

태양에너지 기반 센서 네트워크에서의 데이터 압축 기법

Keyword	태양 에너지, 무선 센서 네트워크, WSN, 노드, 센싱 주기, 데이터 압축		
기술보유 기관	숭실대학교 산학협력단	기술판매형식	기술협력, 라이선스
연구 책임자	노동건	기술 완성단계(TRL)	4단계-연구실 규모 실험 단계

기/술/개/요

태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치

기존 기술의 문제점

- ① 무선 센서 노드는 초소형의 내장형 시스템으로 구현되어 처리 속도가 느리고, 가용 메모리가 적음
- ② 태양 에너지가 적을 때 센싱 데이터량은 제안된 기법보다 많게 되지만, 태양 에너지의 양이 적기 때문에 결국 정전 노드가 많이 발생하여, 싱크 노드에 도달하는 데이터의 양은 제안된 기법보다 적어지게 되고 핫스팟 문제가 발생함

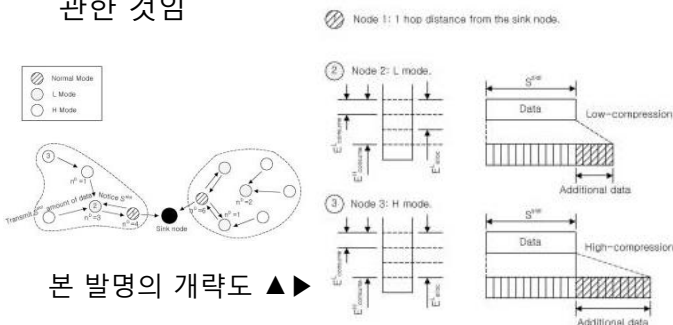
기술 내용 및 차별성

기술 내용 차별성

태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크 기반,
에너지 할당을 고려하여 센싱 주기와 압축 알고리즘을 선택하는 기술

기술 내용

- 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 효율적인 에너지 관리 문제와 핫스팟 문제를 해결하고 데이터 획득량을 증가시키는 기술에 관한 것임



본 발명의 개략도 ▲▶

기술의 우수성 / 혁신성

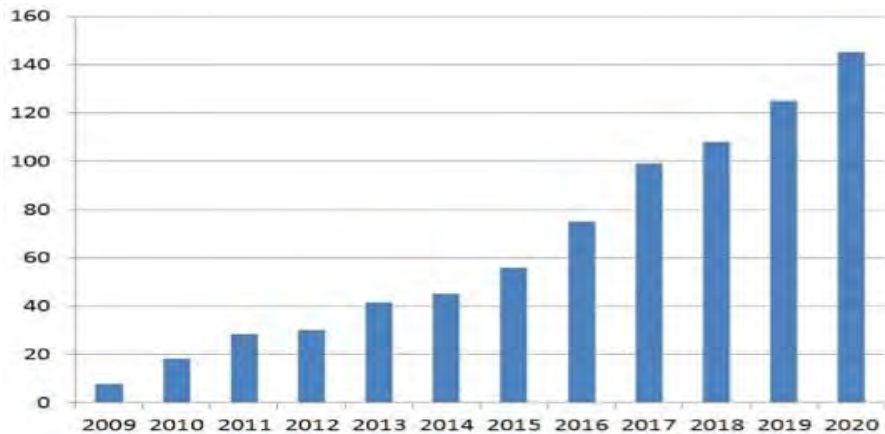
- 에너지 효율에 따라 센싱 주기와 압축 알고리즘을 동시에 고려하는 것이 가능
- 싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리의 노드는 데이터 전송 한계를 결정하여 이를 다른 노드에 전달함으로써 전송 데이터량을 제한하고, 다른 노드들은 이에 맞는 센싱 주기와 압축 기법을 선택함으로써 정전 노드의 발생을 억제하여, 데이터 수집량을 증가시키는 것이 가능함

시장 현황

시장 현황

[세계 태양광 시장 현황 및 전망]

(단위 : GW)



기술 활용 분야

기술 활용 분야

- 태양 에너지 기반 무선 통신 네트워크
- 지속적으로 모니터링이 필요하나 사람이 직접 가거나 지속적으로 접근하기 어려운 지역에 모니터링 기술로 활용 가능(군사지역, 재난재해 모니터링 등)



권리현황

권리현황

발명의 명칭	문헌번호	등록일자	상태
태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치	KR 10-1944194	2019. 01. 24	등록
태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치, 방법 및 이를 수행하기 위한 기록 매체	KR 10-1948447	2019. 02. 08	등록

문 의 처

기술문의



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월14일
(11) 등록번호 10-1948447
(24) 등록일자 2019년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01) G08C 17/02 (2006.01)
H02S 40/30 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
G08C 17/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0166475
(22) 출원일자 2017년12월06일
심사청구일자 2017년12월06일
(30) 우선권주장
1020170140752 2017년10월27일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100060784 A
KR1020070072443 A
KR1020100021768 A

(73) 특허권자
송실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
노동건
서울특별시 양천구 목동동로12길 23, 1012동 170
2호 (목동, 대림아파트)
윤익준
서울특별시 관악구 낙성대역길 50, 305호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 8 항

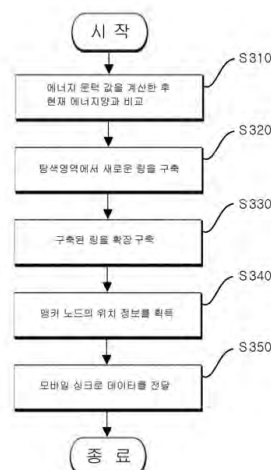
심사관 : 전병식

(54) 발명의 명칭 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치, 방법 및 이를 수행하기 위한 기록 매체

(57) 요약

본 발명은 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치, 방법 및 이를 수행하기 위한 기록 매체에 관한 것으로, 노드의 현재 에너지양이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지양과 비교하는 단계; 노드의 현재 잔여 에너지양이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계; 구축된 링의 링 노드 중에서 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 상기 잔여 에너지양이 문턱 값 미만 이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 단계; 구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득하는 단계; 및 소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H02S 40/30 (2015.01)

(72) 발명자

김혁

전라남도 여수시 무선로 50, 105동 402호 (학동, 신
동아파밀리에아파트)

강민재

서울특별시 관악구 관악로17길 40, 702(봉천동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0-00646 / 1711035246

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 클라우드 환경의 스마트 기기와 서비스 보안기술 개발 및 연구 인력양성

기 여 율 1/1

주관기관 숭실대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

노드의 현재 에너지양이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지양과 비교하는 단계;

노드의 현재 잔여 에너지양이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계;

구축된 링의 링 노드 중에서 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 상기 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 단계;

구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득하는 단계; 및

소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달하는 단계를 포함하되,

상기 링을 확장 구축하는 단계는, 잔여 에너지양이 문턱 값 미만의 노드는 링 노드로서의 동작을 중지하는 단계; 및 링 노드로서의 동작을 중지한 후 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고, 잔여 에너지양이 문턱 값 이상의 조건을 만족하는 노드를 선택하여 링을 확장하여 구축하는 단계를 포함하며,

상기 링을 확장 구축하는 단계는, 기존 링 노드로 사용되던 노드가 에너지 부족 상태가 되면, 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고 링 노드로 동작하는 문턱 값 이상의 에너지를 가진 노드를 선택하여 링을 확장 구축하고, 링 노드로 동작하는 문턱 값 이상의 에너지를 가진 링 바깥쪽 이웃 노드가 없는 경우 노드 중 잔여 에너지가 가장 많은 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 현재 에너지양과 비교하는 단계는,

노드의 동작 시간 조정(Duty-cycle Control)이나 센싱 주기 조절(Sensing-rate Control)을 통해 노드의 기본동작을 수행할 때의 시스템 에너지 소모율이 에너지 수집률보다 항상 작도록 초기 세팅을 하는 것을 특징으로 하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계는,

에너지가 충분한 노드가 링을 구축할 만큼 존재하지 않을 경우, 이웃 노드 중에서 링을 구축할 만큼 에너지가 높은 노드를 링 노드로 선택하여 초기 링을 구축하는 것을 특징으로 하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지양이 에너지 문턱 값보다 작게 되어 네트워크의 끝 영역에 맞는 경우 링을 해제하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 링을 해제하는 단계는,

링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지양이 에너지 문턱 값보다 작게 될 경우, 링의 해제를 시작하는 노드가 같은 링을 구성하고 있던 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 전송하는 단계; 및

링을 해제하자는 패킷을 수신 받은 링 노드가 자신의 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 순차적으로 재전송하여 링을 해제하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

모바일 싱크로 데이터가 전송되던 도중 모바일 싱크가 이동하여 기존에 선택되었던 앵커 노드의 통신영역을 벗어날 경우, 재선택된 새로운 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 추후 도착하는 데이터를 새로운 앵커 노드로 전달(forwarding)하여 데이터 손실을 막는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.

청구항 9

제1항 내지 제3항 및 제6항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

청구항 10

노드의 현재 에너지양이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지양과 비교하는 에너지 계산부;

현재 잔여 에너지양이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 링 구축부;

구축된 링의 링 노드 중에서 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 상기 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 링 확장구축부;

구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부; 및

소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달하는 데이터 전달부를 포함하되,

상기 링 확장구축부는, 기존 링 노드로 사용되던 노드가 에너지 부족 상태가 되면, 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고 링 노드로 동작하는 문턱 값 이상의 에너지를 가진 노드를 선택하여 링을 확장 구축하고, 링 노드로 동작하는 문턱 값 이상의 에너지를 가진 링 바깥쪽 이웃 노드가 없는 경우 노드 중 잔여 에너지가 가장 많은 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 발명은 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치, 방법 및 이를 수행하기 위한 기록 매체에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 환경 에너지를 포함한 주변 에너지를 수집하여 활용하는 에너지 수집형 센서 노드를 사용하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치, 방법 및 이를 수행하기 위한 기록 매체에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 무선 센서 네트워크(WSN)는 초소형, 저비용, 저전력의 센서소자로 이루어진 네트워크로써, 그 활용 분야가 군사, 의료, 생태계 감지 등으로 다양하다. WSN의 노드는 일반적으로 배터리로 동작하기 때문에, 제한적인 에너지 자원 문제를 극복하기 위한 연구가 광범위하게 진행되어 왔다. 기존에는 소모되는 에너지의 양을 최소화하기 위한 연구들이 주로 수행되었다. 그러나 최근에는 제한된 에너지 문제를 근본적으로 해결하고자, 환경 에너지를 포함한 주변 에너지를 수집하여 활용하는 에너지 수집형 센서 노드에 대한 연구가 활발히 수행하고 있다.
- [0003] 에너지 수집형 센서 노드는 태양, 압력, 바람, 열, 중력 등을 통해 에너지를 수집하게 되는데, 이 중 태양에너지는 에너지 밀도 및 주기성으로 인하여 WSN에 최적의 에너지원으로 생각되고 있다. 태양 에너지 기반의 센서 노드에서는 수집되는 에너지를 최대한 아껴서 사용하는 것이 목표가 아니라, 배터리 용량 및 에너지 수집 속도 등을 고려하여 최대한 효율적으로 사용하는 것이 목표가 되어야 한다.
- [0004] 한편, 모바일 싱크를 이용한 WSN은 기존의 고정된 위치의 싱크를 사용하는 WSN에서 발생하는 싱크 주변 노드와 외곽 노드 간의 에너지 불균형 문제를 어느 정도 해결할 수 있었다. 그러나 싱크가 무작위 경로를 이동한다면, 노드의 데이터 전송을 위하여 싱크의 위치 정보를 각 노드에 알리는 기법이 필요하게 된다. 특히, 모바일 싱크의 위치를 알리기 위한 가장 쉬운 방법인 플러딩 기법은 단순하지만, 모든 노드에게 싱크의 위치를 알리는데 오버헤드가 매우 커질 수 있다. 싱크의 이동성이 커질수록 그 오버헤드는 점점 커지게 된다. 따라서 모바일 싱크의 위치 정보 전파에 드는 비용을 절감시키려는 연구가 현재 활발히 진행되고 있으며, 일반적으로 그리드, 클러스터링, 영역 등을 이용한 계층적 방법이 많이 연구되고 있다. 특별히, 영역기반 기법의 경우, 다른 기법들에 비해 구축하기 쉽지만, 네트워크 크기가 커질 때, 성능 저하가 발생하지 않도록, 확장성에 대한 고려가 반드시 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0881112호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1080293호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 기술적 관제는 수집 에너지를 모바일 싱크의 위치 정보를 효율적으로 제공하기 위한 링을 구성하기 위해 노드의 기본동작에는 영향을 주지 않도록 여분의 에너지만을 사용하여 링을 구성하고, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있도록 구현한 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록 매체를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 수행하기 위한 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법은, 노드의 현재 에너지량이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지량과 비교하는 단계; 노드의 현재 잔여 에너지량이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계; 구축된 링의 링 노드 중에서 잔여 에너지량이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 상기 잔여 에너지량이 문턱 값 미만이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 단계; 구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득하는 단계; 및 소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달하는 단계를 포함하는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 현재 에너지량과 비교하는 단계는, 노드의 동작 시간 조정(Duty-cycle Control)이나 센싱 주기 조절(Sensing-rate Control)을 통해 노드의 기본동작을 수행할 때의 시스템 에너지 소모율이 에너지 수집률보다 항상 작도록 초기 세팅을 할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계는, 에너지가 충분한 노드가 링을 구축할 만큼 존재하지 않을 경우, 이웃 노드 중에서 링을 구축할 만큼 에너지가 높은 노드를 링 노드로 선택하여 초기 링을 구축할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 링을 확장 구축하는 단계는, 잔여 에너지량이 문턱 값 미만의 노드는 링 노드로서의 동작을 중지하는 단계; 및 링 노드로서의 동작을 중지한 후 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고, 잔여 에너지량이 문턱 값 이상의 조건을 만족하는 노드를 선택하여 링을 확장하여 구축하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 링을 확장 구축하는 단계는, 링 노드로 동작할 만큼 충분한 에너지를 가진 링 바깥쪽 이웃 노드가 없는 경우 노드 중 잔여 에너지가 가장 많은 노드를 선택할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 되어 네트워크의 끝 영역에 맞는 경우 링을 해제하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 링을 해제하는 단계는, 링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 될 경우, 링의 해제를 시작하는 노드가 같은 링을 구성하고 있던 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 전송하는 단계; 및 링을 해제하자는 패킷을 수신 받은 링 노드가 자신의 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 순차적으로 재전송하여 링을 해제하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 모바일 싱크로 데이터가 전송되던 도중 모바일 싱크가 이동하여 기존에 선택되었던 앵커 노드의 통신영역을 벗어날 경우, 재선출된 새로운 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 추후 도착하는 데이터를 새로운 앵커 노드로 전달(forwarding)하여 데이터 손실을 막는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체에는, 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록되어 있다.
- [0019] 상기한 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치는, 노드의 현재 에너지량이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지량과 비교하는 에너지 계산부; 현재 잔여 에너지량이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 링 구축부; 구축된 링의 링 노드 중에서 잔여 에너지량이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 상기 잔여 에너지량이 문턱 값 미만이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축하는 링 확장구축부; 구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부; 및 소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달하는 데이터 전달부를 포함한다.

발명의 효과

- [0020] 상술한 본 발명의 일측면에 따르면, 에너지 문턱값을 통해 여분의 에너지를 모바일 싱크의 위치 정보를 효율적으로 제공하기 위한 링을 구성하는 데 활용하도록 할 수 있으며, 수집 에너지를 효율적으로 소비할 수 있으므로,

정전 노드를 감소시킴으로써 데이터 수집량을 증가시킬 수 있다.

[0021] 상술한 본 발명의 다른 일측면에 따르면, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있기 때문에, 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크의 크기가 커져도 적은 홉으로 모바일 싱크의 위치 확인할 수 있어 확장성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 종래기술인 링 라우팅 기법을 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치의 개략적인 구성이 도시된 제어 블록도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 설명하는 순서도이다.

도 4는 본 발명에 따른 링 구축을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 링 확장을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 링 해지를 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 앵커 노드의 위치 획득을 설명하는 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 앵커 노드의 위치 및 데이터 전송의 요청 및 응답을 설명하는 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 앵커 노드의 변화 시 데이터의 전달을 설명하는 도면이다.

도 10은 시간에 따른 정전된 노드들의 수의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 11은 네트워크 크기에 따른 수집된 데이터의 양을 나타낸 그래프이다.

도 12는 시간에 따른 수집된 데이터 양의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 13은 네트워크 크기에 따른 싱크 위치를 획득하기 위한 홉의 수를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0024] 본 발명은 영역기반의 기법 중 링 라우팅 기법을 참고하고 있으며, 이 기법은 링 노드, 앵커 노드, 일반 노드로 구성되며, 도 1과 같이 네트워크 중앙 x 의 위치로부터 반지름 R 로 회색의 탐색영역을 이용한다. 이 탐색영역에 있는 노드 중 가까운 노드끼리 서로 연결하여 링을 구성하게 되고, 링을 구성한 노드(링 노드)만이 모바일 싱크의 위치 정보를 유지하게 된다.

[0025] 링 노드 중 에너지가 특정 값 이하로 내려가게 되면 자신의 이웃 노드 중에서 링 중앙에서 자신보다 멀리 있는 노드를 선택하여 링 노드로 지정하고, 자신은 일반 노드로 동작한다. 이를 반복하면 링은 점점 네트워크 바깥쪽으로 확장하게 된다. 확장을 마치면 모든 대부분의 노드가 링 노드로 한 번씩 동작하게 된다. 따라서 에너지가 균형적으로 소모되었을 것이므로, 이번에는 네트워크 중앙의 방향으로 링을 축소하게 된다. 이렇게 링의 확장과 축소의 과정을 거치면서 에너지의 밸런스를 유지하게 된다. 다만, 본 발명에서는 링을 축소하지 않고 해제하는 과정을 거치게 된다.

[0026] 모바일 싱크로부터 가장 가까운 노드는 앵커 노드로 선정되고, 이 앵커 노드는 자신의 위치 정보를 네트워크 중앙의 방향과 네트워크 바깥쪽 방향으로 전송하게 되는데, 이렇게 전송하면 그 위치 정보가 반드시 링 노드 중

하나에 전송되기 때문이다. 이를 받은 링 노드는 링을 구축하고 있는 다른 링 노드에 위치 정보를 전파하여, 모든 링 노드가 앵커 노드의 위치 정보를 공유하게 된다.

[0027] 도 1과 같이, 데이터를 전송하고자 하는 소스 노드는 싱크로의 데이터 전송을 위해 패킷의 목적지인 싱크의 위치 정보가 필요하고, 이를 위하여 네트워크 중앙의 방향과 네트워크 바깥쪽 방향으로, 앵커 노드의 위치 정보를 요구하는 패킷을 보내고(그러면 반드시 링과 만나는 것이 보장됨), 위치 정보에 대한 응답 패킷을 받는다. 위치 정보를 받은 후에는 위치기반 라우팅 기법을 활용하여 앵커 노드로 데이터를 전송하게 된다. 이 기법의 가장 큰 문제는 확장성이 없다는 것이다. 즉, 네트워크의 크기가 커질수록 위치 정보를 얻기 위한 패킷의 홉 수가 증가하여 에너지를 포함한 오버헤드가 커지고, 이는 각 노드의 에너지 소모 속도를 증가시켜 최종적으로 네트워크의 성능 저하로 이어지게 된다.

[0028] 본 발명에서는 태양에너지 수집형 WSN의 에너지 모델을 활용하여, 여분의 에너지를 링을 구성하는 데 활용하도록 하였다. 여분의 에너지만을 사용하기 때문에 각 노드의 성능에는 영향을 주지 않으면서, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있다. 따라서 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크의 크기가 커져도 성능 저하가 발생하지 않으므로, 확장성이 매우 좋다.

[0029] 본 발명의 이해를 돕기 위해 본 발명의 상세한 설명에 앞서 본 발명의 관련 기술을 설명한다. 먼저, 태양에너지 수집형 WSN(Solar-Powered WSNs)을 설명하면 다음과 같다.

[0030] 배터리 기반의 무선 센서 노드는 수명이 한정되어 있어, 이를 극복하기 위한 노력으로 에너지 수집형 센서 노드들이 주목받아 왔다. 이러한 에너지 수집형 센서 노드들은 주기적 또는 산발적으로 에너지를 수집하므로, 하드웨어적인 문제가 없다면, 센서의 영속적인 수명을 가지게 된다. 특히, 태양 에너지는 주기적으로 수집할 수 있을 뿐 아니라, 표 1과 같이 다른 에너지 자원보다 높은(센서 노드의 에너지 소모를 만족시킬 수 있을 만한) 파워 밀도를 가지고 있기 때문에 많은 주목을 받았으며, 이미 Heliomote를 비롯한 다양한 태양 에너지 수집형 센서 노드가 개발되었다.

표 1

Energy Source	Power Density
Solar cells (outdoors at noon)	15 mW/cm ²
Piezoelectric (shoe inserts)	330 uW/cm ³
Vibration (microwave oven)	116 uW/cm ³
Thermoelectric (10 °C gradient)	40 uW/cm ²
Acoustic noise (100 dB)	960 nW/cm ³

[0031]

[0032] 표 1은 각 에너지 자원에 의한 경우의 파워 밀도를 나타낸 것이다.

[0033] 에너지는 주기적으로 수집되지만, 수집되는 에너지량은 정확히 예측할 수 없다. 따라서 수집되는 태양에너지를 최대한 효율적으로 활용하는 에너지 사용 스케줄링이 필요하다. 예를 들어, 에너지 수집률이 높은 낮 기간 동안 에너지 사용을 아낀다면 수집되는 에너지가 재충전 배터리의 용량을 초과하여, 배터리에 저장되지 못하고 버려질 수 있다. 반대로, 이렇게 버려지는 에너지를 최소화하고자 낮 기간 동안 에너지 사용을 최대화한다면 에너지 수집이 없는 밤 기간에는 정상적인 동작을 하지 못할 수도 있다. 따라서 기존의 배터리 기반 WSN에서는 네트워크 수명을 최대화하기 위하여 각 노드에서 에너지 사용을 최소화하는 기법들이 연구되었다면, 영속적으로 동작할 수 있는 태양에너지 수집형 WSN에서는 수집되는 에너지의 속도 및 재충전 배터리의 용량을 고려하여 수집되는 에너지의 활용을 최대화할 수 있는 기법들이 연구되고 있다.

[0034] 다음으로, 모바일 싱크를 위한 위치 관리를 설명한다.

[0035] 모바일 싱크 기반 WSN은 싱크 노드를 이동함으로써 싱크 노드로 데이터를 전달하기 위한 에너지 소모를 분산시켜, 기존의 고정된 싱크 주변 노드와 외곽 노드 간에 발생하던 에너지 불균형 문제를 어느 정도 해결할 수 있었다. 그러나 고정된 경로를 순회하지 않고, 무작위의 위치를 순회하는 모바일 싱크를 가진 WSN에서는 모바일 싱크의 위치 추적에 대한 추가적인 에너지가 필요하다.

- [0036] 따라서 에너지 효율적으로 싱크 노드의 위치를 전파하는 기법들이 많이 연구되었는데, 그 중에서도 여러 개의 계층으로 노드를 나누어, 특정 계층에서만 싱크의 위치를 관리하는 계층적 기법들이 가장 많이 연구되고 있다. 계층적 기법에는 그리드, 클러스터링, 영역 등을 기반으로 계층을 나누는 방식이 있다. 그러나 그리드 기법의 경우, 구축비용 및 고립 노드의 발생 등과 같은 문제가 있고, 클러스터링 기반 기법들은 클러스터링 구축과 관련한 높은 오버헤드 문제가 있다. 영역기반 기법은 특정 영역 내의 노드를 상위계층 노드로 지정함으로써, 위와 같은 문제들이 상대적으로 적다. 다음은 영역기반의 대표적 기법들이다.
- [0037] LBDD(Line-Based Data Dissemination)는 네트워크의 중앙 평행한 두 직선 사이에 있는 노드를 인라인 노드라고 하며, 이 노드가 모바일 싱크에 대한 정보를 공유하고 있다. 데이터를 전송하고자 하는 소스 노드는 이 인라인 노드에 데이터를 전송하며, 이를 받은 인라인 노드는 모바일 싱크에게 데이터를 전송하면서 데이터 전송이 완료된다.
- [0038] RailRoad는 전체 네트워크 모양에 따른 레일을 구축하며, 이 레일 안에 있는 노드를 레일 노드라고 부른다. 센서 노드가 데이터를 전송하고자 한다면, 메타 데이터 정보를 가장 가까운 레일 노드에게 전송한다. 이를 받은 레일 노드는 레일을 자신의 통신 범위 크기의 스테이션으로 나누어 구성하고, 각 스테이션에 이 메타데이터 정보를 공유한다. 싱크에서는 이 메타 데이터에 대해 레일에 쿼리하고 해당되는 스테이션 노드에 도달하면, 소스 노드에게 모바일 싱크의 위치를 알리고 데이터 전송이 시작된다. 즉, 처음에 소스 노드가 메타 데이터를 전송했던 가까운 레일 노드가 소속된 스테이션에 쿼리가 도착하면, 모바일 싱크의 위치를 알리고 데이터 전송을 시작한다.
- [0039] 상술한 LBDD는 인라인 노드에 많은 데이터가 한쪽으로 몰리지 않을 만큼의 넓은 영역을 설정하고, RailRoad는 메타 데이터가 있는 노드를 만날 수 있게 레일 방향을 설정해야 성능 저하가 발생하지 않는다. 그러나 본 발명이 기반을 두고 있는 링 라우팅 기법은 이들과 달리 영역 설정 시 특별한 고려 사항이 없으며, 또한 링의 확장과 축소를 통해 각 노드의 에너지를 고루 사용할 수 있다. 그러나 네트워크 영역이 커지게 된다면 위치 정보를 얻기 위한 오버헤드가 매우 커질 수 있다는 문제점이 있다.
- [0040] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치의 개략적인 구성이 도시된 제어 블록도이다.
- [0042] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치는, 에너지 계산부(100), 링 구축부(200), 링 확장구축부(300), 위치정보 획득부(400) 및 데이터 전달부(500)를 포함한다.
- [0043] 에너지 계산부(100)는, 노드의 현재 에너지량이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지량과 비교한다.
- [0044] 링 구축부(200)는, 현재 잔여 에너지량이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축한다.
- [0045] 링 확장구축부(300)는, 구축된 링을 구성하는 링 노드의 잔여 에너지량이 문턱 값 미만이 될 경우 새로운 링 노드를 선택하여 구축된 링을 확장 구축한다.
- [0046] 위치정보 획득부(400)는, 구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득한다.
- [0047] 데이터 전달부(500)는, 소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달한다.
- [0048] 상술한 바와 같은 구성을 가지는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치는, 링 해제부(설명의 편의상 도면에는 도시하지 않음)를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 링 해제부는, 링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 되어 네트워크의 끝 영역에 맞닿는 경우 링을 해제한다.
- [0050] 상술한 바와 같은 구성을 가지는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 장치는, 손실 방지부(설명의 편의상 도면에는 도시하지 않음)를 더 포함할 수 있다.
- [0051] 손실 방지부는, 모바일 싱크로 데이터가 전송되던 도중 모바일 싱크가 이동하여 기존에 선택되었던 앵커 노드의

통신영역을 벗어날 경우, 재선출된 새로운 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 추후 도착하는 데이터를 새로운 앵커 노드로 전달(forwarding)하여 데이터 손실을 막는다.

[0052] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법을 설명하는 순서도이다.

[0053] 도 3을 참조하면, 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법은, 먼저 노드의 현재 에너지양이 노드의 기본동작을 수행하기 충분한지 판단하기 위해 각 노드에서 주기적으로 에너지 문턱 값을 계산한 후 현재 에너지양과 비교한다(S310).

[0054] 상술한 단계 S310에서 노드의 현재 에너지양이 노드의 기본동작을 수행하기에 충분한지를 판단하기 위한 에너지 문턱 값의 수학적 계산식은 다음의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$E_{threshold(i)} = \frac{P_{sys(i)}}{P_{charge(i)}} \cdot C(i)$$

[0055]

[0056] 수학적 식 1에서, $P_{sys(i)}$ 는 시스템 에너지 소모율, $P_{charge(i)}$ 는 에너지 수집률, $C(i)$ 는 배터리

$$E_{threshold(i)}$$

용량을 나타낸다. 즉, 현재 에너지양이 문턱 값 보다 크면 노드의 기본 동작(센싱, 저장, 전달)을 수행하는데 충분한 에너지가 존재하므로 다른 추가적인 일을 수행해도 된다는 의미이다.

$$E_{threshold(i)}$$

[0057] 본 발명에서는 이를 이용하여, 각 노드 간에서 주기적으로 문턱 값 를 계산하고, 이를 현재 에너지양과 비교한다. 현재 에너지양이 문턱 값보다 크다면, 링 노드로서의 역할을 할 만한 충분한 에너지가 있다고 판단한다.

[0058] 다만 에너지 소모율이 수집률보다 크다면 문턱 값이 배터리 총량보다 커지게 되어 항상 링 노드로 동작할 수 있는 가능성이 없게 된다. 따라서 노드의 동작 시간 조정(Duty-cycle Control)이나 센싱 주기 조절(Sensing-rate

$$P_{sys(i)}$$

$$P_{charge(i)}$$

Control) 등을 통하여, 노드의 기본동작을 수행할 때의 가 항상 보다 작도록 초기 세팅을 하여야 한다.

[0059] 따라서 현재 에너지양과 비교하는 단계(S310)는, 상술한 바와 같이 노드의 동작 시간 조정(Duty-cycle Control)이나 센싱 주기 조절(Sensing-rate Control)을 통해 노드의 기본동작을 수행할 때의 시스템 에너지 소모율이 에너지 수집률보다 항상 작도록 초기 세팅을 할 수 있다.

[0060] 상술한 단계 S310에서 현재 에너지양과 비교한 후, 노드의 현재 잔여 에너지양이 문턱 값 이상의 노드들만 선택하여 탐색영역에서 새로운 링을 구축한다(S320).

[0061] 본 발명에 의한 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법에서는, 여러 개의 링을 생성하여 싱크 노드의 위치를 전파하는 데, 도 4는 3개의 링을 생성했을 때를 예를 들어 설명한 것이다. 도 4의 고정된 탐색영역(Search Area)에서 초기 링이 구축되고, 이 링이 확장되는 과정에서 다시 탐색영역에서 새로운 링이 구축된다.

$$E_{remain(i)}$$

[0062] 새로운 링을 구축하기 위하여, 도 4의 탐색영역 노드 중에서 잔여 에너지양 가 수학적 식 2를 만족하는 노드만 선택하여 링의 구축을 시도한다.

수학식 2

$$E_{remain}(i) \geq E_{threshold}(i)$$

[0063]

[0064]

현재 시점에서 링이 구축되지 않는다면, 다음 주기에 다시 구축을 시도한다. 상술한 바와 같이 노드가 기본동작

을 수행할 때(일반노드로 동작할 때)에는 $P_{S32}(i)$ 가 항상 $P_{change}(i)$ 보다 작기 때문에 시간이 지

날수록 $E_{remain}(i)$ 의 값이 커져서 결국 링 노드로 동작할 수 있을 만한 에너지를 보유하게 된다. 따라서 시간이 지나면 반드시 링 구축이 완료됨을 보장할 수 있다.

[0065]

다만 노드가 처음 배치되어 네트워크를 형성하는 초기 과정에서는, 탐색영역에서 수학식 2를 만족하는 에너지가 충분한 노드가 링을 구축할 만큼 존재하지 않을지라도, 반드시 탐색영역에 하나의 링을 만들어야 한다는 점이다. 이는 네트워크에서 반드시 하나의 링이 존재해야 모바일 싱크의 위치를 알릴 수 있기 때문인데, 이를 위하여 수학식 2를 만족하지는 못하지만 이웃 노드 중에서 에너지가 가장 충분한 노드를 링 노드로 선택하는 방식을 사용하여 초기 링을 구축한다.

[0066]

일 실시예에서, 탐색영역에서 새로운 링을 구축하는 단계(S320)는, 에너지가 충분한 노드가 링을 구축할 만큼 존재하지 않을 경우, 이웃 노드 중에서 링을 구축할 만큼 에너지가 높은 노드를 링 노드로 선택하여 초기 링을 구축할 수 있다.

[0067]

상술한 단계 S320에서 새롭게 구축되었거나 기존에 구축되어 있는 링을 구성하는 링 노드 중에서 잔여 에너지 양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드가 발생할 경우, 해당 잔여 에너지양이 문턱 값 미만이 되는 링 노드 대신 새로운 링 노드를 선택하여 링을 확장 구축한다(S330).

[0068]

따라서, 상술한 단계 S330에서는, 하나의 링만이 구축되어 있는 경우 해당 하나의 링만이 확장을 하거나, 두 개 이상의 링들이 구축되어 있는 경우 두 개 이상의 링들이 동시에 또는 개별적으로 확장을 할 뿐만 아니라, 확장된 링이 확장 후 재확장할 수도 있다.

[0069]

도 5는 새로운 링 노드의 선출과 이를 통한 링 확장을 나타낸 것이다. 도 5에서 링 노드로서 동작하던 노드 A는 시간이 지남에 따라 위치 정보 전파에 많은 에너지를 소모하였을 것이므로, 잔여 에너지가 감소하여 수학식 3을 만족할 수 있다. 이는 더 이상 링 노드로서의 역할을 수행하기에 에너지가 충분하지 않으므로 기본동작을 수행하여 에너지를 최소화해야 함을 의미한다.

수학식 3

$$E_{remain}(i) < E_{threshold}(i)$$

[0070]

[0071]

따라서 A 노드는 링 노드로서의 동작을 중지하고, 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고(링의 바깥쪽 노드), 잔여 에너지양이 수학식 2를 만족하는 노드를 선택한다. 즉, 도 5에서 링 노드로서 역할을 수행하던 노드 A의 통신 범위 내에서 링 외부에 존재하는 노드는 노드 B, C, D이며, 이 중 노드 B는 잔여 에너지가 에너지 문턱 값보다 적고, 노드 C와 노드 D가 잔여 에너지양이 에너지 문턱 값이 큰 노드라고 가정한다면, 노드 C, 노드 D가 링 노드로서의 역할을 수행한다.

[0072]

만약 기존 링 노드로 사용되던 노드 A가 에너지 부족 상태가 되어, 링 바깥의 다른 노드를 선택함으로써 링을 확장하여야 하는데, 링 노드로 동작할 만큼 충분한 에너지를 가진 링 바깥쪽 이웃 노드가 없다면, 그 노드 중 잔여 에너지가 가장 많은 노드를 선택할 수밖에 없다.

[0073]

일 실시예에서, 링을 확장 구축하는 단계(S330)는, 잔여 에너지양이 문턱 값 미만의 노드는 링 노드로서의 동작

을 중지하며, 링 노드로서의 동작을 중지한 후 자신보다 중앙으로부터 거리가 멀고, 잔여 에너지량이 문턱 값 이상의 조건을 만족하는 노드를 선택하여 링을 확장할 수 있다.

[0074] 일 실시예에서, 링을 확장 구축하는 단계(S330)는, 링 노드로 동작할 만큼 충분한 에너지를 가진 링 바깥쪽 이웃 노드가 없는 경우 노드 중 잔여 에너지가 가장 많은 노드를 선택할 수 있다.

[0075] 상술한 바와 같은 단계를 가지는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법은, 링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 되어 네트워크의 끝 영역에 맞닿는 경우 링을 해제하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0076] 일 실시예에서, 링을 해제하는 단계는, 링들이 확장하고 있을 때 링 노드의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 될 경우, 링의 해제를 시작하는 노드가 같은 링을 구성하고 있던 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 전송하며, 링을 해제하자는 패킷을 수신 받은 링 노드가 자신의 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 순차적으로 재전송하여 링을 해제할 수 있다.

[0077] 도 6과 같이 링들이 확장되고 있을 때, 링 노드인 노드 A의 에너지량이 에너지 문턱 값보다 작게 되었다면, 네트워크의 끝 영역에 맞닿게 되어 링이 확장 과정을 거치지 못하게 된다. 이처럼 네트워크 끝 영역에 맞닿은 경우 링을 해제한다.

[0078] 링을 해제할 때, 링의 해제를 시작하는 노드 A가 같은 링을 구성하고 있던 이웃 링 노드에 링을 해제하자는 패킷을 보내고, 이를 받은 링 노드도 자신의 이웃 링 노드에 패킷을 재전송한다. 이 과정에서 패킷을 전송 후 각 링 노드는 일반노드로 역할을 변경하여, 링 노드의 역할을 수행하지 않는다.

[0079] 만약, 링이 확장되어 해제되는 시점에 다른 링이 존재하지 않는다면, 탐색영역에 새로운 링을 구축한다. 이는 네트워크에 반드시 하나의 링이 있어야 모바일 싱크로 데이터를 전송할 수 있기 때문이다.

[0080] 상술한 단계 S320에서 구축되거나 단계 S330에서 확장 구축된 링을 구성하는 링 노드들로부터 앵커 노드의 위치 정보를 획득한다(S340).

[0081] 앵커 노드는 싱크와 직접 통신하는 노드로써, 수집된 센싱데이터는 모두 앵커 노드로 전송되어야 한다. 도 7은 이러한 앵커 노드의 선택과 위치 정보 전파를 보여준다. 모바일 싱크의 가까운 이웃 노드가 앵커 노드로 선택되며, 이 앵커 노드는 구축된 링에 선택된 앵커 노드의 위치 정보를 전송한다. 모바일 싱크가 움직일 경우, 모바일 싱크와 앵커 노드가 통신 거리를 벗어난다면 새로운 앵커 노드를 선택하게 되며, 새롭게 선출된 앵커 노드는 자신의 위치 정보를 전송하게 된다. 이 과정 중, 재선출된 앵커 노드는 기존 앵커 노드에 앵커 노드가 변경되었음을 알리는 패킷에 자신의 위치 정보를 보내게 되며, 이를 받은 기존 앵커 노드는 일반 노드로 역할을 변경한다. 그러나 모바일 싱크가 통신을 이루는 범위를 벗어나지 않았다면, 앵커 노드를 재선출하지 않는다.

[0082] 한편, 앵커 노드가 각각의 링에 싱크의 위치를 전달하는 과정에서, 그 경로에 있는 노드의 이웃 노드는 싱크의 위치 정보를 들을(overhearing) 수 있으므로, 추후 데이터 전송 시 링으로부터 위치 정보 요청 및 획득에 대한 과정을 거치지 않아도 된다.

[0083] 상술한 단계 S340에서 앵커 노드의 위치 정보가 획득되면, 소스 노드가 획득한 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행하여 모바일 싱크로 데이터를 전달한다(S350).

[0084] 데이터를 전송할 소스 노드는 모바일 싱크의 현재 위치 정보가 필요하다. 위치 정보를 획득하기 위하여, 도 8에서 세모로 표시된 소스 노드가 네트워크의 중심의 방향과 외곽 방향으로 위치 정보 요청 패킷을 보낸다. 이렇게 하면 적어도 하나의 링을 만나게 되고, 싱크의 위치정보를 알 수 있다. 이후 가장 가까운 링 노드로부터 받은 응답 패킷에 포함된 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 위치 기반 라우팅 기법을 수행한다.

[0085] 기존 기법에서는 링이 하나만 존재했기 때문에, 네트워크의 크기가 커지면 싱크의 위치를 알아내기 위한 오버헤드가 선형적으로 증가할 수밖에 없다. 그러나 본 발명에서는 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있기 때문에, 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크 크기에 따른 오버헤드 증가가 없다.

[0086] 상술한 바와 같은 단계를 가지는 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법은, 모바일 싱크로 데이터가 전송되던 도중 모바일 싱크가 이동하여 기존에 선택되었던 앵커 노드의 통신영역을 벗어날 경우, 재선출된 새로운 앵커 노드의 위치 정보를 바탕으로 추후 도착하는 데이터를 새로운 앵커 노드로 전달(forwarding)하여 데이터 손실을 막는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0087] 상술한 것처럼, 소스 노드는 링 노드로부터 앵커 노드의 위치를 획득하여 이를 기반으로 앵커 노드 방향으로 데

이터를 전송하게 된다. 그러나 도 9와 같이 데이터가 전송되던 도중에 모바일 싱크가 이동하여, 기존에 선택되었던 앵커 노드의 통신영역을 벗어날 수도 있다. 이 경우에는 모바일 싱크와 앵커 노드의 통신 거리에 따라 앵커 노드를 재선출하는 과정에서 기존 앵커 노드는 새로운 앵커 노드의 위치 정보를 알게 되므로, 이 정보를 바탕으로 추후 도착하는 데이터를 새로운 앵커 노드로 전달(forwarding)한다. 이를 통해, 데이터 전송 중 싱크가 이동했을 경우에도 데이터 손실을 막을 수 있게 된다.

[0088] 이하에서는 태양에너지 기반 WSN 시뮬레이터인 SolarCastalia를 통해 측정된 본 발명의 성능 평가를 설명하기로 한다.

[0089] 자세한 시뮬레이션 환경(Simulation Environments)은 다음의 표 2와 같다.

표 2

Parameter	Value
The number of nodes	200~800
Size of topology	4900~19600 m ²
TX Energy	0.0000016704 J/byte
RX Energy	0.0000018912 J/byte
Transmission Speed	250 kbps
Radius of ring	15 m
Range of ring	5 m
Sensing data size	64 bytes
Battery capacity	200 mAh
Speed of mobile sink	900 m/hour
Simulation time	7 days

[0090]

[0091] 시뮬레이션에서 노드 200 ~ 800개를 배치하였으며, 7일 동안 실험을 진행하였다. 본 발명의 성능평가를 위하여 플러딩 기법과 기존의 링 라우팅과 비교하였으며, 자세한 시뮬레이션 환경은 표 2와 같다.

[0092] 다음으로 정전된 노드들(Blackout Nodes)은 다음의 표 3과 같다.

표 3

scheme nodes	Flooding	Ring routing	Proposed scheme
200	25.93	0	0
400	71.12	9.43	0.58
600	129.20	46.83	9.28
800	195.56	100.93	46.50

[0093]

[0094] 표 3은 네트워크 크기가 증가함에 따라 7일 동안 발생한 평균 정전 노드 수를 보여준다. 측정 결과, 전체 노드가 400개의 경우, 본 발명이 플러딩 기법과 링 라우팅 기법보다 약 99%, 약 94%가 감소하였다. 또한, 전체 노드가 600개인 경우, 본 발명에 의한 경우 플러딩과 링 라우팅 기법보다 약 93%, 약 80%가 감소하고 있으며, 네트워크의 크기가 커지더라도 플러딩 기법과 링라우팅 기법에 비해 적은 정전 노드가 발생하고 있다.

- [0095] 도 10은 노드 수가 400개일 때, 시간에 따른 정전 노드 수를 나타낸 것이다. 플러딩 기법은 많은 정전 노드가 발생하고 있으며, 기존의 링 라우팅과 본 발명은 플러딩 기법에 비해 적은 정전 노드가 발생하고 있다. 또한, 기존 링 라우팅 기법보다 본 발명에 의한 경우 정전 노드가 적게 발생하고 있는데, 이는 위치 정보 전파에 필요한 링을 여러 개 생성함으로써, 에너지를 효율적으로 사용했기 때문으로 분석된다.
- [0096] 다음으로 데이터 수집량(Amount of Data Collection)을 설명하기로 한다.
- [0097] 도 11은 네트워크 크기에 따른 데이터 수집량을 나타낸다. 정전 노드의 수와 마찬가지로 전체 노드가 400개의 경우, 본 발명의 데이터 수집량이 플러딩 기법과 링 라우팅 기법보다 약 21%, 약 3%가 증가하였음을 알 수 있고, 네트워크 크기가 커짐에 따라 차이가 더욱 커졌다. 도 12는 노드 수가 400개일 때, 시간에 따른 데이터 수집량을 나타낸 것이다. 기존의 링 라우팅 기법과 본 발명은 플러딩 기법에 비해 많은 데이터 수집량을 보이고 있다. 또한, 기존 링 라우팅 기법에 비해 본 발명이 더 많은 데이터 수집량을 수집하고 있으며, 이는 멀티 링을 통한 위치관리에 에너지를 효율적으로 사용하여, 정전 노드가 줄어들어 통신이 원활했기 때문으로 분석된다.
- [0098] 마지막으로 확장성(Scalability)을 설명하기로 한다.
- [0099] 도 13은 네트워크 크기에 따른 기존의 링 라우팅 기법과 본 발명의 링으로부터 위치 정보 요청/획득을 위한 홉의 수를 나타낸다. 본 발명과 기존 링 라우팅 기법을 비교한 결과, 두 기법의 홉 수 차이가 노드 수가 200개인 경우에는 약 23%, 노드 수가 400개인 경우에는 73%, 노드 수가 600개인 경우에는 약 112%, 노드 수가 800개인 경우에는 약 145%로 나타났으며, 네트워크의 크기가 커짐에 따라서 차이가 커졌다. 이러한 결과는 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크의 크기가 커져도 위치 정보 요청/획득을 위한 오버헤드가 크게 늘지 않았기 때문이다. 즉, 위치 정보 요청/획득에 대한 적은 홉을 거쳤다는 것이다. 또한, 여분의 에너지만을 사용하여 링을 구축하기 때문에 각 노드의 성능에는 영향을 주지 않으면서, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있었기 때문으로 분석된다.
- [0100] 태양에너지 수집형 센서 네트워크에서는 에너지가 주기적으로 수집되므로, 이에 관한 활용도를 높이는 연구가 필요하다. 이에 따라 본 발명에서는 이러한 수집 에너지를 모바일 싱크의 위치 정보를 효율적으로 제공하기 위한 링을 구성하는 데 활용하도록 하였다. 노드의 기본동작에는 영향을 주지 않기 위하여 여분의 에너지만을 사용하여 링을 구성하므로, 각 노드의 성능에는 영향을 주지 않는다. 또한, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있기 때문에, 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크의 크기가 커져도 모바일 싱크의 위치 확인으로 인한 성능 저하가 발생하지 않으므로, 확장성이 좋을 수 있다.
- [0101] 이와 같은, 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크에서의 멀티 링을 이용한 모바일 싱크 위치 관리 방법은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0102] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0103] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CDROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0104] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0105] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

- [0106] 본 발명에 따르면, 여분의 에너지를 모바일 싱크의 위치 정보를 효율적으로 제공하기 위한 링을 구성하는 데 활용하도록 할 수 있으며, 수집 에너지를 효율적으로 소비할 수 있으므로, 정전 노드를 감소시킴으로써 데이터 수

집량을 증가시킬 수 있다.

[0107] 또한 본 발명에 따르면, 동시에 여러 개의 링을 유지할 수 있기 때문에, 기존의 링 라우팅 기법과 달리 네트워크의 크기가 커져도 적은 홉으로 모바일 싱크의 위치를 확인할 수 있으므로, 확장성을 향상시킬 수 있다.

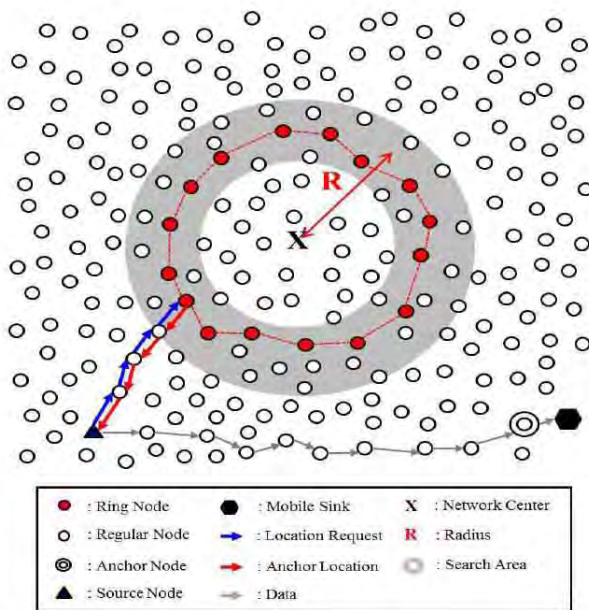
[0108] 시뮬레이션을 통한 성능 평가를 통하여 상기 제안된 바와 같은 본 발명의 우수성을 증명한 바, 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크 분야에서 유용하게 활용될 수 있다.

부호의 설명

[0109] 100: 에너지 계산부
200: 링 구축부
300: 링 확장구축부
400: 위치정보 획득부
500: 데이터 전달부

도면

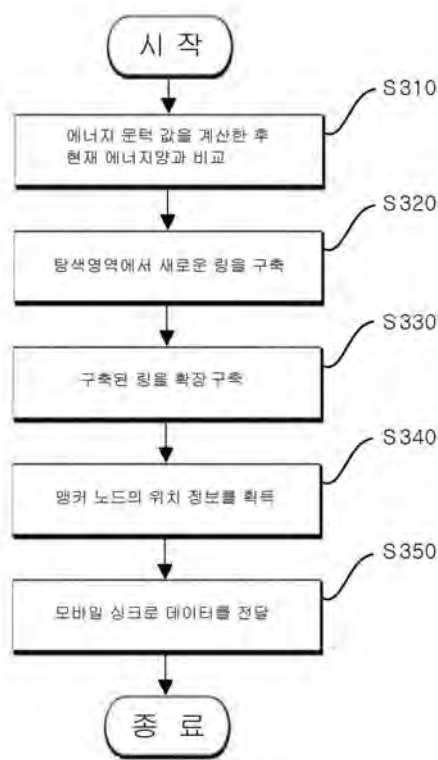
도면1



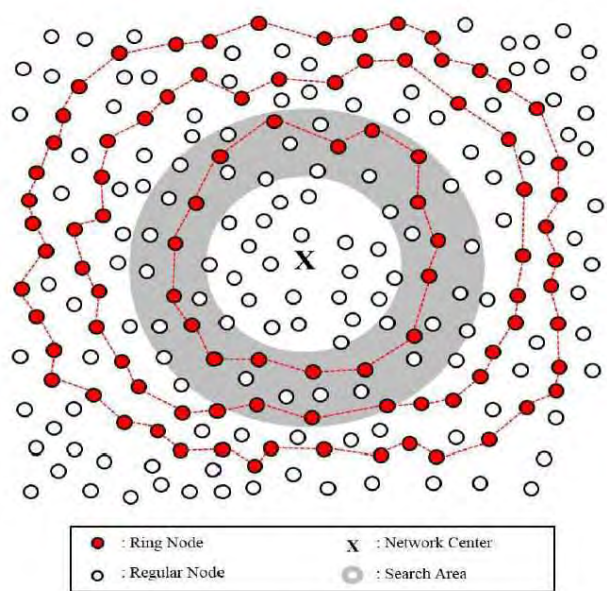
도면2



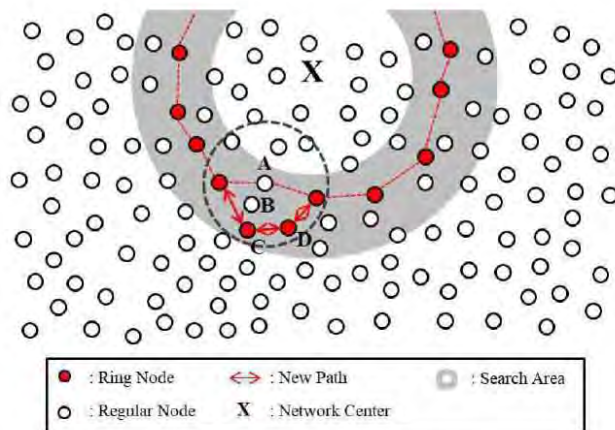
도면3



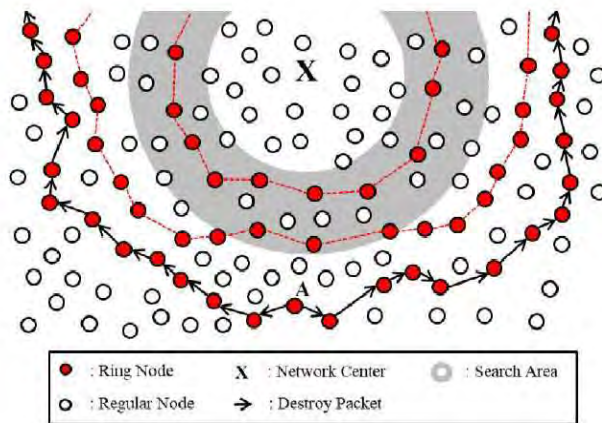
도면4



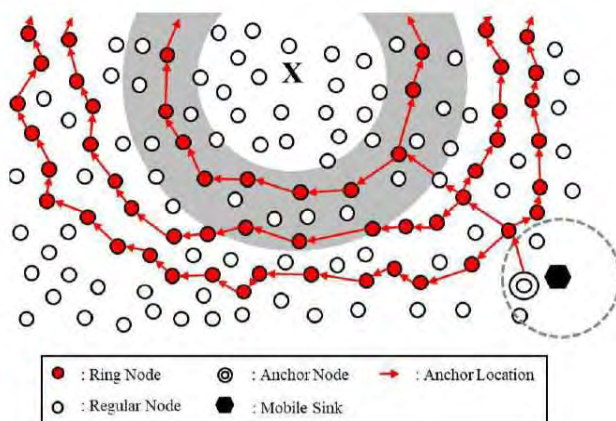
도면5



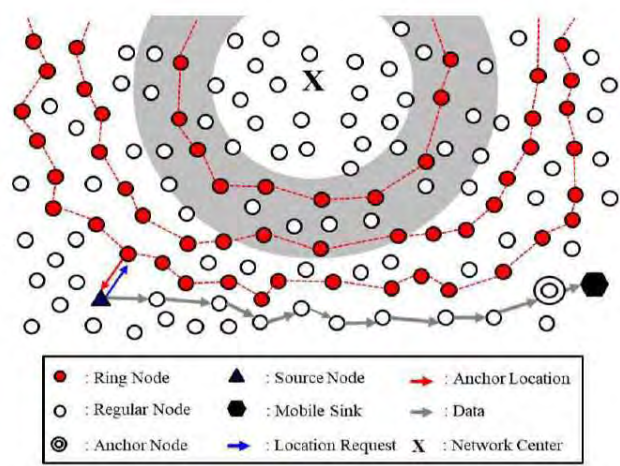
도면6



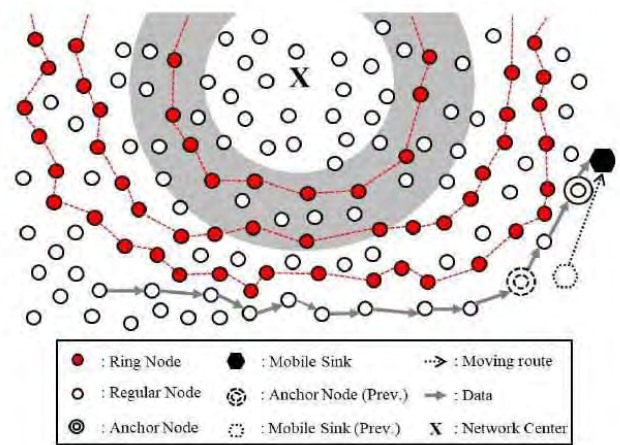
도면7



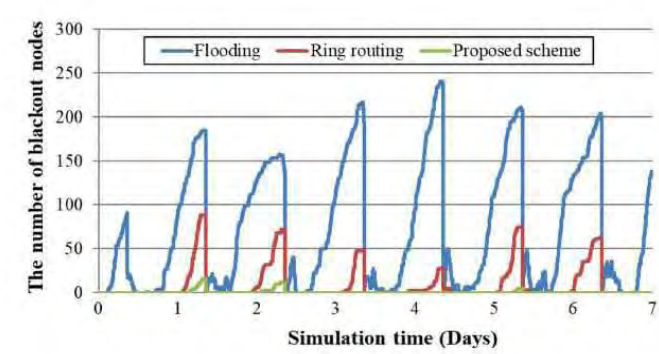
도면8



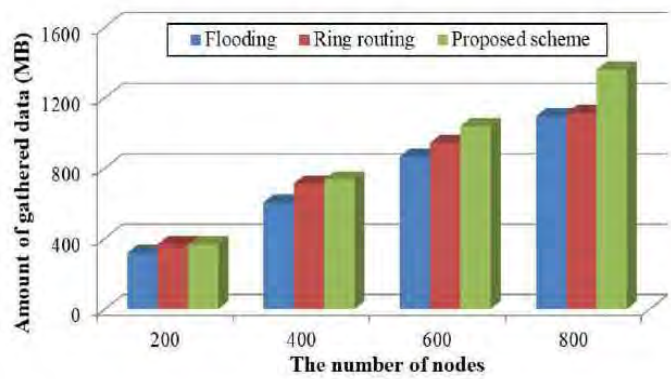
도면9



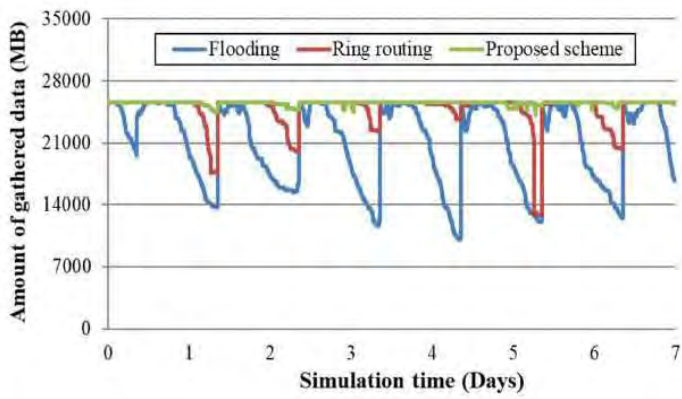
도면10



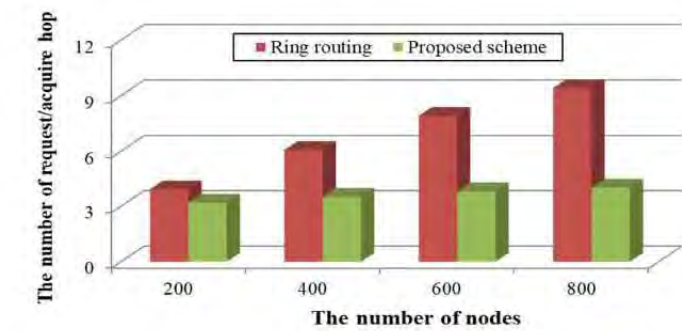
도면11



도면12



도면13





(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월30일
(11) 등록번호 10-1944194
(24) 등록일자 2019년01월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/751 (2013.01) H02S 50/00 (2014.01)
H04L 12/733 (2013.01) H04W 28/06 (2009.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 45/02 (2013.01)
H02S 50/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0148058
(22) 출원일자 2017년11월08일
심사청구일자 2017년11월08일
- (30) 우선권주장
1020170140751 2017년10월27일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
Noh, Dong Kun, and Kyungtae Kang. "Balanced energy allocation scheme for a solar-powered sensor system and its effects on network-wide performance." Journal of Computer and System Sciences 77.5 : 917-
전준민. 태양에너지 기반 센서 네트워크에서 데이터 수집량을 최대화하기 위한 데이터압축 기법. Diss. 서울대학교 대학원, 2015.
KR101735369 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
송실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
- (72) 발명자
노동건
서울특별시 양천구 목동동로12길 23, 1012동 170 2호 (목동, 대림아파트)
윤익준
서울특별시 관악구 낙성대역길 50, 305호
강민재
서울특별시 관악구 관악로17길 40, 702호
- (74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 윤태섭

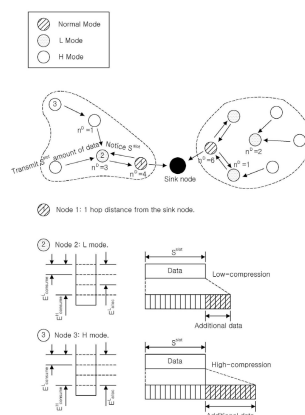
(54) 발명의 명칭 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치

(57) 요약

태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법은, 상기 무선 센서 네트워크에서 일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나누고, 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량을 할당하는 단계; 싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리에 있는 노드들은 각 슬롯 동안 자신과 자신의 자손 노드들이 전송

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



할 수 있는 데이터량을 계산하여, 상기 자신의 자손 노드들에 전송하는 단계; 상기 전송할 수 있는 데이터량을 수신한 각 자손 노드는 각 슬롯에서 상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 소모되는 예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 자신의 동작 모드를 결정하는 단계; 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정하는 단계; 및 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계를 포함한다. 이에 따라, 각 노드의 상황에 적합하게 데이터 수집 주기와 압축 기법을 선택함으로써 정전 노드의 발생을 효과적으로 억제하고, 더 많은 양의 데이터를 획득할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 45/122 (2013.01)

H04W 28/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0-00646 / 1711035246

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 클라우드 환경의 스마트 기기와 서비스 보안기술 개발 및 연구 인력양성

기 여 율 1/1

주관기관 숭실대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법에 있어서,

상기 무선 센서 네트워크에서 일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나누고, 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량을 할당하는 단계;

싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리에 있는 노드들은 노드의 전송량을 제한하기 위해 각 슬롯 동안 자신과 자신의 자손 노드들이 전송할 수 있는 데이터량을 계산하여, 상기 자신의 자손 노드들에 전송하는 단계;

상기 전송할 수 있는 데이터량을 수신한 각 자손 노드는 각 슬롯에서 상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 소모되는 예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 자신의 동작 모드를 결정하는 단계;

각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정하는 단계; 및

각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계를 포함하되,

상기 데이터량은,

상기 복수 개로 나누어진 슬롯 중 하나의 슬롯의 길이 및 하나의 센서가 한 번에 수집하는 데이터의 양에 비례하고, 하나의 노드가 데이터를 수집하는 주기와는 반비례한 기초 총 데이터 양을 계산하는 단계;

상기 기초 총 데이터 량, 한 번에 전송할 수 있는 최대 데이터 크기 및 데이터 전송에 필요한 헤더(header)와 푸터/footer)의 크기 고려하여 하나의 노드가 전송하기 위해 필요한 패킷의 크기를 계산하는 단계; 및

상기 패킷의 크기에 자신과 자신의 자손 노드의 수에 비례한 값으로부터 하나의 슬롯동안 전송해야 하는 실제 총 데이터 양을 계산하는 단계;를 거쳐 구하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 자신의 동작 모드를 결정하는 단계는,

각 자손 노드가 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 상기 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 단계;

상기 사용할 수 있는 에너지량과 상기 소모되는 예상 에너지량을 비교하여, 상기 전송할 수 있는 데이터량을 초과하지 않는 범위 내에서 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부를 결정하는 단계; 및

추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부에 따라, 일반 모드, L 모드 및 H 모드 중 하나의 동작 모드를 선택하는 단계를 포함하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는,

해당 노드가 일반 모드일 경우, 데이터를 수집하지 않고 상기 전송할 수 있는 데이터량만큼의 데이터를 수집하여 압축하지 않고 전송하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압

축 알고리즘 선택 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는,

해당 노드가 L 모드일 경우, 상기 전송할 수 있는 데이터량 이외에 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 압축하여 전송하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는,

해당 노드가 H 모드일 경우, 상기 L 모드보다 더 많은 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 상기 L 모드보다 더 높은 압축률로 압축하여 전송하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 각 자손 노드가 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 단계는,

해당 슬롯 동안 데이터를 전송하는데 소모되는 에너지, 기본 소모 에너지 및 데이터를 압축하는데 소모되는 에너지를 기초로 계산되는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 싱크 노드로부터 1홉 거리에 있는 노드들은 자신을 일반 모드로 선택하는 단계를 더 포함하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 하나의 항에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

청구항 9

태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치에 있어서,

일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나눈 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량 및 각 노드가 전송할 수 있는 데이터량을 수신하는 수신부;

해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 에너지 계산부;

상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 상기 소모되는 예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 동작 모드를 결정하는 동작 모드 결정부;

결정된 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정하는 센싱 주기 결정부; 및

결정된 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 전송부를 포함하되,

상기 데이터량은,

싱크 노드와 1홉 거리에 있는 노드가 상기 복수 개로 나누어진 슬롯 중 하나의 슬롯의 길이 및 하나의 센서가 한 번에 수집하는 데이터의 양에 비례하고, 하나의 노드가 데이터를 수집하는 주기와는 반비례한 기초 총 데이터량을 계산하고, 상기 기초 총 데이터량, 한 번에 전송할 수 있는 최대 데이터 크기 및 데이터 전송에 필요한 헤더(header)와 푸터/footer)의 크기를 고려하여 하나의 노드가 전송하기 위해 필요한 패킷의 크기를 계산하며, 상기 패킷의 크기에 자신과 자신의 자손 노드의 수에 비례한 값으로부터 하나의 슬롯동안 전송해야 하는 실제 총 데이터량을 계산하여 전송한 값인, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 동작 모드 결정부는,

상기 사용할 수 있는 에너지량과 상기 소모되는 예상 에너지량을 비교하여, 상기 전송할 수 있는 데이터량을 초과하지 않는 범위 내에서 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부에 따라 일반 모드, L 모드 및 H 모드 중 하나의 동작 모드를 선택하는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 효율적인 에너지 관리 문제와 핫스팟 문제를 해결하고 데이터 획득량을 증가시키기 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless sensor network)에서 사용되는 노드는 일반적으로 배터리로 동작하기 때문에, 유한한 수명을 가지고 있고, 이를 극복하기 위한 연구들이 활발히 진행되어 왔다. 노드의 수명을 극복하기 위한 방법으로, 주 변 환경으로부터 에너지를 모으는 에너지 수집 노드를 이용하는 기법들이 제안되었다.

[0003] 특히, 태양 에너지는 다른 에너지원에 비해 높은 전력 밀도(약 $15\text{mW}/\text{cm}^2$)로 인해 더욱 각광 받고 있다. 하지만, 이 에너지 수집 노드조차도 수집되는 에너지보다 많은 에너지를 소모할 경우, 에너지가 고갈되어 정전 상태가 될 수 있다. 반면, 수집되는 에너지를 충분히 활용하지 못하면, 보관할 수 있는 양 이상의 에너지가 수집되어 버려질 수 있다. 따라서, 소모 에너지의 양을 수집되는 양에 따라 조절 함으로써 노드가 영원히 사는 범위 내에서 최대한 에너지를 활용하는 기법이 필요하다.

[0004] 노드의 에너지 소모를 조절하는 기법 중, 시간에 따라 사용할 수 있는 에너지량을 제한하는 에너지 할당 기법은 에너지 수집량 변화에 관계없이 고르게 활용하는데 효과적이다. 특히, 태양 에너지는 낮에만 수집되고 밤에는 수집되지 않기 때문에 시간에 따른 편차가 크지만, 이 기법들을 이용하면 시간에 관계없이 대체로 일정한 에너지를 사용할 수 있기 때문에, 일정한 주기로 환경을 관찰해야 하는 응용에 유용하다.

[0005] 한편, WSN에서는 일반적으로 멀티홉으로 데이터를 전송한다. 그 결과, 싱크 노드에 가까운 노드일수록 전송해야 하는 데이터량이 증가하는 핫스팟 문제를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 데이터를 압축하여 전송하는 기법들

이 연구되어 왔다. 데이터를 압축해서 전송할 경우, 데이터 압축에 적지 않은 에너지를 소모하지만, 전송해야 하는 데이터 크기가 줄어들기 때문에 중계노드가 전달해야 하는 데이터량을 감소시켜 에너지 소모를 줄일 수 있다. 반면, 싱크 노드에서 가까운 노드의 경우, 데이터를 압축해도 전달하는 중계 노드의 수가 적기 때문에 비효율적일 수 있다.

[0006] 다시 말해, 종래기술에는 다음과 같은 문제점들이 있다.

[0007] 싱크 노드에서 가까운 노드들의 에너지가 고갈되어 다른 노드의 데이터를 전달하지 못했기 때문에, 많은 양의 센싱 데이터가 싱크 노드에 도달하지 못하는 핫스팟 문제가 발생한다. 노드의 밀도가 줄어들면 싱크 노드에 도달하는 데이터 수가 적어지는 것을 알 수 있다. 이는 노드의 밀도가 낮을 경우, 노드들의 전송경로가 길어지기 때문에 중계노드가 정전 상태가 됐을 때, 더욱 많은 데이터가 전송 중 소실되기 때문이다.

[0008] 태양 에너지가 적을 때 센싱 데이터량은 제안된 기법보다 많게 되지만, 태양 에너지의 양이 적기 때문에 결국 정전 노드가 많이 발생하여, 싱크 노드에 도달하는 데이터의 양은 제안된 기법보다 적어지게 된다.

[0009] 이와 같이, 무선 센서 노드는 초소형의 내장형 시스템으로 구현되어 처리 속도가 느리고, 가용 메모리가 적다. 기존에 사용되던 압축 기법들은 이러한 제한된 환경에 적합하지 않기 때문에 무선 센서 노드에서 사용 가능한 경량 압축 기법이 필요하다. 또한, 데이터 압축은 데이터 수집 노드와 중계 노드의 에너지 효율을 고려하여 적용해야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) KR 10-1735369 B1

비특허문헌

[0011] (비특허문헌 0001) C. M. Sadler and M. Martonosi, "Data compression algorithms for energy-constrained devices in delay tolerant networks," Proceedings of the 4th international conference on Embedded networked sensor systems. ACM, pp. 265-278, Boulder, Colorado, Oct 31-Nov 3, 2006.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 상기 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록 매체를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 수행하기 위한 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법은, 상기 무선 센서 네트워크에서 일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나누고, 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량을 할당하는 단계; 싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리에 있는 노드들은 각 슬롯 동안 자신과 자신의 자손 노드들이 전송할 수 있는 데이터량을 계산하여, 상기 자신의 자손 노드들에 전송하는 단계; 상기 전송할 수 있는 데이터량을 수신한 각 자손 노드는 각 슬롯에서 상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 소모되는 예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 자신의 동작 모드를 결정하는 단계; 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정하는 단계; 및 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기

에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계를 포함한다.

- [0016] 본 발명의 실시예에서, 상기 자신의 동작 모드를 결정하는 단계는, 각 자손 노드가 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 상기 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 단계; 상기 사용할 수 있는 에너지량과 상기 소모되는 예상 에너지량을 비교하여, 상기 전송할 수 있는 데이터량을 초과하지 않는 범위 내에서 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부를 결정하는 단계; 및 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부에 따라, 일반 모드, L 모드 및 H 모드 중 하나의 동작 모드를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는, 해당 노드가 일반 모드일 경우, 데이터를 수집하지 않고 상기 전송할 수 있는 데이터량만큼의 데이터를 수집하여 압축하지 않고 전송할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시예에서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는, 해당 노드가 L 모드일 경우, 상기 전송할 수 있는 데이터량 이외에 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 압축하여 전송할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에서, 상기 각 자손 노드는 결정된 자신의 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 단계는, 해당 노드가 H 모드일 경우, 상기 L 모드보다 더 많은 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 상기 L 모드보다 더 높은 압축률로 압축하여 전송할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에서, 상기 각 자손 노드가 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 단계는, 해당 슬롯 동안 데이터를 전송하는데 소모되는 에너지, 기본 소모 에너지 및 데이터를 압축하는데 소모되는 에너지를 기초로 계산될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에서, 상기 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법은, 상기 싱크 노드로부터 1홉 거리에 있는 노드들은 자신을 일반 모드로 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체에는, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록되어 있다.
- [0023] 상기한 본 발명의 또 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치는, 일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나눈 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량 및 각 노드가 전송할 수 있는 데이터량을 수신하는 수신부; 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 소모되는 예상 에너지량을 계산하는 에너지 계산부; 상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 상기 소모되는 예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 동작 모드를 결정하는 동작 모드 결정부; 결정된 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정하는 센싱 주기 결정부; 및 결정된 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송하는 전송부를 포함한다.
- [0024] 본 발명의 실시예에서, 상기 동작 모드 결정부는, 상기 사용할 수 있는 에너지량과 상기 소모되는 예상 에너지량을 비교하여, 상기 전송할 수 있는 데이터량을 초과하지 않는 범위 내에서 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부에 따라 일반 모드, L 모드 및 H 모드 중 하나의 동작 모드를 선택할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 이와 같은 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법에 따르면, 싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리의 노드는 데이터 전송 한계를 결정하고 이를 다른 노드에 전달함으로써 전송 데이터량을 제한하고, 다른 노드들은 이에 맞는 센싱 주기와 압축 기법을 선택함으로써 정전 노드의 발생을 억제하고, 데이터 수집량을 증가시킨다. 이에 따라, 본 발명은 노드의 상황에 따라 데이터 수집 주기와 압축 기법을 선택함으로써 정전 노드의 발생을 효과적으로 억제하고, 더 많은 양의 데이터를 얻을 수 있으므로, 무선 센서 네트워크의 에너지를 효율적으로 관리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 보여주기 위한 개략도이다.
- 도 2는 두 슬롯 동안 시간에 따른 노드의 에너지 및 동작을 보여주는 도면이다.
- 도 3은 노드 동작 모드 및 센싱 주기의 결정을 단계적으로 보여주는 도면이다.
- 도 4는 본 발명과 종래 기술들의 시간에 따른 정전 노드의 수를 1000 슬롯부터 1168 슬롯까지, 총 7일간 측정된 결과를 보여주는 그래프이다.
- 도 5는 싱크 노드로부터의 홉 수별 정전 노드 수를 2000 슬롯에 측정한 결과를 보여주는 그래프이다.
- 도 6 및 도 7은 각각 본 발명과 종래 기술들에서 시간에 따른 전체 노드의 센싱 데이터의 양과 및 싱크 노드에 도달한 데이터의 수를 측정한 결과를 보여주는 그래프들이다.
- 도 8 및 도 9는 각각 본 발명과 종래 기술들에서 노드의 밀도 변화에 따른 센싱 데이터의 양과 싱크 노드에 도달한 데이터의 수를 측정한 결과를 보여주는 그래프들이다.
- 도 10 및 도 11은 각각 본 발명과 종래 기술들에서 태양 에너지에 따라 센싱된 데이터의 수 비교와 추출된 데이터 수를 비교한 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0028] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0029] 본 발명은 태양 에너지를 이용한 에너지 수집형 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless sensor network)에서, 수집되는 데이터량을 증가시키기 위한 데이터 수집량 조절과 압축 알고리즘 선택 기법을 제안한다. 본 발명은 주변 환경을 모니터링하기 위해, 주기적으로 센싱 데이터를 싱크 노드에 전달하는 WSN을 기반으로 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법을 보여주기 위한 개략도이다.
- [0031] 본 발명에서 각 노드는 수집되는 태양 에너지를 시간에 관계없이 고르게 사용하기 위해, 하루를 N개의 슬롯으로 나누고, 각 슬롯에 사용할 수 있는 에너지를 할당한다.
- [0032] 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지 e_{alloc} 가 결정되면, 싱크 노드에서 1홉(hop) 거리에 있는 노드들은 현재 슬롯 동안 자신과 자신의 자손 노드들이 전송할 수 있는 데이터량 S_{slot} 을 계산한다. 싱크 노드에서 1홉(hop) 거리에 있는 각 노드는 계산된 데이터량 S_{slot} 을 자손 노드들에게 전송하고, 이를 받은 노드들은 해당 슬롯 동안, 해당 양 만큼의 데이터만 전송한다.
- [0033] 이때, 각 노드는 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지 e_{alloc} 를 고려하여, 자신의 동작 모드를 결정하고, 해당 동

작 모드에서 사용하는 압축 알고리즘을 이용하여 데이터를 압축한다. 이때, 압축된 데이터의 크기가 데이터량 s^{slot} 가 되도록 데이터 수집량을 조절하여, 제한된 범위 안에서 최대한 많은 데이터를 전송하도록 한다.

[0034] 노드들은 멀티홉 전송을 하기 때문에 일반적으로 싱크 노드에서 1홉 거리에 있는 노드가 상기 싱크 노드에게 데이터를 전달하는 다른 노드에 비해 데이터 전송량이 많다. 이 때, 바깥쪽 노드가 데이터를 많이 수집하여 전송할 경우, 그로부터 싱크 노드까지의 경로에 있는 모든 노드들은 에너지를 더 소모하게 한다.

[0035] 따라서, 본 발명에서는 1 홉 거리의 노드가 자신의 가용 데이터량을 계산하고 이를 자신에게 데이터를 전송하는 노드들에게 알려, 노드의 전송량을 제한한다. 이를 위해 먼저 한 노드가 전송할 수 있는 데이터의 양을 예측해야 한다.

[0036] 슬롯 i 에 한 노드가 p_{sense_i} 주기로 한번에 s_{sense} 만큼의 데이터를 수집한다고 할 때, 이 슬롯 동안 전송해야 하는 데이터량 s_i^{slot} 은, 아래의 수학적 식 1에 의해 도출된다.

수학적 식 1

$$s_i^{slot} = \frac{p_{slot}}{p_{sense_i}} s_{sense}$$

[0037]

[0038] 여기서, p_{slot} 은 한 슬롯의 길이이다. 이를 전송하기 위해 패킷화 했을 때, 한 번에 전송할 수 있는 최대 데이터 크기는 s_{trans}^{max} 이고, 패킷에 추가되는 헤더와 푸터의 크기는 s_{head} 라고 하면, 패킷의 크기는 다음의 수학적 식 2와 같이 s_i^{slot} 에 관한 함수로 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$f^{pack}(s_i^{slot}) = s_i^{slot} + \lceil \frac{s_i^{slot}}{s_{trans}^{max}} \rceil s_{head}$$

[0039]

[0040] 이 노드의 자손 노드가 n_i^D 개 있고, 모든 노드가 공평하게 데이터를 전송할 경우, 이 슬롯 동안 전송해야 하는, 릴레이 데이터를 포함한, 데이터의 총량은 다음의 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$s_{total}^{packet} = f^{pack}(s_i^{slot})(1 + n_i^D)$$

[0041]

[0042] 한편, 슬롯 i 에 할당된 에너지량인 e_{alloc_i} 일 때, 이 슬롯 동안 데이터 전송에 사용할 수 있는 에너지 e_{trans_i} 는 다음의 수학식 4로 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$e_{trans_i} = e_{alloc_i} - e_{elec}$$

[0043]

[0044] 여기서, e_{elec} 는 이 슬롯 동안의 전송 에너지를 제외한 기본 소모 에너지이다. e_{trans_i} 로 전송할 수 있는 데이터량을 구하기 위해 다음의 수학식 5와 같은 에너지 모델을 이용한다.

수학식 5

$$e = s\beta d^\alpha$$

[0045]

[0046] 여기서, s 는 전송 데이터의 크기, β 는 데이터 1바이트를 1m전송하기 위한 단위 에너지, d 는 전송거리, α 는 경로 손실을 나타낸다. 이를 이용하여 한 슬롯 동안 전송할 수 있는 패킷의 총량 $s_{total_i}^{packet}$ 를 계산하면, 다음의 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$s_{total_i}^{packet} = \frac{e_{trans_i}}{\beta d^\alpha}$$

[0047]

[0048] 수학식 6에 수학식 3를 대입하여 정리하면, 이 노드와 자손 노드가 슬롯 동안 전송할 수 있는 실제 데이터량 s_i^{slot} 을 구할 수 있다. 이 노드는 이 슬롯 i 시작 시, 자손 노드에게 전송하여, 모든 자손 노드가 슬롯 i 동안 해당 데이터량만큼의 데이터만을 전송할 수 있게 한다.

[0049]

노드들은 i 슬롯에서 위에서 결정된 데이터량 s_i^{slot} 만큼만 전송할 수 있기 때문에, 할당된 에너지가 남을 경우, 추가 데이터를 수집하고 이를 압축함으로써, s_i^{slot} 를 초과하지 않는 범위 내에서 최대한 많은 데이터를 수집할 수 있게 한다. 이때, 다음과 같은 세 가지 모드를 이용하여 데이터 수집량과 압축 기법을 결정할 수 있다.

[0050]

일반 모드: 할당된 에너지가 데이터를 추가 수집하여 압축할 만큼 충분하지 않을 때, 노드는 데이터를 압축하지 않고 수집된 데이터를 그대로 전송하는 일반 모드로 동작한다. 일반 모드에서는 데이터를 압축하지 않기 때문에, 슬롯 i 동안 s_i^{slot} 만큼의 데이터를 수집하여 그대로 전송한다. 한편, 싱크 노드로부터 1홉 거리에 있는 노드들은 에너지 소모가 가장 크고, 데이터를 압축하여 전송하더라도 중계 노드의 에너지를 절약할 수 없기

때문에, 언제나 일반 모드로 동작한다.

[0051] L 모드: 할당된 에너지가 데이터를 압축해서 전달할 만큼 충분할 경우, 노드는 추가 데이터를 수집하고, 이를 압축하여 전송하는 L 모드로 동작한다. 이 모드의 노드는 압축된 데이터의 크기가 s_i^{slot} 가 될 수 있도록 추가 데이터를 수집하고, 이를 압축하여 전송한다. 그 결과, 데이터를 추가로 수집하고 압축하기 위한 에너지가 더 소모된다.

[0052] H 모드: 할당된 에너지가 데이터를 압축해서 전송하고도 많은 에너지가 남을 경우, 노드는 L 모드보다 더 많은 추가 데이터를 수집하고, 이를 압축률이 좋지만, 에너지를 많이 소모하는 압축 기법을 이용하여 압축한 후 전송하는 H 모드로 동작한다. 이 모드의 노드 역시 압축된 데이터의 크기가 s_i^{slot} 가 될 수 있도록 추가 데이터를 수집하고, 이를 압축률이 더 좋은 알고리즘으로 압축하여 전송한다. 그 결과, L 모드에 비해 데이터를 더 많이 수집하고 압축에 더 많은 에너지를 소모한다.

[0053] 노드는 각 슬롯마다 자신의 부모 노드로부터 s_i^{slot} 를 전달받으면, 슬롯에 할당된 에너지 e_{alloc_i} 를 초과하지 않는 범위 내에서 최대한 많은 데이터를 전송할 수 있는 모드를 선택해야 한다. 이를 위해, 노드는 슬롯 i 동안 각 모드에서 소모되는 에너지를 계산해야 한다. 슬롯 i 동안 노드의 소모 에너지는 다음의 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 7

[0054]
$$e_{consume_i} = e_{trans_i} + e_{elec} + e_{comp_i}$$

[0055] 여기서, e_{comp_i} 는 슬롯 i 동안 데이터를 압축하는데 소모되는 에너지이다. 노드는 슬롯 i 동안 s_i^{slot} 만큼 데이터를 전송하기 때문에 슬롯 i 동안 소모되는 전송 에너지 e_{trans_i} 는 식 수학적 식 3과 수학적 식 6에 의해 다음의 수학적 식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 8

[0056]
$$e_{trans_i} = s_{total_i}^{packet} \beta d^\alpha = f^{pack}(s_i^{slot})(1+n_i^D)\beta d^\alpha$$

[0057] 노드가 데이터를 압축해서 전송할 경우, 압축된 데이터의 크기가 s_i^{slot} 이고, s byte를 압축할 때 소모되는 에너지가 $e_{comp(s)}$ 일 때, 압축하기 전의 데이터 크기 s_i^{raw} 는 $s_i^{slot} R$ 이기 때문에, 슬롯 i 동안 노드의 소모 에너지는 다음의 수학적 식 9와 같다.

수학적 식 9

[0058]
$$e_{consume_i} = e_{trans_i} + e_{elec} + e_{comp_i}(s_i^{raw} R)$$

[0059] 여기서, $R = \frac{Uncompressed\ size}{Compressed\ size}$ 는 압축률이고, 로 나타낸다. 위의 수학적식 9를 이용하여 H 모드의 소모 에너지 $e_{consume_i}^H$ 와 L 모드에서의 소모 에너지 $e_{consume_i}^L$ 를 각각 구하면, 다음의 수학적식 10 및 수학적식 11과 같다.

수학적식 10

[0060]
$$e_{consume_i}^H = e_{trans_i} + e_{elec} + e_{comp}^H (s_i^{raw} R^H)$$

수학적식 11

[0061]
$$e_{consume_i}^L = e_{trans_i} + e_{elec} + e_{comp}^L (s_i^{raw} R^L)$$

[0062] 여기서, e_{comp}^H 과 e_{comp}^L 는 각각 H 모드와 L 모드에서 사용된 압축 기법의 소모 에너지, R^H 과 R^L 는 각각 H 모드와 L 모드에서 사용된 압축 기법의 압축률을 나타낸다. 위의 각 모드에서 소모되는 예상 에너지가 슬롯에 할당된 에너지보다 적을 경우, 해당 모드로 동작하는데 충분한 에너지가 확보된 것을 의미하기 때문에 노드는 그에 맞는 모드를 선택해야 한다.

수학적식 12

[0063]
$$e_{consume_i}^H < e_{alloc_i}$$

[0064] 수학적식 12가 만족될 경우, H 모드로 동작하기에 충분한 에너지가 있을 것으로 예상되기 때문에 노드는 H 모드를 선택한다. 만약, H 모드를 선택할 충분한 에너지가 없고, 수학적식 13을 만족한다면, H 모드로 동작하기엔 부족하지만 L 모드로 동작하기에 충분한 에너지가 할당된 것을 의미하기 때문에 노드는 L모드를 선택한다.

수학적식 13

[0065]
$$e_{consume_i}^L < e_{alloc_i}$$

[0066] 위의 수학적식 12과 수학적식 13를 만족하지 않을 경우, 노드는 압축에 소모할 충분한 에너지가 없기 때문에 일반 모드로 동작한다.

[0067] 노드는 모드 결정 후, 그 모드에서 s_i^{slot} byte의 데이터를 전송하기 위한 적합한 센싱 주기를 결정해야 한다. 1슬롯 동안 s byte를 수집하기 위한 센싱 주기 p_{sense} 는 아래의 수학적식 14와 같은 함수로 나타낼 수 있다.

수학식 14

$$p_{sense}(s) = \frac{s_{sense}}{s} p_{slot}$$

[0068]

[0069] 슬롯 동안 노드의 센싱 데이터가 s_i^{slot} bytes 만큼 전송되어야 하기 때문에, H와 L 모드일 때의 노드가 수집해야 하는 압축하기 전의 데이터 크기는 각각 $s_i^{slot} R^H$, $s_i^{slot} R^L$ 가 된다. 따라서, H 모드, L 모드, 일반 모드에서의 s_i^{slot} byte의 데이터를 전송하기 위한 데이터 수집 주기 $p_{sense}^H(s_i^{slot})$, $p_{sense}^L(s_i^{slot})$, $p_{sense}(s_i^{slot})$ 는 다음의 수학식 15, 수학식 16 및 수학식 17로 나타낼 수 있다.

수학식 15

$$p_{sense}^H(s_i^{slot}) = \frac{s_{sense}}{s_i^{slot} R^H} p_{slot}$$

[0070]

수학식 16

$$p_{sense}^L(s_i^{slot}) = \frac{s_{sense}}{s_i^{slot} R^L} p_{slot}$$

[0071]

수학식 17

$$p_{sense}(s_i^{slot}) = \frac{s_{sense}}{s_i^{slot}} p_{slot}$$

[0072]

[0073] 이와 같이, 본 발명에서 제안된 방법에서 각 노드는 1홉 노드로부터 슬롯 i 동안의 데이터 전송량 s_i^{slot} 을 전달받고, 할당된 에너지 내에서 최대한 효율이 좋은 모드를 선택한다. 그 후 s_i^{slot} 를 만족시키는 양의 데이터를 수집하고 압축하여 전송함으로써, 중계 노드에 전혀 부담을 주지 않으면서 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0074]

도 2는 두 슬롯 동안 시간에 따른 노드의 에너지 및 동작을 보여주는 도면이다.

[0075]

도 2를 참조하면, 해당 노드는 i 슬롯에서 할당된 에너지량보다 H 모드에서 예상되는 소모 에너지보다 작고, L 모드에서 예상되는 소모 에너지보다 클 때 i 슬롯 동안 L 모드를 선택한다. 또한, L 모드에 따른 센싱 주기 p_{sense}^L 를 구하고, 그 센싱 주기에 따라 데이터를 수집한다.

[0076]

이후, 해당 노드는 $i+1$ 슬롯에서 할당된 에너지량이 H 모드에서 예상되는 소모 에너지보다 큰 경우, $i+1$ 슬롯

동안 H 모드를 선택한다. 또한, H 모드에 따른 센싱 주기 P_{sense}^H 를 구하고, 그 센싱 주기에 따라 데이터를 수집한다.

- [0077] 도 3은 노드 동작 모드 및 센싱 주기의 결정을 단계적으로 보여주는 도면이다.
- [0078] 도 3을 참조하면, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법은 먼저 라우팅과 자손 노드들의 결정 단계를 수행한다.
- [0079] 싱크 노드는 라우팅 메시지를 발송하고, 이를 받은 n^D 개의 자손 노드들에게 답변 메시지를 전달한다.
- [0080] 이후, 싱크 노드로부터 1홉(hop) 거리에 있는 노드들은 각 슬롯 동안 자신과 자신의 자손 노드들이 전송할 수 있는 데이터량을 계산하여(수학식 3 내지 수학식 6 이용), 상기 자신의 자손 노드들에 전송한다.
- [0081] 상기 전송할 수 있는 데이터량을 수신한 각 자손 노드는 수학식 12, 수학식 13, 수학식 15 내지 수학식 17을 이용하여 자신의 동작 모드 및 센싱 주기를 결정한다. 이때, 싱크 노드로부터 1홉 거리에 있는 노드는 자신을 일 반 노드로 결정할 수 있다.
- [0082] 각 노드는 결정된 센싱 주기에 따라 데이터를 센싱하고, 싱크 노드로 각 동작 모드에 따라 데이터를 압축하여 전송한다. 또한, 노드들은 슬롯 마다 상기 단계들을 반복한다.
- [0083] 본 발명에서는 태양 에너지 수집 WSN에서 앞에서 언급된 노드의 효율적인 에너지 관리 문제와 핫스팟 문제를 해결하고, 데이터 획득량을 증가시키기 위한 데이터 수집량과 압축 알고리즘 선택 방법을 제안한다. 본 발명에서 제안된 방법에서, 노드는 수집되는 에너지 사용량을 시간별로 할당하고, 이 할당된 에너지 범위 내에서 전송할 수 있는 데이터의 한계를 결정한다.
- [0084] 이 제한된 전송량 내에서 더 많은 데이터를 수집하기 위해서는 제한된 양보다 초과된 데이터를 수집한 후 이를 압축하여 제한된 용량에 맞춰 전송한다. 따라서, 노드는 전송 가능 데이터량 할당된 에너지와 소모되는 에너지를 고려하여 압축 알고리즘을 선택하고, 이를 이용하여 추가로 수집된 데이터의 양을 제한된 전송량에 맞게 압축해서 전송함으로써 싱크 노드가 전달받는 데이터의 양을 증가시킬 수 있다.
- [0085] 이하에서는, 본 발명에서 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 SolarCastalia[J. M. Yi, M. J. Kang, and D. K. Noh, "Solarcastalia: solar energy harvesting wireless sensor network simulator," International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 11, no. 6, pp. 1-10, January 2015.]를 이용하여 시뮬레이션을 수행했다. 성능 비교를 위해 본 발명에서 제안된 방법(Proposed)과 다른 네 가지 기법, 1) 압축하지 않고 전송하는 기본 기법(Naive), 2) S-LZW 압축 알고리즘 만으로 압축해서 전송하는 기법(S-LZW), 3) S-LZW-BWT 압축 알고리즘 만으로 압축해서 전송하는 기법(S-LZW-BWT), 4) 선택적 압축 기법(A-COMP)[I. Yoon, J. M. Yi. S. Jeong, J. Jeon, and D. K. Noh, "Dynamic Sensing-Rate Control Scheme Using a Selective Data-Compression for Energy-Harvesting Wireless Sensor Networks," Journal of Embedded Systems and Applications, vol. 11, no. 2, pp. 79-86, April 2016.]의 총 5 가지 기법의 정전 노드 수, 센싱된 데이터량, 싱크 노드에 도달한 데이터량을 측정했다.
- [0086] 시뮬레이션을 위해 200개의 에너지 수집 노드를 정해진 밀도에 맞게 무작위로 배치했고, 수집되는 에너지는 [J. M. Yi, M. J. Kang, and D. K. Noh, "Solarcastalia: solar energy harvesting wireless sensor network simulator," International Journal of Distributed Sensor Networks, vol. 11, no. 6, pp. 1-10, January 2015.]에서 측정된 시간에 따른 태양 에너지 변화량을 이용했다. 모든 시뮬레이션은 30번 측정한 결과의 평균을 구했다. 아래의 표 1은 시뮬레이션에 사용된 주요 인자들을 보여준다.

표 1

Parameter	Value
Number of nodes	200
Node topology	Random
Routing algorithm	MDT
Transmission Range	10 m
Battery capacity	100 J
P_{solar}	1 h
P_{sense}	10-60 s

S_{trans}^{max}	102 bytes
S_{head}	31 bytes
S_{sense}	61 bytes
α	4
β	8-10 J

- [0089] 도 4는 각 기법들의 시간에 따른 정전 노드의 수를 1000 슬롯부터 1168슬롯까지, 총 7일간 측정한 결과이다. 본 발명에서 제안된 방법 외의 다른 기법들은 태양 에너지 수집량의 변화에 따라 정전 노드의 수가 변하고 있지만, 이에 비해 본 발명에서 제안된 방법은 정전 노드가 거의 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이는 데이터 전송량을 제한함으로써 중계 노드의 부담이 줄었기 때문인 것으로 판단된다.
- [0090] 도 5는 싱크 노드로부터의 홉 수별 정전 노드 수를 2000 슬롯에 측정한 결과를 보여준다. 종래 기법들에서는 핫스팟 문제로 인해 싱크 노드로부터 1홉 거리의 노드들이 정전되는 수가 가장 많은 것을 알 수 있다. 반면, 본 발명에서 제안된 방법은 도 4에서와 같이 정전 노드가 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있다.
- [0091] 도 6과 도 7은 각각 시간에 따른 전체 노드의 센싱 데이터량과 이 데이터가 싱크 노드에 도달한 수를 측정한 결과를 보여준다. 도 6을 참조하면, 센싱된 데이터의 양은 본 발명에서 제안된 방법과 A-COMP 기법이 다른 기법에 비해 높은 것을 알 수 있다. 한편, A-COMP 기법은 도 4에서와 같이, 수집되는 에너지량에 따라 정전 노드가 발생하기 때문에, 이에 따라 센싱된 데이터의 양이 변화하는 것을 알 수 있다.
- [0092] 반면, 본 발명에서 제안된 방법은 할당된 에너지에 따라 동적으로 수집되는 양을 결정하기 때문에 센싱된 데이터의 양이 대체로 일정한 것을 알 수 있다.
- [0093] 도 7을 참조하면, 수집된 데이터들이 싱크 노드에 얼마나 도달하는지를 보여주는데, 다른 기법들은 도 5에서와 같이 싱크 노드에서 가까운 노드들의 에너지가 고갈되어 다른 노드의 데이터를 전달하지 못했기 때문에, 많은 양의 센싱 데이터가 싱크 노드에 도달하지 못한 것을 알 수 있다.
- [0094] 반면, 본 발명에서 제안된 방법은 정전 노드가 거의 발생하지 않았기 때문에 센싱된 데이터가 대부분 싱크 노드에 도달했다.
- [0095] 도 8과 도 9는 각각 노드의 밀도 변화에 따른 센싱 데이터의 양과 싱크 노드에 도달한 데이터의 수를 나타낸다. 도 8을 참조하면, 본 발명에서 제안된 방법을 제외한 다른 기법들은 언제나 정해진 양의 데이터를 수집하기 때문에, 밀도의 변화에 관계없이 비슷한 데이터량을 수집하는 것을 알 수 있다.
- [0096] 하지만, 도 9에서 노드의 밀도가 줄어들면 싱크 노드에 도달하는 데이터 수가 적어지는 것을 알 수 있다. 이는 노드의 밀도가 낮을 경우, 노드들의 전송 경로가 길어지기 때문에 중계 노드가 정전 상태가 됐을 때, 더욱 많은 데이터가 전송 중 소실되기 때문이다.
- [0097] 반면, 본 발명에서 제안된 방법은 1홉 노드에서 n_i^D 에 따라 데이터 전송량을 결정하기 때문에 밀도가 낮아 전송 경로가 길어질 경우, 데이터를 적게 수집하고, 밀도가 높아져 전송 경로가 짧아질 경우 데이터를 많이 수집하는 것을 알 수 있다. 또한, 전송 데이터량을 조절하여 정전 노드의 발생을 억제했기 때문에, 수집된 데이터가 대부분 싱크 노드에 도달한 것을 알 수 있다.
- [0098] 도 10과 도 11은 각각 태양 에너지의 변화에 따른 센싱 데이터의 양과 싱크 노드에 도달한 데이터의 수를 나타낸다. 태양 에너지가 적을수록 센싱 데이터량은 줄어들게 된다. 이는 할당된 에너지가 태양 에너지의 양에 따라 변화하기 때문이다. 이 때, 다른 종래 기법들의 센싱 데이터량은 본 발명에서 제안된 방법보다 많게 되지만, 태양 에너지의 양이 적기 때문에 정전 노드가 많이 발생하여, 싱크 노드에 도달하는 데이터의 양은 본 발명에서 제안된 방법보다 적어지게 된다.
- [0099] 태양 에너지가 많을 때, 본 발명에서 제안된 방법은 할당된 에너지가 많아지고, 이에 맞게 센싱 주기를 조절하기 때문에 센싱 되는 데이터량과 싱크 노드에 도달하는 데이터량이 다른 기법에 비해 커지게 된다.
- [0100] 본 발명에서는 태양 에너지를 수집하는 WSN를 이용하여 주기적으로 데이터를 수집할 때, 센싱 주기와 압축 기법을 선택함으로써 데이터의 수집량을 증가시킨다. 본 발명에 따른 방법에서 싱크 노드로부터 1홉 거리의 노드는 데이터 전송 한계를 결정하고 이를 다른 노드에 전달함으로써 전송 데이터량을 제한하고, 다른 노드들은 이에 맞는 센싱 주기와 압축 기법을 선택함으로써 정전 노드의 발생을 억제하고, 데이터 수집량을 증가시킨다.

- [0101] 시뮬레이션 결과, 본 발명에서 제안된 방법은 상황에 따라 데이터 수집 주기와 압축 기법을 선택함으로써 다른 기법에 비해 정전 노드의 발생을 효과적으로 억제하고, 더 많은 양의 데이터를 얻을 수 있는 것을 알 수 있었다.
- [0102] 이와 같은, 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 방법은, 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0103] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0104] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0105] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0107] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치의 블록도이다.
- [0108] 본 발명에 따른 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치(10, 이하 장치)는, 주기적으로 센싱 데이터를 싱크 노드에 전달하는 WSN을 기반으로 수집되는 데이터량을 증가시키기 위한 데이터 수집량 조절과 압축 알고리즘 선택 기법을 제안한다.
- [0109] 도 12를 참조하면, 본 발명에 따른 장치(10)는 수신부(110), 에너지 계산부(130), 동작 모드 결정부(150), 센싱 주기 결정부(170) 및 전송부(190)를 포함한다.
- [0110] 본 발명의 상기 장치(10)는 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택을 수행하기 위한 소프트웨어(어플리케이션)가 설치되어 실행될 수 있으며, 상기 수신부(110), 상기 에너지 계산부(130), 상기 동작 모드 결정부(150), 상기 센싱 주기 결정부(170) 및 상기 전송부(190)의 구성은 상기 장치(10)에서 실행되는 태양 에너지 수집형 무선 센서 네트워크에서 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택을 수행하기 위한 소프트웨어에 의해 제어될 수 있다.
- [0111] 상기 장치(10)는 WSN의 각 노드에 설치되는 별도의 단말이거나 또는 단말의 일부 모듈일 수 있다. 또한, 상기 수신부(110), 상기 에너지 계산부(130), 상기 동작 모드 결정부(150), 상기 센싱 주기 결정부(170) 및 상기 전송부(190)의 구성은 통합 모듈로 형성되거나, 하나 이상의 모듈로 이루어 질 수 있다. 그러나, 이와 반대로 각 구성은 별도의 모듈로 이루어질 수도 있다.
- [0112] 상기 장치(10)는 이동성을 갖거나 고정될 수 있다. 상기 장치(10)는, 단자(socket), 서버(server) 또는 엔진(engine) 형태일 수 있으며, 단말-terminal), 디바이스(device), 기구(apparatus), UE(user equipment), MS(mobile station), 무선기기(wireless device), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0113] 상기 장치(10)는 운영체제(Operation System; OS), 즉 시스템을 기반으로 다양한 소프트웨어를 실행하거나 제작할 수 있다. 상기 운영체제는 소프트웨어가 장치의 하드웨어를 사용할 수 있도록 하기 위한 시스템 프로그램으로서, 안드로이드 OS, iOS, 윈도우 모바일 OS, 바다 OS, 심비안 OS, 블랙베리 OS 등 모바일 컴퓨터 운영체제 및 윈도우 계열, 리눅스 계열, 유닉스 계열, MAC, AIX, HP-UX 등 컴퓨터 운영체제를 모두 포함할 수 있다.
- [0114] 상기 수신부(110)는 일정 시간을 복수 개의 슬롯으로 나눈 각 슬롯에서 사용할 수 있는 에너지량 및 각 노드가 전송할 수 있는 데이터량을 수신한다.
- [0115] 상기 에너지 계산부(130)는 해당 슬롯 동안 각 동작 모드에서 소모되는 예상 에너지량을 계산한다. 상기 모드에서 소모되는 예상 에너지량은, 해당 슬롯 동안 데이터를 전송하는데 소모되는 에너지, 기본 소모 에너지 및 데이터를 압축하는데 소모되는 에너지의 합으로 계산될 수 있다.
- [0116] 상기 동작 모드 결정부(150)는 상기 사용할 수 있는 에너지량, 상기 전송할 수 있는 데이터량 및 상기 소모되는

예상 에너지량을 기초로, 데이터 수집량과 압축 알고리즘을 선택하기 위한 동작 모드를 결정한다. 이때, 상기 싱크 노드로부터 1홉 거리에 있는 노드들은 자신을 일반 모드로 선택한다.

- [0117] 상기 동작 모드 결정부(150)는 상기 사용할 수 있는 에너지량과 상기 소모되는 예상 에너지량을 비교하여, 상기 전송할 수 있는 데이터량을 초과하지 않는 범위 내에서 추가 데이터를 수집할지 여부 및 데이터를 압축 전송할지 여부에 따라 일반 모드, L 모드 및 H 모드 중 하나의 동작 모드를 선택한다.
- [0118] 해당 노드가 일반 모드일 경우, 데이터를 수집하지 않고 상기 전송할 수 있는 데이터량만큼의 데이터를 수집하여 압축하지 않고 전송한다. 해당 노드가 L 모드일 경우, 상기 전송할 수 있는 데이터량 이외에 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 압축하여 전송한다. 해당 노드가 H 모드일 경우, 상기 L 모드보다 더 많은 추가 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 상기 L 모드보다 더 높은 압축률로 압축하여 전송한다.
- [0119] 상기 센싱 주기 결정부(170)는 결정된 동작 모드에 따라 데이터를 수집하기 위한 센싱 주기를 결정한다.
- [0120] 상기 전송부(190)는 결정된 동작 모드 및 센싱 주기에 따라 선택된 데이터 수집량만큼 데이터를 수집하고, 선택된 압축 알고리즘에 따라 수집된 데이터를 압축하여 전송한다.
- [0121] 이에 따라, 노드는 전송 가능 데이터량, 할당된 에너지와 소모되는 에너지를 고려하여 압축 알고리즘을 선택하고, 이를 이용하여 추가로 수집된 데이터의 양을 제한된 전송량에 맞게 압축해서 전송함으로써 싱크 노드가 전달받는 데이터의 양을 증가시킬 수 있다.
- [0122] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

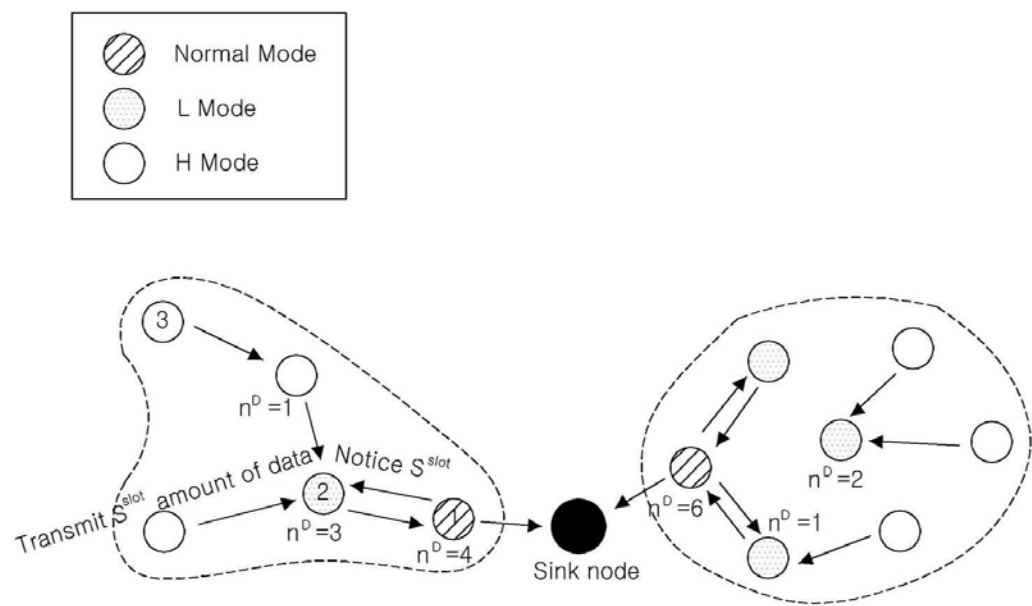
- [0123] 본 발명은 태양 에너지 수집 WSN에서 노드의 효율적인 에너지 관리 문제와 핫스팟 문제를 해결하고, 데이터 획득량을 증가시키기 위한 데이터 수집량과 압축 알고리즘 선택 기법을 제안하므로, 태양 에너지 기반 무선 센서 네트워크 분야에서 유용하게 활용될 수 있다.

부호의 설명

- [0124] 10: 에너지 할당을 고려한 센싱 주기와 압축 알고리즘 선택 장치
- 110: 수신부
- 130: 에너지 계산부
- 150: 동작 모드 결정부
- 170: 센싱 주기 결정부
- 190: 전송부

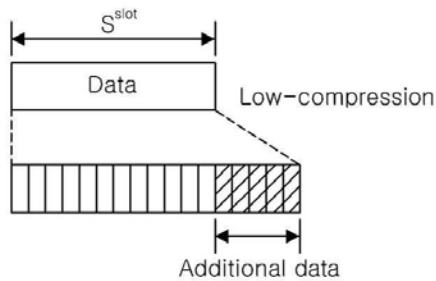
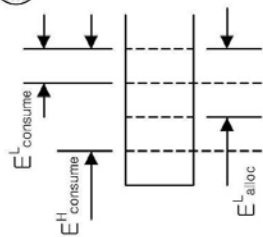
도면

도면1

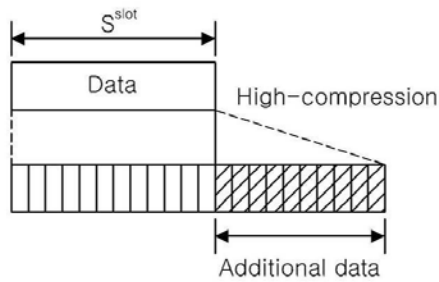
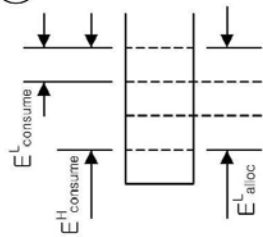


Node 1: 1 hop distance from the sink node.

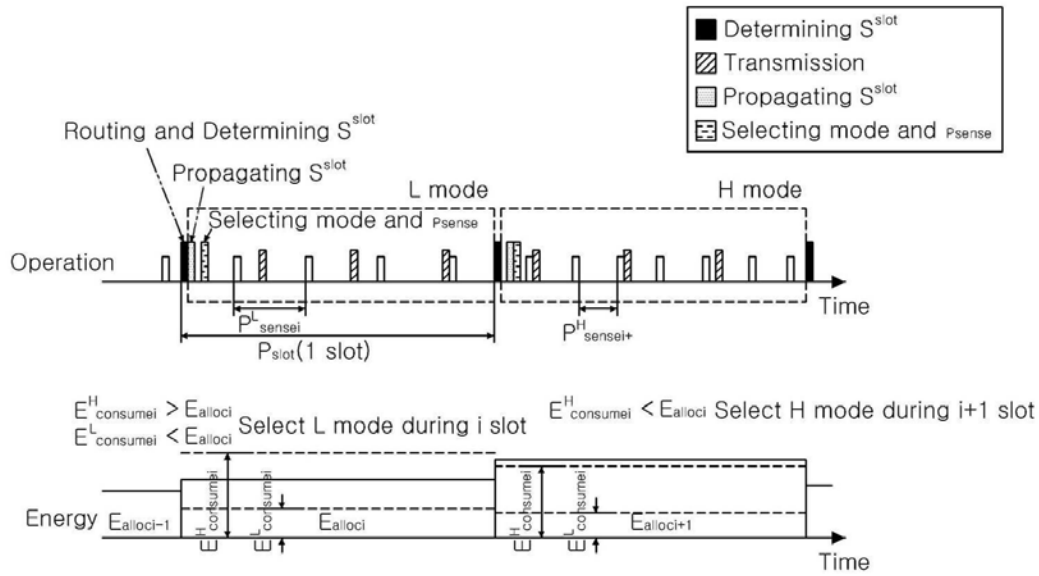
Node 2: L mode.



Node 3: H mode.

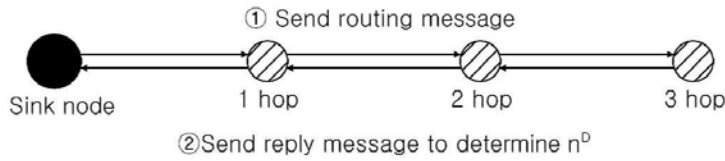


도면2

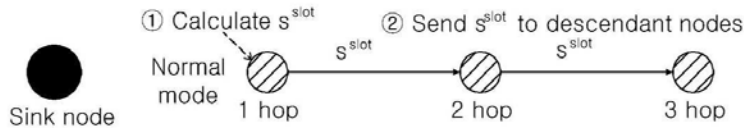


도면3

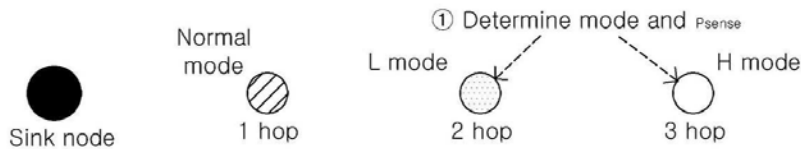
1. Routing & Determining descendant nodes



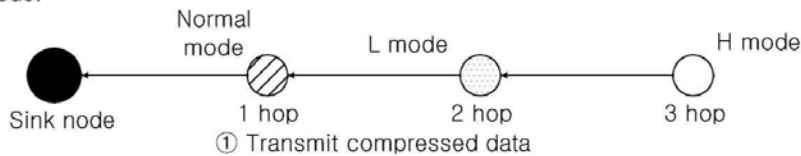
2. 1 hop distance nodes calculate their s^{slot} with Equation (3)–(6) and propagate it to their descendant nodes



3. Nodes that receives s^{slot} determines their modes and P_{sense} by calculating Equation (12), (13), (15)–(17).

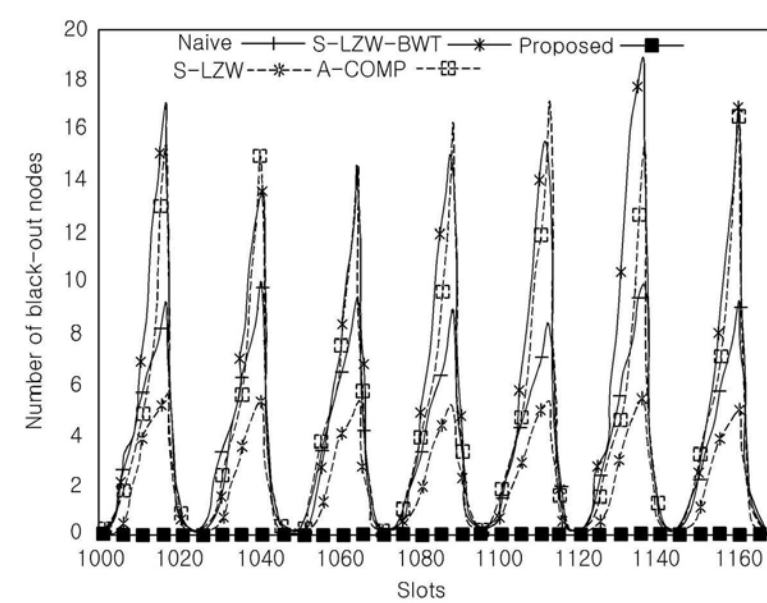


4. Nodes sense every P_{sense} and, compress and transmit the data toward the sink node.

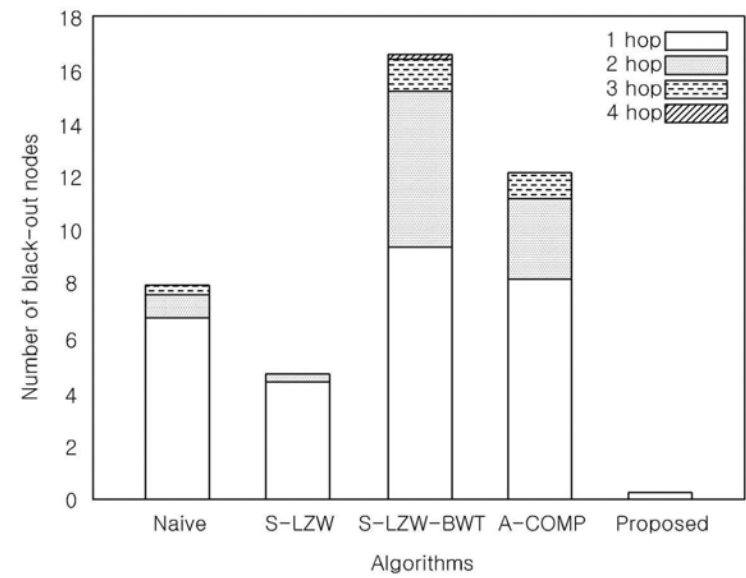


5. Repeat 1–4 ever P_{slot}

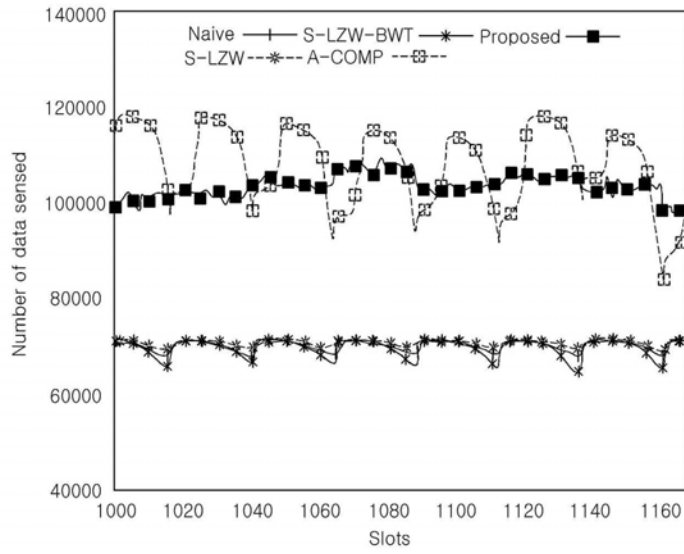
도면4



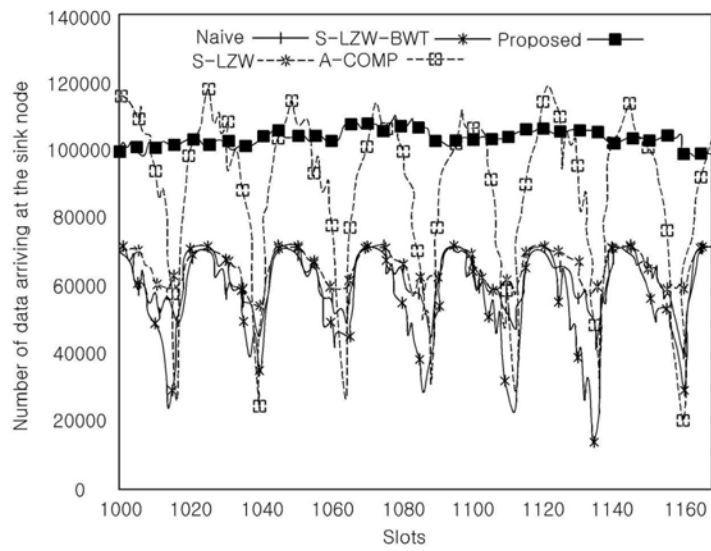
도면5



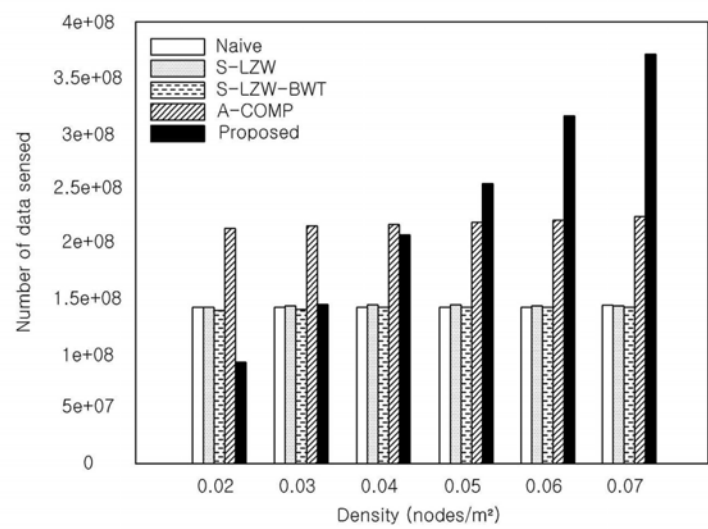
도면6



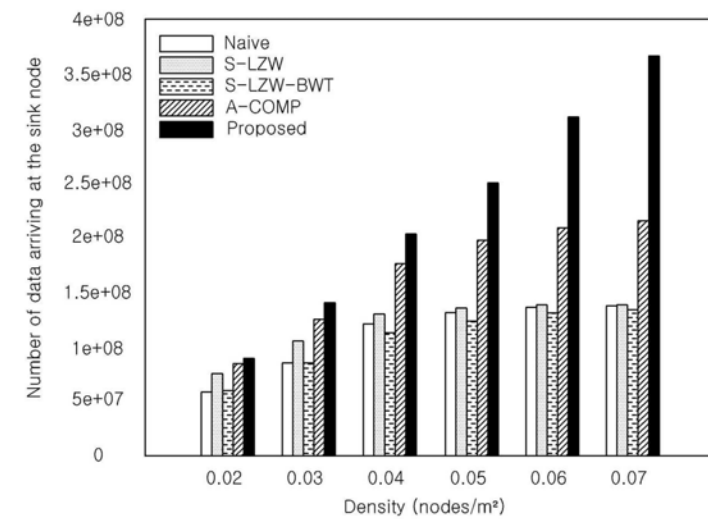
도면7



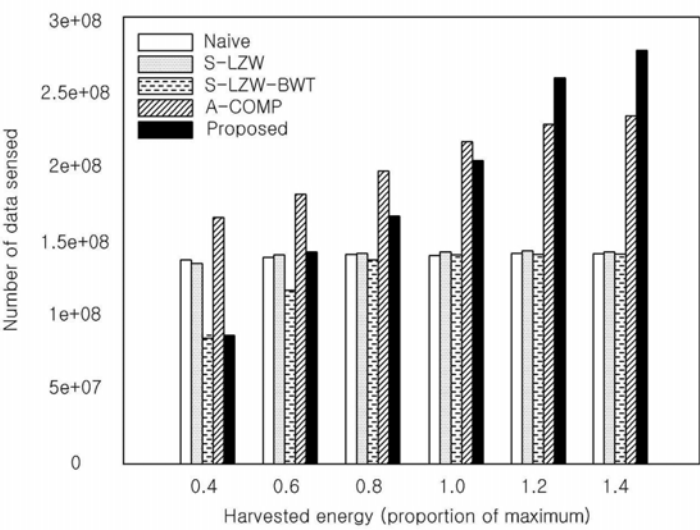
도면8



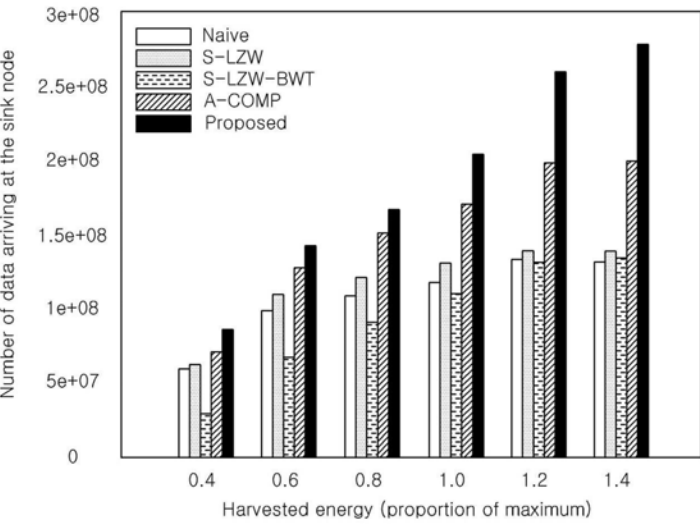
도면9



도면10



도면11



도면12

