



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0005135
(43) 공개일자 2012년01월16일

(51) Int. Cl.

H04W 52/02 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2010-0065724

(22) 출원일자 2010년07월08일

심사청구일자 2010년07월08일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)

(72) 발명자

홍충선

경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호 (상현동, 상현마을 성원상떼빌아파트)

김진호

경기도 고양시 일산동구 하늘마을1로 25, 510동 806호 (중산동, 하늘마을)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서재승

전체 청구항 수 : 총 9 항

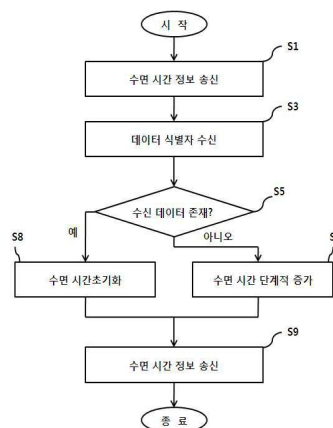
(54) IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법

(57) 요약

본 발명은 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 이동 센서 노드의 수면(sleep) 시간을 제어하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 게이트웨이로부터 송신되는 비콘 메시지의 송신 주기마다 무조건적으로 센서 노드가 깨어나 비콘 메시지를 수신하는 대신 센서 노드와 게이트웨이의 송수신 데이터의 존재 유무에 따라 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시키며, 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동하는 경우에도 센서 노드의 수면 시간을 유지하여 센서 노드의 소비 에너지를 줄일 수 있는 센서 노드의 수면 시간의 제어 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드와 게이트웨이 사이에서 송수신할 데이터의 존재 유무에 따라 단계적으로 센서 노드의 수면 시간을 증가시킴으로써, 센서 노드에서 소비되는 에너지를 줄일 수 있다. 또한 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동 접속하는 경우에도 센서 노드의 수면 시간을 유지함으로써, 센서 노드의 이동이 잦은 센서 네트워크에서 센서 노드의 소비 에너지를 줄일 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

박재용

부산광역시 해운대구 반여로 68-12, 206동 1501호
(반여동, 장산2차롯데낙천대아파트)

이준

경기도 수원시 영통구 매영로415번길 50, 201호 (영통동)

김진혁

서울특별시 강남구 개포동 주공아파트 501동 107호

강형규

제주특별자치도 서귀포시 하효중앙로 148 (하효동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0083838

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 핵심연구지원사업

연구과제명 인간이동성인지 무선통신환경에서 스마트서비스 제공 프레임워크 개발

기여율

주관기관 한국연구재단

연구기간 2009년 09월 01일 ~ 2010년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 게이트웨이와 각 게이트웨이에 속해있는 다수의 센서 노드를 구비하는 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 상기 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 게이트웨이와 센서 노드 사이에서 송수신할 데이터의 존재 유무에 따라 상기 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시키는 단계; 및
- (b) 상기 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동시 상기 인접 게이트웨이로 상기 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 제공하여 상기 인접 게이트웨이에서 상기 이동 센서 노드의 수면 시간을 유지하는 단계를 포함하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

상기 센서 노드에서 상기 게이트웨이로 상기 센서 노드의 수면 시간 정보를 송신하는 단계;

상기 센서 노드의 수면 시간의 종료 후, 상기 게이트웨이로부터 상기 센서 노드로 송신할 데이터의 존재 여부를 알려주는 데이터 메시지를 수신하는 단계; 및

상기 데이터 메시지에 기초하여 상기 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우, 상기 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시켜 상기 센서 노드의 수면 시간 정보를 갱신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 센서 노드의 수면 시간은

상기 데이터 메시지에 기초하여 상기 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않을 경우, 임계 수면 시간 내에서 계속해서 단계적으로 증가되는 것을 특징으로 하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 데이터 메시지에 기초하여 상기 센서 노드로 송신한 데이터가 존재하는 경우, 상기 센서 노드는 수면 시간 종료 후 상기 센서 노드의 통신 주기에 상기 게이트웨이로부터 데이터를 수신하고 상기 수면 시간을 초기화하는 것을 특징으로 하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

인접 게이트웨이로 상기 센서 노드의 이동을 인식하는 단계;

상기 인접 게이트웨이로부터 상기 인접 게이트웨이의 식별자를 수신하여 상기 인접 게이트웨이에 접속하는 단계;

상기 인접 게이트웨이로 상기 센서 노드의 수면 시간 정보를 송신하여 상기 인접 게이트웨이에서 상기 센서 노드의 수면 시간을 유지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5항에 있어서,

상기 센서 노드의 수면 시간 동안에, 상기 센서 노드에서 상기 게이트웨이 또는 인접 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는지 판단하는 단계; 및

송신할 데이터가 존재하는 경우, 상기 센서 노드의 수면 시간을 종료하고 다음 통신 주기에 상기 데이터를 상기

게이트웨이 또는 인접 게이트웨이로 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 7

다수의 게이트웨이와 각 게이트웨이에 속해있는 다수의 센서 노드를 구비하는 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법에 있어서,

상기 센서 노드가 속해 있는 게이트웨이에서 인접 게이트웨이로 상기 센서 노드가 이동하였음을 상기 인접 게이트웨이로부터 수신한 비콘 메시지에 기초하여 인식하는 단계;

상기 비콘 메시지에 포함되어 있는 네트워크 식별자에 기초하여 상기 인접 게이트웨이에 접속하는 단계; 및

상기 인접 게이트웨이로 상기 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 송신하는 단계를 포함하며,

상기 인접 게이트웨이는 상기 이동 센서 노드의 수면 시간 정보에 기초하여 상기 이동 센서 노드의 수면 시간을 설정하는 것을 특징으로 하는 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 이동 센서 노드의 수면 시간의 종료 후, 상기 인접 게이트웨이로부터 상기 이동 센서 노드로 송신할 데이터의 존재 여부를 알려주는 데이터 메시지를 수신하는 단계; 및

상기 데이터 메시지에 기초하여 상기 이동 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우, 상기 이동 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시켜 상기 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 갱신하는 단계; 및

상기 갱신한 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 상기 인접 게이트웨이로 송신하는 단계를 더 포함하며,

상기 인접 게이트웨이는 상기 이동 센서 노드의 수면 시간을 상기 갱신한 이동 센서 노드의 수면 시간 정보로 설정하는 것을 특징으로 하는 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 이동 센서 노드의 수면 시간 동안에, 상기 이동 센서 노드에서 상기 인접 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는지 판단하는 단계; 및

송신할 데이터가 존재하는 경우, 상기 이동 센서 노드의 수면 시간을 종료하고 다음 통신 주기에 상기 데이터를 상기 인접 게이트웨이로 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 IEEE 802.15.4 기반의 이동센서 네트워크에서 이동 센서 노드의 수면(sleep) 시간을 제어하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 게이트웨이로부터 송신되는 비콘 메시지의 송신 주기마다 항상 센서 노드가 응답하는 대신 센서 노드와 게이트웨이의 송수신 데이터의 존재 유무에 따라 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시키며, 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동하는 경우에도 센서 노드의 수면 시간을 유지하여 센서 노드의 소비 에너지를 줄일 수 있는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근 급부상하고 있는 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network) 기술은 인터넷의 지속적인 성장과 저가형의 센서 개발, 국제 표준화 등의 환경 변화로 인해 다양한 산업분야에서 실용화가 진행되고 있다. 센서 네트워크는 유비쿼터스(ubiquitous) 컴퓨팅 구현을 위한 기반 네트워크로 초경량, 저전력의 많은 센서 노드들로 구성된 무선 네트워크이다. 이는 특히 네트워크를 구성하는 센서 노드의 수가 매우 많고 각 센서 노드들은 제한된 전원과 컴퓨팅 능력을 가지며, 빈번한 센서 노드들의 삽입과 제거에 의해 센서 네트워크의 토폴로지(topology)가 쉽게 변화될 수 있다는 특성을 갖는다.

- [0003] 무선 센서 네트워크에서 각 센서 노드들의 통신을 위한 통신 프로토콜로 IEEE 802.15.4 표준이 규정되었다. IEEE 802.15.4는 저전력 무선 개인 영역 네트워크(Low power Wireless Personal Area Network, 이하 'LoWPAN'이라 칭함)의 MAC(Medium Access Control)와 PHY(Physical) 계층 표준이며 저속의 통신대역과 저전력을 목표로 하는 프로토콜로서 전송율이 낮고 전송 거리가 비교적 짧은 무선 개인영역의 네트워크 환경에 가장 적합한 통신 기술로 인식되고 있다.
- [0004] 도 1은 통상적인 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크 일 예를 도시하고 있다.
- [0005] 도 1을 참고로 살펴보면, IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크는 다수의 게이트웨이(GW1, GW2, GW3)와 각 게이트웨이에 접속하고 있는 다수의 센서 노드들로 구성되어 있다. 각 게이트웨이와 각 게이트웨이에 접속되어 있는 다수의 센서 노드들은 각각 개인 영역 네트워크(Personal Area Network, PAN)를 구성하고 있다. 각 개인 영역 네트워크에서 게이트웨이는 센서 노드들에게 비콘 메시지를 주기적으로 송신하며, 센서 노드들은 비콘 메시지에 동기화되어 게이트웨이와 데이터를 송수신한다.
- [0006] 각 개인 영역 네트워크(PAN)에서 센서 노드들은 게이트웨이의 관리/제어에 따라 데이터를 송수신하는데, 각 개인 영역 네트워크(PAN)에서 센서 노드와 게이트웨이의 통신은 도2에 도시되어 있는 IEEE 802.15.4 기반의 수퍼프레임(superframe)에 따라 이루어진다. 도 2를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 수퍼프레임은 게이트웨이에서 센서 노드로 브로딩캐스팅되는 비콘 메시지의 송신 주기 사이에 할당되어 있는 슬롯으로 규정된다. 수퍼프레임은 크게 활성(active) 구간과 비활성(inactive) 구간으로 구성되어 있으며, 활성 구간은 다시 16개의 연속적인 시간 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 활성 구간은 가장 먼저 비콘 메시지 구간, 비콘 메시지 구간에 연속하여 이어지는 경쟁 통신 구간(Contention Access Period, CAP), 경쟁 통신 구간에 연속하여 이어지는 비경쟁 통신 구간(Contention Free Period, CFP)로 구분되어 있다. 센서 노드 또는 게이트웨이는 경쟁 통신 구간(CAP) 또는 비경쟁 통신 구간(CFP)에서 데이터를 송수신하며, 활성 구간이 종료할 때마다 센서 노드들은 비활성 구간에서 수면 모드로 상태 변환하여 소비 에너지를 절약하도록 제어된다.
- [0007] 도 3은 종래 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0008] 도 3(a)는 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 3(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다.
- [0009] 도 3(a)와 도 3(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 게이트웨이는 주기적으로 센서 노드들로 비콘 메시지를 송신하며, 센서 노드들은 비콘 메시지를 수신할 때마다 비활성 구간의 수면 모드에서 깨어나 활성 구간으로 진입하며, 활성 구간에서 게이트웨이로 데이터를 송신하거나 게이트웨이로부터 데이터를 수신한다. 활성 구간이 종료하는 경우 센서 노드는 다시 비활성 구간에서 수면 모드로 진입하여 소비 에너지를 절약한다. 여기서 비활성 구간 동안 센서 노드가 수면 모드로 존재하는 센서 노드의 수면 시간은 비활성 구간(ISI)으로 서로 동일하다. 즉 종래 수퍼프레임 주기에서 센서 노드들은 비콘 메시지를 수신할 때마다 동일한 활성 구간과 비활성 구간을 반복하여 데이터를 송수신하거나 수면 모드로 진입한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 종래 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 센서 노드들은 주기적으로 수신되는 비콘 메시지에 응답하여 비콘 메시지를 수신할 때마다 항상 수면 모드에서 깨어나 활성 구간을 가지게 된다. 실제 센서 노드와 게이트웨이 사이에서 송수신되는 데이터의 트래픽 양은 매우 작으며 아주 작은 밴드폭만을 요구한다. 그러나 종래 센서 네트워크에서 센서 노드는 감지 데이터를 게이트웨이로 송신하거나 게이트웨이로부터 데이터를 수신할 때에만 비콘 메시지에 응답하여 수면 모드에서 깨어나는 것이 아니라 송수신할 데이터가 존재하지 않는 경우에도 항상 비콘 메시지에 응답하여 활성 구간을 가지게 되어 에너지를 소비하게 된다는 문제점을 가진다. 한정된 자원을 이용하는 센서 네트워크의 특성상 센서 노드의 에너지 관리는 가장 중요한 요인이다.
- [0011] 본 발명은 위에서 언급한 종래 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법이 가지는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 과제는 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 센서 노드의 수면 시간을 센서 노드와 게이트웨이 사이의 송수신 데이터 존재 유무에 따라 단계적으로 증가시켜 센서 노드의 소비 에너지를 줄일 수 있는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 센서 노드가 인접 게이트웨이로

이동하는 경우에도 센서 노드의 수면 시간을 유지하여 센서 노드에서 소비되는 소비 에너지를 줄일 수 있는 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 게이트웨이와 센서 노드 사이에서 송수신할 데이터의 존재 유무에 따라 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시키는 단계와, 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동시 인접 게이트웨이로 이동 센서 노드의 수면 시간에 대한 정보를 제공하여 인접 게이트웨이에서 이동 센서 노드의 수면 시간을 유지하는 단계를 포함한다.
- [0014] 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시키는 단계는 센서 노드에서 게이트웨이로 센서 노드의 수면 시간에 대한 정보를 송신하는 단계와, 센서 노드의 수면 시간의 종료 후 게이트웨이로부터 센서 노드로 송신할 데이터의 존재 여부를 알려주는 데이터 메시지를 수신하는 단계와, 데이터 메시지에 기초하여 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시켜 센서 노드의 수면 시간 정보를 갱신하는 단계를 포함한다.
- [0015] 이동 센서 노드의 수면 시간을 유지하는 단계는 인접 게이트웨이로 센서 노드의 이동을 인식하는 단계와, 인접 게이트웨이로부터 인접 게이트웨이의 식별자를 수신하여 인접 게이트웨이에 접속하는 단계와, 인접 게이트웨이로 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 송신하여 인접 게이트웨이에서 이동 센서 노드의 수면 시간을 유지하는 단계를 포함한다.
- [0016] 여기서 데이터 메시지에 기초하여 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우, 센서 노드는 수면 시간 종료 후 센서 노드의 통신 주기에 게이트웨이로부터 데이터를 수신하고 센서 노드의 수면 시간을 초기화하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 바람직하게, 센서 노드의 수면 시간은 데이터 메시지에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않을 경우, 임계 수면 시간 내에서 단계적으로 증가되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드가 속해 있는 게이트웨이에서 인접 게이트웨이로 센서 노드가 이동하였음을 인접 게이트웨이로부터 수신한 비콘 메시지에 기초하여 인식하는 단계와, 비콘 메시지에 포함되어 있는 네트워크 식별자에 기초하여 인접 게이트웨이에 접속하는 단계와, 인접 게이트웨이로 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 송신하는 단계를 포함하며, 인접 게이트웨이는 이동 센서 노드의 수면 시간 정보에 기초하여 이동 센서 노드의 수면 시간을 설정하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 이동 센서 노드의 수면 시간의 종료 후, 인접 게이트웨이로부터 이동 센서 노드로 송신할 데이터의 존재 여부를 알려주는 데이터 메시지를 수신하는 단계와, 데이터 메시지에 기초하여 이동 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우, 이동 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시켜 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 갱신하는 단계와, 갱신한 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 인접 게이트웨이로 송신하는 단계를 더 포함하며, 인접 게이트웨이는 이동 센서 노드의 수면 시간을 갱신한 이동 센서 노드의 수면 시간 정보로 설정하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 이동 센서 노드의 수면 시간 동안에 이동 센서 노드에서 인접 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는지 판단하는 단계와, 송신할 데이터가 존재하는 경우, 이동 센서 노드의 수면 시간을 종료하고 다음 비콘 메시지의 통신 주기에 데이터를 인접 게이트웨이로 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 종래 센서 노드의 수면 시간 제어 방법과 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.
- [0022] 첫째, 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드와 게이트웨이 사이에서 송수신할 데이터의 존재 유무에 따라 단계적으로 센서 노드의 수면 시간을 증가시킴으로써, 센서 노드에서 소비되는 에너지를 줄일 수 있다.
- [0023] 둘째, 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드가 인접 게이트웨이로 이동 접속하는 경우에도 센서 노드의 수면 시간을 유지함으로써, 센서 노드의 이동이 잦은 센서 네트워크에서 센서 노드의 소비 에

너지를 줄일 수 있다.

[0024] 셋째, 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 센서 노드와 게이트웨이 사이에서 송수신할 데이터의 존재 유무에 따라 단계적으로 센서 노드의 수면 시간을 증가시킴으로써, 다수의 센서 노드들이 존재하는 센서 네트워크에서 데이터의 송수신 충돌을 방지하여 원활한 센서 네트워크의 운영이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 통상적인 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크 일 예를 도시하고 있다.

도2는 IEEE 802.15.4 기반의 슈퍼프레임(superframe)을 도시하고 있다.

도 3은 종래 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동한 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크를 도시하고 있다.

도 9는 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동시 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 10은 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동한 경우 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 센서 노드에서 송신할 데이터가 존재하는 경우 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 12은 센서 노드에서 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는 경우 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법에서 소비되는 에너지를 종래 방법과 비교한 실험예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른, IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크에서 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0027] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0028] 도 4를 참고로 살펴보면, 개인 영역 네트워크에는 게이트웨이 및 게이트웨이에 접속되어 있는 다수의 센서 노드들이 위치하고 있다. 센서 노드는 자신이 속해 있는 개인 영역 네트워크의 게이트웨이로 수면 정보 메시지를 송신한다(S1). 수면 정보 메시지에는 센서 노드의 수면 시간 정보가 포함되어 있다. 여기서 수면 시간 정보란 센서 노드가 수면 모드로 존재하는 시간에 대한 정보로 센서 노드의 수면 시간 동안에는 게이트웨이가 송신하는 비콘 메시지에 응답하지 않으며 활성 구간 없이 계속해서 수면 모드 상태를 유지한다.

[0029] 센서 노드의 수면 시간 정보에 기초하여 게이트웨이는 센서 노드가 수면 모드에서 깨어나는 시점에 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는지 여부를 나타내는 데이터 식별자를 송신한다(S3). 예를 들어, 게이트웨이가 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우 데이터 식별자의 값은 0으로 설정되고, 게이트웨이가 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우 데이터 식별자의 값은 1로 설정된다. 바람직하게, 데이터 식별자는 주기적으로 송신되는 비콘 메시지에 포함되어 센서 노드로 송신되며, 센서 노드가 수면 모드에서 깨어나는 시점은 비콘 메시지에 동기화되어 있다.

[0030] 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는지 판단하여(S5), 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시킨다(S7).

반면, 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우 센서 노드는 수면 모드에서 깨어나 활성구간의 통신 주기에 데이터를 게이트웨이로부터 수신하고 센서 노드의 수면 시간을 초기화한다(S8).

[0031] 센서 노드는 증가한 수면 시간 또는 초기화된 수면 시간에 대한 정보를 게이트웨이로 송신한다(S9). 게이트웨이는 수신한 센서 노드의 수면 시간 정보를 각 센서 노드별로 수신하여 저장하고 있으며, 센서 노드로부터 수면 시간 정보를 수신하는 경우 기저장되어 있는 수면 시간 정보를 수신한 수면 시간 정보로 갱신한다. 게이트웨이는 갱신한 센서 노드의 수면 시간 정보에 기초하여 센서 노드의 수면 모드가 종료하는 시점에 비콘 메시지를 통해 센서 노드로 데이터 식별자를 송신한다.

[0032] 본 발명에서 센서 노드는 비콘 메시지 주기마다 수면 모드에서 깨어나 활성 구간을 가지는 것이 아니라 센서 노드와 게이트웨이 사이의 송수신 데이터에 기초하여 센서 노드의 수면 시간을 증가시킴으로써, 센서 노드에서 소비되는 에너지를 절약할 수 있으며, 네트워크에 부하를 덜어주어 원활한 통신이 이루어질 수 있도록 한다.

[0033] 도 5는 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0034] 도 5(a)는 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 5(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다. 도 5(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 센서 노드의 수면 시간은 1SI로 초기화되어 있으며 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(1SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 2SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 이와 동일하게 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(2SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 3SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 센서 노드는 게이트웨이로부터 수신한 데이터가 존재하지 않는 경우 계속해서 센서 노드의 수면 시간을 단계적으로 증가시켜 센서 노드에서 소비되는 에너지를 줄인다.

[0035] 도 6은 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0036] 도 6(a)는 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 6(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다. 도 6(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 센서 노드의 수면 시간은 1SI로 초기화되어 있으며 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(1SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 2SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 이와 동일하게 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(2SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 3SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 센서 노드는 게이트웨이로부터 수신한 데이터가 계속해서 존재하지 않는 경우 임계 수면 시간(3SI)을 유지하며 센서 노드에서 소비되는 에너지를 줄인다.

[0037] 도 7은 게이트웨이에서 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0038] 도 7(a)는 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 7(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다.

[0039] 도 7(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 센서 노드의 수면 시간은 1SI로 초기화되어 있으며 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(1SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 2SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 이와 동일하게 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(2SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 3SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다.

[0040] 한편, 센서 노드의 수면 시간(3SI) 동안에 게이트웨이로부터 센서 노드로 송신할 데이터가 존재하는 경우, 게이

트웨이는 센서 노드의 수면 시간(3SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 센서 노드로 송신할 데이터가 존재함을 나타내는 데이터 식별자를 센서 노드로 송신한다. 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 수면 시간이 종료하는 시점 다음에 위치하는 활성 구간의 통신 주기에 게이트웨이로부터 데이터를 수신하고 센서 노드의 수면 시간을 초기화한다. 초기화한 센서 노드의 수면 시간은 데이터 식별자에 기초하여 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 앞서 설명한 방식으로 단계적으로 증가된다.

[0041] 도 8은 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동한 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크를 도시하고 있으며, 도 9는 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동시 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0042] 도 8에 도시되어 있는 것과 같이, IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크는 다수의 게이트웨이와 각 게이트웨이에 속한 다수의 센서 노드들로 구성되어 있다. 게이트웨이와 각 게이트웨이에 속한 다수의 센서 노드들은 개인 영역 네트워크(PAN1, PAN2, PAN3)를 구성한다. 센서 노드는 이동성이 보장되며, 제1 개인 영역 네트워크(PAN1)에 속한 센서 노드는 제2 개인 영역 네트워크(PAN2)로 이동할 수 있다.

[0043] 바람직하게, 센서 네트워크는 구성 센서 노드들이 게이트웨이를 통해 외부 IPv6 네트워크와 연동하여 센서 노드에서 감지한 감지 데이터를 외부 IPv6 네트워크로 송신하거나 외부 IPv6 네트워크로부터 명령 데이터를 수신하는 6LoWPAN(IPv6 over LoWPAN)이다. 6LoWPAN(IPv6 over LoWPAN)은 IEEE 802.15.4 위에 직접 IP를 매핑하기 위한 MAC/PHY의 상위 계층으로 IP 및 TCP/UDP 등의 환경을 구축하는 데에 있어서 주기적 수면을 포함한 라우팅, 적은 오버헤드, 작은 라우팅 테이블, 확장성 등을 구현한다. 일반적으로 6LoWPAN은 실제 현실 세계의 어플리케이션 환경에 물리적으로 연결되기 위하여 함께 동작하는 장치들을 포함한다. 무선 센서 노드들이 그 예라 할 수 있으며 무선 센서 노드들은 IEEE 802.15.4 표준을 따른다.

[0044] 도 9를 참고로 센서 노드가 제1 개인 영역 네트워크(PAN1)에서 인접한 제2 개인 영역 네트워크(PAN2)로 이동시 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법을 보다 구체적으로 살펴보면, 센서 노드는 자신이 속한 제1 개인 영역 네트워크(PAN1)에서 인접한 제2 개인 영역 네트워크(PAN2)로 이동하였음을 인식한다(S11). 센서 노드는 제1 게이트웨이(GW1)에서 송신하는 비콘 메시지와 비동기화 및 제2 게이트웨이(GW2)에서 수신한 비콘 메시지에 기초하여 센서 노드의 이동성을 판단한다.

[0045] 제2 개인 영역 네트워크(PAN2)로 이동한 센서 노드는 제2 개인 영역 네트워크(PAN2)의 제2 게이트웨이(GW2)로부터 수신한 비콘 메시지에 포함되어 있는 제2 개인 영역 네트워크(PAN2) 식별자에 기초하여 제2 게이트웨이(GW2)에 접속한다(S13). 이동 센서 노드는 접속한 제2 게이트웨이(GW2)로 이동 센서 노드의 수면 정보 메시지를 송신하고(S15), 이동 센서 노드의 수면 시간을 유지한다(S17). 수면 정보 메시지에는 이동 센서 노드의 수면 시간 정보가 포함되어 있다.

[0046] 이동 센서 노드는 인접 개인 영역 네트워크로 이동하더라도 이동 센서 노드의 데이터 송수신 특성을 반영한 센서 노드의 수면 시간 정보를 인접 게이트웨이로 송신하여 센서 노드의 수면 시간을 유지함으로써, 센서 노드의 잦은 이동에 따라 수면 시간의 초기화로 소비되는 에너지 낭비를 줄일 수 있다.

[0047] 도 10은 센서 노드가 인접 개인 영역 네트워크로 이동한 경우 이동 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 10(a)는 제1 게이트웨이와 제2 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 10(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다.

[0049] 도 10(a)와 10(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 센서 노드가 제1 게이트웨이에 접속되어 있는 경우 센서 노드의 수면 시간은 1SI로 초기화되어 있으며 센서 노드의 수면 시간 정보를 제1 게이트웨이로 송신한다. 제1 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(1SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 제1 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 2SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 제2 게이트웨이로 송신한다.

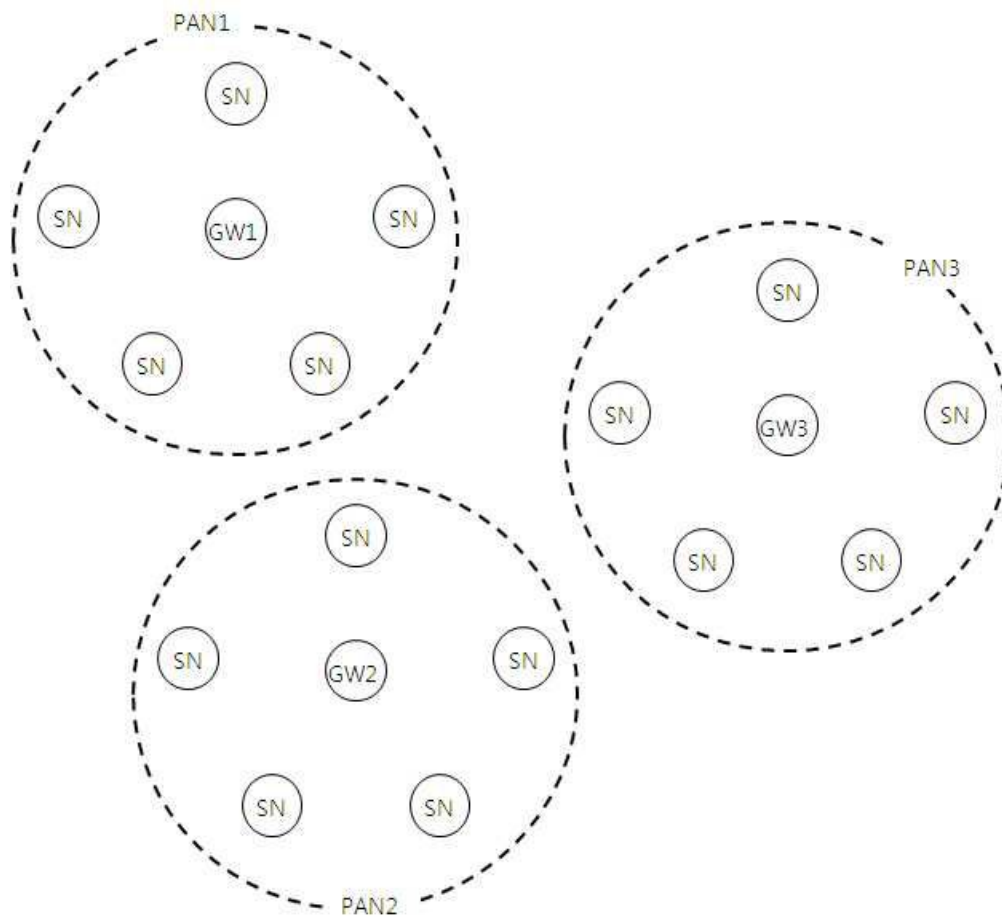
[0050] 센서 노드가 제1 개인 영역 네트워크에서 이동하여 제2 게이트웨이에 접속하는 경우, 이동 센서 노드는 제1 게이트웨이로부터 비콘 메시지를 동기화하여 수신하지 못한다. 이동 센서 노드가 제1 게이트웨이로부터 비콘 메시지를 동기화하여 수신하지 못하는 경우 이동 센서 노드는 새로운 비콘 메시지를 기다리며, 이동 센서 노드는 제2 게이트웨이로부터 비콘 메시지를 수신하여 제2 게이트웨이에 접속한다. 이동 센서 노드는 제2 게이트웨이로 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 비콘 메시지에 동기화한 활성 구간에 송신하고 이동 센서 노드의 수면

시간을 이동 전 수면 시간(2SI)으로 유지한다.

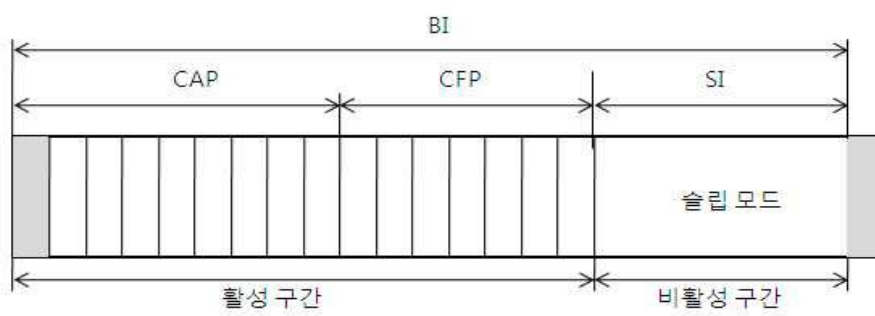
- [0051] 이동 센서 노드의 수면 시간(2SI)이 종료하는 시점에 제2 게이트웨이는 비콘 메시지에 동기화하여 데이터 식별자를 이동 센서 노드로 송신하며, 이동 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 제2 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 이동 센서 노드의 수면 시간을 3SI로 증가시키고 이동 센서 노드의 수면 시간 정보를 제2 게이트웨이로 송신한다.
- [0052] 도 11은 센서 노드에서 송신할 데이터가 존재하는 경우 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0053] 도 11을 참고로 살펴보면, 센서 노드는 수면 모드 중에서도 게이트웨이와의 통신만을 중단할 뿐 감지 기능은 계속해서 수행하며 송신할 감지 데이터가 생성되는지 판단한다(S21). 센서 노드에서 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는 경우, 센서 노드는 기설정된 수면 시간이 종료할 때까지 기다리지 않고 다음 비콘 메시지 주기에 즉시 수면 모드를 종료한다(S23). 센서 노드는 활성 구간의 통신 주기에 게이트웨이로 데이터를 송신하고(S25), 센서 노드의 수면 시간을 초기화한다(S27).
- [0054] 도 12은 센서 노드에서 게이트웨이로 송신할 데이터가 존재하는 경우 센서 노드의 수면 시간을 제어하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0055] 도 12(a)는 게이트웨이에서 센서 노드로 주기적으로 송신하는 비콘 메시지의 송신 주기를 도시하고 있으며, 도 12(b)는 센서 노드의 수면 시간을 도시하고 있다.
- [0056] 도 12(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 센서 노드의 수면 시간은 1SI로 초기화되어 있으며 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(1SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 2SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다. 이와 동일하게 게이트웨이는 센서 노드의 수면 시간(2SI)이 종료하는 시점에 동기화된 비콘 메시지를 통해 데이터 식별자를 센서 노드로 송신하며, 센서 노드는 데이터 식별자에 기초하여 게이트웨이로부터 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 센서 노드의 수면 시간을 3SI로 증가시키고 센서 노드의 수면 시간 정보를 게이트웨이로 송신한다.
- [0057] 센서 노드의 수면 시간(3SI) 동안에 센서 노드에서 감지 데이터를 생성하여 게이트웨이로 송신하고자 하는 경우, 센서 노드는 기설정된 수면 시간(3SI)이 종료할 때까지 기다리지 않고 다음 비콘 메시지 주기(t6)에 즉시 수면 모드를 종료하며, 활성 구간의 통신 주기에 감지 데이터를 게이트웨이로 송신하고 센서 노드의 수면 시간을 초기화한다. 초기화된 센서 노드의 수면 시간은 데이터 식별자에 기초하여 수신할 데이터가 존재하지 않는 경우 앞서 설명한 방식으로 단계적으로 증가된다.
- [0058] 도 13은 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법에서 소비되는 에너지를 종래 방법과 비교한 실험예이다. 도 13에 도시되어 있는 것과 같이 본 발명에 따른 센서 노드의 수면 시간 제어 방법은 종래 비콘 메시지에 항상 깨어나 응답하는 수면 시간 제어 방법과 비교하여 센서 노드의 소비 에너지가 줄어들었음을 알 수 있다.
- [0059] 한편, 상술한 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.
- [0060] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.
- [0061] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

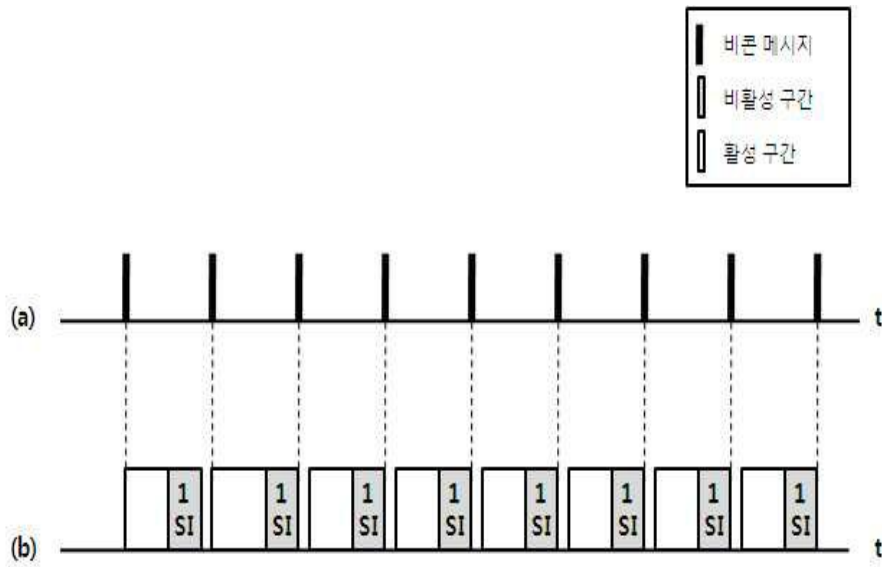
도면1



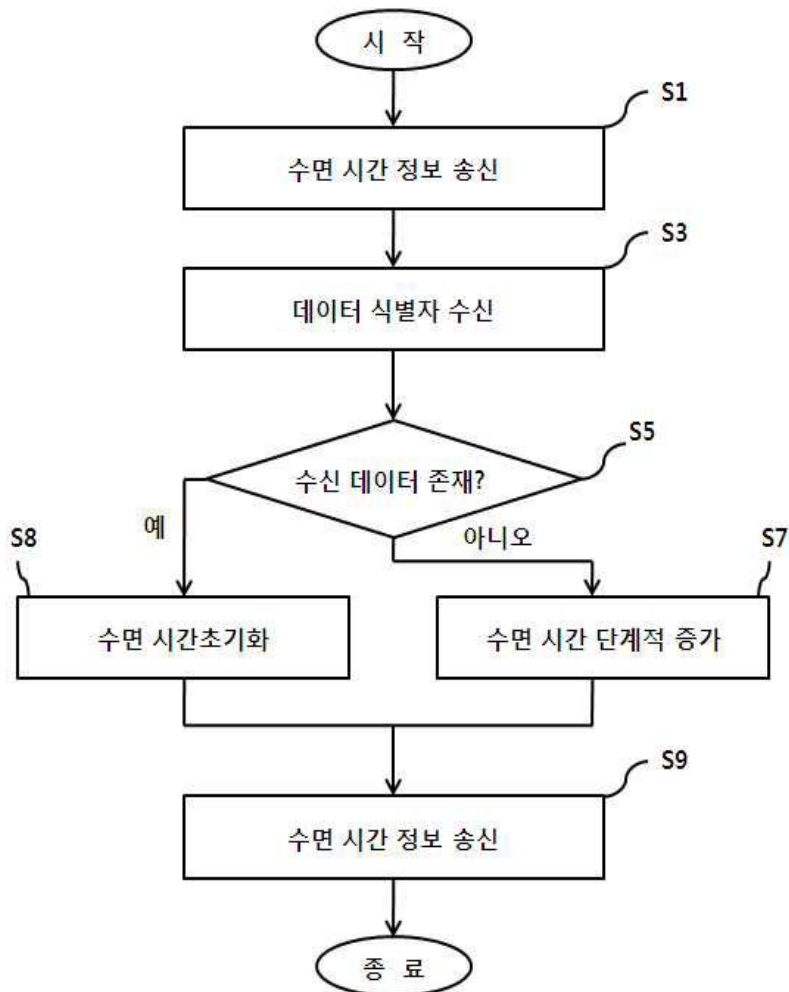
도면2



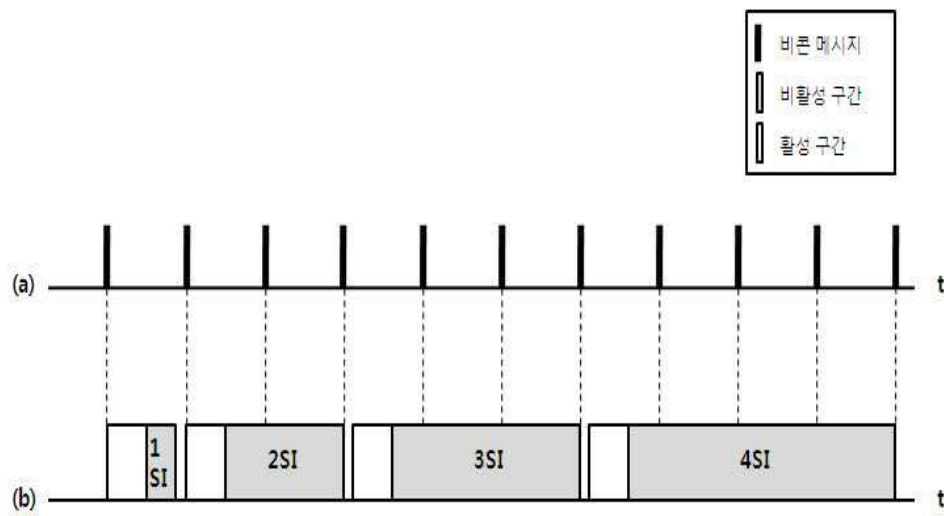
도면3



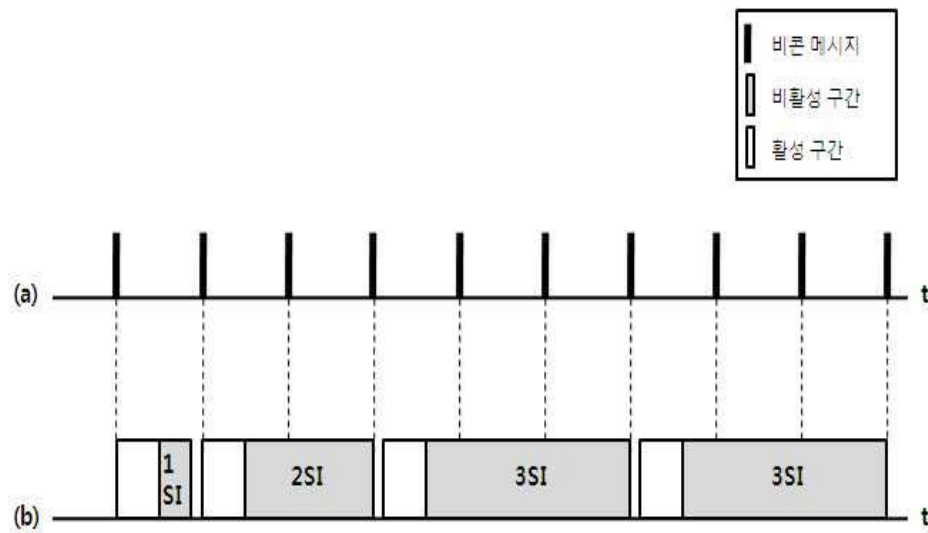
도면4



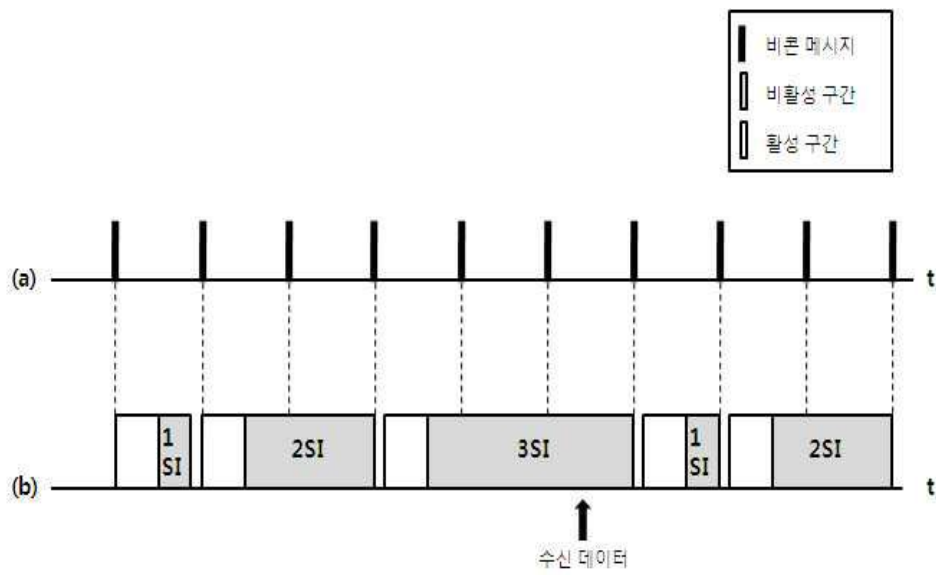
도면5



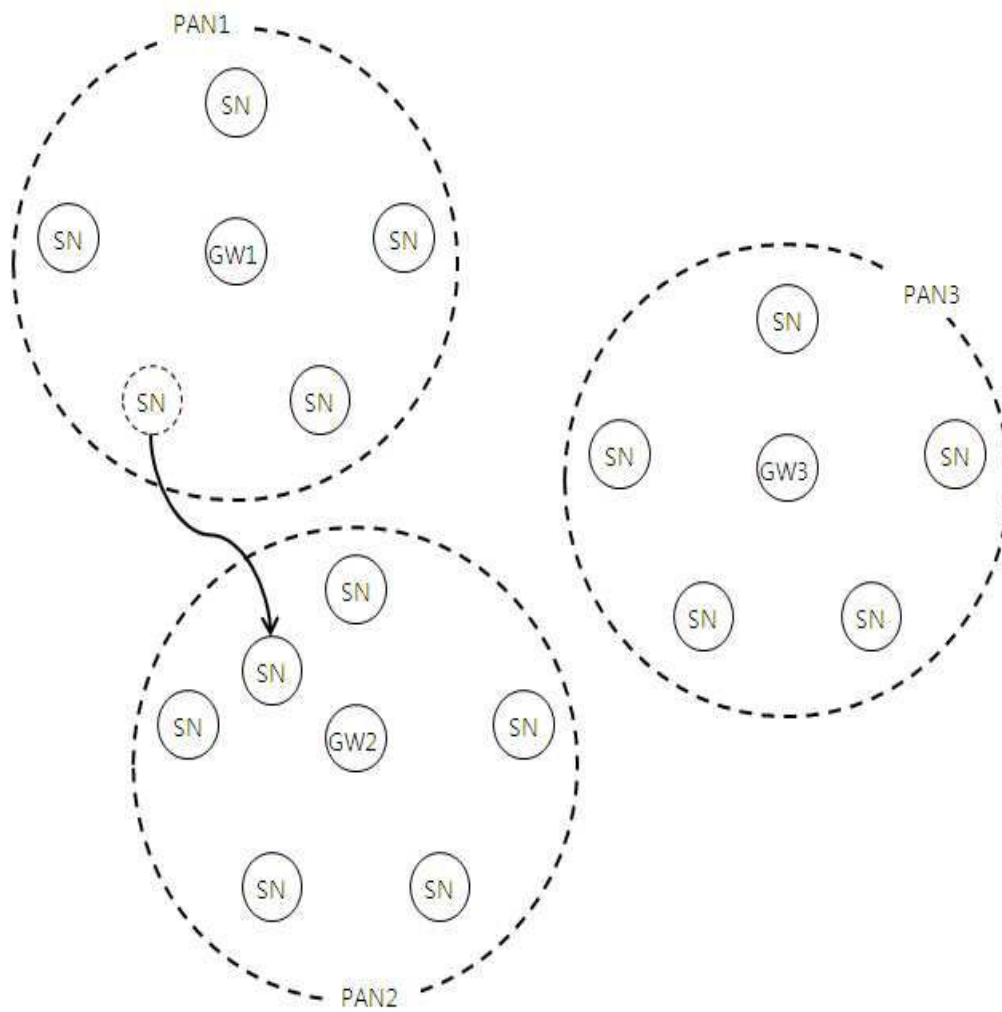
도면6



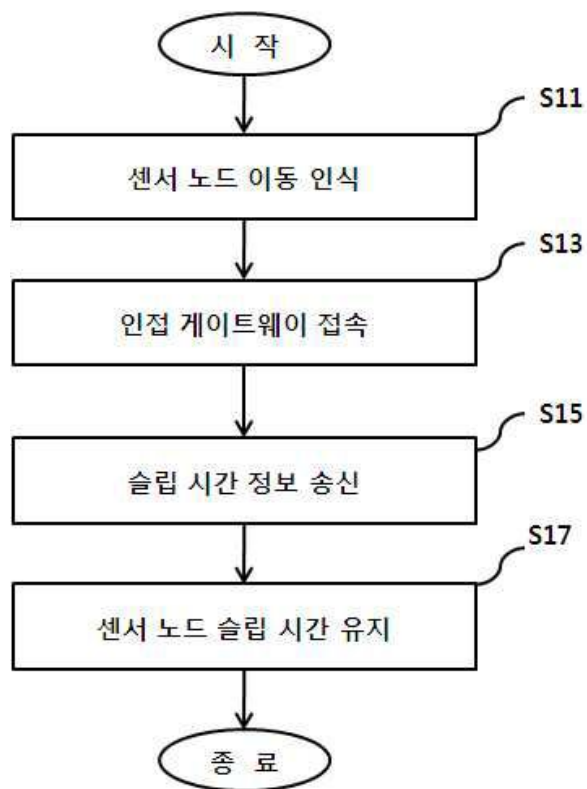
도면7



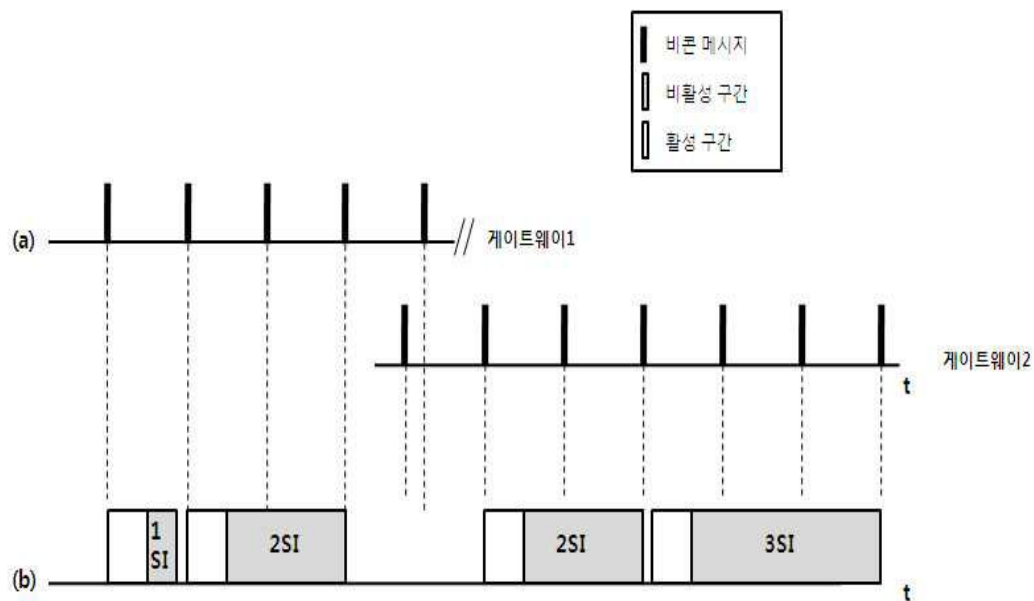
도면8



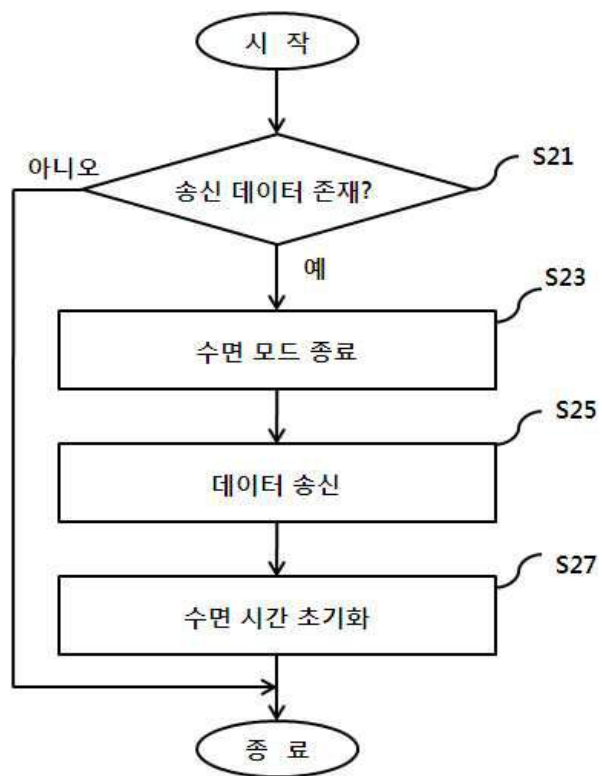
도면9



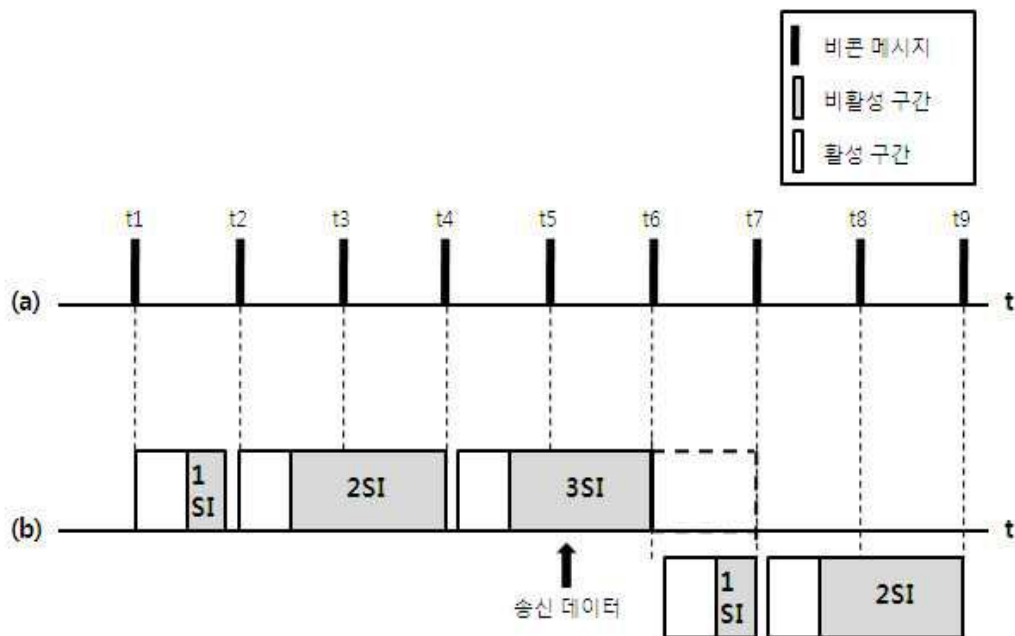
도면10



도면11



도면12



도면13

