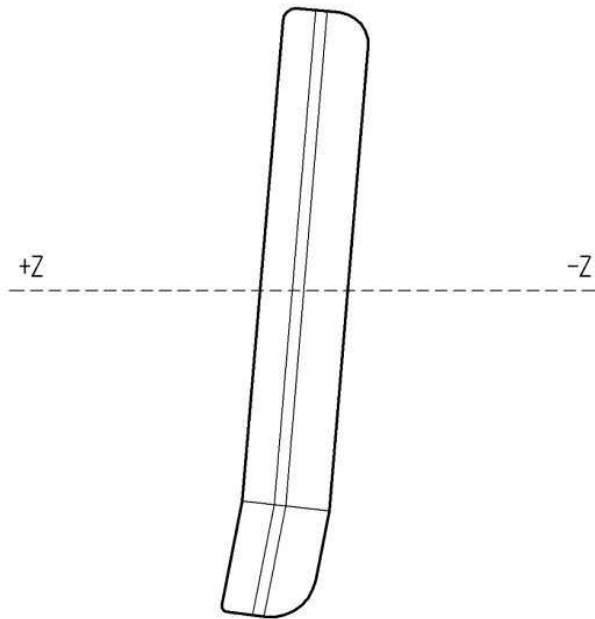
도면12c



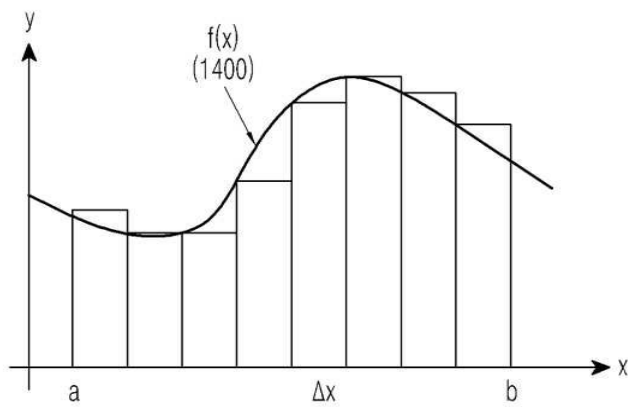
도면13a



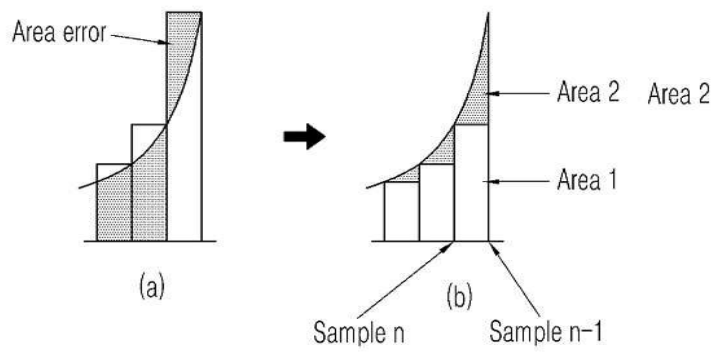
도면13b



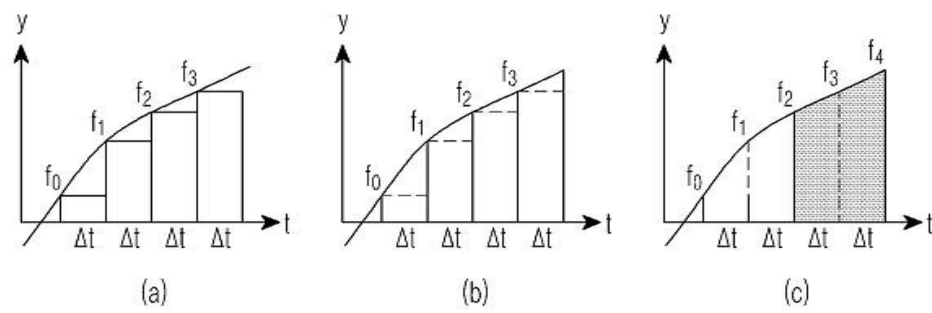
도면14



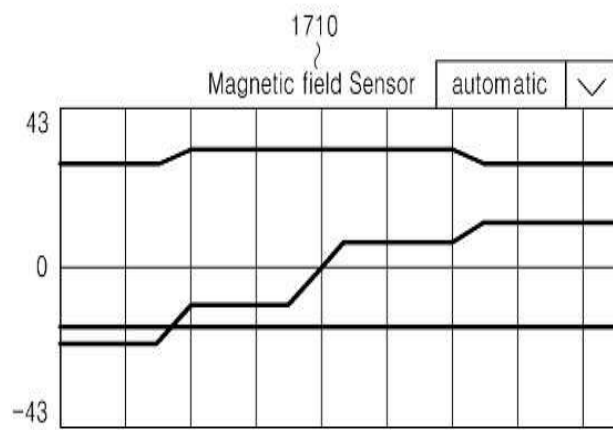
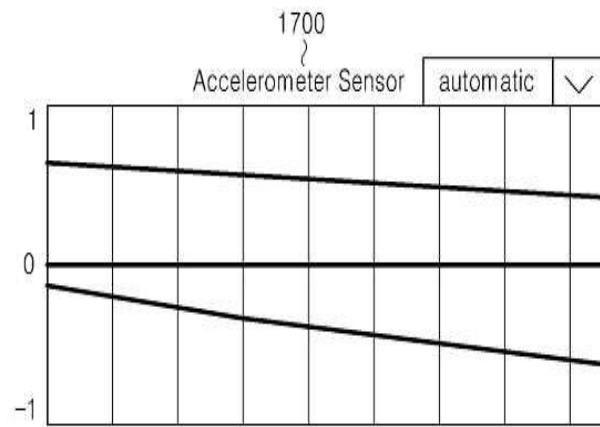
도면15



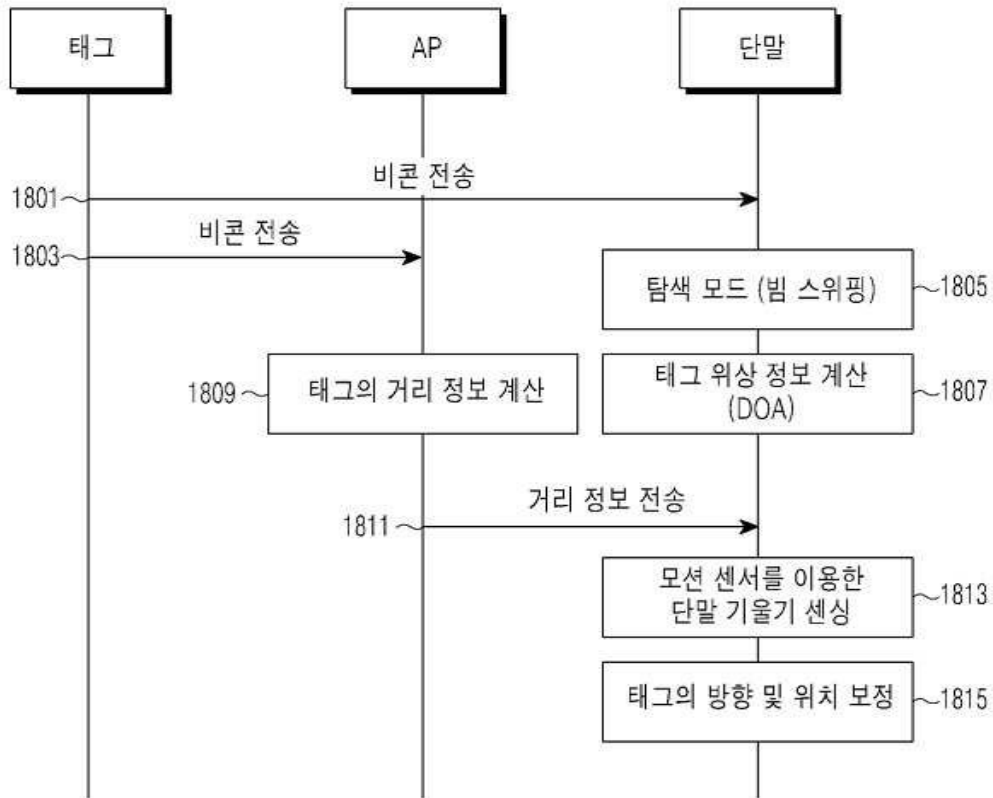
도면16



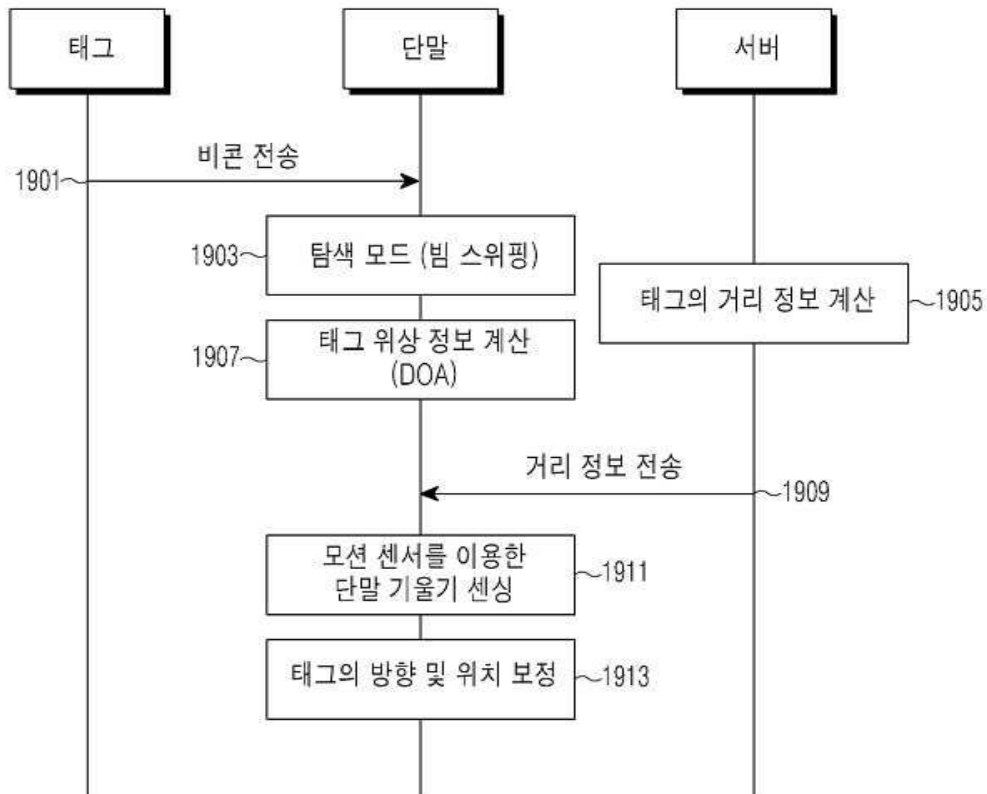
도면17



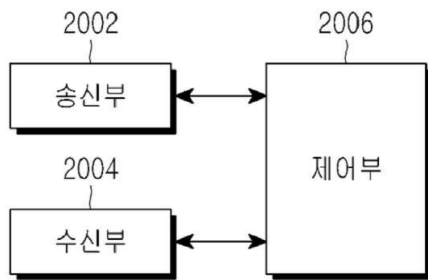
도면18



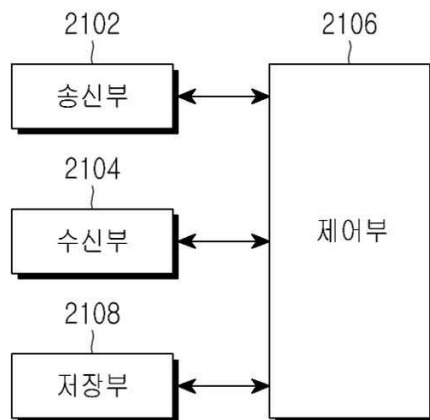
도면19



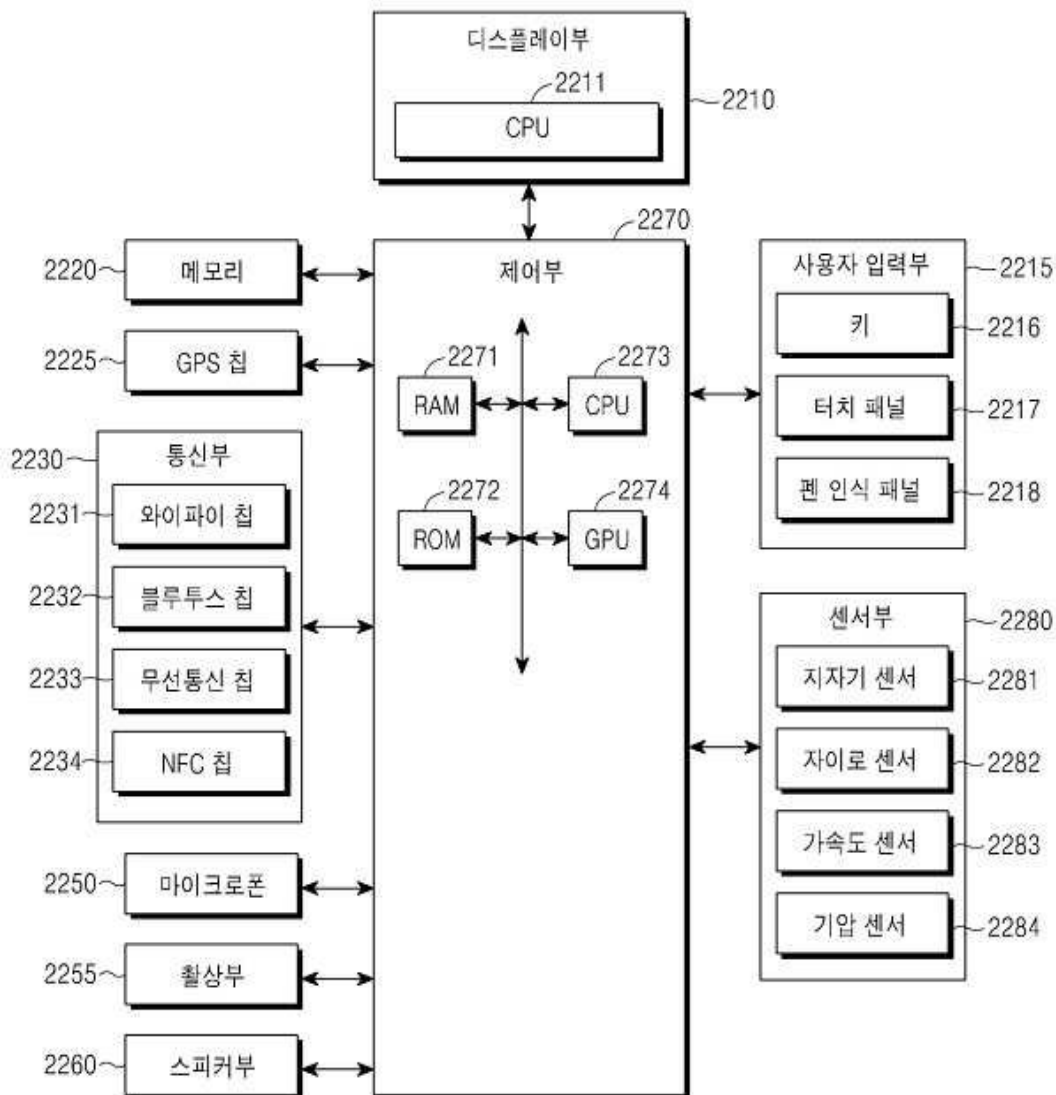
도면20



도면21



도면22



도면23

