



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년03월08일
(11) 등록번호 10-0945562
(24) 등록일자 2010년02월25일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0090005

(22) 출원일자 2008년09월11일

심사청구일자 2008년09월11일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020080042491 A

KR1020080050650 A

KR100705538 B1

KR1020070061111 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

구인수

울산광역시 울주군 범서읍 구영리 우미1차
306-1703

(74) 대리인

리엔특허법인

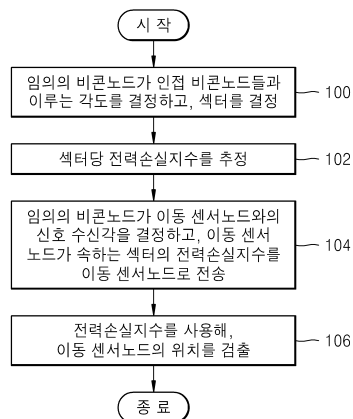
심사관 : 정은선

(54) 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법은 자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정하는 단계; 상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계; 자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계; 및 상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 포함함으로써, GPS 기능을 구비하지 않은 이동 센서 노드의 위치 검출 방식을 개선하여 무선 환경의 파라미터의 교정을 사용하지 않는 수신 신호 세기 기반 위치 검출기법에 비해 이동 센서 노드의 위치 검출의 정확도 향상시킬 수 있도록 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정하는 단계;

상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계;

자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계; 및

상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하는 단계는

상기 임의의 비콘 노드가 주기적으로 상기 인접 비콘 노드들로부터 각 비콘 노드들의 위치 정보를 수신하고, 상기 수신된 위치 정보를 사용해 상기 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 검출하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계는

무선 채널의 신호 감소 모델을 사용하여 상기 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 주기적으로 추정하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계는

상기 이동 센서 노드가 전송 범위 내의 모든 비콘 노드들로 전력손실지수 요청 메시지를 전송하는 단계;

상기 전력손실지수 요청 메시지를 수신한 비콘 노드와 상기 이동 센서 노드 사이의 거리를 측정하는 단계;

상기 측정된 거리에 대한 정보를 인접하는 상기 임의의 비콘 노드로 전송하는 단계;

상기 측정된 거리에 대한 정보를 수신한 상기 임의의 비콘 노드에서 상기 이동 센서 노드와의 신호 수신각을 결정하는 단계;

상기 결정된 신호 수신각에 대응하는 섹터를 결정하고, 상기 결정된 섹터에 대응하는 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이동 센서 노드가 전송 범위 내의 모든 비콘 노드들로 상기 전력손실지수 요청 메시지를 브로드캐스팅하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 비콘 노드와 상기 이동 센서 노드 사이의 거리를 상기 전력손실지수 요청 메시지의 수신 전력을 사용하여 측정하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 측정된 거리에 대한 정보를 상기 임의의 비콘 노드들로 전송할 때, 상기 거리가 측정된 비콘 노드의 식별 기호 및 상기 이동 센서 노드의 식별기호도 함께 전송하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계는

적어도 3개 이상의 비콘 노드들로부터 전송된 상기 전력손실지수 및 상기 수신 전력 세기를 이용하여 상기 전력 손실지수를 전송한 각각의 비콘 노드들과의 거리를 측정하는 단계; 및

삼각측정방식을 사용해, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력손실 지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이동 센서 노드의 위치를 검출할 때, 오차를 최소화하기 위해 최소 자승 추정방식을 사용하는 것을 특징으로 하는 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법.

청구항 11

자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정하는 단계;

상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계;

자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계; 및

상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 무선센서 네트워크에서 수신신호세기를 기반으로 하여 노드의 위치를 검출하는 발명에 관한 것으로, 보다 상세하게는 GPS장치를 이용하여 자신의 위치 정보를 알고 있는 다수의 비콘(beacon) 노드와, 비콘 노드와 달리 자신의 위치 정보를 알지 못하면서 이동성을 가지고 수시로 위치를 변경하는 다수의 이동 센서 노드(unknown node)로 구성된 무선센서네트워크에서 수신각도 기반 전력손실지수를 추정하여, 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 기법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002]

무선센서네트워크에서 중요한 연구 분야들 중의 하나는 임의로 배치된 센서 노드들의 위치 파악에 관한 연구이

다. 이는 이벤트나 이상 현상을 발견한 센서 노드가 센싱 데이터를 발생하여 다중홉을 거쳐 네트워크 관리자에게 전달하였다 하더라도 그 위치를 모르는 상황이라면 적절한 대처를 할 수 없기 때문이다.

[0003] GPS와 같은 추가적인 하드웨어를 사용하지 않고 센서노드의 위치를 구하는 방법으로 사용되는 가장 일반적인 방법들 중의 하나는 수신 RF 신호 세기를 이용하여 센서노드들 간의 거리를 측정하는 수신 신호 세기 기반 위치 검출기법이다. 이 방법은 대부분의 무선기기들이 제공하는 표준기능 즉 수신 RF 신호 세기를 상위 계층에게 알려주는 기능을 기반으로 한다. RF 신호 세기를 이용하여 센서 노드간의 거리를 추정하기 위해서는 무선 채널 환경이 일정하여 거리에 따른 신호 세기의 감쇄가 항상 일정해야 한다는 가정을 가지고 있다. 하지만 실제 RF 신호는 다중 경로 페이딩 환경이나, 주파수 간섭, 안테나 방향성 이득 등을 포함하는 무선 채널 특성에 따라 수신 신호의 세기가 다양하게 측정된다. 만약 무선 채널 환경을 잘 모델링하고, 무선 채널 모델에 사용된 파라미터들을 잘 추정할 수 있다면 RF 신호 세기 기반 위치 검출 기법은 많은 응용에서 매우 유용하게 사용될 수 있다.

[0004] 기존연구에서는 센서 노드들 사이의 거리를 측정하기 위해, 무선 채널 모델에 사용된 파라미터들을 추정하고, 추정된 채널 모델 파라미터와 경로손실을 이용하여 수신 RF 신호 세기 기반의 위치 검출의 정확도를 향상시키는 방법을 제안하였다. 하지만 이 방법은 전지향성(모든 방향에서 채널 환경이 동일함)을 가정하고, 방향에 따라 무선 채널 환경 변화를 고려하지 않았다.

[0005] 하지만 실제 무선 채널 환경의 경우 모든 방향에서 채널 환경이 동일하지 않으므로 모든 방향에 대해 동일한 무선 채널 모델 파라미터를 적용하는 경우 RF 신호 세기 기반의 위치 검출의 정확도를 개선하는 데는 한계가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 무선 센서 네트워크의 센서 필드에서 이동 센서 노드의 위치를 정확하게 검출하기 위해, 각 비콘 노드는 이동 센서 노드의 RF 신호의 수신각을 측정하고 수신각을 기반으로 해당 무선 채널 모델 파라미터 값을 이동 센서 노드에게 전송하여, 이동 센서 노드가 비콘 노드사이의 거리를 수신 신호 세기 기반으로 측정한 다음 3 이상의 비콘 노드 사이의 거리 데이터를 이용하여 위치를 검출하는 방법을 제안하는 것이다.

과제 해결수단

[0007] 상기의 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법은 자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정하는 단계; 상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계; 자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계; 및 상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 포함한다.

효과

[0008] 본 발명은 무선 센서 네트워크에서 이동 센서 노드들의 위치 검출 기법 중 하나인 RF 수신신호 세기 기반 위치 검출 기법의 정확도를 높이기 위한 수신 각도 기반 경로 손실 지수 추정을 활용하는 수신신호세기 기반 위치 검출 방법을 제안하는 바, GPS 기능을 구비하지 않은 이동 센서 노드의 위치 검출 방식을 개선하여 정확도를 높일 수 있다.

[0009] 또한, 무선 환경의 파라미터의 교정을 사용하지 않는 수신 신호 세기 기반 위치 검출기법에 비해 이동 센서 노드의 위치 검출에 대한 정확도를 향상시킨다.

[0010] 또한, 무선 환경의 파라미터의 교정을 사용하나 전지향성(모든 방향에서 채널 환경이 동일함)을 고려하는 수신 신호 세기 기반 위치 검출기법에 비해 이동 센서 노드의 위치 검출의 정확도를 향상시킨다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 본 발명에 의한 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0012] 도 1은 본 발명에 따른 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법을 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.
- [0013] 먼저, 자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 신호 수신각을 결정하고, 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정한다(제100 단계).
- [0014] 임의의 비콘 노드는 주기적으로 인접한 이웃 비콘 노드들과 비콘 메시지를 교환함으로써 비콘 메시지의 수신 신호 세기 정보 및 인접 비콘 노드들의 거리 데이터 정보를 이용하여 이웃 비콘 노드들의 신호 수신 각도를 측정하고 인접한 이웃 비콘 노드들 사이에 형성된 섹터를 계산한다.
- [0015] 도 2는 비콘 노드 A를 중심으로 비콘 노드 사이의 신호 수신각을 이용한 섹터 결정 및 섹터당 전력손실지수를 나타내는 도면이다.
- [0016] 도 2와 같이 (x_A, y_A) 의 위치 정보를 갖는 비콘 노드 A가 인접 비콘 노드 B와 C로부터, 비콘 노드의 위치 정보 (x_B, y_B) 와 (x_C, y_C) 를 갖는 메시지를 수신한다면 비콘 노드 A는 비콘 노드 B 및 C에 대한 신호 수신각을 다음의 수학적 식 1을 이용하여 계산할 수 있다.

수학적 식 1

- [0017] $\angle BA = \tan^{-1}(y_B - y_A / x_B - x_A)$
- [0018] $\angle CA = \tan^{-1}(y_C - y_A / x_C - x_A)$
- [0019] 수신각은 $[0, 2\pi]$ 사이에 존재하며 수신각을 β 로 정의하면 다음 수학적 식 2와 같이 x 와 y 의 함수로 표현된다.

수학적 식 2

$$\beta(x, y) = \begin{cases} \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) \pmod{2\pi}, & x \geq 0 \\ \pi + \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right), & x < 0 \end{cases}$$

- [0020]
- [0021] 여기서 x 는 비콘 노드의 위치 정보의 x 좌표의 차이이며, y 는 비콘 노드의 위치 정보의 y 좌표의 차를 의미하고, mod는 나머지 연산자를 의미한다.
- [0022] 이렇게 결정된 비콘 노드들에 대한 신호 수신각에 따라, 비콘 노드 A를 기준으로 한 섹터 BAC, CAD, DAF, FAG 및 GAB가 결정된다.
- [0023] 제100 단계 후에, 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정한다(제102 단계). 임의의 비콘 노드는 인접한 이웃 비콘 노드들과 형성된 섹터들에 대한 전력손실지수 n 를 추정한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 비콘 노드 A를 중심으로 인접 비콘 노드들과 형성된 섹터에 대한 추정된 전력손실지수 n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 를 보여준다. 이것을 표로 나타내면 아래의 표 1과 같다.

표 1

섹터	추정 전력손실지수
BAC	n_1
CAD	n_2
DAF	n_3

FAG	η_4
GAB	η_5

[0025] 임의의 비콘 노드에서의 섹터 별 전력손실지수를 추정하는 과정은 주기적으로 이웃 비콘 노드들과 비콘 메시지를 주고받음으로써 주기적으로 수행된다.

[0026] 신호 세기를 이용한 거리 측정 방법은 패킷을 수신한 노드가 수신 신호를 일정 시간 혹은 일정량의 패킷을 수신한 후, 통계적 처리 기법을 이용하여 송신 노드까지의 거리를 예측하는 기법이다. 따라서 정확한 거리 측정을 위해서는 무선 채널의 신호 감소 모델을 고려하여야 한다. 일반적으로 무선 채널 환경에서 사용되는 신호 감소 모델은 수학식 3을 사용한다.

수학식 3

$$P_r(d) = P_t \left(\frac{c}{4\pi f} \right)^2 \frac{1}{d^\eta}$$

[0027]

[0028] 여기서, c는 전파의 전파속도이며, f는 사용 전파 주파수, P_t 는 송신전력, $P_r(d)$ 는 송신측으로부터 거리 d만큼 떨어져 있는 곳에서 수신된 신호의 수신 전력이며, η 는 전파 환경에 따라 주어지는 전력손실지수를 의미한다.

[0029] 만약 dB로 신호 감소 모델을 표현하면 전력의 손실 및 거리 사이의 관계가 다음의 수학식 4와 같이 선형적으로 표현된다.

수학식 4

$$P_{PL}[dB] = \eta \cdot 10 \log(d)$$

[0031] 여기서, 전력 손실 $P_{PL}[dB]$ 는 $P_t(dB) - P_r(dB) - 20 \log(4\pi f/c)$ 이고, 그 값은 $10 \log(d)$ 에 비례한다. 수학식 4를 통해, 송신 및 수신 노드 사이의 거리와 전력 경로 손실 값을 알면 두 노드 사이의 전파 환경에 맞는 전력손실지수 η 를 추정할 수 있다. 추정된 전파손실지수를 η' 로 표기한다.

[0032] 도 3은 전력손실지수를 추정하기 위한 일 예를 나타내는 그래프이다. 전력 손실 $P_{PL}[dB]$ 를 y로 표현하고, $10 \log(d)$ 를 x로 표현하면, 수학식 4는 $y = \eta \cdot x$ 로 표현되며, 도 3과 같이 직각좌표계에서 거리는 x축이 되고 전력 손실량은 y축이 되고, η 는 라인의 기울기에 대응하게 된다. 제안된 기법은 세 개의 비콘 노드에 의해 형성된 섹터에서 거리 및 손실 전력사이의 관계를 가장 근접하게 기술할 수 있는 라인 기울기를 추정하고 추정된 값을 이용하여 특정 비콘 노드와 이동센서노드 사이의 거리 데이터를 추정하는 것이다.

[0033] 전력손실지수 η 를 추정하는 방법을 설명하기 위해, 비콘 노드 A를 중심으로 인접 비콘 노드 B와 C 사이에 형성된 섹터를 고려하자. 이때 비콘 노드 A는 인접 비콘 노드 B와 C로부터 위치 정보에 해당하는 두 데이터 (x_1, y_1)와 (x_2, y_2)를 수신하였다고 가정한다. 여기서 x_1 은 비콘 노드 A와 비콘 노드 B 사이의 거리이고, y_1 은 이에 대응하는 전력 손실이다. 또한 x_2 은 비콘 노드 A와 비콘 노드 C 사이의 거리이고, y_2 은 이에 대응하는 전력 손실이다. 본 발명에서는 추정된 η' 값에 의한 전력 손실에 해당하는 $\eta' \cdot x_1$ 와 $\eta' \cdot x_2$ 가 측정된 전력손실 값에 해당하는 y_1 과 y_2 각각의 차의 제곱 합이 최소가 될 조건을 사용한다. 그 조건은 다음과 같은 수식 5로 표현된다.

수학식 5

$$\omega = (y_1 - \eta' x_1)^2 + (y_2 - \eta' x_2)^2$$

[0034]

[0035] ω 를 최소화시키는 η 는 ω 를 η 로 미분하고, 그 미분치가 0이 될 조건을 만족하는 값이며 다음과 같은 수학식 6으로 주어진다.

수학식 6

[0036]
$$n' = (x_1 y_1 + x_2 y_2) / (x_1^2 + x_2^2)$$

[0037] 기술한 수학식 6을 통해, 각 해당 섹터 당 전력 손실지수를 추정할 수 있다.

[0038] 제102 단계 후에, 자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 임의의 비콘 노드가 이동 센서 노드와 이루는 신호 수신각을 결정하고, 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 이동 센서 노드로 전송한다(제104 단계). 이동 센서 노드가 자신의 위치를 파악하고자 할 때, 자신이 위치한 곳에서의 추정된 전력손실지수를 얻기 위해 자신의 ID 정보를 포함하는 메시지를 전송 범위 내에 있는 모든 비콘 노드들에게 전송한다. 전송 범위 내에 있는 비콘 노드들은 이동 센서 노드로부터 메시지를 수신하고 수신 전력을 기반으로 하여, 비콘 노드와 이동 센서 노드 사이의 거리를 측정한다. 이후 비콘 노드는 이동 센서 노드와의 거리, 자신의 ID 및 이동 센서 노드 ID를 포함하는 메시지를 인접 비콘 노드들에게 다시 전송한다. 이웃 비콘 노드들로부터 거리 정보를 포함하는 두 개 이상의 메시지를 수신하면, 이를 수신한 비콘 노드는 이동 센서 노드의 신호 수신 방향을 계산하고, 그 섹터에 대응하는 추정 전력손실지수를 이동 센서 노드에게 전달한다.

[0039] 도 4는 도 1의 제104 단계를 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.

[0040] 먼저, 이동 센서 노드가 전송 범위 내의 모든 비콘 노드들로 전력손실지수 요청 메시지를 전송한다(제200 단계). 이동 센서 노드가 자신의 위치를 파악하고자 할 때, 자신이 위치한 곳에서의 추정된 전력손실지수를 얻기 위해 자신의 ID 정보를 포함하는 메시지를 전송 범위 내에 있는 모든 비콘 노드들에게 전송한다. 이때, 이동 센서 노드는 전송 범위 내의 모든 비콘 노드들로 전력손실지수 요청 메시지를 브로드캐스팅한다.

[0041] 제200 단계 후에, 임의의 비콘 노드들이 이동 센서 노드로부터 전력손실지수 요청 메시지를 수신하면, 이를 수신한 비콘 노드들은 각각 자신의 노드와 이동 센서 노드 사이의 거리를 측정한다(제202 단계). 이때, 임의의 비콘 노드와 이동 센서 노드 사이의 거리를 전력손실지수 요청 메시지의 수신 전력을 사용하여 측정하고, 거리 측정을 위한 전력 손실 지수는 인접한 비콘 노드로부터 수신된 모든 신호에 의해 결정된 평균 손실 지수를 사용한다.

[0042] 제202 단계 후에, 상기 측정된 거리에 대한 정보를 인접 비콘 노드들로 전송한다(제204 단계). 측정된 거리에 대한 정보를 인접 비콘 노드들로 전송할 때, 거리가 측정된 비콘 노드의 식별기호 및 이동 센서 노드의 식별기호도 함께 전송한다. 이러한 식별정보를 전송함으로써, 측정된 거리에 대한 정보가 어느 비콘 노드 또는 이동 센서 노드와의 거리인지를 확인할 수 있도록 하는 정보로서 활용된다.

[0043] 제204 단계 후에, 측정된 거리에 대한 정보를 수신한 인접 비콘 노드에서 이동 센서 노드와의 신호 수신각을 결정한다(제206 단계).

[0044] 도 5는 비콘 노드 A에서의 이동센서노드와의 수신각을 계산하고, 이를 이용하여 이동 센서 노드가 위치하는 섹터의 추정 전력손실지수를 검출하는 것을 설명하기 위한 참조도이다. 도 5는 비콘 노드 A가 이동센서노드로부터 메시지 및 이웃 비콘 노드 B와 C로부터의 메시지를 이용하여 이동센서노드와의 각도를 계산하고, 이를 이용하여 이동 센서 노드가 비콘 노드 A 관점에서 섹터 BAC에 위치함을 결정하고, 섹터 BAC에 대응하는 추정 전력손실지수를 이동 센서 노드에게 전달하는 과정을 보여 준다.

[0045] 거리에 대한 정보를 수신한 비콘 노드는 이동 센서 노드의 신호 수신 방향을 다음 수학식 7을 통해 계산한다.

수학식 7

[0046]
$$\angle UA = (\angle BA \pm \alpha) \pmod{2\pi}$$

[0047]
$$\alpha = \cos^{-1}([d_1^2 + L^2 - d_2^2] / 2Ld_1)$$

[0048] 도 5에 도시된 바와 같이, 비콘 노드는 이동 센서 노드의 신호 수신각에 해당하는 α 를 수학식 7을 사용해 구할 수 있다.

[0049] 제206 단계 후에, 결정된 신호 수신각에 대응하는 섹터를 결정하고, 결정된 섹터에 대응하는 전력손실지수를 이동 센서 노드로 전송한다(제208 단계). 신호 수신각을 결정함으로써, 이동 센서 노드가 어느 섹터에 존재하는지 확인할 수 있다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 신호 수신각 α 를 계산함으로써, 이동 센서 노드가 섹터

BAC에 속한다는 것을 알 수 있다. 이렇게 결정된 섹터에 대응하는 추정 전력손실지수 n_1 를 이동 센서 노드로 전송한다.

[0050] 제104 단계 후에, 전송된 전력손실지수를 이용하여, 이동 센서 노드의 위치를 검출한다(제106 단계).

[0051] 이동 센서 노드는 전송된 추정 전력손실지수 및 수신신호 세기를 기반으로 전력손실지수를 전송한 비콘 노드와의 거리를 측정한다. 이동 센서 노드가 3개 이상의 비콘 노드들로부터 추정 전력손실지수를 포함하는 메시지를 받는다면, 그것으로부터 각 비콘 노드의 거리를 계산하고 계산된 거리 데이터 및 삼각측정방법을 기반으로 이동 센서 노드의 위치를 검출할 수 있다.

[0052] 도 6은 도 1의 제106 단계를 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.

[0053] 적어도 3개 이상의 비콘 노드들로부터 전송된 전력손실지수 및 수신 전력 세기를 이용하여 전력손실지수를 전송한 각각의 비콘 노드들과의 거리를 측정한다(제300 단계). 이동 센서 노드는 인접 비콘 노드들이 전송한 추정 전력손실지수 및 손실 전력량을 이용하여 비콘 노드와 자신의 노드 사이의 거리를 다음 수학식 8을 이용하여 계산한다.

수학식 8

$$d = 10^{(P_{PL}[dB]/10\eta)}$$

[0054]

[0055] 수학식 8은 전송한 수학식 4를 통해 유도된다.

[0056] 제300 단계 후에, 삼각측정방법을 사용해, 이동 센서 노드의 위치를 검출한다(제302 단계). 이동 센서 노드가 3개 이상의 비콘 노드들로부터 추정 전력손실지수를 포함하는 메시지를 받아서, 각 비콘 노드의 거리를 계산하고 난 후에, 다음과 같은 삼각측정방법을 기반으로 이동 센서 노드의 위치를 검출할 수 있다. 삼각측정법은 2차원 평면상에서 이동센서노드의 위치를 측정하기 위해 최소 3개 이상의 비콘 노드로부터 이동센서노드까지의 노드간 거리 정보가 필요하다. 이동센서노드의 절대위치를 (x, y)라 하고, 비콘 노드의 수를 P라고 하면, 이동센서노드와 각 비콘 노드상의 거리는 다음의 수학식 9에 의해 구해진다.

수학식 9

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

[0057]

[0058] 여기서, $i=1, 2, \dots, P$ 에 해당한다.

[0059] 수학식 9를 제공하면 수학식 10을 얻을 수 있다.

수학식 10

$$d_i^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2$$

[0060]

[0061] 수학식 9에 $i=1$ 을 대입하여 제공한 것을 수학식 10과의 차를 구하면 수학식 11을 얻는다.

수학식 11

$$2x(x_1 - x_i) + 2y(y_1 - y_i) = x_1^2 + y_1^2 - x_i^2 - y_i^2 - d_1^2 + d_i^2$$

[0062]

[0063] 수학식 11을 행렬 형태로 표현하면 수학식 12와 같다.

수학식 12

$$A\Theta = B$$

[0064]

$$A = \begin{bmatrix} (x_1 - x_2) & (y_1 - y_2) \\ (x_1 - x_3) & (y_1 - y_3) \\ \dots & \dots \\ (x_1 - x_N) & (y_1 - y_N) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} x_1^2 + y_1^2 - x_2^2 - y_2^2 - d_1^2 + d_2^2 \\ x_1^2 + y_1^2 - x_3^2 - y_3^2 - d_1^2 + d_3^2 \\ \dots \\ x_1^2 + y_1^2 - x_N^2 - y_N^2 - d_1^2 + d_N^2 \end{bmatrix}$$

[0065]

[0066] θ 를 x, y 로 표현하면 수학식 13과 같다.

수학식 13

$$\theta = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

[0067]

[0068] 측정된 비콘 노드와 이동센서노드 사이의 거리 데이터 오차가 존재하는 환경에서, 이동센서노드의 절대적 위치를 추정하기 위해, 본 발명에서는 오차를 최소화하기 위해 최소 자승 추정방식을 사용한다. 이 방법은 측정을 통한 벡터 B 와 추정된 값 $A\theta$ 사이의 차를 Δ 로 정의할 때, 다음의 수학식 14와 같은 목적함수 D 를 최소화하도록 θ 를 결정한다.

수학식 14

$$D = \Delta^T \Delta = (B - A\theta)^T (B - A\theta)$$

[0069]

[0070] 목적함수 D 를 최소화시키는 최적의 해에 해당하는 이동 센서 노드의 위치는 다음 수학식 15로 구해진다.

수학식 15

$$\theta' = (A^T A)^{-1} A^T B$$

[0071]

[0072] 여기서, θ' 는 목적함수 D 를 최소화시키는 θ 의 최적값을 의미한다. 이렇게 θ 의 최적값에 해당하는 θ' 를 수학식 15를 통해 구함으로써, 이동센서노드의 위치를 검출할 수 있다.

[0073]

한편, 상술한 본 발명의 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법 발명은 컴퓨터에서 읽을 수 있는 코드/명령들(instructions)/프로그램으로 구현될 수 있다. 즉, 자신의 위치정보를 알고 있는 임의의 비콘 노드가 인접 비콘 노드들과 이루는 각도를 결정하고, 상기 결정된 각도를 기반으로 섹터를 결정하는 단계; 상기 임의의 비콘 노드가 섹터 당 전력손실지수를 추정하는 단계; 자신의 위치정보를 알지 못하는 이동 센서 노드로부터 전송된 신호를 사용해, 상기 임의의 비콘 노드가 상기 이동 센서 노드의 신호 도달각을 결정하고, 상기 이동 센서 노드가 속하는 섹터의 전력손실지수를 상기 이동 센서 노드로 전송하는 단계; 및 상기 전송된 전력손실지수를 이용하여, 상기 이동 센서 노드의 위치를 검출하는 단계를 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 본원발명의 또 다른 대상이 된다.

[0074]

예를 들면, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 코드/명령들/프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크, 마그네틱 테이프 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다. 또한, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드를 내장하는 매체(들)로서 구현되어, 네트워크를 통해 연결된 다수개의 컴퓨터 시스템들이 분배되어 처리 동작하도록 할 수 있다. 본 발명을 실현하는 기능적인 프로그램들, 코드들 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 쉽게 추론될 수 있다.

[0075]

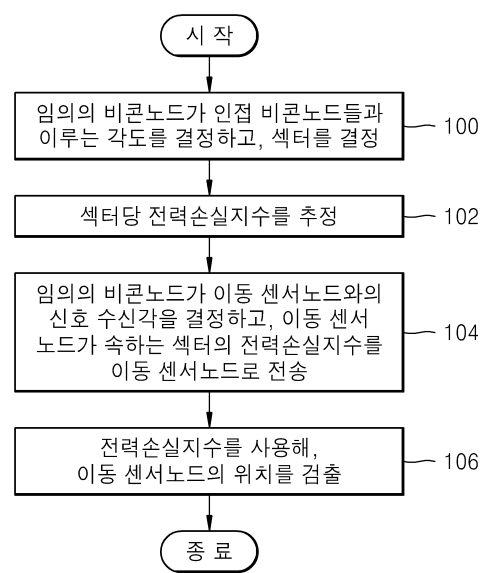
이러한 본원 발명인 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법은 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

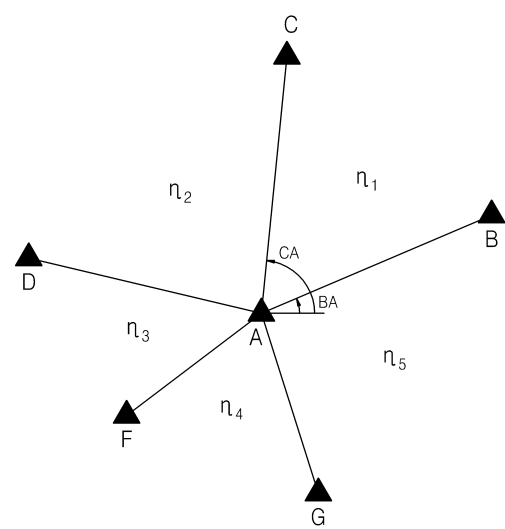
- [0076] 도 1은 본 발명에 따른 전력손실지수를 사용하여 노드의 위치를 검출하는 방법을 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.
- [0077] 도 2는 비콘 노드 A를 중심으로 비콘 노드 사이의 신호 수신각을 이용한 섹터 결정 및 섹터당 전력손실지수를 나타내는 도면이다.
- [0078] 도 3은 전력손실지수를 추정하기 위한 일 예를 나타내는 그래프이다.
- [0079] 도 4는 도 1의 제104 단계를 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.
- [0080] 도 5는 비콘 노드 A에서의 이동센서노드와의 수신각을 계산하고, 이를 이용하여 이동 센서 노드가 위치하는 섹터의 추정 전력손실지수를 검출하는 것을 설명하기 위한 참조도이다.
- [0081] 도 6은 도 1의 제106 단계를 설명하기 위한 일 실시예의 플로차트이다.

도면

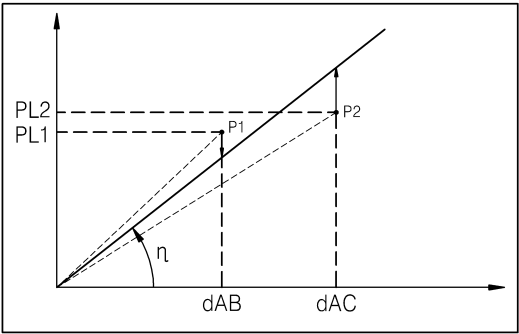
도면1



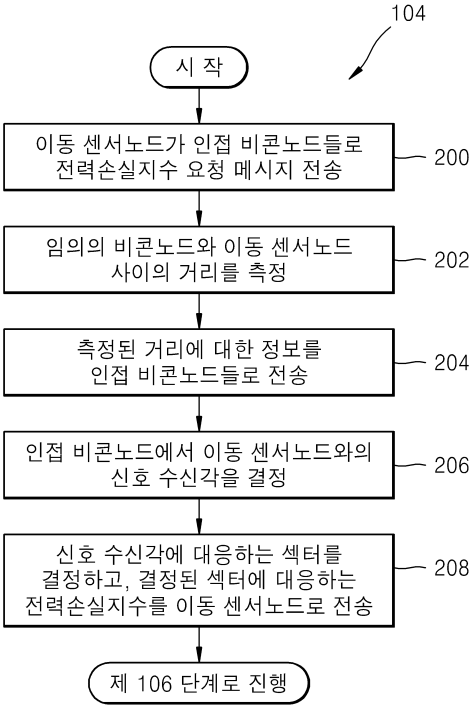
도면2



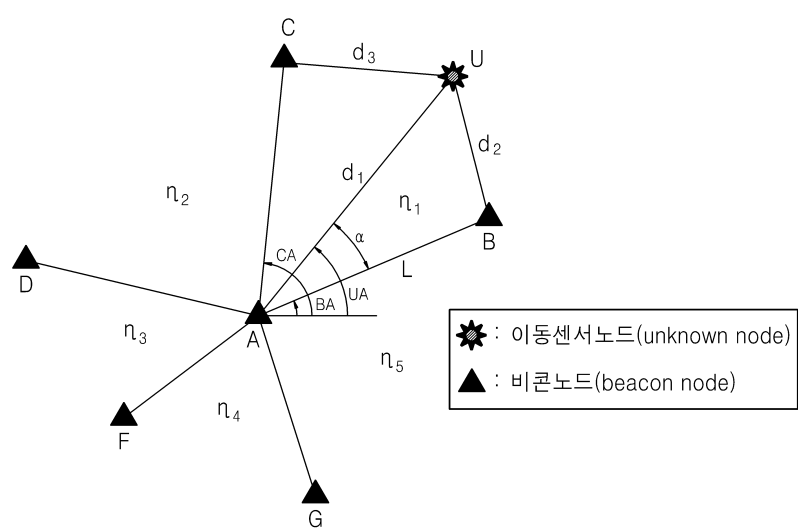
도면3



도면4



도면5



도면6

