(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0068428
(43) 공개일자 2012년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 1/68 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0130048
(22) 출원일자 2010년12월17일
심사청구일자 2010년12월17일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
강릉원주대학교산학협력단
강원도 강릉시 죽헌길 7(지변동)
(72) 발명자
안순신
서울특별시 강남구 압구정로 151, 신현대아파트 113동 302호 (압구정동)
남흥우
서울특별시 강북구 한천로124가길 18 (번동)
나경흠
대전광역시 유성구 은구비남로 55, 열매마을아파트 703동 204호 (지족동)
(74) 대리인
특허법인충현

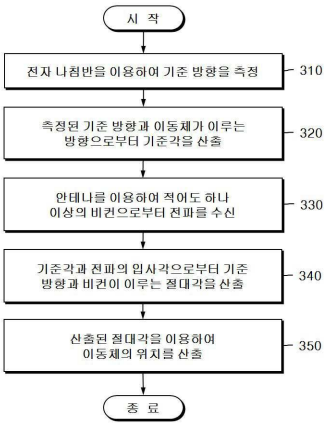
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **이동체의 위치 추정 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 이동체의 위치 추정 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것으로, 본 발명에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법은 전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정하고, 측정된 기준 방향과 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출하고, 안테나를 이용하여 적어도 하나 이상의 비컨으로부터 신호를 수신하고, 산출된 기준각과 수신된 신호의 입사각으로부터 기준 방향과 비컨이 이루는 절대각을 산출하며, 산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 추정한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2010-C1090-1021-0001
부처명	지식경제부
연구사업명	대학IT연구센터 육성 및 지원 사업
연구과제명	해양환경 모니터링 센서 네트워크 시스템 기술연구개발
주관기관	강릉원주대학교 산학협력단
연구기간	2010.01.01 ~ 2010.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

이동체의 위치를 추정하는 방법에 있어서,

전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정하는 단계;

상기 측정된 기준 방향과 상기 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출하는 단계;

안테나를 이용하여 적어도 하나 이상의 비컨(beacon)으로부터 신호를 수신하는 단계;

상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각으로부터 상기 기준 방향과 상기 비컨이 이루는 절대각을 산출하는 단계; 및

산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 산출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 절대각을 산출하는 단계는,

상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각을 합산하는 단계; 및

상기 합산한 값을 2π로 모듈러(modulo) 연산하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 이동체의 위치를 산출하는 단계는 삼각측량을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

신호의 도착 시간, 신호의 도착 시간 차이 또는 수신된 신호의 강도 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 상기 이동체와 상기 비컨과의 거리를 산출하는 단계를 더 포함하고,

상기 이동체의 위치를 산출하는 단계는 상기 산출된 절대각 및 상기 산출된 비컨과의 거리를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 안테나는 복수 개의 안테나로 구성된 안테나 어레이(array)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 7

이동체의 기준 방향을 측정하고 상기 측정된 기준 방향과 상기 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출하는 전자 나침반;

적어도 하나 이상의 비컨으로부터 신호를 수신하는 안테나; 및

상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각으로부터 상기 기준 방향과 상기 비컨이 이루는 절대각을 산출하며, 상기 산출된 절대각을 이용하여 상기 이동체의 위치를 산출하는 연산부를 포함하는 이동체의 위치 추

정 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 연산부는 상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각을 합산하고, 상기 합산한 값을 2π로 모듈러 연산함으로써 상기 절대각을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동체의 위치 추정 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 연산부는 삼각측량을 이용하여 상기 이동체의 위치를 산출하는 것을 특징으로 하는 이동체의 위치 추정 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 연산부는 신호의 도착 시간, 신호의 도착 시간 차이 또는 수신된 신호의 강도 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 상기 이동체와 상기 비컨과의 거리를 산출하고, 상기 산출된 절대각 및 상기 산출된 비컨과의 거리를 이용하여 상기 이동체의 위치를 산출하는 것을 특징으로 하는 이동체의 위치 추정 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 안테나는 복수 개의 안테나로 구성된 안테나 어레이인 것을 특징으로 하는 이동체의 위치 추정 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이동체의 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 휴대 단말기와 같은 이동체가 이동 중에 자신의 주위에 존재하는 비컨(beacon)으로부터 신호를 수신하여 현재의 위치를 추정하는 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 사물의 위치를 파악하는 문제를 해결하기 위한 노력은 오래전부터 이루어져 왔다. 이러한 위치를 파악하는 문제는 현대에 이르러서는 더욱 그 유용성이 증대하고 있다. 특히, 유비쿼터스 시대에는 언제 어디서나 사람과 사물을 연결하고 통신할 수 있는 시대로 발전할 것이 예상되는 만큼, 이 시대의 원동력이 되는 기초 기반 기술 중에 위치 인식 기술은 로봇제어, 재난, 군사, 병원, 교통 등 이용되지 않는 분야를 찾기 힘들 정도로 중요한 위치를 차지할 것이다.

[0003] 종래에 항해 및 항공 기술 등에 적용하기 위해 시도된 전통적 위치 추정 기술은 근래에 들어서는 모바일 컴퓨팅 기술의 발전과 함께 컴퓨팅 환경에서의 객체 위치 추정에 초점을 맞추어 활발하게 연구가 진행되고 있다. 이러한 위치 추정 기술은 시야가 확보되지 않는 곳의 인명 구조나 군사 작전은 물론 병원, 산업 현장 등에서 환자, 로봇, 인원 관리 등에도 널리 활용되고 있다.

[0004] 가깝게는 일반인들이 늘 소지하고 있는 휴대 단말기에서도 자신의 위치를 파악하기 위한 다양한 기술들이 접목되어 있다. 이러한 휴대 단말기들은 자신이 위치한 셀(cell) 내의 관할 기지국과 주기적으로 통신하면서 자신의 위치를 확인하고 통화 서비스를 제공받는다. 이러한 휴대 단말기와 같이 이동 중에 사용할 수 있는 장치들은 종래의 통상적인 위치 추정 장치와는 달리 자신의 위치가 고정되어 있지 않다는 특징이 있는데, 그로 인해 위치 추정을 위한 다양한 기술적 수단들이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 비컨으로부터 신호를 수신함에 있어서 수신되는 신호의 입사각만으로 자신의 위치를 특정하기 위해서는 수신자의 위치가 고정되어 있어야만 하는 한계를 극복하고, 이동체의 경우 수신되는 신호의 입사각을 이용하여 위치를 특정하기 위해 다수의 비컨이 요구되는 불편함을 해소하며, 비컨이 직접 수신 신호의 입사각으로부터 비컨의 위치를 결정함에 있어서도 비컨들 간의 통신으로 인해 네트워크에 부하가 증가하는 문제점을 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법은 전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정하는 단계; 상기 측정된 기준 방향과 상기 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출하는 단계; 안테나를 이용하여 적어도 하나 이상의 비컨(beacon)으로부터 신호를 수신하는 단계; 상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각으로부터 상기 기준 방향과 상기 비컨이 이루는 절대각을 산출하는 단계; 및 산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 산출하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기된 이동체의 위치를 추정하는 방법에서 상기 절대각을 산출하는 단계는, 상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각을 합산하는 단계; 및 상기 합산한 값을 2π로 모듈러(modulo) 연산하는 단계를 포함한다.

[0008] 또한, 상기된 이동체의 위치를 추정하는 방법은 신호의 도착 시간, 신호의 도착 시간 차이 또는 수신된 신호의 강도 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 상기 이동체와 상기 비컨과의 거리를 산출하는 단계를 더 포함하고, 상기 이동체의 위치를 산출하는 단계는 상기 산출된 절대각 및 상기 산출된 비컨과의 거리를 이용하여 수행되는 것이 바람직하다.

[0009] 나아가, 이하에서는 상기 기재된 이동체가 위치를 추정하는 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

[0010] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 이동체의 위치 추정 장치는 이동체의 기준 방향을 측정하고 상기 측정된 기준 방향과 상기 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출하는 전자 나침반; 적어도 하나 이상의 비컨으로부터 신호를 수신하는 안테나; 및 상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각으로부터 상기 기준 방향과 상기 비컨이 이루는 절대각을 산출하며, 상기 산출된 절대각을 이용하여 상기 이동체의 위치를 산출하는 연산부를 포함한다.

[0011] 상기된 이동체의 위치 추정 장치에서 상기 연산부는 상기 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각을 합산하고, 상기 합산한 값을 2π로 모듈러 연산함으로써 상기 절대각을 산출하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기된 이동체의 위치 추정 장치에서 상기 연산부는 신호의 도착 시간, 신호의 도착 시간 차이 또는 수신된 신호의 강도 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 상기 이동체와 상기 비컨과의 거리를 산출하고, 상기 산출된 절대각 및 상기 산출된 비컨과의 거리를 이용하여 상기 이동체의 위치를 산출하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 이동체가 전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정하고 이로부터 수신되는 신호의 절대각을 산출함으로써 수신되는 신호의 입사각만으로 자신의 위치를 추정할 수 있고, 이를 통해 상대적으로 적은 수의 비컨만을 이용하므로 경제성을 향상시킬 수 있으며, 비컨 스스로가 수신 신호의 입사각으로부터 비컨의 위치를 결정하는 경우에도 비컨들 간의 통신없이 절대각을 산출할 수 있어 네트워크의 부하를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 이동체가 3개의 비컨을 이용하여 자신의 위치를 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법의 기본 아이디어를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치 추정 장치를 도시한 블록도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동체가 위치를 추정함에 있어서 비컨과의 거리를 산출하는 방법들을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치 추정 방법을 이용하여 2개의 비컨에 대한 입사각을 산출하

는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서 실시예들이 구현되는 환경 및 기본 개념들에 대해 개괄적으로 소개하도록 한다.

[0016] 위치 추정 기술은 다양한 신호의 측정 및 측정된 신호들의 연산을 기반으로 특정 디바이스가 존재하는 현재의 위치를 추정하는 기술을 의미한다. 이러한 위치 추정 기술은 활용되는 분야나 목적에 따라 다양한 장치들이 활용될 수 있다. 보다 구체적으로 위치 추정 시스템은 하드웨어, 신호 신호 모델, 시간과 전력 요구, 네트워크의 형태, 환경, 노드 또는 비컨의 밀도, 장치들 간의 시간 동기화, 통신 비용, 오차 요구 범위, 장치의 이동성 등 서로 다른 방법들과 목표를 염두에 두고 위치 추정을 수행한다.

[0017] 본 발명의 실시예들은 휴대용 단말과 같은 장치에서 자신의 위치를 추정하는 상황을 가정하고 있다. 따라서, 휴대용 단말의 특성상 지속적으로 이동할 수 있으며, 그 위치가 고정되지 않는 상황 하에서 이러한 이동체의 주변에 존재하는 비컨들(이하에서는 무선 통신을 이용하여 이동체의 방향과 위치를 판단할 수 있는 지표 신호를 발생하는 장치를 포괄하는 의미로 사용한다.)로부터 신호를 수신하고, 수신된 신호 내에 포함된 위치 정보로부터 자신의 위치를 추정하는 기술을 소개하고자 한다.

[0018] 이른바, 범위 기반(range-based)의 위치 추정 방법은 무선 노드 간의 거리나 전달 매체의 입사 각도를 측정하므로써 수행되는데, 본 발명의 실시예들이 주목하고 있는 기술 요소는 입사각을 이용한 AOA(angle of arrival) 기술이다. 여기서, AOA 기술이란, 수신된 신호의 입사각을 측정하여 신호원을 기준으로 수신기로부터 수신되는 신호의 방향을 찾아내어 위치를 결정하는 측위 방식을 말한다. AOA 기술에서 위치를 결정하기 위해서는 수신기 그 자체의 정보나 수신기에 수신된 별도의 2차 정보 등을 사용할 수도 있으며, 지향성 안테나 또는 안테나 어레이(array)를 이용할 수도 있다. 또한, 하나의 기지국에서 다수의 안테나를 각 방향별로 배치하고, 신호를 보내는 안테나의 번호를 수신하여 각 기지국 안테나의 방향, 즉 셀 사이트(cell site)와 신호원과 겹치는 곳을 해당 위치로 파악할 수도 있다.

[0019] 도 1은 이동체가 3개의 비컨을 이용하여 자신의 위치를 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서 설명할 도면들에서 U는 수신자(휴대용 단말기가 될 수 있다.)를 나타내고, B_i(i는 양의 정수)는 비컨을 나타낸다. 수신자 및 각각의 비컨은 고정되어 있을 수도 있고, 이동할 수도 있다.

[0020] 앞서 가정한 환경 하에서 AOA 기술을 이용하기 위해서는 통상적으로 수신자의 위치가 고정되어 있을 것을 요구한다. 즉, 자신의 위치 정보를 알지 못하는 수신자 U가 가리키고 있는 방향(orientation)이 알려져 있을 것을 요구한다. AOA에 관한 많은 연구 자료들은 위치를 알고자 하는 수신자 U가 자신이 가리키고 있는 방향을 알지 못하는 경우에 적어도 3개 이상의 비컨이 필요하다고 지적하고 있으며, 도 1은 이러한 경우를 예시하고 있다.

[0021] 도 1에서 수신자 U는 3개의 비컨으로부터 신호를 수신함으로써 수신각을 얻을 수 있는데, 이로부터 각각 B_1-U-B_2, B_2-U-B_3, B_3-U-B_1의 각도를 얻을 수 있다. 이제 B_1-U-B_2의 각도와 B1, B2가 형성하는 현(chord)을 이용하면, B1, B2가 형성하는 호(arc) 상의 어떠한 위치에 수신자 U가 위치하더라도 B_1-U-B_2의 각도는 동일하게 된다. 이러한 수학적 원리를 이용하여, B_2-U-B_3 및 B_3-U-B_1에서도 동일한 호를 형성한 후, 각각의 호가 겹치는 부분이 바로 수신자 U의 위치로 특정되게 된다.

[0022] 이상과 같이 2개의 호만으로는 수신자의 위치를 특정할 수 없기 때문에 수신자가 바라보고 있는 절대적인 방향을 알지 못하는 한, 수신자의 위치를 추정하기 위해서는 적어도 3개 이상의 비컨이 필요하게 된다. 이러한 다수의 비컨이 무선 통신 분야에서 활용될 경우 많은 비용과 네트워크 부하를 발생케하는 원인이 될 수 있다. 특히, 수신자 U가 자유롭게 이동할 수 있는 이동체인 경우, 이러한 문제점은 현실화될 수 있다. 예를 들어, 개인이 소지한 휴대 단말기의 경우 개인이 향하고 있는 방향이나 위치가 수시로 변할 수 밖에 없으므로 고정된 경우를 가정한 전통적인 위치 추적 기술을 적용하기에는 무리가 있으며, AOA 기술을 활용하기 위해서도 앞서 설명한 바와 같이 최소 3개의 비컨이 요구된다.

[0023] 따라서, 이하에서는 도면을 참조하여 보다 적은 수의 비컨을 이용하여서도 수신자 내지 이동체의 위치를 추정할 수 있는 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법의 기본 아이디어를 설명하기 위한 도면으

로, 이동체 U와 2개의 비컨이 존재하는 상황을 가정하고 있다.

[0025] 우선 이동체 U가 자신이 가리키는 방향을 알고 있다고 가정할 경우, 통상적인 AOA 기술에서는 2개의 비컨으로부터 신호를 수신하고 수신된 각도의 차이를 이용하여 위치를 확인하는 방법을 사용하였다. 그러나, 만약 이동체 U가 자신이 가리키고 있는 방향을 알지 못할 경우에는 2개의 비컨만으로는 위치를 확인할 수 있는 방법이 없다. 이러한 문제점은 앞서 도 1을 설명한 바와 같이 적어도 3개의 비컨을 통해서만 해결할 수 있다.

[0026] 그런데, 비록 이동체 U가 자신이 가리키고 있는 방향을 알지 못할 경우에, 특정 방향에 대한 기준점을 제공받을 수 있다면 이러한 문제점은 해결될 수 있다. 즉, 특정 방향에 대한 기준점을 제공받을 수 있다는 것은 결국 이동체 U가 자신이 가리키고 있는 방향을 알 수 있다는 의미가 된다.

[0027] 도 2에서 N은 북쪽(north) 방향을 나타내며, 이동체 U에 대한 기준 방향으로 제공되었다고 가정하자. H는 이동체가 가리키고 있는 방향을 나타내므로, 이동체 U가 북쪽과 이루고 있는 각도는 $\Delta\Theta$가 된다. 그렇다면, 이러한 기준 각도를 이용하여 이동체 U는 각각의 비컨들로부터 수신한 신호의 입사각에 대한 절대각을 산출할 수 있다. 즉, B_1으로부터 수신한 신호의 입사각의 절대각은 $\Delta\Theta+\Theta_1$이 될 것이고, B_2으로부터 수신한 신호의 입사각의 절대각은 $\Delta\Theta+\Theta_2$이 될 것이다.

[0028] 도 2에서 제시하고자 하는 실시예들의 기본 아이디어는 다음과 같다. 이동체의 위치를 특정하려고 할 때, 자신이 가리키고 있는 방향이 결정되지 않을 경우, 다수의 비컨들을 활용하여야 하는 것이 불가피하며, 이는 필연적으로 통신 비용의 상승을 야기한다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 자신이 가리키고 있는 절대적인 방향을 제공하고자 전자 나침반(electric compass)을 활용할 것을 제안한다. 전자 나침반은 지자기 센서를 이용하여 지구의 자북을 측정하고, 그 결과를 전자적 수치로서 제공하는 장치로서, 매우 정밀한 분해능을 가지고 있다. 따라서, 이러한 전자 나침반을 이용하면 이동체가 지향하고 있는 정확한 수치를 얻을 수 있으므로 이로부터 각각의 비컨들로부터 수신한 신호에 대한 절대각을 얻을 수 있다.

[0029] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치를 추정하는 방법을 도시한 흐름도로서, 다음과 같은 단계들을 포함한다.

[0030] 310 단계에서 이동체는 전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정한다. 이 때, 기준 방향은 자북 방향이 될 것이나, 필요에 따라 자북 방향이 아닌 다른 방향을 기준으로 할 수도 있을 것이나, 상황에 따라 변하지 않는 기준이 될 수 있는 방향이어야 할 것이다. 이러한 단계는 전자 나침반의 지자기 센서를 이용해 측정된다.

[0031] 320 단계에서는 310 단계를 통해 측정된 기준 방향과 상기 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출한다. 전자 나침반에 구비된 지자기 센서가 지구의 자북 방향을 측정하였다면, 현재 이동체가 지향하고 있는 방향과의 차이로부터 기준각을 산출할 수 있다. 이러한 기준각은 전자 나침반의 성능에 따라 달라질 수 있으며, 보다 정교한 분해능을 갖는 전자 나침반의 경우 소수점 이하의 정밀도를 갖는 기준각을 제공할 수 있으므로, 이동체로부터 원격지에 존재하는 2 이상의 인접 비컨들로부터 수신된 신호들의 미세한 각도 차이를 보다 정확하게 측정할 수 있을 것이다.

[0032] 330 단계에서 이동체는 안테나를 이용하여 적어도 하나 이상의 비컨으로부터 신호를 수신한다. 이 때, 수신되는 신호는 단지 비컨으로부터 수신되는 신호로서, 직접 입사각을 산출하기 위한 신호일 수도 있으나, 이동체로부터 비컨에 전달된 신호의 입사각에 대한 정보를 포함하는 신호일 수도 있다. 또한, 수신되는 신호는 전파나 초음파 등 다양한 전달 매체가 활용될 수 있다.

[0033] 한편, 신호를 수신하기 위해 사용되는 안테나는 복수 개의 안테나로 구성된 안테나 어레이(array)인 것이 바람직하다. 이러한 안테나 어레이는 스마트 안테나(smart antenna)라고도 불리며, 다수의 안테나로 구성되어 안테나 빔 패턴을 형성한다. 이렇게 구성된 안테나 어레이는 사용자가 원하는 신호에 대해서는 보강간섭이 일어나도록 하거나, 원하지 않는 신호에 대해서는 간섭신호로 작용하여 상쇄간섭이 일어나도록 함으로써 빔 성형(beamforming)한다. 또한, 안테나 어레이는 신호원으로부터 수신되는 신호로부터 신호의 위치나 방향 세기 등 다양한 정보를 추출할 수 있다.

[0034] 앞서 설명한 바와 같이 안테나 어레이가 각 방향별로 배치된 경우, 수신된 신호는 배치된 안테나의 방향, 셀 사이트와 신호원이 겹치는 곳을 위치로 파악할 수 있다. 즉, 수신되는 신호의 입사각은 안테나 어레이의 개별 요소(element)에 의해 측정되어 들어오는 웨이브 필드(wave field)의 신호원(source)의 방향을 나타낸다. 따라서, 이러한 안테나 어레이를 통해 수신되는 소스 필드의 방향에서 특정한 안테나 패턴과 백터적으로 합성되어 모든 안테나 요소의 출력을 가지고 신호원(본 실시예들에서는 비컨을 의미한다.)의 위치를 파악할 수

있다.

[0035] 안테나 어레이에 관한 보다 실천적인 구현예는 본 발명의 실시예들이 전달하고자 하는 본질적인 아이디어를 벗어나는 것이므로, 여기서는 그 구체적인 설명을 생략한다.

[0036] 340 단계에서는 320 단계를 통해 산출된 기준각과 330 단계를 통해 수신된 신호의 입사각으로부터 상기 기준 방향과 상기 비컨이 이루는 절대각을 산출한다. 보다 구체적으로, 절대각은 산출된 기준각과 상기 수신된 신호의 입사각을 합산하고, 합산한 값을 2π로 모듈러(modulo) 연산함으로써 얻을 수 있다. 이 때, 모듈러 연산을 사용하는 이유는 기준각이나 입사각이 광각인 경우에 양자의 산술적인 합이 2π를 초과할 수 있기 때문에, 이를 2π 내의 값으로 정리하기 위함이다. 이상과 같은 연산을 통해 앞서 도 2를 통해 설명한 비컨의 절대각을 얻을 수 있다.

[0037] 350 단계에서는 340 단계를 통해 산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 산출한다. 이러한 이동체의 위치를 산출하는 방법은 매우 다양한 측량 기법을 활용하여 이루어질 수 있는데, 그 대표적인 것이 삼각측량(triangulation)이다.

[0038] 삼각측량은 서로 멀리 떨어진 각각의 지점에서 각도를 관측하여 각각의 위치 관계를 수치적으로 정하는 하나의 측량 방법이다. 각 지점을 꼭지점으로 하는 1개 또는 여러 개의 삼각점을 정하고, 이것들의 각 꼭지점을 관측하여 삼각법에 의해 각 각과 각 변의 관계를 구하는 것에서 이런 이름이 붙었으며, 각 꼭지점을 특히 삼각점이라 한다. 모든 삼각형의 각 꼭지점을 측정하면 각 변의 길이의 비는 얻어지지만, 이것들의 실제길이는 적어도 1개의 임의의 변의 길이(1개의 인접 삼각점 사이의 거리를 의미한다.)가 정해져야 확정된다. 그러므로 삼각측량은 실제로는 단독으로 실시되고, 미리 적어도 1개의 기지변, 즉 기선이 정해져 있어야만 되지만, 어떤 때는 그 길이를 측정하는 기선측량이 실시되어야만 되는 경우도 있다.

[0039] 이상에서 산출된 절대각과 삼각측량을 이용하여 이동체의 위치를 산출하는 실천적인 방법은 본 실시예의 본질을 벗어나는 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 파악할 수 있는 것이므로 여기서는 그 구체적인 설명을 생략한다.

[0040] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치 추정 장치(400)를 도시한 블록도로서, 도 3에서 소개한 위치 추정 방법에 대응하여 해당 방법을 하드웨어로서 구현한 예이다.

[0041] 전자 나침반(20)은 이동체의 기준 방향을 측정하고, 측정된 기준 방향과 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출한다. 앞서 설명한 바와 같이 전자 자침반(20)은 자신이 구비하고 있는 지자기 센서를 이용하여 지구의 자북을 측정한 후, 이동체가 지향하고 있는 방향과 이루는 기준각을 산출한다. 산출된 기준각은 전자적 형태의 데이터로서 제어부(40)를 통해 연산부(30)에 전달된다.

[0042] 안테나(10)는 적어도 하나 이상의 비컨으로부터 신호를 수신한다. 안테나(10)를 통해 수신된 신호는 제어부(40)를 통해 연산부(30)에 전달된다.

[0043] 앞서 도 3을 통해 설명한 바와 같이, 안테나는 복수 개의 안테나로 구성된 안테나 어레이로서 구현되는 것이 바람직하다. 통상적으로 안테나 어레이는 이동 통신망의 기지국에서 사용자에게 지향성 신호를 송출하기 위해 사용되나, 이동 가능한 차량에서도 소형화된 모듈로서 활용될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는 비컨 및 이동체 모두에서 활용 가능하다.

[0044] 연산부(30)는 전자 나침반(20)을 통해 산출된 기준각과 안테나(10)를 통해 수신된 신호의 입사각으로부터 기준 방향과 비컨이 이루는 절대각을 산출하며, 산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 산출한다. 즉, 연산부(30)는 산출된 기준각과 수신된 신호의 입사각을 합산하고, 합산한 값을 2π로 모듈러 연산함으로써 절대각을 산출한다. 한편, 연산부(30)가 삼각측량을 이용하여 이동체의 위치를 산출할 수 있음은 당연하다.

[0045] 이러한 연산부(30)는 이상의 일련의 연산을 처리할 수 있는 프로세서(processor) 및 이러한 연산에 따른 데이터를 기록하는데 필요한 기억공간(memory)을 활용하여 구현될 수 있다. 이러한 프로세서 및 기억공간은 본 발명이 속하는 기술분야의 활용 환경이나 동작 환경을 고려하여 통상의 지식을 가진 기술자에 의해 적절하게 선택될 수 있을 것이다.

[0046] 나아가, 이러한 처리 과정에는 이상에서 예시된 하드웨어들을 제어하기 위해 제어부(40)가 별도로 활용될 수 있다. 구현의 관점에서 이러한 제어부(40)는 안테나(10), 전자 나침반(20) 및 연산부(30)와 전기적으로 연결되어 각각의 입력과 출력값을 제어하는 역할을 수행한다. 이를 위해 제어부(40)는 제어 및 연산에 필요한 프로세서와 소프트웨어 코드(code)를 통해 구현될 수 있다.

[0047] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 이동체가 전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정하고 이로부터 수신되는 신호의 절대각을 산출함으로써 수신되는 신호의 입사각만으로 자신의 위치를 추정할 수 있고, 이를 통해 상대적으로 적은 수의 비컨만을 이용하므로 경제성을 향상시킬 수 있다.

[0048] 한편, 이상에서 소개한 실시예들은 신호의 도착 시간(time of arrival, TOA), 신호의 도착 시간 차이(time difference of arrival, TDOA) 또는 수신된 신호의 강도(received signal strength indicator, RSSI) 중 적어도 하나의 거리 측정 방법을 이용하여 상기 이동체와 상기 비컨과의 거리를 산출하는 과정을 통해 이동체의 위치를 추정할 수 있다. 즉, 이상의 거리 측정 방법을 이용하여 이동체와 비컨과의 거리가 획득되면, 이미 전자 나침반 및 안테나를 통해 측정된 절대각을 이용함으로써 이동체의 위치를 보다 용이하게 추정할 수 있는 것이다. 이하에서는 이동체와 비컨간의 거리를 산출하는 2가지 방법을 예시하도록 하겠다.

[0049] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동체가 위치를 추정함에 있어서 비컨과의 거리를 산출하는 방법들을 설명하기 위한 도면으로서, 각각은 신호의 도착 시간 및 신호의 도착 시간 차이를 이용하여 거리를 산출하는 방법을 예시하고 있다. 도 5a 및 도 5b에서 노드 T는 송신기(transmitter)를 나타내고, 노드 R은 수신기(receiver)를 나타내며, 세로축은 시간을 나타낸다. 이하에서 순서대로 설명한다.

[0050] 도 5a에서는 신호가 도달하는 시간을 측정하여 두 무선 노드간의 거리를 추정하는 방법을 소개한다. 두 노드간의 거리는 하나의 송신 노드에서 수신 노드로 신호가 전파된 시간에 정비례한다. 만약 송신 노드에서 신호가 시간 t_1에 전송되었고, 수신 노드에는 시간 t_2에 도착했다면, 송신 노드에서 수신 노드까지 신호를 전송하는데 걸린 시간 t_2-t_1에 빛의 속도 s_r(일반 무선 신호는 빛의 속도로 전파되기 때문이다.)을 승산함으로써 송신 노드와 수신 노드 간의 거리 d를 다음의 수학식 1과 같이 산출할 수 있다.

수학식 1

[0051] $$d = s_r(t_2 - t_1)$$

[0052] 도 5a에서는 송신 노드로부터 신호가 전송된 시간과 수신 노드가 신호를 수신한 시간의 차이를 이용하기 때문에 송/수신 노드들의 클럭이 동기화되어야만 한다.

[0053] 도 5b에서는 적어도 2개의 신호가 도착하는 각각의 시간 차이를 이용하여 두 무선 노드간의 거리를 추정하는 방법을 소개한다. 이러한 시간 차이를 이용하는 방법은 2 가지 경우로 구분될 수 있는데, 첫째는 하나의 노드로부터 전송된 하나의 신호가 3개 또는 그 이상의 노드들에게 도착한 시간 차이를 이용하는 방법이며, 둘째는 하나의 노드로부터 전송된 다수의 신호가 다른 하나의 노드에 도착한 시간의 차이를 이용하는 방법이다.

[0054] 첫 번째 경우는 셀룰러(cellular) 네트워크 등에서 타겟 노드가 주기적으로 신호를 전송하고 절대 위치가 알려진 앵커 노드들 중에서 가장 먼저 신호가 수신된 앵커 노드를 중심으로 각 앵커 노드마다 수신된 신호의 시간 차이를 가지고 타겟 노드와의 거리를 산출하는 방법이다. 따라서, 송신 노드와 수신 노드들 간의 클럭 동기화는 필요하지 않으며 수신 앵커 노드들 간의 동기화만 필요하다. 가장 먼저 신호를 받은 앵커 노드를 A_1이라 가정하고, 각 앵커 노드가 타겟 노드의 신호를 받은 시간을 t_i라 하면, A_1과 타겟 노드의 신호를 받은 다른 앵커 노드 A_i에 신호가 도달한 시간의 차이는 t_i-t_1이다. 이것을 거리로 환산하면, 타겟 노드와 앵커 노드 A_1 사이의 측정된 거리와 타겟 노드와 앵커 노드 A_i 사이의 측정된 거리의 차이 r_{i1}은 다음의 수학식 2와 같이 정리된다.

수학식 2

[0055] $$r_{i1} = r_i - r_1 = (t_i - t_t)s_r - (t_1 - t_t)s_r = (t_i - t_1)s_r$$

[0056] 이상의 수학식 2와 도 5a로부터 산출할 수 있는 r_i를 이용하면 다수의 노드에서 하나의 송신 노드까지의 거리를 산출할 수 있다.

[0057] 두 번째 경우는 송신 노드가 적어도 2가지 종류의 신호를 동시에 전송할 수 있어야 하며, 이들 신호를 각각 전파 속도가 상이해야만 한다. 도 5b에서는 각각의 신호를 전파 신호(radio signal)와 초음파 펄스(ultrasound pulse)라고 가정하였다. 전파는 약 300,000km/s의 빛의 속도를 가지며, 초음파는 약 340m/s의 상대적으로 느린 속도를 갖는다.

[0058] 도 5b에서 전파와 초음파는 동시에 송신 노드로부터 수신 노드로 전송되었다. 노드들은 두 시호의 도착 시간의 차이를 계산하여 양자 간의 거리 d를 다음의 수학식 3과 같이 산출할 수 있다.

수학식 3

[0059] $$d=(s_r-s_s)\times(t_2-t_1)$$

[0060] 수학식 3에서 s_r은 전파의 전달 속도이고, s_s는 초음파의 전달 속도이며, t_1과 t_2는 각각 전파 및 초음파의 도착 시간을 나타낸다.

[0061] 이상에서 예시한 2 가지 방법 이외에 수신된 신호의 강도를 이용해서도 거리를 측정할 수 있다. 이론적으로 신호의 세기는 거리에 반비례하는데, 이를 반영한 신호 전파 모델을 세우면 신호 세기를 거리로 변환할 수 있다. 송신 노드는 일정한 세기로 신호를 전송하고 이를 수신한 노드에서는 감쇠된 신호의 세기를 이용해서 거리를 측정하는 것이다. 즉, 송신 노드로부터 수신 노드까지의 거리가 멀수록 신호의 세기가 약해진다는 자연 현상을 이용하는 것이다. 보다 실천적인 구현 방법은 본 발명의 본질을 넘어서는 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 파악이 가능한 것이므로, 여기서는 그 구체적인 방법을 생략한다.

[0062] 이상과 같은 다양한 거리 측정 방법은 삼변측량(trilateration) 방법과 다양하게 결합되어 이동체의 위치를 추정하는데 활용될 수 있다.

[0063] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체의 위치 추정 방법을 이용하여 2개의 비컨에 대한 입사각을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면으로서, 각각의 비컨 B_1 및 B_2가 안테나 및 전자 나침반을 구비하였으며, 비컨들은 고정되지 않았다고 가정하자. 따라서, 비컨 B_1 및 B_2는 이동체로부터 수신된 신호의 입사각을 측정할 수는 있으나, 자신의 기준 방향을 설정하지 못함으로 인해 수신되는 신호에 대한 절대각은 구할 수 없다.

[0064] 만약 비컨이 전자 나침반을 구비하지 못한 경우, 이동체 U의 위치를 추정하기 위해서는 우선 $U\text{-}B_1\text{-}B_2$의 각도 및 $U\text{-}B_2\text{-}B_1$의 각도를 산출하여야만 한다. 이 경우 $U\text{-}B_1\text{-}B_2$의 각도는 Θ_1로부터 Θ_2의 차이를 구함으로써 얻을 수 있고, 마찬가지로 $U\text{-}B_2\text{-}B_1$의 각도는 Θ_4으로부터 Θ_3의 차이를 구함으로써 얻을 수 있다. 그러나, 이러한 연산은 각각의 비컨 B_1 및 B_2가 상호 통신하는 것을 전제로 하고 있다. 따라서, 이러한 연산을 위해서는 비컨들 간의 통신이 필요하며, 불가피하게 네트워크에 부하가 가해질 수밖에 없다.

[0065] 그러나, 앞서 가정한 바와 같이 각각의 비컨들이 전자 나침반을 구비한 경우, B_1 및 B_2가 상호 통신하지 않고도 절대각을 이용하여 현재 도 6의 위치 관계를 파악할 수 있다.

[0066] 따라서, 상기된 실시예에 따르면, 비컨 스스로가 수신 신호의 입사각으로부터 비컨의 위치를 결정함으로써 비컨들 간의 통신없이 절대각을 산출할 수 있으므로 네트워크의 부하를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라, 보다 빠른 위치 측정이 가능하다.

[0067] 한편, 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0068] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될

수 있다.

[0069] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0070] 400 : 이동체의 위치 추정 장치

10 : 안테나

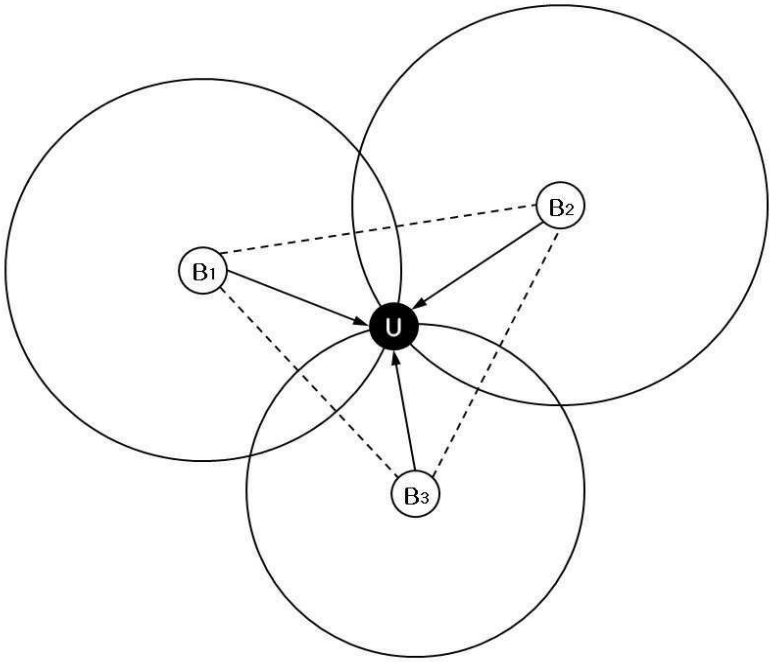
20 : 전자 나침반

30 : 연산부

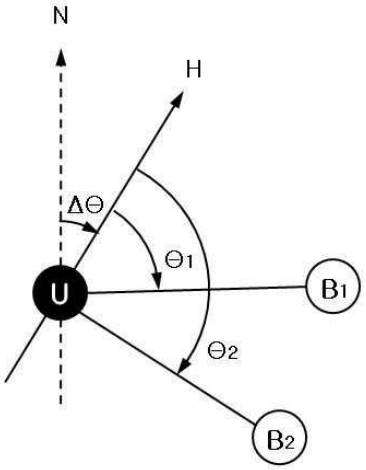
40 : 제어부

도면

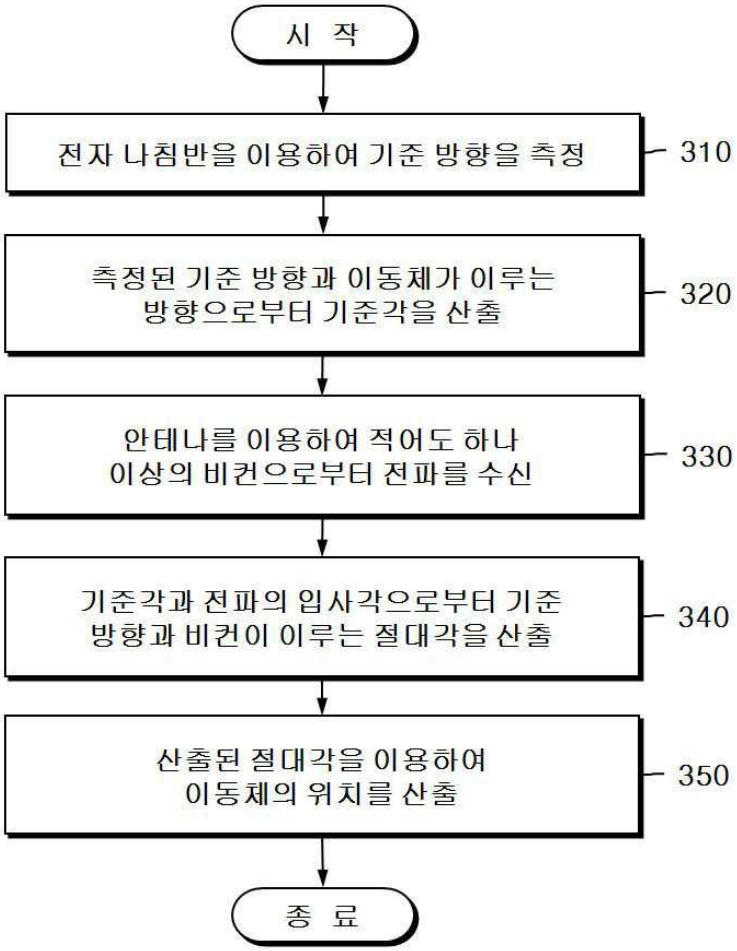
도면1



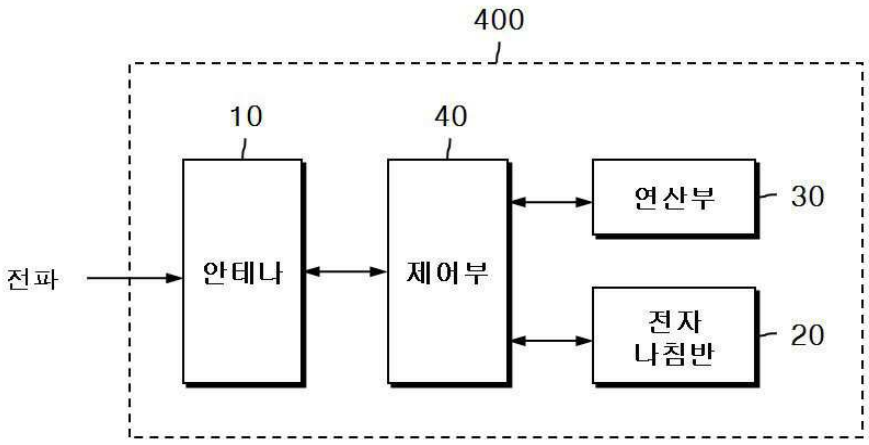
도면2



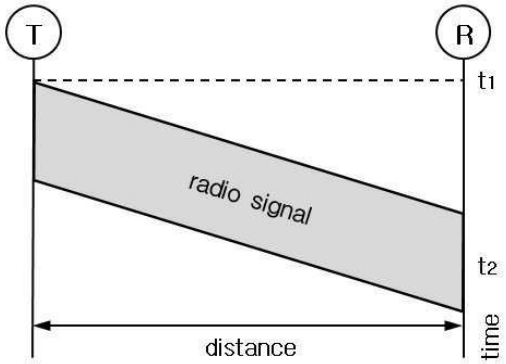
도면3


시 작
전자 나침반을 이용하여 기준 방향을 측정
310
측정된 기준 방향과 이동체가 이루는 방향으로부터 기준각을 산출
320
안테나를 이용하여 적어도 하나 이상의 비컨으로부터 전파를 수신
330
기준각과 전파의 입사각으로부터 기준 방향과 비컨이 이루는 절대각을 산출
340
산출된 절대각을 이용하여 이동체의 위치를 산출
350
종 료

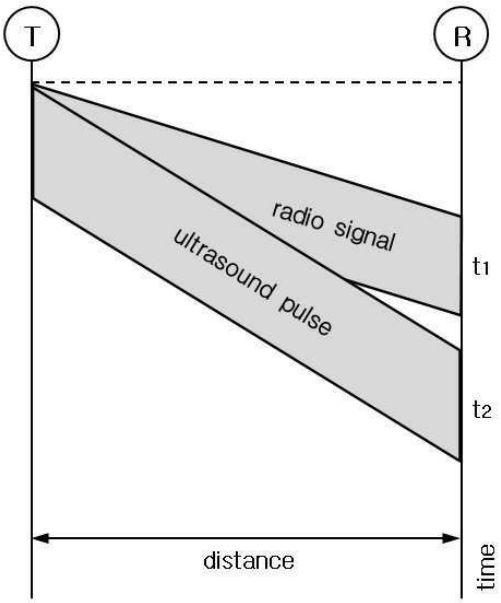
도면4


400
10
40
전파
안테나
제어부
연산부
30
전자 나침반
20

도면5a



도면5b



도면6

