(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0023565
(43) 공개일자 2011년03월08일

(51) Int. Cl.
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 64/00* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2009-0081527
(22) 출원일자 2009년08월31일
심사청구일자 2009년08월31일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
박귀태
서울특별시 용산구 한강로3가 63-389 용산시티파크 102동 302호
임재훈
서울특별시 구로구 고척1동 52-128호 3층
(74) 대리인
특허법인충현

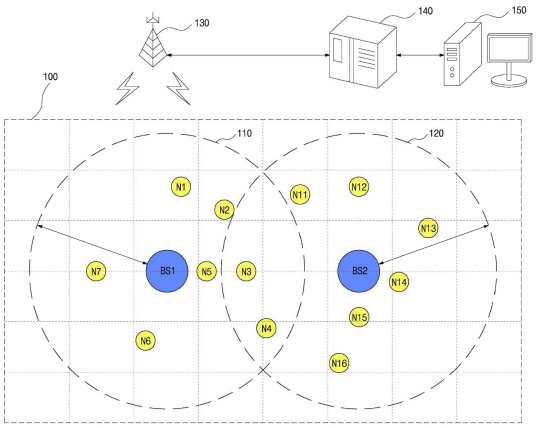
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) SVM을 이용한 환경 감시 시스템 및 방법

(57) 요 약

본 발명은 환경 감시를 위한 센서 네트워크 기술에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 시스템은, 감시 지역에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센서 노드(Sensor Node); 상기 감시 지역의 센서 노드들로부터 각각 상기 센싱 정보를 수집하는 베이스 스테이션(Base Station); 및 상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들을 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 메인 서버(Main Server)를 포함하는 것을 특징으로 하여, 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시킴은 물론, 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 이점을 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

감시 지역에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센서 노드(Sensor Node);

상기 감시 지역의 센서 노드들로부터 각각 상기 센싱 정보를 수집하는 베이스 스테이션(Base Station); 및

상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들을 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 메인 서버(Main Server)를 포함하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 센서 노드는, 상기 센싱 정보에 상기 센서 노드의 ID(IDentifier) 및 위치 정보를 포함시켜 상기 베이스 스테이션으로 전송하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 베이스 스테이션은, GPS(Global Positioning System)를 통해 상기 베이스 스테이션의 지리적 위치 정보를 생성하여 상기 센서 노드로 전송하고,

상기 센서 노드는, 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 이용한 위치 인식을 통해 상기 센서 노드의 위치 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 베이스 스테이션은, 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 상기 메인 서버로 전송하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 메인 서버는, 상기 감시 지역의 맵(map) 정보를 미리 저장하여 상기 미리 저장된 맵 정보에 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 매핑시키고, 상기 SVM을 적용하여 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 메인 서버는, 상기 감시 지역에 대한 정상 범위의 센싱값을 미리 저장하고, 상기 미리 저장된 정상 범위의 센싱값을 기준으로 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 정상 범위 값 또는 비정상 범위 값의 두 가지 클래스로 나타내는 상기 데이터 집합을 생성하여 상기 SVM을 적용하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 메인 서버는, 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 하이퍼플래인(hyperplane) 정보를 생성하여 상기 베이스 스테이션으로 전송하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 베이스 스테이션은, 상기 하이퍼플래인 정보를 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 9

감시 지역에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센서 노드(Sensor Node)들에게 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 자기의 위치 정보를 전송하고, 상기 센서 노드들로부터 각각 센서 노드의 ID(IDentifier) 및 위치 정보를 포함하는 상기 센싱 정보를 수집하는 베이스 스테이션(Base Station); 및

상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 수신하여 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 미리 저장된 상기 감시 지역의 맵(map) 정보와 매핑시키고, 상기 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine) 적용하여, 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 하이퍼플래인(hyperplane) 정보를 생성하는 메인 서버(Main Server)를 포함하고,

상기 베이스 스테이션은, 상기 하이퍼플래인 정보를 상기 메인 서버로부터 수신 및 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템.

청구항 10

센서 네트워크를 이용하여 환경을 감시하는 방법에 있어서,

상기 센서 네트워크의 센서 노드(Sensor Node)에서, 감시 지역의 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센싱 단계;

상기 센서 네트워크의 베이스 스테이션(Base Station)에서 상기 감지 지역의 센서 노드들로부터 각각 상기 센싱 정보를 수집하는 수집 단계; 및

상기 센서 네트워크의 메인 서버(Main Server)에서, 상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들을 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 분류 단계를 포함하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 센싱 단계는, 상기 센싱 정보에 상기 센서 노드의 ID(IDentifier) 및 위치 정보를 포함시켜 상기 베이스 스테이션으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 환경 감시 방법은, 상기 센싱 단계 전에 상기 베이스 스테이션에서 GPS(Global Positioning System)를 통해 상기 베이스 스테이션의 지리적 위치 정보를 생성하여 상기 센서 노드로 전송하는 단계를 더 포함하고,

상기 센싱 단계는, 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 이용한 위치 인식을 통해 상기 센서 노드의 위치 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 수집 단계는, 상기 베이스 스테이션에서 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 상기 메인 서버로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 분류 단계는, 상기 메인 서버에서 상기 감시 지역의 맵(map) 정보를 미리 저장하여 상기 미리 저장된 맵 정보에 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 매핑시키고, 상기 SVM을 적용하여 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 단계인 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 분류 단계는, 상기 감시 지역에 대한 정상 범위의 센싱값을 미리 저장하고, 상기 미리 저장된 정상 범위의 센싱값을 기준으로 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 정상 범위 값 또는 비정상 범위 값의 두 가지 클래스로 나타내는 상기 데이터 집합을 생성하여 상기 SVM을 적용하는 단계인 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 환경 감시 방법은, 상기 메인 서버에서 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 하이퍼플래인(hyperplane) 정보를 생성하여 상기 베이스 스테이션으로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 환경 감시 방법은, 상기 베이스 스테이션에서 상기 하이퍼플래인 정보를 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 환경 감시를 위한 센서 네트워크 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시킴은 물론, SVM을 통해 얻어진 하이퍼플래인 정보를 활용하여 베이스 스테이션을 관리함으로써 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 환경 감시 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 센서 네트워크(sensor network) 기술이 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiqutous Computing) 구현을 위한 핵심 기술로서 각광받고 있다. 센서 네트워크는 기존의 네트워크와는 달리 의사 소통을 목적으로 하는 것이 아닌 자동화된 원격 정보 수집을 기본 목적으로 하는 것이며, 유비쿼터스 환경의 기반 네트워크로서 환경 감시, 목표물 추적, 교통정보 관리, 물류 관리 등 여러 응용 분야에 폭넓게 활용되고 있음은 물론 그 외 잠재적인 다양한 응용 분야에 활용될 수 있는 것이다.

[0003] 이러한 센서 네트워크는, 센싱과 통신 기능을 가지고 있는 소형 무선 송수신 장치인 센서 노드(Sensor Node)와, 상기 센서 노드에서 센싱된 정보를 취합하거나 이벤트성 데이터를 외부로 연계하고 관련 센서 네트워크를 관리하는 싱크노드(Sink Node) 또는 베이스 스테이션(Base Station) 등으로 구성된다.

[0004] 센서 네트워크의 구성요소들 중 센서 노드는, 센싱을 수행하는 센서 부분, CPU(Central Processing Unit) 부분, RF(Radio Frequency) 부분, 메모리 부분 등으로 구성되며, 무선화, 지능화 및 소형화 추세에 따라, 제조 비용의

절감과 에너지 효율의 개선이 더욱 중요한 해결 과제로 부각되고 있다.

[0005] 상기 센서 노드의 상기 구성요소들 중에서, 에너지 소모가 가장 많은 부분은 RF 부분으로서 데이터의 송수신에 관련된 부분이다. 특히, 데이터 송신, 수신 및 대기 모드 상태 중에서 에너지 소비가 가장 많은 경우는 데이터 송신 모드 상태에 있는 경우이다. 따라서, 상기 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 기술은 무선 센서 네트워크 기술과 관련하여 가장 중요한 요소 기술 중 하나이며, 시장의 관심과 관련 연구들이 지속적으로 증가하고 있는 기술이다.

[0006] 한편, 환경 내지 생태 감시를 위한 센서 네트워크의 경우, 광범위한 지역에 걸쳐 대량의 센서 노드가 설치되는 특성상, 센서 노드들의 관리, 수집된 센싱 정보의 처리 등에 많은 비용과 인력이 소모되며, 특히 지역적 범위, 지형적 특성 등으로 인해 대량의 센서 노드들이 광범위한 지역에 걸쳐 무작위로 살포되는 경우, 수집된 센싱 정보를 통해 특정 이벤트(화재, 산불, 집중호우 등)의 발생 지역을 지리적으로 정확히 탐지하기 어려우며, 불필요한 데이터 송신으로 에너지 효율을 저해하는 경우가 빈번히 발생하게 된다. 그 이유는 비용 효율성 측면에서 대량의 센서 노드들 각각에 고가의 GPS(Global Positioning System) 모듈을 설치할 수는 없으며, 최적화된 데이터 송신을 일일이 고려하면서 광범위한 지역에 대량의 센서 노드들 및 베이스 스테이션들을 설치할 수는 없기 때문이다.

[0007] 그러나, 기존의 센서 네트워크 기술은, 대량의 센서 노드들이 광범위한 지역에 걸쳐 무작위로 살포되는 경우에 정확한 이벤트 발생 지역을 탐지해내고, 에너지 효율을 보장하도록 하는 해결책을 전혀 제시하지 못하고 있다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 기술적 과제는, SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시킴은 물론, SVM을 통해 얻어진 하이퍼플래인 정보를 활용하여 베이스 스테이션을 관리함으로써 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 환경 감시 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 기술적 과제는, SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시킴은 물론, SVM을 통해 얻어진 하이퍼플래인 정보를 활용하여 베이스 스테이션을 관리함으로써 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 환경 감시 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0010] 상기와 같은 첫 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 감시 지역에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센서 노드(Sensor Node); 상기 감시 지역의 센서 노드들로부터 각각 상기 센싱 정보를 수집하는 베이스 스테이션(Base Station); 및 상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들을 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 메인 서버(Main Server)를 포함하는 SVM을 이용한 환경 감시 시스템을 제공한다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 센서 노드는, 상기 센싱 정보에 상기 센서 노드의 ID(IDentifier) 및 위치 정보를 포함시켜 상기 베이스 스테이션으로 전송한다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 베이스 스테이션은, GPS(Global Positioning System)를 통해 상기 베이스 스테이션의 지리적 위치 정보를 생성하여 상기 센서 노드로 전송하고, 상기 센서 노드는, 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 이용한 위치 인식을 통해 상기 센서 노드의 위치 정보를 생성한다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 베이스 스테이션은, 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 상기 메인 서버로 전송한다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 메인 서버는, 상기 감시 지역의 맵(map) 정보를 미리 저장하여 상기 미리 저장된 맵 정보에 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 매핑시키고, 상기 SVM을 적용하여 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류한다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 메인 서버는, 상기 감시 지역에 대한 정상 범위의 센싱값을 미리 저장하고, 상기 미리 저장된 정상 범위의 센싱값을 기준으로 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 정상 범위 값 또는 비정상 범위 값의 두 가지 클래스로 나타내는 상기 데이터 집합을 생성하여 상기 SVM을 적용한다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 메인 서버는, 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 하이퍼플래인(hyperplane) 정보를 생성하여 상기 베이스 스테이션으로 전송한다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 베이스 스테이션은, 상기 하이퍼플래인 정보를 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집한다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 본 발명에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 시스템은, 감시 지역에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센서 노드들에게 GPS를 이용하여 자기의 위치 정보를 전송하고, 상기 센서 노드들로부터 각각 센서 노드의 ID 및 위치 정보를 포함하는 상기 센싱 정보를 수집하는 베이스 스테이션; 및 상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 수신하여 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 미리 저장된 상기 감시 지역의 맵 정보와 매핑시키고, 상기 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM을 적용하여, 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 하이퍼플래인 정보를 생성하는 메인 서버를 포함하고, 상기 베이스 스테이션은, 상기 하이퍼플래인 정보를 상기 메인 서버로부터 수신 및 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집한다.

[0019] 상기와 같은 두 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 센서 네트워크를 이용하여 환경을 감시하는 방법에 있어서, 상기 센서 네트워크의 센서 노드에서, 감시 지역의 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하는 센싱 단계; 상기 센서 네트워크의 베이스 스테이션에서 상기 감지 지역의 센서 노드들로부터 각각 상기 센싱 정보를 수집하는 수집 단계; 및 상기 센서 네트워크의 메인 서버에서, 상기 베이스 스테이션으로부터 상기 수집된 센싱 정보들을 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류하는 분류 단계를 포함하는 SVM을 이용한 환경 감시 방법을 제공한다.

효 과

[0020] 본 발명은, 상대적으로 적은 수의 베이스 스테이션만이 GPS 모듈을 구비하고 대량의 센서 노드들이 광범위한 지역에 걸쳐 무작위로 살포되는 환경 감시 센서 네트워크에 있어서, SVM을 이용함으로써 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시키는 이점을 제공한다.

[0021] 또한, SVM을 통해 얻어진 하이퍼플래인 정보 활용하여 베이스 스테이션을 관리함으로써 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 이점을 제공한다.

[0022] 나아가, 본 발명은 다양한 센싱 정보를 감지하여 정보 내지 데이터를 분류하는 무선 센서 네트워크 시스템에 폭넓게 적용될 수 있다는 이점을 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은, 무선 센서 네트워크 기술을 이용하여 다양한 센싱 지역에서 발생하는 문제점들을 정성적인 방법이 아닌, 명확한 수학적 근거에 기반한 정량적인 방법으로 원인을 규명하고 모델링하기 위한 것이다.

[0024] 이하, 본 발명의 기술적 과제의 해결 방안을 명확화하기 위해 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서 관련 공지기술에 관한 설명이 오히려 본 발명의 요지를 불명료하게 할 수 있다고 판단되는 경우 그에 관한 설명을 생략하기로 한다. 또한, 후술하는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자 등의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있을 것이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0025] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 시스템이 도시되어 있다.

[0026] 도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 방법이 흐름도로 도시되어 있다.

[0027] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 환경 감시 시스템은, 센서 노드(Sensor Node; N1 내지 N7, N11 내지 N16), 베

이스 스테이션(Base Station; BS1, BS2) 및 메인 서버(Main Server; 140)를 포함하며, AP(Access Point; 130) 및 모니터링 단말(150)을 더 포함할 수 있다.

[0028] 우선, 상기 센서 노드(N1 내지 N7, N11 내지 N16)는, 감시 지역(100)에서 주변 환경에 대한 센싱을 수행하여 센싱 정보를 생성하고, 상기 베이스 스테이션(BS1, BS2)으로 전송한다(S210 내지 S230). 이때, 상기 센서 노드(N1 내지 N7, N11 내지 N16)는, 상기 센싱 정보에 상기 센서 노드(N1 내지 N7, N11 내지 N16)의 ID(IDentifier) 및 위치 정보 포함시켜 상기 베이스 스테이션(BS1, BS2)으로 전송할 수 있다. 상기 센서 노드(N1 내지 N7, N11 내지 N16)가 센싱하는 데이터에는, 온도, 조도, 습도, 풍향, 풍속, 지형변화, 화학량, 유량 등 다양한 종류의 데이터가 포함될 수 있다.

[0029] 더욱 구체적으로 설명하면, 상기 베이스 스테이션들(BS1, BS2)은, 사전에 GPS(Global Positioning System)를 통해 자기의 지리적 위치 정보를 생성하여 상기 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)로 전송한다(S210). 이를 위해, 각각의 베이스 스테이션(BS1, BS2)은 GPS 모듈을 구비하고 있다. 그 다음, 상기 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)은, 상기 베이스 스테이션들(BS1, BS2)의 지리적 위치 정보를 이용한 위치 인식을 통해 자신의 위치 정보를 생성한다(S220).

[0030] 무선 센서 네트워크에서 위치 기반의 서비스를 제공하거나 센싱 정보를 보다 효율적으로 응용하기 위해서는, 무선 센서 네트워크를 구성하는 센서 노드들의 위치를 알고 있어야 한다. 즉, 초기 다수의 노드가 밀집된 형태로 무질서하게 배치된 무선 센서 네트워크 환경에서 자신의 위치를 알고 있는 베이스 스테이션 노드의 수가 자신의 위치를 알고 있지 못하는 센서 노드들보다 아주 적은 경우에도, 모든 노드들의 위치를 파악하여야 한다. 본 발명에는 다양한 센서 노드 위치 인식 기술들이 적용될 수 있다.

[0031] 무선 센서 네트워크 시스템의 센서 노드 위치 인식 기술로는 지금까지 다양한 방식들이 소개되어 왔다.

[0032] 예컨대, 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 제안된 바 있다. 그러나, 이러한 기술들은, 센서 네트워크 내의 모든 센서 노드가 GPS 등의 위치인식 시스템을 이용하여 자기 자신의 위치나 다른 센서 노드의 위치를 알고 있다는 것을 전제로 하는 것인 바, 특히 비용 효율성 측면에서 많은 수의 센서 노드가 요구되는 환경 감시용 센서 네트워크에는 적용하기 어려운 문제점이 있다.

[0033] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, Dragos Niculescu가 제안한 APS(Ad-hoc Positioning System)을 응용할 수 있다. APS란, 센서 네트워크 전체 노드 중에 랜드마크(landmark) 노드라 불리는 세 개의 노드들(예컨대, GPS 모듈을 구비한 베이스 스테이션들)만이 그들 자신의 위치를 알고 있으며, 그 외의 노드들은 상기 랜드마크 노드로부터 플러딩(flooding)되는 정보를 기초로 자신의 위치를 산출하는 시스템이다. 즉, 세 개의 랜드마크 노드들이 각기 자신의 위치에 관한 정보를 플러딩하고, 자기 자신의 위치를 알지 못하는 노드들은 상기 세 개의 랜드마크 노드로부터 플러딩되는 상기 랜드마크 노드의 위치정보와, 플러딩되면서 거치게 되는 각각의 랜드마크 노드로부터의 홉 수와 상대적인 거리를 기반으로 하여 자기 자신의 위치를 산출하게 되는 것이다.

[0034] 또한, 분산 위치 인식 기법 중 하나인 분산 다차원 척도 분석법(distributed Multi-dimensional Scaling, distributed Multi-dimensional Scaling)을 응용할 수 있다. 분산 다차원 척도 분석법은 각 노드가 자신의 주위에 있는 노드들과의 거리 정보를 이용하여, 서브-맵(sub-map)을 생성한 후, 각 서브-맵(sub-map)을 하나의 글로벌 맵(global map)으로 통합하는 기법이다. 이러한 분산 다차원 척도 분석법을 이용하면, 1 홉 또는 2 홉 정도의 정보만을 이용하므로, 홀(hole)이 존재하는 환경에서도 홀(hole)의 영향을 많이 받지 않으며, 계산량을 분산하기 때문에 실제 네트워크의 트래픽 감소뿐만 아니라, 처리 속도가 향상된다는 장점이 있다.

[0035] 상기 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)은, 자기의 위치 정보를 생성한 후, 상기 센싱 정보에 상기 생성된 위치 정보와 자기의 ID를 포함시켜 해당 베이스 스테이션(BS1, BS2)으로 전송한다. 이때, 상기 베이스 스테이션 BS1의 센싱 정보 수집 범위(110)에 위치하는 상기 센서 노드들(N1 내지 N7)은 상기 베이스 스테이션 BS1으로 자기가 생성한 센싱 정보를 전송하고, 상기 베이스 스테이션 BS2의 센싱 정보 수집 범위(120)에 위치하는 상기 센서 노드들(N3, N4, N11 내지 N16)은 상기 베이스 스테이션 BS2로 자기가 생성한 센싱 정보를 전송한다.

[0036] 유의할 점은, 상기 센서 노드 N3 및 N4의 경우, 두 개의 베이스 스테이션(BS1, BS2)의 센싱 정보 수집 범위(110, 120)에 동시에 위치하고 있으므로 자기가 생성한 센싱 정보를 상기 두 개의 베이스 스테이션들(BS1, BS2)에게 모두 전송하게 된다. 이러한 불필요한 중복적인 전송은 자원 제약적인 센서 노드의 에너지 효율을 떨어

뜨리게 한다. 아래에서 다시 설명하겠지만, 본 발명은 베이스 스테이션들로 하여금 SVM을 통해 생성된 하이퍼플래인(hyperplane) 정보를 활용하여 상기와 같은 중복적 전송을 방지하도록 한다.

[0037] 그 다음, 상기 베이스 스테이션들(BS1, BS2)은, 자기의 센싱 정보 수집 범위 내의 센서 노드들로부터 각각 센싱 정보를 수집하고(S240), 상기 수집된 센싱 정보 및 자기의 위치 정보(GPS 정보)를 상기 AP(130)를 통해 상기 메인 서버(140)로 전송한다(S250).

[0038] 그 다음, 상기 메인 서버(140)는, 상기 AP(130)를 통해 상기 베이스 스테이션들(BS1, BS2)로부터 상기 수집된 센싱 정보들 및 상기 베이스 스테이션들(BS1, BS2)의 위치 정보를 수신하고, 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 나타내는 데이터 집합에 SVM(Support Vector Machine)을 적용하여, 상기 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)을 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스 또는 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스로 분류한다.

[0039] 더욱 구체적으로 설명하면, 본 발명은, 센서 노드들이 무작위로 배치된 센서 네트워크 시스템에서, 수집된 센싱 정보의 분류시 발생하는 비선형(non-linear) 특성을 효율적으로 처리하고, 분류의 정확성을 개선하며, 서포트 벡터(Support Vector)를 찾아내어 많은 양의 연산을 요하지 않는 특성을 이용하고자, 상기 SVM을 이용한다.

[0040] 상기 SVM란, 기본적으로 두 가지 클래스로 구분되는 관측값들을 분류하는 기법으로서, 주어진 학습 데이터들을 가능한 멀리 두 개의 집단으로 분리시키는 최적의 하이퍼플래인(hyperplane)을 찾는 기법이다. 예컨대, 학습 데이터 집합 D가 수학식 1과 같이 주어졌다고 가정한다.

수학식 1

[0041] $$\mathcal{D} = \{(\mathbf{x}_i, c_i) | \mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^p, c_i \in \{-1, 1\}\}_{i=1}^{n}$$

[0042] 상기 수학식 1에서, c_i는 1 또는 -1의 값을 갖는 변수로 X_i가 속한 클래스를 의미하며, X_i는 p차원의 실수 벡터이다.

[0043] 도 3에는 상기 학습 데이터 집합 D를 분류하는 하이퍼플래인의 일례가 도시되어 있다.

[0044] 도 3에 도시된 바와 같이, H_2은 두 클래스의 점들을 제대로 분류하고 있지 않다. 한편, H_1과 H_3는 두 클래스의 점들을 분류하는데, H_3가 H_1보다 더 큰 마진(margin)을 갖고 분류하는 것을 확인할 수 있다. 다수의 학습 알고리즘들은, 이러한 학습데이터가 주어졌을때 c_i가 1인 점들과 -1인 점들을 분리하는 하이퍼플래인을 찾아내는 것이 공통의 목표인데, 상기 SVM은 수많은 후보 하이퍼플래인들 가운데 마진(margin)이 최대가 되는 최대 마진 하이퍼플래인(maximum-margin hyperplane)을 찾는 것이다. 여기서, 마진이란 하이퍼플래인으로부터 각 점들에 이르는 거리의 최소값을 말하는데, 상기 마진을 최대로 하면서 점들을 두 클래스로 분류하려면, 결국 클래스 1에 속하는 점들과의 거리 중 최소값(M1; 302)과 클래스 -1에 속하는 점들과의 거리 중 최소값(M2; 304)이 같도록 하이퍼플래인이 위치해야 하며, 이러한 하이퍼플래인이 바로 최대 마진 하이퍼플래인(H3; 300)에 해당한다. 또한, 상기 마진 선(302, 304) 상에 존재하는 데이터들(310, 320, 322)이 바로 서포트 벡터(Support Vector)에 해당한다. 결론적으로, 상기 SVM은, 두 클래스에 속해있는 점들을 분류하는 수많은 하이퍼플래인들 중, 최대한 두 클래스의 점들과 거리를 유지하는 것을 찾아내는 알고리즘이라 할 수 있다.

[0045] 본 발명은, 상기 SVM을 이용하여 학습 데이터 집합의 평균적인 오분류 에러를 최소화시킬 하이퍼플래인을 찾기 위해, Lagrange function과 Kuhn-Tucker Theorem을 만족시키는 파라미터들을 찾아낸다. 이러한 파라미터들은 이차 계획법 최적화 문제(Quadratic Programming Optimization Problem)를 통해서 구해진다. 예컨대, 상기 센싱 정보의 센싱값들은 2차원 상의 데이터에 해당하므로 쌍대 문제(Dual Problem)를 최대화시키는 문제를 해결하는 것이 되고, 이러한 과정은 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$Q(\alpha)=\sum_{i=1}^{N}\alpha_i-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\alpha_i\alpha_j d_i d_j K(x_i,x_j) \quad (1)$$

$$w^*=\sum_{i=1}^{N}\alpha_i^* d_i x_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{N}\alpha_i^* d_i=0 \quad (3)$$

$$\alpha_i \geq 0, \text{ and } i=1,2,...,N \quad (4)$$

[0046]

[0047] 상기 수학식 2에서, x_i 및 x_j는 입력 패턴(input pattern), di 및 dj는 목표 출력(target output), i 및 j는 1 차원부터 N차원까지 하나씩 증가함을 나타낸다. 또한, a_i 및 a_j는 Lagrange function을 해결하면서 얻어지는 제약상수, $K(x_i,x_j)$는 Kernel Function을 나타낸다. 상기 SVM에서는 주로 사용되는 Kernel Function으로는 크게 RBF(Radial Base Function), MLP, Polynomial 등이 있다. Mercer's Theorem을 만족하는 것들로서, 입력 공간(input space)에서 비선형 특징을 지니는 특징 공간(feature space)으로 매핑(mapping)할 때, 내적(inner product)의 특성을 만족하는 것들로 이루어져 있다.

[0048] 본 발명은, 이와 같은 SVM을 이용하여 상기 감시 지역(100)의 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)을 두 가지의 클래스로 분류한다. 이를 위해, 상기 메인 서버(140)는, 상기 감시 지역(100)에 대한 정상 범위의 센싱값을 미리 저장하고, 상기 미리 저장된 정상 범위의 센싱값을 기준으로 상기 수신된 센싱 정보들의 센싱값을 정상 범위 값 또는 비정상 범위 값의 두 가지 클래스로 나타내는 데이터 집합을 생성하여 상기 SVM을 적용할 수 있다. 또한, 상기 메인 서버(140)는, 상기 감시 지역(100)의 맵(map) 정보를 미리 저장하여 상기 미리 저장된 맵 정보에 상기 센서 노드 및 상기 베이스 스테이션의 위치 정보를 매핑시키고, 상기 SVM을 적용하여 상기 감시 지역의 맵 상에서 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류할 수 있다. 즉, 상기 메인 서버(140)는, 상기 감시 지역(100)을 정상 지역과 비정상 지역으로 분류할 수 있다.

[0049] 일 실시예에 있어서, 상기 메인 서버(140)는, 상기 감시 지역(100)의 맵 상에서 상기 센서 노드들(N1 내지 N7, N11 내지 N16)을 분류한 결과를 이미지화하여 상기 모니터링 단말(150)을 통해 사용자 내지 관리자에게 표시할 수 있다. 이러한 과정을 통해, 상기 사용자 내지 관리자는 상기 감시 지역(100)에서 문제가 발생한 지역을 지리적으로 정확히 발견할 수 있게 되며, 나아가 문제의 원인이 무엇인지 찾아낼 수 있게 된다. 예컨대, 문제가 발생한 지역과 그렇지 않은 지역의 여러 종류의 센싱값들 중에서 습도, 조도, 화학량 등의 값은 큰 차이를 보이지 않지만, 온도의 값에서 큰 차이를 보인다면, 그 지역에 온도와 관련된 문제가 발생하였다는 것을 판단할 수 있게 된다.

[0050] 그 다음, 상기 메인 서버(140)는, 상기 센서 노드들을 상기 두 가지 클래스로 분류하는 상기 하이퍼플래인 정보를 생성하여 상기 베이스 스테이션(BS1, BS2)으로 전송한다(S270).

[0051] 그 다음, 상기 베이스 스테이션(BS1, BS2)은, 상기 하이퍼플래인 정보를 이용하여 상기 두 가지 클래스의 센서 노드들 중 상기 베이스 스테이션이 속하는 클래스의 센서 노드들로부터만 상기 센싱 정보를 수집한다(S280, S290)

[0052] 도 4에는 상기 센서 노드들을 두 가지 클래스로 분류하는 최대 마진 하이퍼플래인의 일례가 도시되어 있다.

[0053] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 SVM을 적용하여 얻어진 최대 마진 하이퍼플래인(400)은 H이고 마진 선들(402, 404)은 M1 및 M2이다. 예컨대, 상기 하이퍼플래인(400)을 기준으로 왼쪽의 센서 노드들(N1 내지 N7)이 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스에 해당하고, 오른쪽의 센서 노드들(N11 내지 N16)이 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스에 해당한다면, 상기 베이스 스테이션(BS2)은 자기의 센싱 정보 수집 범위에는 포함되지만, 상기 베이스 스테이션(BS2)이 위치하는 비정상 지역에는 포함되지 않는 센서 노드들(N3, N4)로부터는 센싱 정보를 수집하지 않는다. 예컨대, 상기 센서 노드들(N3, N4)에게 센싱 정보 전송 금지 메시지를 보내거나 또는 상기 센서 노드들(N11 내지 N16)에게만 센싱 정보 요청 메시지를 보낸다. 이와 같은 과정을 통해, 본 발명은 상기 센서 노드들(N3, N4)의 불필요한 중복 전송을 방지하여 에너지 효율을 개선할 수 있다.

[0054] 도 5에는 상기 센서 노드들을 두 가지 클래스로 분류하는 최대 마진 하이퍼플래인의 다른 일례가 도시되어

있다.

[0055] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 SVM을 적용하여 얻어진 최대 마진 하이퍼플래인(500)은 H이고 마진 선들(502, 504)은 M1 및 M2이다. 예컨대, 상기 하이퍼플래인(500)을 기준으로 바깥쪽의 센서 노드들(N4, N7, N11 내지 N16)이 정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스에 해당하고, 안쪽의 센서 노드들(N1 내지 N3, N5, N6)이 비정상 범위 값을 센싱한 센서 노드 클래스에 해당한다면, 상기 베이스 스테이션(BS1)은 자기의 센싱 정보 수집 범위에는 포함되지만, 상기 베이스 스테이션(BS1)이 위치하는 비정상 지역에는 포함되지 않는 센서 노드들(N4, N7)로부터는 센싱 정보를 수집하지 않는다. 상기 센서 노드(N4)의 센싱 정보는 상기 베이스 스테이션(BS2)으로 전송되고, 상기 센서 노드(N7)의 센싱 정보는 제3의 베이스 스테이션(미도시)으로 전송된다. 이와 같이, 본 발명은 상기 SVM을 적용하여 비선형적인 특성을 가진 센싱값이 수집되더라도 정상 지역 및 비정상 지역을 정확히 분류해 낼 수 있으며, 상기 센서 노드들(N4, N7)의 불필요한 중복 전송을 방지하여 에너지 효율을 개선할 수 있다.

[0056] 도 6에는 하이퍼플래인 상에 센서 노드가 존재하는 경우가 도시되어 있다.

[0057] 도 6에 도시된 바와 같이, 하이퍼플래인(600) 또는 마진 범위(602 및 604 사이의 지역)에 센서 노드(N8)가 존재하는 경우, 상기 센서 노드(N8)의 센싱 정보가 무시되는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우, 일 실시예에 있어서 상기 메인 서버(140)는 최초 센싱 정보 수신시 감시 지역 내의 모든 센서 노드들의 ID를 저장하고, 상기 저장된 센서 노드 ID와 차후 수집되는 센싱 정보들에 포함된 센서 노드 ID를 비교하여 누락된 센서 노드가 존재하면, 상기 모니터링 단말(150)을 통해 사용자 내지 관리자에게 상기 누락된 센서 노드가 위치하는 지역의 베이스 스테이션을 이동하거나 라우터의 추가가 필요함을 경고할 수 있다.

[0058] 한편, 본 발명은 컴퓨터로 판독할 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽어들일 수 있는 프로그램 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 본 발명이 소프트웨어를 통해 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 또한, 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 컴퓨터의 프로세서 판독가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망을 통해 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호로 전송될 수 있다.

[0059] 컴퓨터 판독가능 기록매체에는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터를 저장하는 모든 종류의 기록장치가 포함된다. 예컨대, 컴퓨터 판독가능 기록매체에는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 포함될 수 있다. 또한, 컴퓨터 판독가능 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 컴퓨터가 읽어들일 수 있는 코드를 분산방식으로 저장하고 실행되도록 할 수 있다.

[0060] 상술한 바와 같이, 본 발명은, 상대적으로 적은 수의 베이스 스테이션만이 GPS 모듈을 구비하고 대량의 센서 노드들이 광범위한 지역에 걸쳐 무작위로 살포되는 환경 감시 센서 네트워크에 있어서, SVM을 이용함으로써 센싱 정보 분류 시 정확성을 개선하고 데이터 연산량을 감소시키는 이점을 제공한다. 또한, SVM을 통해 얻어진 하이퍼플래인 정보 활용하여 베이스 스테이션을 관리함으로써 센서 노드의 데이터 송신량을 감소시키고 에너지 효율을 개선하는 이점을 제공한다. 나아가, 본 발명은 다양한 센싱 정보를 감지하여 정보 내지 데이터를 분류하는 무선 센서 네트워크 시스템에 폭넓게 적용될 수 있다는 이점을 제공한다.

[0061] 지금까지 본 발명에 대해 실시예들을 참고하여 설명하였다. 그러나 당업자라면 본 발명의 본질적인 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위에서 본 발명이 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 즉, 본 발명의 진정한 기술적 범위는 첨부된 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0062] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 시스템을 나타낸 도면.

[0063] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 SVM을 이용한 환경 감시 방법을 나타낸 흐름도.

[0064] 도 3은 학습 데이터 집합을 분류하는 하이퍼플래인의 일례가 도시되어 있다.

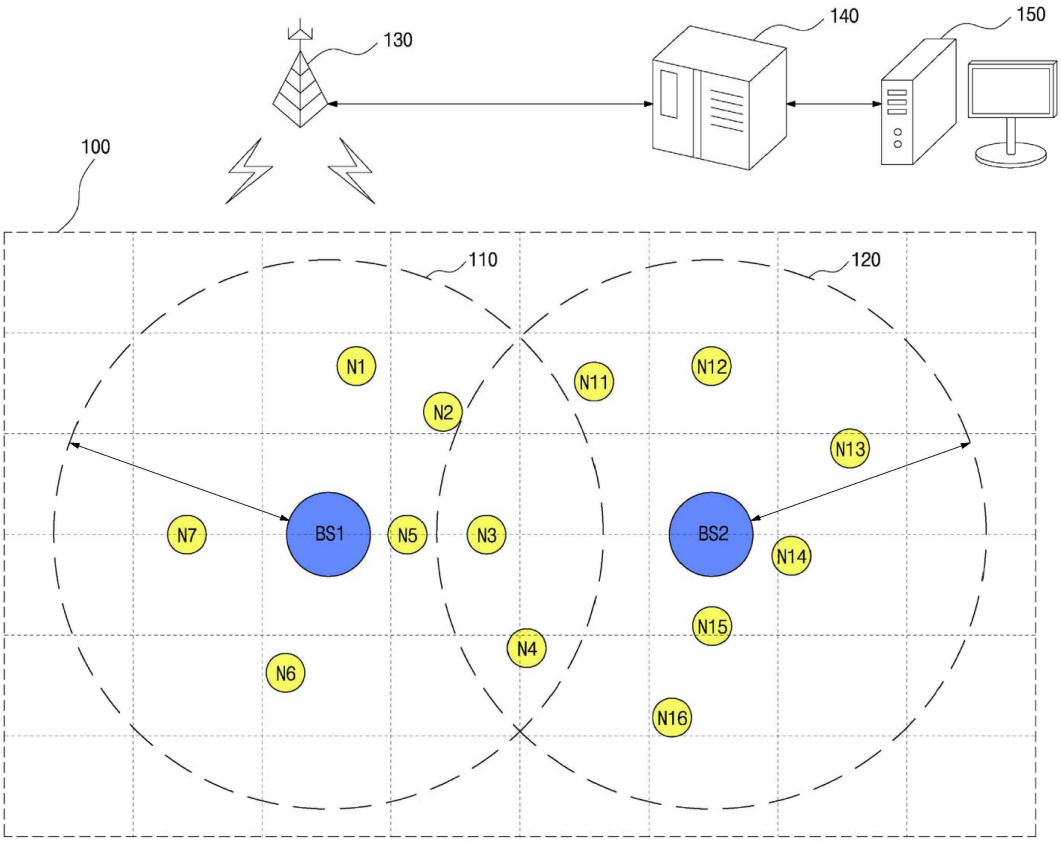
[0065] 도 4는 센서 노드들을 두 가지 클래스로 분류하는 최대 마진 하이퍼플래인의 일례를 나타낸 도면.

[0066] 도 5는 센서 노드들을 두 가지 클래스로 분류하는 최대 마진 하이퍼플래인의 다른 일례를 나타낸 도면.

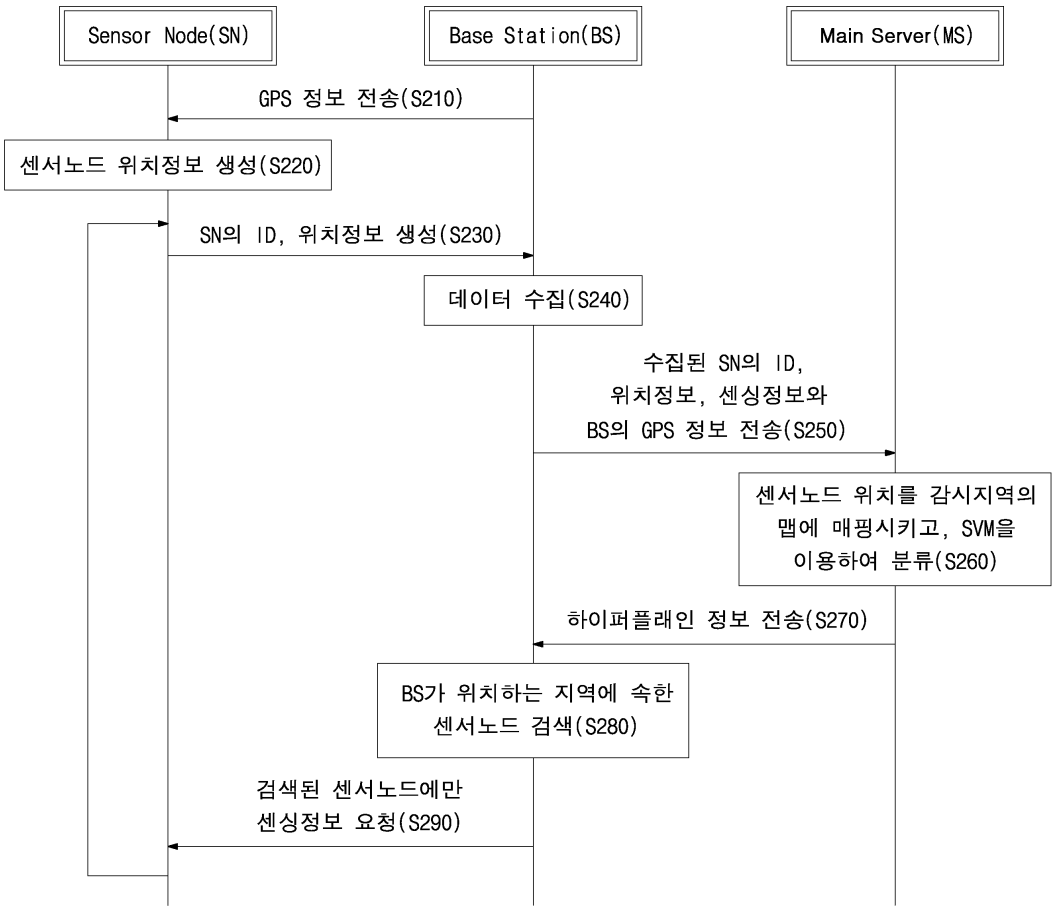
[0067] 도 6은 하이퍼플래인 상에 센서 노드가 존재하는 경우를 나타낸 도면.

도면

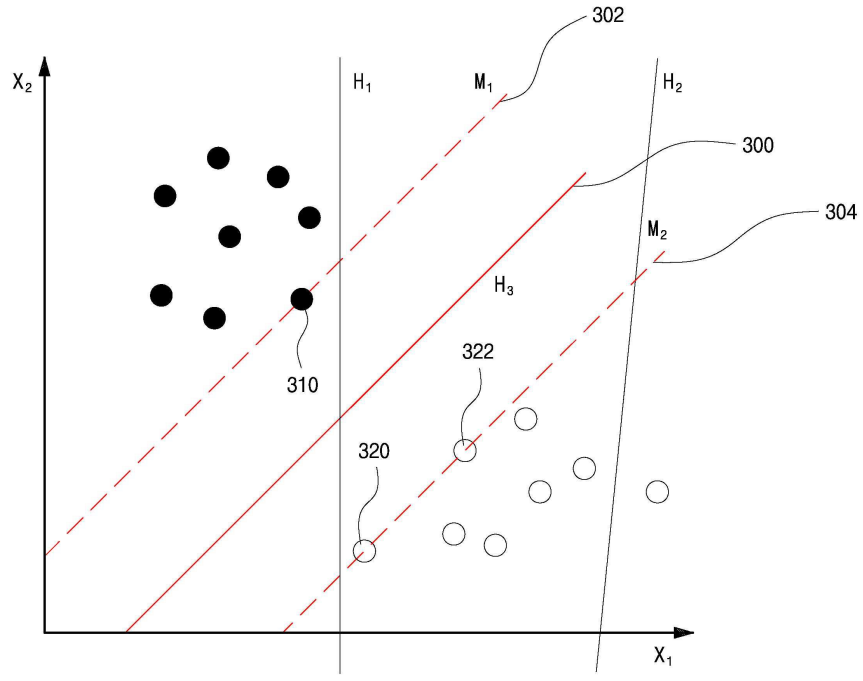
도면1


130
140
150
100
110
120
N1
N2
N3
N4
N5
N6
N7
N11
N12
N13
N14
N15
N16
BS1
BS2

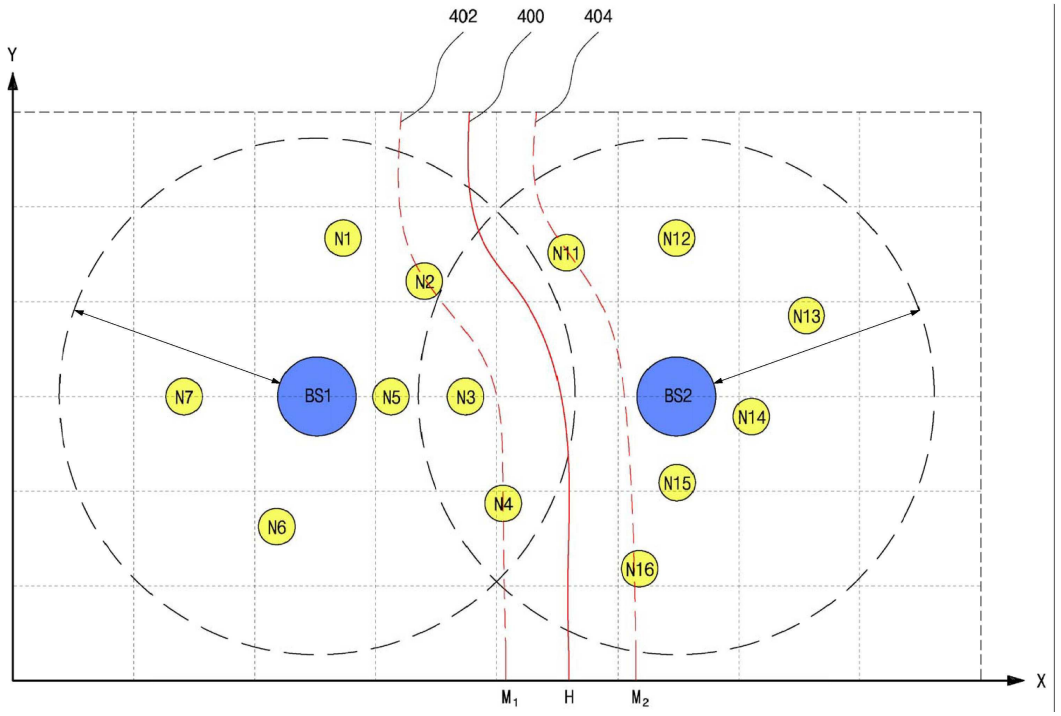
도면2


Sensor Node(SN)
Base Station(BS)
Main Server(MS)
GPS 정보 전송(S210)
센서노드 위치정보 생성(S220)
SN의 ID, 위치정보 생성(S230)
데이터 수집(S240)
수집된 SN의 ID,
위치정보, 센싱정보와
BS의 GPS 정보 전송(S250)
센서노드 위치를 감시지역의
맵에 매핑시키고, SVM을
이용하여 분류(S260)
하이퍼플래인 정보 전송(S270)
BS가 위치하는 지역에 속한
센서노드 검색(S280)
검색된 센서노드에만
센싱정보 요청(S290)

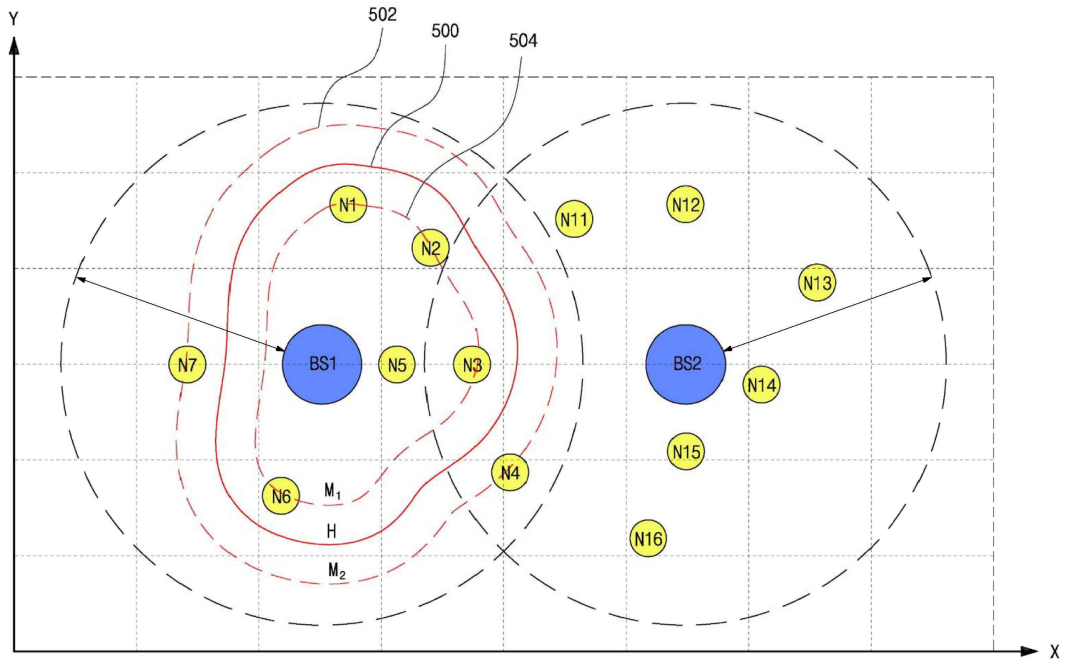
도면3


302
X_2
H_1
M_1
H_2
300
304
M_2
H_3
322
310
320
X_1

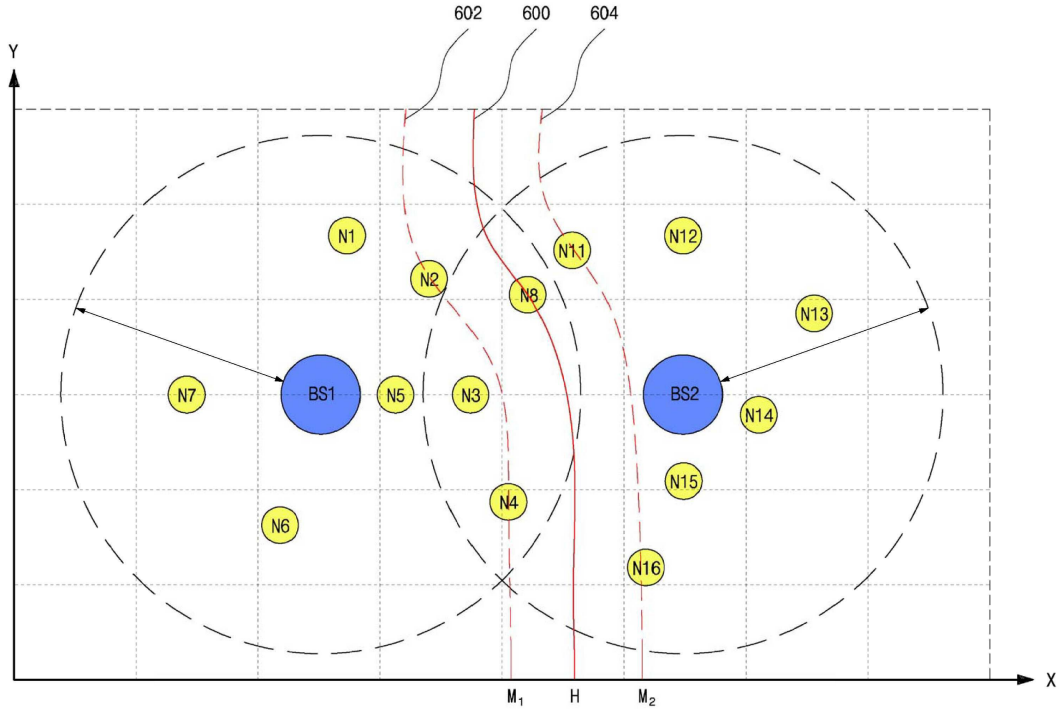
도면4


402
400
404
Y
X
N1
N2
N11
N12
N13
N7
BS1
N5
N3
BS2
N14
N15
N4
N6
N16
M1
H
M2

도면5


502
500
504
Y
X
N1
N2
N11
N12
N13
N7
BS1
N5
N3
BS2
N14
N15
N4
N6
M1
H
M2
N16

도면6


602
600
604
Y
X
N1
N2
N3
N4
N5
N6
N7
N8
N11
N12
N13
N14
N15
N16
BS1
BS2
M1
H
M2