	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0075227 (43) 공개일자 2014년06월19일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04W 84/20 (2009.01) (21) 출원번호 10-2012-0143380 (22) 출원일자 2012년12월11일 심사청구일자 없음	(71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동) (72) 발명자 이재용 서울 은평구 증산로15길 69, (신사동) 김재우 서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제3공학관 709호 (74) 대리인 최관락, 송인호, 민영준	

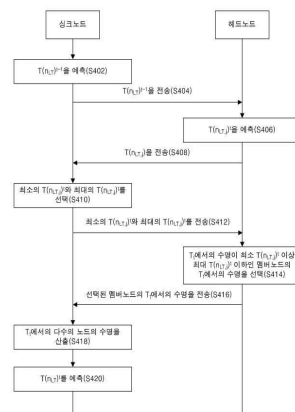
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치 및 방법과, 상기 무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터 헤드노드

### (57) 요약

무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치 및 방법과, 상기 무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터 헤드노드가 개시된다. 개시된 무선 네트워크의 수명 예측 장치는 다수의 노드가 N개의 클러스터로 분류된 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 장치로서, t-1번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 예측하는 예측부; 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 상기 N개의 클러스터의 헤드노드로 전송하는 전송부; 및 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 이용하여 상기 N개의 헤드노드에서 각각 산출된 t번째 시간주기( $T_t$ )에서의 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 수신하는 수신부;를 포함하되, 상기 전송부는 상기 N개의 클러스터 각각의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$  및 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 N개의 헤드노드로 전송하고, 상기 수신부는  $T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 하나 이상의 노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 N개의 헤드노드로부터 수신하며, 상기 예측부는  $T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하고,  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^t$ )을 예측한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415123215
부처명	지식경제부
연구사업명	대학 IT 연구센터 육성지원사업(ITRC)
연구과제명	차세대 RFID/USN 기술 연구 개발
기 여 율	1/1
주관기관	연세대학교 산학협력단
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다수의 노드가 N개의 클러스터로 분류된 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 장치에 있어서,  
t-1번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 예측하는 예측부;

상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 상기 N개의 클러스터의 헤드노드로 전송하는 전송부; 및

상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 이용하여 상기 N개의 헤드노드에서 각각 산출된 t번째 시간주기( $T_t$ )에서의 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 수신하는 수신부;를 포함하되,

상기 전송부는 상기 N개의 클러스터 각각의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$  및 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 N개의 헤드노드로 전송하고, 상기 수신부는  $T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 하나 이상의 노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 N개의 헤드노드로부터 수신하며,

상기 예측부는  $T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하고,  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^t$ )을 예측하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 예측부는 상기 다수의 노드 중  $n_{LT}$ 번째로 수명이 짧은 노드의 수명을 상기 무선 네트워크 시스템의 수명으로 예측하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 예측부는 상기 수신된  $T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 이용하여 상기 하나 이상의 노드의 수명을 갱신하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 N개의 헤드노드 각각은

자신의 클러스터에 속하는 멤버노드들로부터 주기적으로 잔여 에너지 정보를 수신하고, 이전시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 현재시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보 및 상기 잔여 에너지 정보의 수신주기를 이용하여 현재시점에서의 멤버노드들의 수명을 산출하되,

자신의 클러스터에 속하는 멤버노드들 중  $T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 멤버노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 수신부로 전송하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크의 수명 예측 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 N개의 헤드노드 각각은 자신의 클러스터에 속하는 멤버노드들의  $T_t$ 에서의 수명을 더 이용하여 상기  $T(n_{LT,j})^t$ 를 산출하되, 수명이 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$  보다 짧으면서 가장 긴 멤버노드의 수명을  $T(n_{LT,j})^t$ 로서 산출하여 상기 수신부로 전송하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치.

#### 청구항 6

무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터의 헤드노드에 있어서,

멤버노드들로부터 주기적으로 잔여 에너지 정보를 수신하고, 싱크노드로부터  $t-1$ 번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 수신하는 수신부;

이전시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 현재시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 상기 잔여 에너지 정보의 수신주기를 이용하여 현재시점에서의 멤버노드들의 잔여수명을 산출하고, 상기 산출된 잔여 수명을 이용하여 상기 멤버노드들의 수명을 산출하되,  $t$ 번째 시간주기( $T_t$ )에서 산출된 멤버노드들의 수명 및 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 를 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 산출하는 산출부; 및

상기  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 싱크노드로 전송하는 전송부;를 포함하되,

상기 수신부는 상기 싱크노드로부터 제1 수명에 대한 정보 및 제2 수명에 대한 정보를 수신하고, 상기 전송부는 상기 멤버노드들 중  $T_t$ 에서의 수명이 상기 제1 수명 이상 상기 제2 수명 이하인 멤버노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 싱크노드로 전송하는 것을 특징으로 하는 클러스터 헤드노드.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 무선 네트워크 시스템은 N개의 상기 클러스터 헤드노드를 포함하고,

상기 제1 수명은 상기 N개의 클러스터 헤드노드에서 산출된  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$ 이고, 상기 제2 수명은 상기 N개의 클러스터 헤드노드에서 산출된  $T(n_{LT,j})^t$  중 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 인 것을 특징으로 하는 클러스터 헤드노드.

#### 청구항 8

다수의 노드가 N개의 클러스터로 분류된 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 방법에 있어서,

$t-1$ 번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 예측하는 단계;

상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 상기 N개의 클러스터의 헤드노드로 전송하는 단계;

상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 이용하여 상기 N개의 헤드노드에서 각각 산출된  $t$ 번째 시간주기( $T_t$ )에서의 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 수신하는 단계;

상기 N개의 클러스터 각각의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$  및 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 N개의 헤드노드로 전송하는 단계;

$T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 하나 이상의 노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 N개의 헤드노드로부터 수신하는 단계;

$T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하는 단계; 및

$T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^t$ )을 예측하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 다수의 노드로 구성되는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 시 송수신되는 데이터의 양을 감소시킬 수 있도록 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치 및 방법과 상기 무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터 헤드노드에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network) 시스템은 감지, 처리, 통신을 수행할 수 있는 센서노드들로 구성된 네트워크이다. 이러한 무선 센서 네트워크를 구성하는 각각의 센서노드들은 제한된 전력을 제공하는 배터리로 구동되며, 감지, 처리, 데이터 송수신 동작에 따라 전력을 소모한다. 무선 센서 네트워크의 수명관리는 네트워크의 유용성을 연장하는 측면에서 중요한 이슈로 다루어지고 있다.

[0003] 한편, 네트워크 관리는 대상 네트워크를 모니터링하고 제어하는 일련의 과정을 포함한다. 그런데, 센서노드들은 수리 내지 관리(일례로, 배터리의 교체/충전)가 어려운 환경에 설치되는 경우가 많으며, 이러한 환경에서 일부의 센서노드에서 고장 내지 전력 고갈이 발생하는 경우, 무선 센서 네트워크 시스템 전체의 오작동이 발생할 수 있다. 이에 따라, 무선 센서 네트워크를 구성하는 센서노드들의 수명을 예측/관리하는 방법에 대한 다양한 연구들이 수행되고 있다.

[0004] 이와 관련된 종래의 기술로서, 싱크노드가 무선 센서 네트워크 시스템을 구성하는 모든 센서노드의 수명 정보를 수신하고, 이를 이용하여 무선 센서 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 방법이 있다. 그러나, 상기한 종래 방법에 따르면, 싱크노드는 모든 센서노드의 수명정보를 수신하는바, 싱크노드로 전송되는 데이터의 양이 많아져서 데이터 혼잡(Data Congestion)이 발생하는 문제점이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 시 송수신되는 데이터의 양을 감소시킬 수 있도록 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치 및 방법과 상기 무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터 헤드노드를 제안하고자 한다.

[0006] 본 발명의 다른 목적들은 하기의 실시예를 통해 당업자에 의해 도출될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 다수의 노드가 N개의 클러스터로 분류된 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 장치에 있어서,  $t-1$ 번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 예측하는 예측부; 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 상기 N개의 클러스터의 헤드노드로 전송하는 전송부; 및 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 이용하여 상기 N개의 헤드노드에서 각각 산출된 t번째 시간주기( $T_t$ )에서의 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 수신하는 수신부;를 포함하되, 상기 전송부는 상기 N개의 클러스터 각각의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$  및 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 N개의 헤드노드로 전송하고, 상기 수신부는  $T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 하나 이상의 노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 N개의 헤드노드로부터 수신하며, 상기 예측부는  $T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하고,  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 무선

네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^t$ )을 예측하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치가 제공된다.

[0008] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 무선 네트워크 시스템에 포함되는 클러스터의 헤드노드에 있어서, 멤버노드들로부터 주기적으로 잔여 에너지 정보를 수신하고, 싱크노드로부터  $t-1$ 번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 수신하는 수신부; 이전시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 현재시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 상기 잔여 에너지 정보의 수신주기를 이용하여 현재시점에서의 멤버노드들의 잔여수명을 산출하고, 상기 산출된 잔여수명을 이용하여 상기 멤버노드들의 수명을 산출하되,  $t$ 번째 시간주기( $T_t$ )에서 산출된 멤버노드들의 수명 및 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 를 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 산출하는 산출부; 및 상기  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기 싱크노드로 전송하는 전송부;를 포함하되, 상기 수신부는 상기 싱크노드로부터 제1 수명에 대한 정보 및 제2 수명에 대한 정보를 수신하고, 상기 전송부는 상기 멤버노드들 중  $T_t$ 에서의 수명이 상기 제1 수명 이상 상기 제2 수명 이하인 멤버노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기 싱크노드로 전송하는 것을 특징으로 하는 클러스터 헤드노드가 제공된다.

[0009] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 다수의 노드가  $N$ 개의 클러스터로 분류된 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 방법에 있어서,  $t-1$ 번째 시간주기( $T_{t-1}$ )에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^{t-1}$ )을 예측하는 단계; 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 상기  $N$ 개의 클러스터의 헤드노드로 전송하는 단계; 상기  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 이용하여 상기  $N$ 개의 헤드노드에서 각각 산출된  $t$ 번째 시간주기( $T_t$ )에서의 클러스터의 수명( $T(n_{LT,j})^t$ )을 수신하는 단계; 상기  $N$ 개의 클러스터 각각의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소  $T(n_{LT,j})^t$  및 최대  $T(n_{LT,j})^t$ 를 상기  $N$ 개의 헤드노드로 전송하는 단계;  $T_t$ 에서의 수명이 상기 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 상기 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 하나 이상의 노드의  $T_t$ 에서의 수명을 상기  $N$ 개의 헤드노드로부터 수신하는 단계;  $T_t$ 에서의 상기 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 산출하는 단계; 및  $T_t$ 에서의 상기 다수의 노드의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 상기 무선 네트워크 시스템의 수명( $T(n_{LT})^t$ )을 예측하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 방법이 제공된다.

## 발명의 효과

[0010] 본 발명에 따르면, 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 시 송수신되는 데이터의 양을 감소시킬 수 있게 된다.

## 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 헤드노드의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

- [0013] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0015] 도 1을 참조하면, 무선 네트워크 시스템(100)은 다수의 노드(110) 및 싱크노드(120)를 포함한다. 그리고, 다수의 노드(110)는  $N$ (2 이상의 정수임)개의 클러스터로 분류된다. 따라서,  $N$ 개의 클러스터 각각은 2 이상의 노드(110)를 포함하며, 하나의 클러스터에 속하는 2 이상의 노드(110) 중 어느 하나의 노드는 클러스터 헤드노드(이하, "헤드노드"라고 함)로서 동작하고, 나머지 노드는 클러스터 멤버노드(이하, "멤버노드"라고 함)로서 동작한다. 헤드노드는 자신의 클러스터에 속하는 모든 멤버노드들(112)로부터 어플리케이션 데이터 내지 관리정보를 수신하고, 이를 수집하여 싱크노드(120)로 전송한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 멤버노드가 전송하는 관리정보에는 자신의 잔여 에너지 정보가 포함될 수 있다.
- [0016] 이하에서는 도 2 내지 도 4를 참조하여 상기와 같이 구성되는 무선 네트워크 시스템의 수명을 예측하는 방법에 대해 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0017] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다. 도 2에 따른 수명 예측 장치(200)는 싱크노드(120)에 포함될 수 있는 것으로서, 도 2를 참조하면, 수명 예측 장치(200)는 통신부(210) 및 예측부(220)를 포함할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해, 수명 예측 장치(200)의 구성요소는 싱크노드(120) 내에 포함되어 있는 것으로 가정한다.
- [0018] 그리고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드노드의 개략적인 구성을 도시한 도면이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드노드는 통신부(310) 및 산출부(320)를 포함할 수 있다.
- [0019] 싱크노드(120)의 통신부(210)는 수신부 및 전송부로 구성되고, 헤드노드의 통신부(310)와 다양한 데이터를 무선으로 송수신한다. 여기서, 송수신되는 데이터는 어플리케이션 데이터, 무선 네트워크 시스템(100)의 수명 예측에 필요한 정보와 이의 요청 메시지 및 수명 예측에 필요한 정보의 선택에 활용되는 정보 등을 포함한다.
- [0020] 그리고, 헤드노드의 통신부(310) 역시 수신부 및 전송부로 구성되고, 멤버노드로부터 다양한 데이터(일례로, 어플리케이션 데이터, 잔여 에너지 정보 등과 같은 관리정보)를 수신한다.
- [0021] 또한, 싱크노드(120)의 예측부(220)는  $N$ 개의 헤드노드로부터 수신한 정보를 이용하여 무선 네트워크 시스템(100)의 수명을 예측과 관련된 작업을 수행한다.
- [0022] 그리고, 헤드노드의 산출부(320)는 무선 네트워크 시스템(100)의 수명 예측에 필요한 정보인 멤버노드들(112)의 수명을 산출한다. 보다 상세하게, 헤드노드의 산출부(320)는 멤버노드들(112)로부터 주기적으로 잔여 에너지 정보를 수신하고, 이전시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보, 현재시점에서 수신된 멤버노드의 잔여 에너지 정보 및 상기 잔여 에너지 정보의 수신주기를 이용하여 현재시점에서의 멤버노드들의 수명을 산출한다.
- [0023] 즉, 헤드노드의 산출부(320)는 각 멤버노드에 대하여, 이전시점( $t_1$ )에서의 잔여 에너지량( $E(t_1)$ )과 현재시점( $t_2$ )에서의 잔여 에너지량( $E(t_2)$ )의 차를 현재시점과 이전시점의 시간차로 나누어 현재시점에서의 멤버노드의 에너지 소모율( $CR(t_2)$ )을 산출하고(아래의 수학적 식 1 참조), 현재시점에서의 멤버노드의 잔여 에너지량을 에너지 소모율로 나누어 현재시점에서의 멤버노드의 수명(잔여수명,  $RL(t_2)$ )을 산출할 수 있다(아래의 수학적 식 2 참조)

### 수학적 식 1

$$CR(t_2) = \frac{E(t_2) - E(t_1)}{t_2 - t_1}$$

[0024]

## 수학식 2

$$RL(t_2) = \frac{E(t_2)}{CR(t_2)}$$

[0025]

[0026]

한편, 무선 네트워크 시스템(100)의 수명은 다양하게 정의될 수 있는데, 본 발명에서는 무선 네트워크 시스템(100)을 구성하는 다수의 노드(110) 중에서 소정 비율( $\alpha\%$ )의 노드(110)의 수명이 종료되는 시점을 무선 네트워크 시스템의 수명(즉, 수명종료시점)으로 정의한다. 예를 들어, 무선 네트워크 시스템(100)을 구성하는 노드(110)의 개수가 500개이고,  $\alpha$ 가 10인 경우, 무선 네트워크 시스템(100)의 수명은 다수의 노드(110) 중에서 50( $=500 \times 0.1$ )개의 노드의 수명이 종료되는 시점과 대응된다. 이하, 여기서, 소정 비율에 따른 수명이 종료되는 노드(110)의 개수를 " $n_{LT}$ "라 칭하기로 한다.

[0027]

요컨대, 본 발명에서 정의하는 무선 네트워크 시스템(100)의 수명은, 무선 네트워크 시스템(100)을 구성하는 다수( $n$ 개)의 노드(110) 중  $n_{LT}$ 번째로 수명이 짧은 노드의 수명과 대응된다. 따라서, 싱크노드(120)의 예측부(220)는 아래의 표 1에 표시된 바와 같이 다수의 노드(110)의 수명을 오름차순으로 정렬한 후,  $n_{LT}$ 번째로 수명이 짧은 노드( $x_{n_{LT}}$ )의 수명( $y_{n_{LT}}$ )을 무선 네트워크 시스템(100)의 수명으로 예측할 수 있다.

표 1

	1	2	...	i	i+1	$n_{LT}$	...	$i+n'-2$	$i+n'-1$	...	$n-1$	n
노드 ID	$x_1$	$x_2$	...	$x_i$	$x_{i+1}$	$x_{n_{LT}}$	...	$x_{i+n'-2}$	$x_{i+n'-1}$	...	$x_{n-1}$	$x_n$
수명	$y_1$	$y_2$	...	$y_i$	$y_{i+1}$	$y_{n_{LT}}$	...	$y_{i+n'-2}$	$y_{i+n'-1}$	...	$y_{n-1}$	$y_n$

[0028]

[0029]

이하, 도 4를 참조하여, 수명 예측 장치(200)가 무선 네트워크 시스템(100)의 수명을 예측하는 동작(즉, 무선 네트워크 시스템(100)의 수명 예측 방법)에 대해 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0030]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 네트워크 시스템의 수명 예측 방법의 전체적인 흐름을 도시한 도면이다.

[0031]

도 4에서는 싱크노드(120)와 하나의 헤드노드간의 데이터 송수신 절차를 도시하고 있으며, 이는 N개의 헤드노드 모두에서 동일하게 수행된다.

[0032]

이하, 도 4를 참조하여 각 단계에서 수행되는 과정을 상세하게 설명한다.

[0033]

먼저, 단계(S402)에서 싱크노드(120)는 무선 네트워크 시스템(100)에 속하는 다수의 노드(110)의  $t-1$ 번째 시간 주기(이하, " $T_{t-1}$ "이라 함)에서의 수명을 이용하여  $T_{t-1}$ 에서의 무선 네트워크 시스템의 수명(이하, " $T(n_{LT})^{t-1}$ ")을 예측한다.  $T(n_{LT})^{t-1}$ 의 예측 원리는 앞서 표 1을 통해 설명한 것과 동일하다.

[0034]

여기서,  $T_{t-1}$ 이 최초의 시간주기인 경우, 싱크노드(120)는 다수의 노드(110) 모두에 대한 수명을 N개의 헤드노드를 통해 수신하고, 이를 이용하여  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 산출할 수 있다. 그리고,  $T_{t-1}$ 이 최초의 시간주기가 아닌 경우, 싱크노드(120)는 아래에서 설명하는 과정들을 통해 다수의 노드에 대한 수명을 산출(갱신)할 수 있다.

[0035]

계속하여, 단계(S404)에서 싱크노드(120)는 산출된  $T(n_{LT})^{t-1}$ 을 헤드노드로 전송하고, 단계(S406)에서 N개의 헤드



노드 각각은  $T(n_{LT})^{t-1}$ 과 자신의 클러스터에 속하는 멤버노드들의  $t$ 번째 시간주기(이하, " $T_t$ "라고 함)에서의 수명을 이용하여 자신이 속한 클러스터의 수명(이하, " $T(n_{LT,j})^t$ "라 함, 여기서,  $j$ 는 1 이상  $N$  이하의 정수로서, 클러스터의 인덱스(ID)를 의미함)을 산출한다.

[0036] 보다 상세하게,  $j$ 번째 헤드노드는  $j$ 번째 클러스터에 속하는 멤버노드들(112) 중 수명이  $T(n_{LT})^{t-1}$  보다 짧으면서 가장 긴 멤버노드의 수명을 자신이 속한 클러스터의  $T(n_{LT,j})^t$ 로서 산출할 수 있다.

[0037] 예를 들어, 무선 네트워크 시스템(100)를 구성하는 노드(110)의 개수가 500개이고, 500개의 노드(110)가 4개의 클러스터로 분류되며,  $n_{LT}$ 가 50인 경우, 4개의 헤드노드 각각은 아래의 표 2에 도시된 바와 같이 수명이  $T(n_{LT})^{t-1}$  보다 짧은 멤버노드들(112)의 개수( $n_{LT,j}$ )를 산출하고, 이들 중 가장 수명이 긴 노드의 수명을 각 클러스터의  $T(n_{LT,j})^t$ 로 산출할 수 있다.

표 2

클러스터 ID	2	1	3	4
$n_{LT,j}$	20	10	15	5
$T(n_{LT,j})^t$	$T(n_{LT,2})^t$	$T(n_{LT,1})^t$	$T(n_{LT,3})^t$	$T(n_{LT,4})^t$

[0038]

[0039] 다음으로, 단계(S408)에서  $N$ 개의 헤드노드 각각은 산출된  $T(n_{LT,j})^t$ 를 싱크노드(120)로 전송하고, 단계(S410)에서 싱크노드(120)는  $N$ 개의  $T(n_{LT,j})^t$  중 최소의  $T(n_{LT,j})^t$ 와 최대의  $T(n_{LT,j})^t$ 를 선택한다.

[0040] 이 후, 단계(S412)에서 싱크노드(120)는 수명 예측에 필요한 정보에 대한 요청 메시지에 최소의  $T(n_{LT,j})^t$ 와 최대의  $T(n_{LT,j})^t$ 를 포함시켜  $N$ 개의 헤드노드로 각각 전송한다.

[0041] 그리고, 단계(S414)에서  $N$ 개의 헤드노드 각각은 자신의 클러스터에 속하는 멤버노드들(112) 중  $T_t$ 에서의 수명이 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 멤버노드의  $T_t$ 에서의 수명을 선택하고, 단계(S416)에서 싱크노드는 선택된 멤버노드의  $T_t$ 에서의 수명을 싱크노드(120)로 전송한다. 이에 따라, 싱크노드(120)는 다수의 노드(110) 중 일부인 하나 이상의 노드(110)에 대한  $T_t$ 에서의 수명을 수신한다.

[0042] 즉, 본 발명에 따르면,  $N$ 개의 헤드노드 각각은 자신의 클러스터에 속하는 모든 멤버노드의 수명을 싱크노드(120)로 전송하지 않고, 수명이 최소  $T(n_{LT,j})^t$  이상 최대  $T(n_{LT,j})^t$  이하인 멤버노드의 수명만을 싱크노드(120)로 전송함으로써 무선 네트워크 시스템(100)의 수명 예측 시 송수신되는 데이터의 양을 감소시킨다.

[0043] 다음으로, 단계(S418)에서 싱크노드(120)는 상기 수신된  $T_t$ 에서의 하나 이상의 노드의 수명을 활용하여  $T_t$ 에서의 다수의 노드(110)의 수명을 산출한다. 다시 말해, 싱크노드(120)는 상기 수신된  $T_t$ 에서의 하나 이상의 노드의 수명을 이용하여 상기 하나 이상의 노드의 수명을 갱신하고, 나머지 노드의 수명은  $T_{t-1}$ 에서의 수명에서 측정 주기의 차( $T_t - T_{t-1}$ ) 동안 감소되는 수명을 감산함으로써  $T_t$ 에서의 다수의 노드(110)의 수명을 산출(갱신)한다. 이 때, 측정 주기의 차 동안 감소되는 수명은  $T_{t-1}$  또는 그 이전 시점에서 수신 또는 예측된 노드의 에너지 소모율을 이용하여 싱크노드(120)가 직접 산출할 수 있다.

[0044] 마지막으로, 단계(S420)에서 싱크노드(120)는 갱신된  $T_t$ 에서의 다수의 노드(110)의 수명을 이용하여  $T_t$ 에서의 무

선 네트워크 시스템의 수명(이하, " $T(n_{LT})^t$ "라고 함)을 예측한다.  $T(n_{LT})^t$ 의 산출 원리 역시 앞서 표 1을 통해 설명한 것과 동일하다.

[0045] 이하에서는 다수의 노드(110) 중 일부의 노드에 대한 수명만을 갱신함에 의해서도 무선 네트워크 시스템(100)의 수명이 정확하게 예측될 수 있는 원리를 상세하게 설명하기로 한다. 여기서, 설명의 편의를 위해, 앞서 표 2에서 설명한 바와 같이 네트워크가 구성되는 것으로 가정한다.

[0046] 표 2를 참조하면, 싱크노드(120)가 4개의 헤드노드로부터 각 클러스터의  $T(n_{LT,j})^t$ 를 수신한 경우에 있어, 가장 짧은 수명을 가지는 클러스터의 인덱스를  $s$ 라고 하고 가장 긴 수명을 가지는 클러스터의 인덱스를  $l$ 이라 하면,  $s$ 는 2이고,  $l$ 은 4이다. 따라서, 4개의  $T(n_{LT,2})^t$  중  $T(n_{LT,2})^t$ 가 가장 짧은 값을 가지며,  $T(n_{LT,2})^t$ 에서 클러스터 2의 수명은 종료된다. 즉, 클러스터 2에 포함되고 수명이  $T(n_{LT})^{t-1}$ 보다 짧은 20개의 노드(110)의 수명은  $T(n_{LT,2})^t$ 에서 모두 종료된다.

[0047] 그런데,  $T(n_{LT,2})^t$ 는  $T(n_{LT,1})^t$ 보다 작으므로,  $T(n_{LT,2})^t$ 에서, 클러스터 1에서는 최소 0개, 최대 9개( $=n_{LT,1}-1$ )의 노드(110)의 수명이 종료될 수 있다. 마찬가지로,  $T(n_{LT,2})^t$ 에서, 클러스터 3에서는 최소 0개, 최대 14개( $=n_{LT,3}-1$ )의 노드(110)의 수명이 종료될 수 있고, 클러스터 4에서는 최소 0개 최대 4개( $=n_{LT,4}-1$ )의 노드(110)의 수명이 종료될 수 있다.

[0048] 따라서,  $T(n_{LT,2})^t$ 에서는 최대 47개( $=n_{LT,2}+(n_{LT,1}-1)+(n_{LT,3}-1)+(n_{LT,4}-1)$ )개의 노드(110)의 수명이 종료되고, 이는 무선 네트워크 시스템(100)의 수명을 결정하는 기준, 즉 수명이 종료되는 노드의 임계 개수인 50개보다 적으므로,  $T(n_{LT,2})^t$ 에서는 무선 네트워크 시스템(110)의 수명이 아직 종료되지 않음을 예상할 수 있다. 즉,  $T(n_{LT,2})^t$ 와  $T(n_{LT})^{t-1}$  사이에는 " $T(n_{LT,2})^t \leq T(n_{LT})^{t-1}$ "의 관계가 성립한다.

[0049] 한편,  $T(n_{LT,4})^t$ 는  $T(n_{LT,2})^t$ 보다 작으므로,  $T(n_{LT,4})^t$ 가 도래한 경우, 클러스터 2에서는 20개( $=n_{LT,2}$ )의 노드(110)의 수명이 종료된 것은 물론이고, 이외의 하나 이상의 노드(110)의 수명이 종료될 수도 있다. 따라서,  $T(n_{LT,4})^t$ 에서, 클러스터 2에서는 최소 20개의 노드(110)의 수명이 종료된다. 마찬가지로, 클러스터 1에서는 최소 10개( $=n_{LT,1}$ )의 노드(110)의 수명이 종료되고, 클러스터 3에서는 최소 15개( $=n_{LT,3}$ )의 노드(110)의 수명이 종료된다.

[0050] 따라서,  $T(n_{LT,4})^t$ 에서는 최소 50개( $=n_{LT,1}+n_{LT,2}+n_{LT,3}+n_{LT,4}$ )의 노드(110)의 수명이 종료됨을 예상할 수 있다. 즉,  $T(n_{LT,4})^t$ 와  $T(n_{LT})^{t-1}$  사이에는 " $T(n_{LT})^{t-1} \leq T(n_{LT,4})^t$ "의 관계가 성립한다.

[0051] 정리하면,  $T(n_{LT,s})^t$ ,  $T(n_{LT,l})^t$  및  $T(n_{LT})^{t-1}$  사이에는 " $T(n_{LT,s})^t \leq T(n_{LT})^{t-1} \leq T(n_{LT,l})^t$ "의 관계가 성립한다.

[0052] 한편, 앞서 설명한 표 1에서,  $T(n_{LT,s})^t$ 는  $y_i$ 와 대응되고,  $T(n_{LT,l})^t$ 는  $y_{i+n'-1}$ 와 대응된다. 따라서, 싱크노드(120)는 수명이  $y_i$ 와  $y_{i+n'-1}$ 에 속하는  $n'$ 개의 노드(110)의 수명만을 갱신하여도 무선 네트워크 시스템(100)의 수명을 정확하게 예측할 수 있게 된다.

[0053] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 무선 네트워크 시스템(100)의 수명 예측 장치(200) 및 방법은 종래의 수명 예측 기법과 비교할 때, 헤드노드가 싱크노드(120)로 전송하는 데이터의 양을 감소시켜 싱크노드(120)에서 데이터 혼잡이 발생하지 않도록 한다.

[0054] 또한, 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구

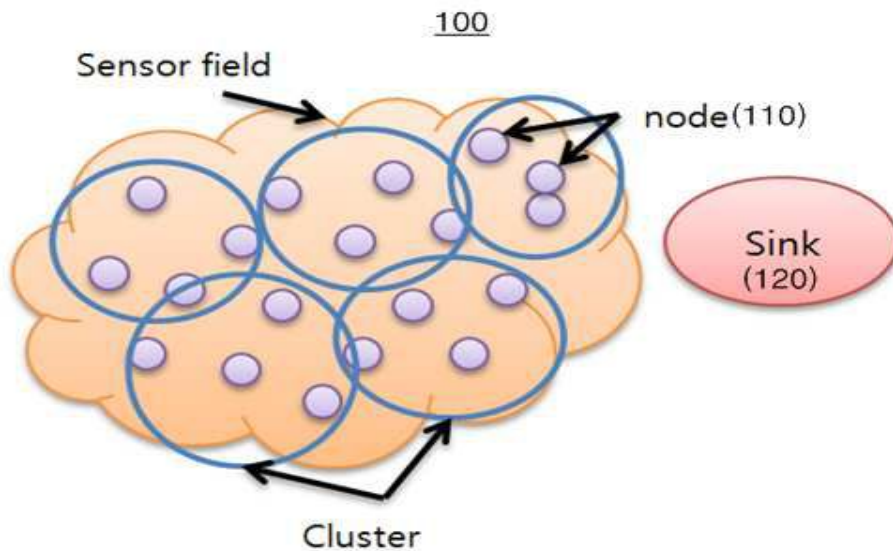
조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 일 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0055]

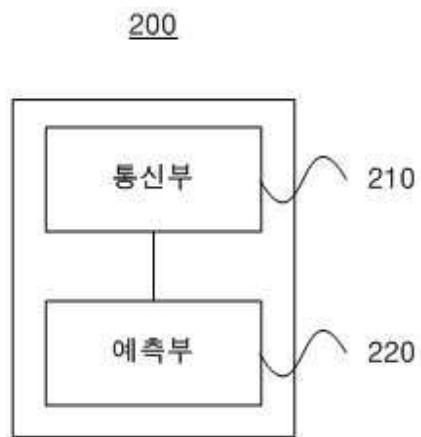
이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

## 도면

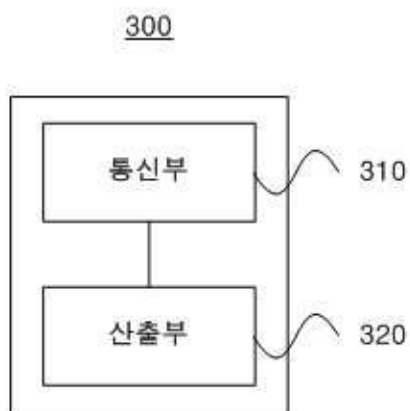
### 도면1



도면2



도면3



도면4

