



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04L 12/28 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년04월09일 10-0705538 2007년04월03일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0108086 2005년11월11일 2005년11월11일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 울산대학교 산학협력단
 울산 남구 무거동 산29

(72) 발명자 한기준
 대구 수성구 범물동 서한 화성타운 103-501

 하남구
 대구 북구 산격3동 1400-12호

 김민수
 경북 영천시 금호읍 교대리 410 3 우방아파트 101-1008

 이병직
 경북 경주시 용강동 청구타운 102동 807호

 류정필
 대구 북구 대현1동 193-8번지 302호

 정일규
 대구 서구 원대1가 383번지

 이흥희
 울산 중구 다운동 590번지 다운현대아파트 101-403

(74) 대리인 윤의섭
 김수진

(56) 선행기술조사문헌	
KR1020040097368 A	KR1020050028805 A
KR1020050046701 A	KR1020050072519 A
KR1020060006583 A	
* 심사관에 의하여 인용된 문헌	

심사관 : 변형철

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수결정방법과 이를 이용한 노드 위치인식이 가능한 무선센서네트워크 시스템 및 이를 이용한 무선센서 네트워크의노드위치 인식방법

(57) 요약

본 발명은 무선센서 네트워크의 지피에스(GPS, Global Positioning System) 탑재 노드수를 결정하는 방법으로서, (a) 전체 네트워크 센싱필드의 크기(A), 노드의 센싱반경(r) 및 설치되는 노드의 총수(N)를 이용하여, 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 단계 및 (b) 상기 평균 이웃 노드수(D)를 이용하여 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하게 되는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법이다.

본 발명에 따르면, 최소한의 노드에만 지피에스를 탑재하고 나머지 노드들은 지피에스를 탑재하지 않고 지피에스 탑재 노드들과의 통신을 통해 위치를 인지함으로써 네트워크에 뿌려지는 노드들의 가격을 낮출 수 있고 센서 노드의 크기를 작게 할 수 있으며, 통신에 드는 비용을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

무선센서 네트워크의 지피에스(GPS, Global Positioning System) 탑재 노드수를 결정하는 방법으로서,

(a) 전체 네트워크 센싱필드의 크기(A), 노드의 센싱반경(r) 및 설치되는 노드의 총수(N)를 이용하여, 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 단계; 및

(b) 상기 평균 이웃 노드수(D)를 이용하여 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하게 되는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 (a)단계는,

$$\begin{aligned}\bar{D} &= \sum_{k=1}^{N-1} k \cdot f(k) \\ &= (N-1)p \\ &= (N-1) \frac{\pi r^2}{A}\end{aligned}$$

식을 이용하여 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 (b)단계는,

$$3 = (N_{Ge} - 1) \frac{r^2}{A}$$

$$\therefore N_{Ge} = \frac{3A}{r^2} + 1$$

식을 이용하여 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법.

청구항 4.

노드의 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템으로서,

자신의 지리적 위치를 측정하고, 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 복수의 지피에스 탑재 노드; 및

상기 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하고, 3개 이상의 위치정보를 수신한 경우, 상기 3개 이상의 위치정보를 이용하여 자신의 지리적 위치를 산출하여 저장한 후, 자신의 위치정보를 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 플러딩하는 센서 노드를 포함하되, 상기 지피에스 탑재 노드의 수는 제3항에 따른 방법에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 노드 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템.

청구항 5.

제3항에 따른 방법에 의해 산출되는 수의 지피에스 탑재 노드를 포함하는 무선센서 네트워크의 노드위치 인식방법으로서,

(1) 위치정보를 가진 노드가 자신의 센싱반경 내의 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 단계;

(2) 상기 센싱반경 내의 노드가 상기 위치정보를 수신하는 단계;

(3) 상기 센싱반경 내의 노드가 자신의 위치 인식 여부를 판단하여, 자기위치를 인식하고 있는 경우 (6)단계를 수행하며, 자기위치를 인식하지 못한 경우(4) 단계를 수행하는 단계;

(4) 상기 (2)단계에서 수신한 상기 위치정보의 수가 3 이상인지 판단하는 단계;

(5) 상기 (4)단계에서 판단한 결과 위치정보의 수가 3 이상인 경우, 상기 위치정보를 이용하여 자신의 위치를 산출하여 저장하는 단계; 및

(6) 네트워크 내의 모든 노드의 위치인식 여부를 판단하고, 모든 노드의 위치인식이 완료되지 않은 경우 상기 (1)단계로 돌아가는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크 시스템의 노드위치 인식방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 (5)단계는,

$$x = \frac{(y_2 - y_3)(d_1^2 - x_1^2 - y_1^2) + (y_3 - y_1)(d_2^2 - x_2^2 - y_2^2) + (y_1 - y_2)(d_3^2 - x_3^2 - y_3^2)}{2\{(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)\}}$$

$$y = \frac{(x_3 - x_2)(d_1^2 - x_1^2 - y_1^2) + (x_1 - x_3)(d_2^2 - x_2^2 - y_2^2) + (x_2 - x_1)(d_3^2 - x_3^2 - y_3^2)}{2\{(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)\}}$$

식을 이용하여 노드위치를 산출하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크 시스템의 노드위치 인식방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선센서 네트워크의 노드의 자기위치 인식방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 무선센서 네트워크의 전체 노드가 자기위치를 인식할 수 있는 최적의 지피에스 탑재 노드 수를 산출하고, 이를 이용하여 최소한의 노드에만 지피에스를 탑재하고 나머지 노드들은 지피에스를 탑재하지 않고 지피에스 탑재 노드들과의 통신을 통해 위치를 인지하기 위한 방법에 관한 것이다.

최근 무선통신과 전자공학 기술의 발달로 인하여 저가격, 극소형 센서 간의 네트워크가 가능하게 되었으면, 이러한 센서들로 구성된 네트워크를 무선센서 네트워크라고 한다.

무선센서 네트워크는 생태환경 감시, 지능형 환경 모니터링, 위치인지 서비스, 지능형 의료시스템, 지능형 로봇 시스템 등에 활용되고 있으며, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 중심기술로서 발전하고 있다.

무선센서 네트워크는 물리공간의 상태인 빛, 소리, 온도, 움직임과 같은 물리적 데이터를 감지, 측정, 플러딩하는 센서 노드와 센서 노드로부터 플러딩되는 데이터를 수신하고 분석하는 중앙의 기본노드(싱크 노드, sink-node)로 구성되는 네트워크이다.

통상적으로 센서 노드들은 하나 이상의 센서, 액추에이터(actuator), 마이크로 컨트롤러, 수 십KB 크기의 EEPROM, 수 KB의 SRAM, 수백 KB 크기의 플래시 메모리, ADC(Analog to Digital Converter), 근거리 무선 통신 모듈 및 이러한 구성 요소들에 전원을 공급해 주기 위한 전원부(에너지원)로 구성된다.

근래에 들어, 위치정보의 활용의 중대성이 점차 증가함에 따라, 이러한 센서 네트워크의 기술에 지리적 위치인식 기술을 접목하는 시키는 기술들이 등장하기 시작하였다.

즉, 센서 노드로부터 플러딩되는 각종 정보를 센서 노드의 위치정보와 결합하여, 취합되는 정보의 활용도를 보다 더 높이는 방법이 연구되어 왔다.

이러한 센서 노드의 위치인식 방법으로서, 센서 네트워크에서 2계층의 대표적인 프로토콜인 에스-맥(S-MAC, Sensor Medium Access Control)과 3계층의 대표적인 프로토콜인 리치(LEACH, Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)와 페가시스(PEGASIS, Power Efficient Gathering in Sensor Information Systems) 그리고 다이렉트 디퓨전(Directed Diffusion) 등이 제안되었다.

상술한 방법은, 센서 네트워크상의 모든 노드가 지피에스 등의 위치인식 시스템을 이용하여 노드가 자기 자신의 위치나 이웃 노드들의 위치, 혹은 전체 노드의 위치를 알고 있다고 가정을 한다.

그러나 지피에스를 모든 노드에게 사용한다는 것은 센서 노드들에게 너무나 많은 여분의 비용을 유발하고 보다 많은 에너지 소비를 초래하며, 노드의 크기를 보다 더 크게 만든다는 문제점이 있었다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여, Dragos Niculescu는 센서 노드의 크기와 가격과 비용을 감소시키기 위해서 에이피에스(APS, Ad-hoc Positioning System)을 제안하였다.

에이피에스(APS)란, 센서 네트워크 전체 노드 중에 랜드마크(landmark) 노드라 불리는 세 개의 노드들만이 그들 자신의 위치를 알고 있으며, 그 외의 노드들은 랜드마크 노드로부터 플러딩되는 정보를 기초로 자신의 위치를 산출하는 시스템을 말한다.

즉, 에이피에스(APS)는 세 개의 랜드마크 노드들이 각기 자신의 위치에 관한 정보를 플러딩(flooding)하고, 자기 자신의 위치를 알지 못하는 노드들은 세 개의 랜드마크 노드로부터 플러딩되는 랜드마크 노드의 위치정보와, 플러딩되면서 거치게 되는 각각의 랜드마크 노드로부터의 홉 수와 상대적인 거리를 기반으로 하여 자기 자신의 위치를 산출하게 된다.

이러한 방법이 노드들의 가격과 크기를 줄일 수 있지만, 네트워크상의 모든 노드들이 그들의 위치를 인지하는데 너무나 오랜 시간이 걸린다는 문제점이 있었다.

또한, 랜드마크 노드의 위치가 약간의 에러가 발생한다면, 그 에러는 플러딩(flooding)되면서 누적되어 허용 가능한 오차를 넘어서는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여, 센서 네트워크에서 몇 개의 센서 노드들에게만 지피에스를 탑재하고, 센서 노드들은 지피에스 탑재 노드들과의 통신을 통하여 위치를 인지하는 위치인식 방법을 제공함을 목적으로 한다.

발명의 구성

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 무선센서 네트워크의 지피에스(GPS, Global Positioning System) 탑재 노드수를 결정하는 방법으로서, (a) 전체 네트워크 센싱필드의 크기(A), 노드의 센싱반경(r) 및 설치되는 노드의 총수(N)를 이용하여, 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 단계; 및 (b) 상기 평균 이웃 노드수(D)를 이용하여 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하게 되는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법이 제공된다.

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 노드의 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템으로서, 자신의 지리적 위치를 측정하고, 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 복수의 지피에스 탑재 노드; 및 상기 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하고, 3개 이상의 위치정보를 수신한 경우, 상기 3개 이상의 위치정보를 이용하여 자신의 지리적 위치를 산출하여 저장한 후, 자신의 위치정보를 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 플러딩하는 센서 노드를 포함하되, 상기 지피에스 탑재 노드의 수는 제3항에 따른 방법에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 노드 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템이 제공된다.

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따르면, 제3항에 따른 방법에 의해 산출되는 수의 지피에스 탑재 노드를 포함하는 무선센서 네트워크의 노드위치 인식방법으로서, (1) 위치정보를 가진 노드가 자신의 센싱반경 내의 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 단계; (2) 상기 센싱반경 내의 노드가 상기 위치정보를 수신하는 단계; (3) 상기 센싱반경 내의 노드가 자신의 위치 인식 여부를 판단하여, 자기위치를 인식하고 있는 경우 (6)단계를 수행하며, 자기위치를 인식하지 못한 경우 (4) 단계를 수행하는 단계; (4) 상기 (2)단계에서 수신한 상기 위치정보의 수가 3 이상인지 판단하는 단계; (5) 상기 (4)단계에서 판단한 결과 위치정보의 수가 3 이상인 경우, 상기 위치정보를 이용하여 자신의 위치를 산출하여 저장하는 단계; 및 (6) 네트워크 내의 모든 노드의 위치인식 여부를 판단하고, 모든 노드의 위치인식이 완료되지 않은 경우 상기 (1)단계로 돌아가는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선센서 네트워크 시스템의 노드위치 인식방법이 제공된다.

이하에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

r: 노드의 센싱반경, A: 전체 센싱필드의 면적($M \times M$), d: 센서 노드와 지피에스 탑재 노드 간의 유클리디언 거리, f(k): 임의의 한 노드 주위에 k개의 이웃 노드가 존재할 확률, N_{Ge} : 최소 지피에스 탑재 노드수, D: 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수, N: 센싱필드 내에 설치되는 총 노드수.

센서 노드(또는 노드)란 일반적으로 사용되는 센서 노드를 말하며, 지피에스 탑재 노드란 지피에스(GPS, Global Positioning System)를 구비한 센서 노드를 말한다.

이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 무선센서 네트워크에서의 위치 인식 방법에 대한 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

도 1a는 하나의 지피에스 탑재 노드 주위에 센서 노드들이 존재할 수 있는 위치를 나타낸 예시도이고, 도 1b는 두 개의 지피에스 탑재 노드 주위에 센서 노드들이 존재할 수 있는 위치를 나타낸 예시도이며, 도 1c는 센서 노드의 센싱반경 내에 세 개의 지피에스 탑재 노드가 존재하는 모습을 나타낸 예시도이다.

도 1a와 도 1b에 도시된 바와 같이, 센서 노드(110, 112)의 센싱반경 내에 지피에스 탑재 노드가 1개 또는 2개 있는 경우, 지피에스 탑재 노드(100, 102)로부터 플러딩되는 위치정보만을 가지고 센서 노드(110, 112)의 위치를 산출할 수는 없다.

따라서, 센서 노드 n1(110)이 자신의 위치정보를 인식하기 위해서는 도 1c에 도시된 바와 같이, 센서 노드 n1(110)의 센싱반경 내에 적어도 3개의 지피에스 탑재 노드가 존재하여야만, 센서 노드 n1(110)이 지피에스 탑재 노드 G1(100), G2(102), G3(104)로부터 플러딩되는 위치정보를 기반으로 자신의 지리적 위치를 산출할 수 있게 된다.

이를 보다 더 상세히 설명하면, 도 1a, 도 1b에 도시된 바와 같이, 센서 노드(110, 112)의 센싱반경 내에 지피에스 탑재 노드(100, 102)가 1개 또는 2개가 존재하는 경우, 센서 노드(110, 112)는 지피에스 탑재 노드(100, 102)로부터 플러딩되는 위치정보(x, y좌표로 구성됨)와 센서 노드(110, 112)와 지피에스 탑재 노드(100, 102) 간의 유클리디언 거리(d1, d2)를 이용하여 자신의 상대적 위치를 인식할 수 있다.

그러나 이러한 경우, 상대적인 위치 외에, 절대적 위치정보를 획득하는 것은 불가능하다.

따라서 센서 노드(110)가 자신의 위치정보를 인식하기 위해서는, 도 1c에 도시된 바와 같이, 센서 노드 n1(110)의 센싱반경 내에 적어도 세 개의 지피에스 탑재 노드(G1(100), G2(102), G3(104))가 존재하고, 각각의 지피에스 탑재 노드(G1(100), G2(102), G3(104))로부터 플러딩되는 위치정보를 이용할 수 있어야 한다.

따라서, 무선센서 네트워크의 모든 노드의 위치인식이 효율적으로 가능하기 위해서는, 임의의 센서 노드의 센싱반경 내에 지피에스 탑재 노드가 적어도 3개 이상 포함되도록 무선센서 네트워크가 구성되어야 한다.

본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법은, 무선센서 네트워크의 지피에스(GPS, Global Positioning System) 탑재 노드수를 결정하는 방법으로서, (a) 전체 네트워크 센싱필드의 크기(A), 노드의 센싱반경(r) 및 설치되는 노드의 총수(N)를 이용하여, 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 단계 및 (b) 상기 평균 이웃 노드수(D)를 이용하여 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하게 되는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

전체 네트워크 센싱필드의 크기(A), 노드의 센싱반경(r) 및 설치되는 노드의 총수(N)를 이용하여, 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 존재하는 평균 이웃 노드수(D)를 산출하는 과정을 보다 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

센서 네트워크에 N개의 노드가 설치되면, 한 노드가 임의의 노드 n_i 의 센싱 영역에 존재할 확률은 수학적 식 1과 같이 주어진다.

$$\text{수학적 식 1} \\ p = \frac{A_{\text{node}}}{A} = \frac{\pi r^2}{M^2}$$

이 수학적식에서 r은 센싱 영역의 반경이고 A는 $M \times M$ 의 이차원 환경에서 전체 센싱 필드의 크기이다.

임의의 한 노드 주위에 k개의 이웃이 존재할 확률은 이항 분포로 수학적 식 2와 같이 구할 수 있다.

$$\text{수학적 식 2} \\ f(k) = \binom{N-1}{k} p^k (1-p)^{N-1-k}$$

수학적 식 2를 기반으로 하여 임의의 노드 n_i 의 센싱 영역 내에 평균 이웃 노드 수를 수학적 식 3과 같이 도출할 수 있다.

수학식 3

$$\begin{aligned}\bar{D} &= \sum_{k=1}^{M-1} k \cdot f(k) \\ &= (N-1)p \\ &= (N-1) \frac{\pi r^2}{A}\end{aligned}$$

평균 이웃 노드수(D)를 이용하여 임의의 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하게 되는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})는 수학식 4와 같이 구할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned}3 &= (N_{Ge}-1) \frac{\pi r^2}{A} \\ \therefore N_{Ge} &= \frac{3A}{\pi r^2} + 1\end{aligned}$$

본 발명에 따른 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법은 임의의 노드의 센싱영역 내에 적어도 3개 이상의 노드가 포함되는 것을 예정하고 있다.

임의의 노드의 센싱반경 내에 2개 이하의 노드가 존재할 확률은 수학적으로 무시할 수 있을 정도로 작으며, 따라서 본 발명에 따라 무선센서 네트워크가 구성되는 경우 임의의 노드는 자신의 센싱반경 내에 적어도 3개의 노드(센서 노드 및 지피에스 탑재 노드)를 포함하게 된다.

예를 들면, 100*100의 센싱 필드에 400개 노드가 뿌려지고, 센싱 영역의 반경이 10이라고 하면, 임의의 노드 주위에 2개의 노드가 존재할 확률은 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$f_0 + f_1 + f_2 = 0.000003 + 0.000038 + 0.000245 = 0.000286$$

상술한 과정을 통해, 임의의 센서 노드의 센싱반경 내에 확률적으로 적어도 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재할 수 있는 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출할 수 있게 된다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 무선센서 네트워크 구성도이다.

이하에서 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 노드의 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템에 대하여 상세히 설명하고자 한다.

도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 노드의 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템은, 자신의 지리적 위치를 측정하고, 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 복수의 지피에스 탑재 노드 및 상기 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하고, 3개 이상의 위치정보를 수신한 경우, 상기 3개 이상의 위치정보를 이용하여 자신의 지리적 위치를 산출하여 저장한 후, 자신의 위치정보를 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 플러딩하는 센서 노드를 포함할 수 있다.

이때, 지피에스 탑재 노드의 수는 상술한 최소 지피에스 탑재 노드(N_{Ge})수 결정방법에 의해 산출되어, 무선센서 네트워크가 구성되게 된다.

상술한 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge}) 결정방법을 이용하여 센싱필드에 필요한 최소한의 지피에스 탑재 노드(N_{Ge})의 수를 4가지의 경우에 대해서 살펴보면 표 1과 같다.

[표 1]

매개변수	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
센싱 필드의 크기	50 * 50	100*100	50 * 50	100 * 100
센싱 반경	10	10	15	15
총 노드 수	100	400	100	400
지피에스를 탑재한 노드의 수	24	96	11	43
지피에스를 탑재하지 않은 노드의 수	76	304	89	357

각 지피에스 탑재 노드는 자신의 센싱반경 내에 존재하는 센서 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하고, 센서 노드는 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하고, 수신한 위치정보가 3개 이상인지 판단하여, 수신한 위치정보가 3개 이상인 경우, 이를 이용하여 자신의 위치를 산출하게 된다.

센서 노드 주위에 3개의 지피에스 탑재 노드가 있다면 수학적식 6을 이용하여, 센서 노드의 좌표를 산출할 수 있다.

센서 노드의 좌표를 $n_i(x, y)$ 라 하고 지피에스를 탑재한 세 개의 노드들의 좌표를 $G_1(x_1, y_1)$ 과 $G_2(x_2, y_2)$ 그리고 $G_3(x_3, y_3)$ 라 하면, 센서 노드의 좌표, $n_i(x, y)$ 는 수학적식 6과 같다.

수학적식 6

$$x = \frac{(y_2 - y_3)(d_1^2 - x_1^2 - y_1^2) + (y_3 - y_1)(d_2^2 - x_2^2 - y_2^2) + (y_1 - y_2)(d_3^2 - x_3^2 - y_3^2)}{2\{(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)\}}$$

$$y = \frac{(x_3 - x_2)(d_1^2 - x_1^2 - y_1^2) + (x_1 - x_3)(d_2^2 - x_2^2 - y_2^2) + (x_2 - x_1)(d_3^2 - x_3^2 - y_3^2)}{2\{(y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1)\}}$$

수학적식 6에서 d_1, d_2, d_3 는 $n_i(x, y)$ 와 $G_1(x_1, y_1)$ 과 $G_2(x_2, y_2)$ 그리고 $G_3(x_3, y_3)$ 와의 유클리디언(Euclidean) 거리를 의미하며, 이는 전파 세기로부터 구할 수 있다.

수학적식 7

$$d_i^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 \quad i = 1, 2, 3$$

수학적식 7은 센서 노드와 지피에스 탑재 노드 간의 유클리디언 거리(d)와 센서 노드의 위치(x, y) 및 지피에스 탑재 노드의 위치(x_i, y_i)의 관계를 나타낸 식이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 노드의 자기 위치 인지과정을 나타낸 순서도이다.

첨부된 도 3을 참조하여, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 무선센서 네트워크 시스템의 노드위치 인식방법을 설명한다.

본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 무선센서 네트워크 시스템의 노드위치 인식방법은, 무선센서 네트워크의 노드위치 인식방법으로서, (1) 위치정보를 가진 노드가 자신의 센싱반경 내의 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하는 단계, (2) 상기 센싱반경 내의 노드가 상기 위치정보를 수신하는 단계, (3) 상기 센싱반경 내의 노드가 자신의 위치 인식 여부를 판단하여, 자기위치를 인식하고 있는 경우 (6)단계를 수행하며, 자기위치를 인식하지 못한 경우(4) 단계를 수행하는 단계, (4) 상기 (2)단계에서 수신한 상기 위치정보의 수가 3 이상인지 판단하는 단계, (5) 상기 (4)단계에서 판단한 결과 위치정보의 수가 3 이상인 경우, 상기 위치정보를 이용하여 자신의 위치를 산출하여 저장하는 단계 및 (6) 네트워크 내의 모든 노드의 위치 인식 여부를 판단하고, 모든 노드의 위치인식이 완료되지 않은 경우 상기 (1)단계로 돌아가는 단계를 포함할 수 있다.

이때, 무선센서 네트워크 시스템에 포함되는 지피에스 탑재 노드의 수는 상술한 최소 지피에스 탑재 노드(N_{Ge})수 결정방법에 의해 산출된다.

만약, 임의의 센서 노드의 센싱반경 내에 지피에스 탑재 노드가 3개 이상 존재하는 경우, 센서 노드의 위치산출에 아무런 문제점이 없으나, 상술한 방법으로 무선센서 네트워크를 구성하는 경우에도 단지 확률적으로 임의의 센서 노드의 센싱반경 내에 3개 이상의 지피에스 탑재 노드가 존재하도록 최소 지피에스 탑재 노드수(N_{Ge})를 산출하여, 그에 따라 무선센서 네트워크 시스템을 구성하는 것이므로, 실제로 임의의 센서 노드의 센싱반경 내에 지피에스 탑재 노드가 3개 미만으로 존재하는 경우가 발생한다.

본 발명에서는 이러한 경우, 센서 노드가 도 3에 도시된 바와 같은 과정을 통해, 자신의 위치를 인식하는 방법을 제공한다.

위치정보를 가진 노드는 자신의 센싱반경 내의 노드로 자신의 위치정보를 플러딩한다(S300).

여기서 위치정보를 가진 노드라 함은 지피에스를 이용하여 자신의 위치를 측정하여 위치정보를 획득하는 지피에스 탑재 노드와 센서 노드로서 자신의 센싱반경 내의 3개의 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩된 위치정보를 이용하여 자신의 위치를 산출하여 위치정보를 획득하는 센서 노드를 말한다.

따라서, 무선센서 네트워크 시스템의 구축 초기에는 오로지 지피에스 탑재 노드만이 위치정보를 가진 노드로서 기능하게 되나, 라운드가 지나게 될수록 센서 노드가 위치정보를 획득함에 따라서 위치정보를 가진 노드의 수가 증가하게 된다.

센서 노드는 자신의 센싱반경 내의 위치정보를 가진 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신한다(S302).

위치정보를 수신한 센서 노드가 자신의 위치 인식 여부를 판단하여(S304), 자기위치를 인식하지 못하고 있는 경우, 수신한 위치정보의 수가 3개 이상인지 판단한다(S306).

판단한 결과, 3개 이상의 위치정보를 수신한 경우, 이를 이용하여 자신의 위치를 산출하고(S308), 자신을 위치정보를 가진 노드로 설정하여, 위치정보를 플러딩할 준비를 한다(S310).

네트워크 내의 모든 노드의 위치인식 여부를 판단하여, 모든 노드의 위치인식이 완료된 경우 위치인식 과정을 종료하고, 모든 노드의 위치인식이 완료되지 않은 경우 S300 단계로 되돌아가서 위치인식과정을 반복하여 수행한다(S312).

이러한 위치인식 과정을 도 2에 도시된 센서 노드 n1(204)과 센서 노드 n2(214)를 기준으로 상세히 설명하면 다음과 같다.

위치인식과정의 첫 라운드(라운드란 본 발명에 따른 위치인식과정이 한번 수행되는 것을 말한다)에서 위치정보를 가진 노드는 지피에스 탑재 노드 G1(200), G2(202), G3(210)이다.

따라서, G1(200), G2(202), G3(210)는 자신의 센싱반경 내에 있는 센서 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하게 된다.

n1(204)은 자신의 센싱반경 내에 G1(200), G2(202), G3(210) 3개의 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하여, 자신의 위치를 산출하여 저장하고, 자신을 위치정보를 가진 노드로 설정하여, 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 자신의 위치정보를 플러딩할 준비를 하게 된다.

반면, n2(214)는 자신의 센싱반경 내에 G1(200), G3(210) 2개의 지피에스 탑재 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하게 되므로, 자신의 위치를 산출하지 않고 라운드를 종료하게 된다.

n1(204)과 n2(214)를 기준으로 하였을 때, n2(214)가 아직 위치정보를 획득하지 못하였으므로, 위치인식과정을 반복하게 된다.

이러한 위치인식 과정의 반복 여부는, 싱크노드(sink node)에서 무선센서 네트워크의 모든 노드의 위치인식 여부를 판단하여 제어하도록 구성될 수 있을 것이다.

위치인식과정의 두 번째 라운드(라운드란 본 발명에 따른 위치인식과정이 한번 수행되는 것을 말한다)에서 위치정보를 가진 노드는 지피에스 탑재 노드 G1(200), G2(202), G3(210)과 센서 노드 n1(204)이다.

따라서, G1(200), G2(202), G3(210), n1(204)은 자신의 센싱반경 내에 있는 센서 노드로 자신의 위치정보를 플러딩하게 된다.

n1(204)의 센싱반경(212) 내에는 n2(214)포함되므로, n2(214)는 G1(200), G3(210), n1(204)의 3개의 위치정보를 가진 노드로부터 플러딩되는 위치정보를 수신하여, 자신의 위치를 산출하여 저장하고, 자신을 위치정보를 가진 노드로 설정하여, 자신의 센싱반경 내에 있는 이웃 노드로 자신의 위치정보를 플러딩할 준비를 하게 된다.

상술한 과정을 통해, 본 발명에 따른 위치인식 과정이 반복될수록, 무선센서 네트워크의 노드 중 자신의 위치정보를 가진 노드 수가 점점 증가하게 되고, 이러한 위치정보를 가진 노드는 다음 라운드에서 일종의 지피에스 탑재 노드로서의 역할을 하게 되어, 일정한 라운드가 지나게 되면, 무선센서 네트워크의 모든 노드가 자신의 위치를 인식하게 되는 것이다.

본 발명에 대하여 무선센서 네트워크를 기준으로 설명하였으나, 본 발명에 대하여 통상의 지식을 가진 당업자에게 본 발명은 무선센서 네트워크에서만 아니라 무선 애드혹(ad-hoc) 네트워크 등의 노드들의 위치를 알아야 하는 분야에 적용 가능하다는 것은 자명할 것이다.

상기한 본 발명의 바람직한 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대해 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경 및 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 무선센서 네트워크의 최소 지피에스 탑재 노드수 결정방법과 이를 이용한 노드 위치인식이 가능한 무선센서 네트워크 시스템 및 무선센서 네트워크의 노드위치 인식 방법에 따르면, 최소한의 노드에만 지피에스를 탑재하고 나머지 노드들은 지피에스를 탑재하지 않고 지피에스 탑재 노드들과의 통신을 통해 위치를 인지함으로써 네트워크에 뿌려지는 노드들의 가격을 낮출 수 있고 센서 노드의 크기를 작게 할 수 있으며, 통신에 드는 비용을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1a는 하나의 지피에스 탑재 노드 주위에 센서 노드들이 존재할 수 있는 위치를 나타낸 예시도.

도 1b는 두 개의 지피에스 탑재 노드 주위에 센서 노드들이 존재할 수 있는 위치를 나타낸 예시도.

도 1c는 센서 노드의 센싱반경 내에 세 개의 지피에스 탑재 노드가 존재하는 모습을 나타낸 예시도.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 무선센서 네트워크 구성도.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 노드의 자기 위치 인지과정을 나타낸 순서도.

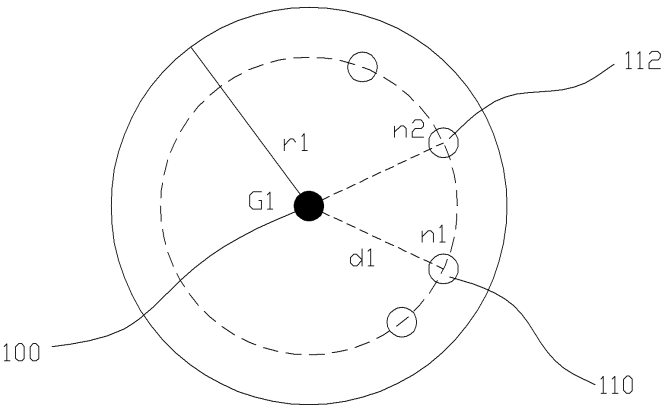
* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

100, 102, 104, 200, 202, 210 : 지피에스 탑재 노드

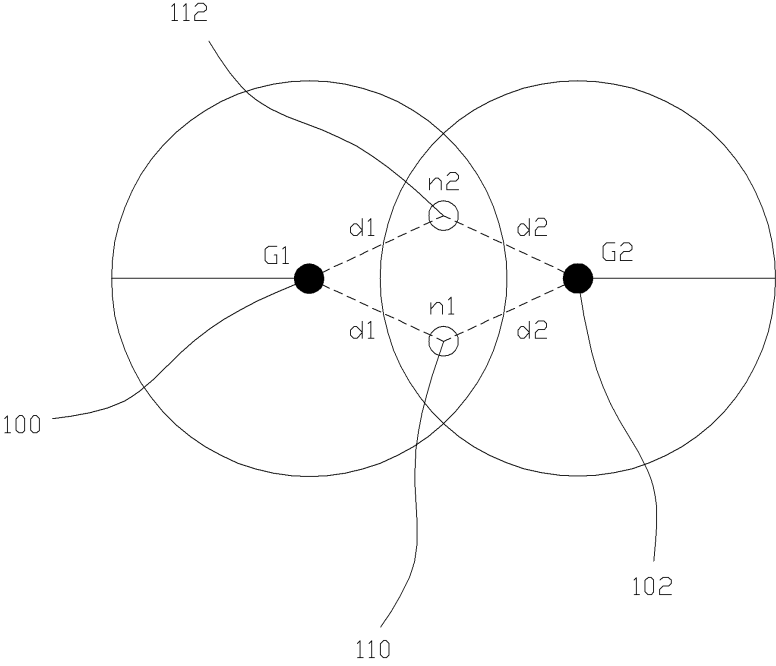
110, 112, 204, 214 : 센서 노드

도면

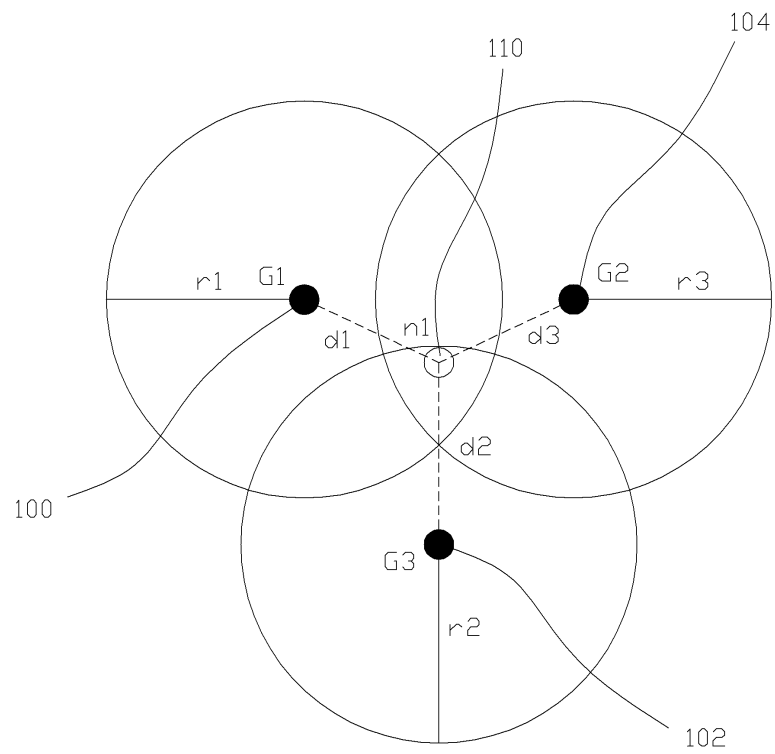
도면1a



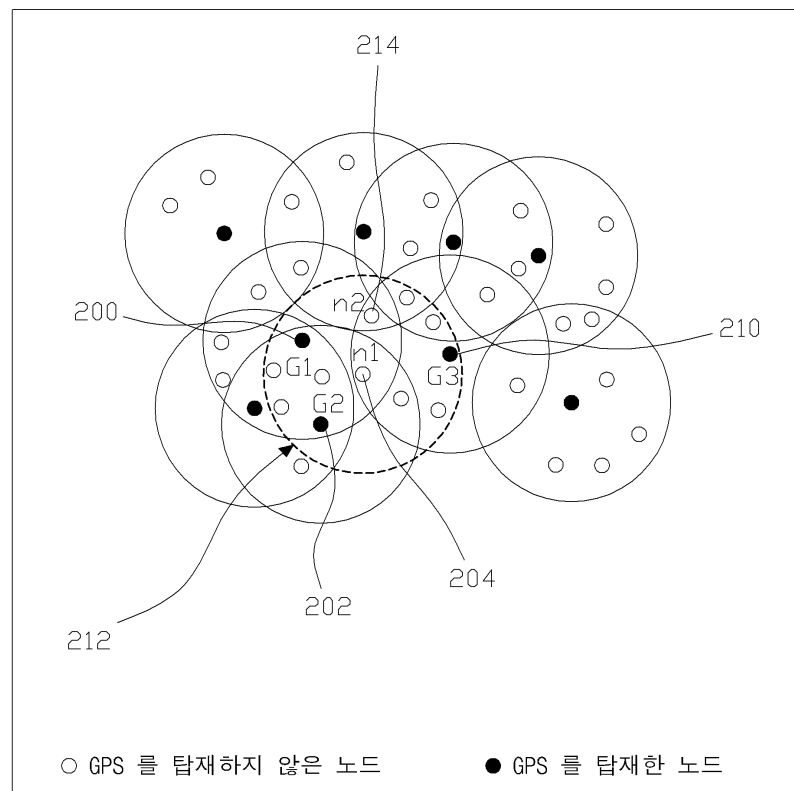
도면1b



도면1c



도면2



도면3

