



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0024569
(43) 공개일자 2011년03월09일

(51) Int. Cl.

H04W 4/22 (2009.01) H04W 72/12 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0082617

(22) 출원일자 2009년09월02일

심사청구일자 2009년09월02일

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

홍승기

대전광역시 유성구 궁동 다솔아파트 102동 104호

전종암

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 125동 605호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지명

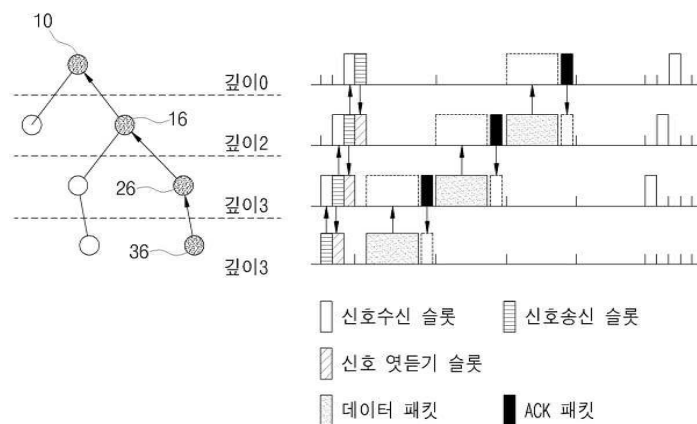
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 센서 네트워크를 위한 통신 방법 및 시스템

(57) 요약

실시간 센서 네트워크 응용에서 사건 발생을 보고함에 있어서, 실시간 전송 성능을 제공하고 에너지 효율성을 높이기 위해 사이클 타이밍을 사건 공지 구간과 데이터 전송 구간으로 나누고, 각 구간을 각각 네트워크의 최대 깊이만큼의 슬롯으로 나눈다. 각 노드는 사건 공지 구간 동안 라우팅 트리 내의 자신의 깊이에 따라 순차적으로 동작하여 하위 노드가 전송한 신호를 수신한다. 사건을 감지한 노드는 자신의 신호 전송 슬롯에 신호를 전송하며, 수면 지연을 제거하기 위해 신호 수신 슬롯의 다음 슬롯이 신호 전송 슬롯이 된다. 신호는 사건의 발생을 먼저 알리기 위한 수단이므로 전송 노드의 주소만을 포함한다. 사건 공지 구간에서 신호가 없으면 데이터 전송 구간에서 트래픽이 발생되지 않을 것이므로 그 상위 노드들은 수면 상태를 유지하며, 사건 공지 구간에서 신호가 발생한 경우에는 해당 신호를 송/수신한 노드들은 데이터 전송 구간에도 활동하여 데이터 패킷을 전달한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

표철식

대전광역시 서구 만년동 강변아파트 109-701

이상훈

서울특별시 동대문구 제기동 167-23번지

최린

서울특별시 마포구 성산동 대우시영아파트 33동
409호

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 센서 노드로 이루어진 센서 네트워크 내의 제 1 노드와 제 2 노드 사이에서 사건 정보를 송수신하는 방법으로,

사건 정보 전송을 위한 주기 시간을 제 1 구간 및 상기 제 1 구간보다 긴 제 2 구간으로 분리하는 단계,

상기 제 1 구간에서 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하는 단계,

상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 상기 제 2 구간에서 상세 사건 정보를 송수신하는 단계를 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 사건 발생을 알리는 신호는 상기 신호를 송신하는 노드의 식별자로 이루어진 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제 1 노드는 싱크 노드이고, 상기 제 2 노드는 상기 제 1 노드를 중심으로 트리 형태를 이루며 배치되어 있는 임의의 노드이며,

상기 제 1 구간은 적어도 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드까지의 최대 홉(hop) 수와 같은 수의 신호 슬롯을 포함하고,

상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는, 상기 제 2 노드로부터 순차적으로 상기 각 신호 슬롯에 동작하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제 2 구간은 적어도 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 데이터 슬롯을 포함하고,

상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는, 상기 제 2 노드로부터 순차적으로 상기 각 데이터 슬롯에 동작하여 상기 상세 사건 정보를 송수신하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제 2 구간은 적어도 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 상기 상세 사건 정보에 포함될 수 있는 최대 데이터 패킷 수의 곱과 같은 수의 데이터 슬롯을 포함하고,

상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는, 상기 제 2 노드로부터 순차적으로 상기 각 데이터 슬롯에 동작하는 것을 상기 상세 사건 정보에 포함된 데이터 패킷 수만큼 반복함으로써 상기 상세 사건 정보를 송수신하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 상세 사건 정보에 포함되는 상기 데이터 패킷은 추가 데이터 존재 유무를 표시하는 플래그를 포함하는 센

서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제 1 구간에서 사건 발생 유무를 표시하는 신호를 송수신하는 단계에서, 상기 제 1 노드에 수신된 신호가 일정한 강도를 가지는 해독 불가능한 신호일 경우,

둘 이상의 상기 제 2 노드로부터 송신된 둘 이상의 상기 사건 발생 유무를 표시하는 신호가 동시에 수신되어 충돌이 발생한 것으로 판단하는 단계,

상기 제 1 노드는 자신의 상위 노드로 충돌 신호를 전송하는 단계를 더 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 충돌 신호는 상기 사건 발생 유무를 표시하는 신호와 동일한 형태를 가지는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 충돌 신호는 충돌 비트를 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 둘 이상의 상기 제 2 노드는 상기 충돌 신호 전송 단계에서 신호 엇듣기를 통해 충돌 발생을 판단하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 충돌 신호를 전송하는 단계 이후에,

상기 둘 이상의 상기 제 2 노드, 상기 제 1 노드 및 상기 제 1 노드의 상위 노드는 RTS/CTS(request to send/clear to send) 패킷을 이용하여 상기 상세 사건 정보를 송수신하는 단계를 더 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제 1 노드는 싱크 노드이고, 상기 제 2 노드는 상기 제 1 노드를 중심으로 트리 형태를 이루며 배치되어 있는 임의의 노드이며,

상기 싱크 노드에 의해 상기 센서 네트워크의 라우팅 트리가 구축되는 단계,

상기 싱크 노드가 상기 제 2 노드들로부터 깊이 정보를 수집하는 단계,

상기 싱크 노드가 상기 깊이 정보 중 최대값을 상기 제 2 노드들로 전파하는 단계를 더 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 전파하는 단계에서,

상기 최대값과 함께 상기 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하는 동작을 시작하는 초기 시작 시간을 전파하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법.

청구항 14

사건 정보를 송수신하는 다수의 센서 노드로 이루어진 센서 네트워크 통신 시스템으로서,
사건 정보 전송을 위한 주기 시간을 제 1 구간 및 상기 제 1 구간보다 긴 제 2 구간으로 분리하고,
상기 제 1 구간에서 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하고,
상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 상기 제 2 구간에서 상세 사건 정보를 송수신하는 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 다수의 센서 노드는 싱크 노드인 제 1 노드와 상기 제 1 노드를 중심으로 트리 형태를 이루며 배치되어 있는 제 2 노드로 이루어지며,
상기 제 1 구간은 적어도 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 신호 슬롯을 포함하고,
상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는, 상기 제 2 노드로부터 순차적으로 상기 각 신호 슬롯에 동작하는 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 제 2 구간은 적어도 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 데이터 슬롯을 포함하고,
상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는, 상기 제 2 노드로부터 순차적으로 상기 각 데이터 슬롯에 동작하여 상기 상세 사건 정보를 송수신하고,
상기 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 없을 경우, 상기 제 2 노드와, 상기 제 2 노드로부터 상기 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 상기 제 1 노드는 수면 상태를 유지하는 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 17

제 14항에 있어서,
상기 사건 발생을 알리는 신호는 상기 신호를 송신하는 노드의 식별자로 이루어진 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서,
상기 제 1 구간에서 상기 제 1 노드에 수신된 신호가 일정한 강도를 가지는 해독 불가능한 신호일 경우, 둘 이상의 상기 제 2 노드로부터 송신된 둘 이상의 상기 사건 발생 유무를 표시하는 신호가 동시에 수신되어 충돌이 발생한 것으로 판단하는 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 19

제15항에 있어서,
상기 제 1 구간에서 상기 제 1 노드에 수신된 신호가 일정한 강도를 가지는 해독 불가능한 신호일 경우, 상기 제 1 노드는 자신의 상위 노드로 충돌 신호를 전송하는 센서 네트워크 통신 시스템.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 제 1 구간에서 상기 제 1 노드에 수신된 신호가 일정한 강도를 가지는 해독 불가능한 신호일 경우, 둘 이상의 상기 제 2 노드로부터 송신된 둘 이상의 상기 사건 발생 유무를 표시하는 신호가 동시에 수신되어 충돌이 발생한 것으로 판단하고, 상기 둘 이상의 상기 제 2 노드, 상기 제 1 노드 및 상기 제 1 노드의 상위 노드는 RTS/CTS 패킷을 이용하여 상기 상세 사건 정보를 송수신하는 센서 네트워크 통신 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 센서 네트워크를 위한 통신 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 실시간으로 통신을 요구하는 센서 네트워크 응용에 대해 실시간 전송 성능을 제공하고 에너지 효율성을 높일 수 있는 통신 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 형태의 연산 및 통신이 가능한 센서 노드들로 구성된 센서 네트워크는 산불 감시, 침입 감시, 실시간 대상 추적, 응급 구조 시스템 및 실시간 교통 정보 수집 등과 같이 다양한 실시간 응용분야로 확대되고 있다. 실시간 센서 네트워크 응용들은 발생한 사건에 대한 실시간 처리를 필요로 하며, 이에 따라 기존의 센서 네트워크 응용이 요구한 저전력 특성과 함께 실시간 특성을 가지는 통신 기법이 요구된다. 그러나 대부분의 기존 통신 기법은 센서 네트워크의 에너지 효율성을 높이기 위한 저전력 통신 기법 개발에 초점을 맞추어 진행되어 왔다.

[0003] 현재까지 제안된 저전력 통신 기법들은 주기적인 동작(wakeup)과 수면(sleep)을 반복함으로써 불필요한 동작을 최소화하여 소비 전력을 낮추는 방식을 사용하고 있다. 일반적으로 연산에 의해 소비되는 에너지에 비해 통신 모듈에서 소비되는 에너지가 상대적으로 크며, 특히 센서 네트워크 환경에서는 RF 모듈의 유휴 청취(idle listening)에 의한 에너지 소비가 가장 큰 것으로 알려져 있으므로, 이러한 주기적인 동작 및 수면 방식을 통해 낮은 동작 주기(duty cycle)를 유지함으로써 효과적으로 노드의 에너지 소비량을 줄일 수 있다.

[0004] 그러나 주기적인 동작 및 수면 기법을 사용하면 패킷이 전송될 때 매 홉(hop)마다 수면 상태의 수신 노드가 동작할 때까지 기다려야 하는데, 이러한 수신 노드의 수면 상태에 의해 패킷 전송이 지연되는 것을 수면 지연(sleep delay)이라 하며, 이는 패킷의 전체 전송 지연을 증가시키는 주요 원인이다.

[0005] 이러한 이유로 센서 네트워크에서 전송 성능과 에너지 효율성은 반비례하는 것으로 알려져 있다. 다시 말해 전송 성능을 높이기 위해 동작 주기를 증가시키면 유휴 청취가 증가하여 에너지 효율성이 감소하고, 에너지 효율성을 높이기 위해 동작 주기를 낮추면 수면 지연의 증가로 인해 전송 성능이 떨어진다.

[0006] 그런데 사건(event)의 발생을 가능한 한 빨리 보고해야 하는 산불 경보와 같은 응용에서는 전송 성능을 만족해야 할 뿐만 아니라 빈번한 센서 노드 교체를 방지하기 위해 장시간의 동작을 보장해야 한다. 이와 같은 응용에서 기존의 센서 네트워크 MAC 프로토콜은 상호 배타적인 것으로 알려진 전송 성능과 에너지 효율성을 모두 만족하기 어려운 문제가 있다.

[0007] 한편, 다른 종래기술로는 센서 네트워크 환경에서 실시간 통신을 제공하기 위해서 각 노드가 라우팅 트리에서 자신의 깊이에 따라 차례대로 동작하는 순차적 동작 기법이 제안되어 있다. 이러한 순차적 동작 기법에 의하면 수면 지연에 의한 전송 지연 증가를 방지하여 전체 전송 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 깊이가 다른 노드들 사이의 채널 획득 경쟁을 제거할 수 있으므로 경쟁 구간(contention window)만으로 채널 경쟁을 하도록 하여 RTS/CTS(request to send/clear to send) 패킷을 송수신하기 위한 오버헤드를 제거할 수 있다. 그러나 이 경우에는 다수의 트래픽이 존재하는 경우 발생 가능한 패킷 충돌을 회피하지 못하는 상황이 발생할 수 있고, 이와 같이 패킷 충돌이 발생한 경우 상당한 전송 지연 및 에너지 소비 증가가 발생하게 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은 센서 네트워크를 위해 저전

력 및 실시간 특성을 모두 가지는 통신 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- [0009] 상기와 같은 본 발명의 목적은, 사건 정보 전송을 위한 주기 시간을 제 1 구간 및 제 1 구간보다 긴 제 2 구간으로 분리하는 단계, 제 1 구간에서 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하는 단계, 제 1 구간에서 신호의 송수신이 있을 경우, 제 2 구간에서 상세 사건 정보를 송수신하는 단계를 포함하는 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법에 의해 달성 가능하다.
- [0010] 여기에서 사건 발생을 알리는 신호는 신호를 송신하는 노드의 식별자로 이루어진 짧은 신호이다.
- [0011] 센서 네트워크는 사건 정보를 송수신하는 제 1 노드와 제 2 노드를 포함하는데, 제 1 노드는 싱크 노드이고, 제 2 노드는 제 1 노드를 중심으로 트리 형태를 이루며 배치되어 있는 임의의 노드일 수 있다.
- [0012] 이 때, 제 1 구간은 적어도 제 2 노드로부터 제 1 노드까지의 최대 홉(hop) 수와 같은 수의 신호 슬롯을 포함하고, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는, 제 2 노드로부터 순차적으로 각 신호 슬롯에 동작하며, 제 2 구간은 적어도 제 2 노드로부터 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 데이터 슬롯을 포함하고, 제 1 구간에서 신호의 송수신이 있을 경우, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는, 제 2 노드로부터 순차적으로 각 데이터 슬롯에 동작하여 상세 사건 정보를 송수신할 수 있다.
- [0013] 제 2 구간은 제 2 노드로부터 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 상세 사건 정보에 포함될 수 있는 최대 데이터 패킷 수의 곱과 같은 수의 데이터 슬롯을 포함할 수도 있으며, 이 때에는 제 1 구간에서 신호의 송수신이 있을 경우, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는, 제 2 노드로부터 순차적으로 각 데이터 슬롯에 동작하는 것을 상세 사건 정보에 포함된 데이터 패킷 수만큼 반복한다.
- [0014] 상세 사건 정보에 포함되는 데이터 패킷은 추가 데이터 존재 유무를 표시하는 플래그를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0015] 한편, 제 1 구간에서 사건 발생 유무를 표시하는 신호를 송수신하는 단계에서 제 1 노드에 수신된 신호가 일정한 강도를 가지는 해독 불가능한 신호일 경우, 둘 이상의 제 2 노드로부터 송신된 둘 이상의 사건 발생 유무를 표시하는 신호가 동시에 수신되어 충돌이 발생한 것으로 판단하는 단계, 제 1 노드는 자신의 상위 노드로 충돌 신호를 전송하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- [0016] 여기에서 충돌 신호는 사건 발생 유무를 표시하는 신호와 동일한 형태를 가질 수 있으며, 충돌 비트를 포함할 수 있다. 또한, 동시에 신호를 송신한 둘 이상의 제 2 노드는 충돌 신호 전송 단계에서 신호 엇들기를 통해 충돌 발생을 판단할 수 있다.
- [0017] 충돌 신호를 전송하는 단계 이후에, 동시에 신호를 송신한 둘 이상의 제 2 노드, 제 1 노드 및 제 1 노드의 상위 노드는 RTS/CTS패킷을 이용하여 상세 사건 정보를 송수신하는 것이 바람직하다.
- [0018] 또한 센서 네트워크의 사건 정보 송수신 방법은 싱크 노드에 의해 센서 네트워크의 라우팅 트리가 구축되는 단계, 싱크 노드가 제 2 노드들로부터 깊이 정보를 수집하는 단계, 싱크 노드가 깊이 정보 중 최대값을 제 2 노드들로 전파하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 깊이 정보의 최대값을 전파하는 단계에서는, 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하는 동작을 시작하는 초기 시간을 함께 전파할 수도 있다.
- [0020] 또한, 상기와 같은 본 발명의 목적은, 사건 정보 전송을 위한 주기 시간을 제 1 구간 및 상기 제 1 구간보다 긴 제 2 구간으로 분리하고, 제 1 구간에서 사건 발생을 알리는 신호를 송수신하고, 제 1 구간에서 상기 신호의 송수신이 있을 경우, 제 2 구간에서 상세 사건 정보를 송수신하는 센서 네트워크 통신 시스템에 의하여도 달성 가능하다.
- [0021] 센서 네트워크 통신 시스템은 싱크 노드인 제 1 노드와 제 1 노드를 중심으로 트리 형태를 이루며 배치되어 있는 제 2 노드를 포함하며, 제 1 구간은 제 2 노드로부터 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 신호 슬롯을 포함하고, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는, 제 2 노드로부터 순차적으로 각 신호 슬롯에 동작하며, 제 2 구간은 제 2 노드로부터 제 1 노드까지의 최대 홉 수와 같은 수의 데이터 슬롯을 포함하고, 제 1 구간에서 신호의 송수신이 있을 경우, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는, 제 2 노드로부터 순차적으로 각 데이터 슬롯에 동작하여 상

세 사건 정보를 송수신하고, 제 1 구간에서 신호의 송수신이 없을 경우에는, 제 2 노드와, 제 2 노드로부터 제 1 노드에 이르는 경로 상의 노드들, 및 제 1 노드는 수면 상태를 유지한다.

효 과

[0022] 본 발명에 의하면, 사건 보고와 실제 데이터 전송을 분리함으로써 사건을 감지한 경우 사건 발생을 짧은 신호를 통해 최단 시간에 먼저 알릴 수 있고, 사건 발생이 없는 경우에는 이를 확인하기 위해 짧은 신호를 수신할 수 있는 구간 동안만 각 노드가 동작하도록 함으로써 센서 네트워크의 에너지 효율성을 높일 수 있다.

[0023] 이와 함께 다수의 사건이 감지된 경우 노드의 동작을 동적으로 제어함으로써 감지된 사건들을 연속적으로 전송할 수 있도록 하여 다수 사건에 대한 데이터 패킷들을 연속적으로 전송할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0025] 센서 네트워크의 구성

[0026] 도 1과 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법이 적용되는 센서 네트워크의 개략적인 구성을 나타낸 것으로서, 도 1은 센서 네트워크 내의 센서 노드의 배치를 도시한 것이고, 도 2는 도 1에 도시된 센서 네트워크 내의 각 노드를 깊이별로 볼 수 있도록 트리 형태로 배치한 구성을 나타낸다.

[0027] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법이 적용되는 센서 네트워크(100)는 해당 응용이 적용되는 영역 내에 다수의 센서 노드를 갖고 있으며, 이와 같은 다수의 노드는 싱크 노드(10)를 중심으로 트리 형태를 이루고 있다. 여기에서, 다수의 센서 노드는 고정형 또는 이동형 노드일 수 있다. 이러한 센서 네트워크 환경에서는 대부분의 트래픽이 일정한 방향으로 전송되며, 트리 형태의 라우팅 프로토콜을 사용하는 것으로 가정한다. 즉, 이러한 환경에서는 사건을 감지한 센서 노드가 전송한 데이터 패킷은 깊이(depth)가 큰 노드로부터 작은 노드로 차례대로 전송된다. 예를 들어 깊이 3에 위치하고 있는 노드(31)에서 사건 발생을 감지하면 이에 관한 데이터가 깊이 2의 노드(21)와 깊이 1의 노드 (11)을 거쳐 싱크 노드(10)로 전송된다.

[0028] 이 때 라우팅 트리에서 각 상하위 노드의 송수신 시간을 미리 설정하고, 하위 노드의 수신 종료 시간 즉, 하위 노드의 송신 가능시간에 맞추어 상위 노드가 수신 구간을 설정하면 수신 노드의 수면 상태에 의한 수면 지연을 제거할 수 있다. 이러한 방식을 순차적인 동작 스케줄 기법이라고 한다.

[0029] 센서 네트워크를 위한 통신 방법의 기본 구조

[0030] 본 발명의 일 실시예에서는 이러한 순차적인 동작 스케줄 기법을 사용하되, 사건 보고와 실제 데이터 전송을 분리하여 처리함으로써 사건을 감지한 경우 사건 발생을 짧은 신호를 통해 최단 시간에 먼저 알리도록 한다. 이와 같은 방식은 산발 감시 혹은 침입 감시와 같이 사건에 대한 구체적인 데이터 전송보다 가능한 한 빠른 사건 발생 보고가 중요한 응용들에 있어서 특히 유용하다.

[0031] 이와 같이 사건 보고와 데이터 전송을 분리하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에서는 각 노드의 주기 시간(cycle time)을 사건 공지 구간(event announcement period)과 데이터 전송 구간(data transmission period)으로 나눈다.

[0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법이 적용되는 센서 네트워크에서 사용되는 주기 시간의 구성을 나타낸다.

[0033] 도 3에 나타난 바와 같이, 전체 주기 시간(300)은 사건 공지 구간(310)과 데이터 전송 구간(320)으로 나뉜다. 사건 공지 구간(310)과 데이터 전송 구간(320)은 각각 다수의 신호 슬롯(signal slot)(311)과 데이터 슬롯(data

slot)(321)으로 나뉜다. 각 노드는 사건 공지 구간에 신호 청취를 위한 신호 수신 슬롯과 신호 전송을 위한 신호 전송 슬롯을 가지며, 이 두 슬롯은 연속된 슬롯으로 위치한다. 또한, 이들 슬롯의 위치는 라우팅 트리에서 각 노드의 깊이에 따라 결정된다.

- [0034] 각 슬롯의 수는 발생한 사건에 대한 보고 및 데이터가 센서 네트워크의 말단에 위치한 노드로부터 싱크 노드까지 전송될 수 있도록 충분히 많아야 한다. 따라서 신호 슬롯의 수는 전체 네트워크 내의 노드 중 싱크 노드로부터 가장 멀리 떨어진 노드까지의 홉(hop) 수에 따라 설정되며, 데이터 슬롯의 수는 최대 홉 수와 응용의 지연 한계(latency tolerance) 및 개별 사건 보고를 위해 필요한 데이터 패킷의 수에 따라 설정된다.
- [0035] 예를 들어 도 1에 도시된 바와 같은 구성을 갖는 센서 네트워크에서는 싱크 노드로부터 가장 멀리 떨어진 노드까지의 홉 수는 3이며, 따라서 사건 공지 구간 내의 신호 슬롯의 수는 3개가 된다. 또한, 예를 들어, 개별 사건 보고를 위해 필요한 데이터 패킷의 수가 2이고, 응용의 지연 한계가 1이라고 하면 데이터 전송 구간 내의 데이터 슬롯의 수는 $(2+1)*3$ 이 되어 9개가 된다.
- [0036] 신호 슬롯은 사건 발생을 알리기 위한 짧은 신호를 전송할 수 있는 시간으로 슬롯의 길이는 신호의 길이에 따라 달라진다. 또한 신호 슬롯에 의한 유휴 청취를 최소화하고 신호를 최단 시간 내에 전송하기 위하여 반송파 감지(carrier sensing)를 위한 경쟁 구간(contention window)을 포함하지 않는다. 여기에서, 경쟁 구간을 사용하지 않으므로 다수의 신호 송신 노드 간의 충돌이 발생할 수 있으며, 본 발명의 실시예에서는 이를 데이터 패킷 전송시 발생 가능한 충돌을 사전에 확인하고 이를 회피하는 데에 사용한다. 이에 대해서는 후술한다.
- [0037] 데이터 슬롯은 각 노드가 사건 발생에 따른 상세 데이터를 전송하기 위한 시간이다. 사건 공지 구간에 정상적인 신호가 전송되었다면 데이터 전송 구간에도 노드 간의 충돌 없이 데이터 패킷이 전송될 것이므로 데이터 슬롯은 신호 슬롯과 마찬가지로 별도의 경쟁 구간을 가지지 않으며, 데이터 및 ACK 패킷의 크기에 따라 슬롯의 길이가 달라진다. 예를 들어 전송하고자 하는 패킷의 길이가 총 80 비트이고 무선 채널에서의 전송속도가 20Kbps일 경우에, 신호를 전송하는데 약 3.9ms가 걸린다. 또한, 각 슬롯은 SIFS(short interframe spacing) 길이의 프레임 간 간격을 가지는데 이 두 값을 합한 크기가 슬롯의 길이가 된다. 이와 같이 신호 및 데이터 슬롯의 길이는 해당 슬롯에서 전송하고자 하는 패킷의 길이에 따라 달라진다. .
- [0038] 한편, 앞서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에서 사용되는 주기 시간의 길이는 네트워크 내의 최대 홉 수, 응용의 최대 허용 지연 및 각 패킷의 크기에 따라 결정되는데, 이 중 최대 홉 수는 센서 노드의 배치가 완료된 후 생성되는 라우팅 경로에 따라 달라진다.
- [0039] 그러므로 주기 시간을 결정하기 위해서는 네트워크 설치 후 각 노드까지의 홉 수, 즉 깊이에 대한 정보를 수집하고 최대 깊이를 네트워크 내의 노드들에게 알려주어야 한다. 이는 네트워크 초기화 과정에 진행되는 라우팅 트리 구축, 깊이 정보 수집 및 최대 깊이값 전파의 세 단계로 진행된다.
- [0040] 도 4는 이러한 최대 깊이를 결정하는 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0041] 도 4에 나타난 바와 같이, 먼저 싱크 노드에 의해 라우팅 트리가 구축된다(S410). 구축된 라우팅 트리는 도 2에 나타난 것과 같은 형태가 될 수 있다.
- [0042] 다음, 깊이 정보를 수집하는 단계(S420)에서는 트리 내의 모든 단말 노드(leaf node)들이 자신의 깊이를 싱크 노드(도 1: 10)로 보고한다. 예를 들어 도 1에서 깊이 3에 위치한 노드(31)은 자신의 깊이인 3을 싱크 노드(10)로 전송한다. 이 때, 싱크 노드가 네트워크 내의 모든 단말 노드로부터 정보를 받았음을 확인하고 깊이 정보의 전송 횟수를 줄이기 위해, 각 노드는 자신의 모든 하위 노드의 깊이 정보 보고가 끝난 뒤 그 중 가장 큰 값을 상위 노드에 전달한다. 따라서 싱크 노드는 자신의 모든 하위 노드로부터 깊이 정보를 보고 받으면 깊이 정보 수집이 완료되었음을 확인할 수 있다.
- [0043] 마지막으로 싱크 노드는 하위 노드로부터 전달받은 깊이 정보 중 최대 깊이값을 네트워크 내의 모든 노드들에게 전파한다(S430).
- [0044] 또한 최대 깊이값을 알려주는 단계(S430)에서 싱크 노드가 순차적인 동작 스케줄의 초기 시작 시간을 함께 알려줌으로써 각 노드가 동일한 시간에 순차적인 스케줄에 따른 동작을 시작할 수 있도록 한다.
- [0045] 사건 공지 구간을 이용한 사건 발생 보고
- [0046] 사건 공지 구간의 사용은 사건 발생 사실과 사건 발생 정보를 분리하는 데에 의의가 있다. 앞서 기술한 바와 같이 화재 발생 혹은 침입 감지 등과 같이 사건의 발생을 최대한 빠른 시간 내에 알려야 하는 응용에서 사건 발생

에 따라 보고되는 데이터의 크기가 큰 경우에는 데이터 전송이 빠른 시간 내에 완료되지 않을 수 있다. 그러므로 사건 발생 사실과 사건에 대한 자세한 정보를 분리함으로써 싱크 노드에게 사건 발생을 알리는 시간을 줄일 수 있다.

[0047] 사건 공지 구간에서는 사건을 감지한 노드가 전송 경로상의 노드들에게 짧은 신호를 이용하여 사건 발생을 먼저 알림으로써, 각 노드가 이어질 데이터 전송을 위해 동작 스케줄을 조절하도록 한다.

[0048] 각 노드는 신호를 수신하기 위해 사건 공지 구간 동안 라우팅 트리 내에서 자신의 깊이에 맞추어 적절한 신호 슬롯에 동작하여 하위 노드로부터 전송되는 신호를 수신한다. 이 때 사건 발생 보고는 센서 노드에서 싱크 노드로 향하므로 사건 공지 구간에서 깊이가 깊은 노드부터 낮은 노드 순서로 신호 수신 슬롯(signal reception slot)을 가진다.

[0049] 사건을 감지한 노드는 자신의 신호 전송 슬롯(signal transmission slot)에 신호를 전송할 수 있으며, 수면 지연을 제거하기 위해 신호 수신 슬롯의 다음 슬롯이 신호 전송 슬롯이 된다. 이 슬롯에 각 노드는 자신의 하위 노드로부터 전송된 신호를 전달하거나 자신이 감지한 사건에 대한 신호를 전송한다. 그러므로 각 노드는 자신의 신호 수신 슬롯에서는 항상 동작해야 하며, 신호 전송 슬롯에서는 신호를 수신했거나 사건을 감지한 경우에만 동작한다. 이 신호는 단순히 사건의 발생을 먼저 알리기 위한 수단으로 사용되기 때문에 신호를 전송하는 노드의 주소만을 포함하는 짧은 패킷으로 구성된다.

[0050] 신호를 전송한 노드들은 자신의 신호가 상위 노드에게 정상적으로 전송되었음을 확인함으로써 데이터 전송 구간에서 상위 노드가 데이터 수신을 위해 동작할 것임을 확인할 수 있다. 이를 위해 각 노드는 신호 전송 슬롯 이후에 신호 엿듣기 슬롯(signal overhearing slot)을 할당하여 상위 노드가 신호를 전송하는 것을 확인할 수 있다. 이 때 상위 노드가 자신의 주소를 신호에 포함하여 전송하므로 하위 노드는 자신의 상위 노드의 주소를 확인함으로써 자신의 신호 전송이 정상적으로 이루어졌음을 확인한다. 예를 들어 도 1의 노드 3에서 사건이 발생한 경우 노드 3은 자신의 신호 전송 구간에 자신의 주소를 포함하는 신호를 노드 2에게 전송한다. 노드 3이 신호 전송 구간에 있는 동안 노드 2는 신호 수신 구간이므로 노드 3의 신호를 수신한다. 이 후, 노드 2는 신호 전송 슬롯에서 자신의 주소를 포함하는 신호를 노드 1에게 전송하는데, 이 때 노드 3은 노드 2의 주소가 포함된 신호를 엿듣음으로써 자신의 신호 전송이 정상적으로 완료되었음을 확인한다.

[0051] 선택적인 동작을 통한 상세 데이터 전송

[0052] 데이터 전송 구간에서 노드의 동작은 사건 공지 구간에서 신호의 수신 여부에 따라 결정된다. 즉 사건 공지 구간에서 신호 전송이 없는 경우에는 데이터 전송 구간에서 트래픽이 발생하지 않을 것이므로 그 상위 노드들은 사건 공지 구간에만 활동하며, 사건 공지 구간에서 신호 전송이 발생한 경우에는 해당 신호를 송/수신한 노드들은 데이터 전송 구간에도 활동하여 데이터 패킷을 전달한다.

[0053] 또한, 다수의 사건이 동시에 발생한 경우 각 사건에 대한 보고들이 노드의 깊이에 따라 순차적으로 전송되어 결국 충돌을 일으키게 되므로, 사건 공지 구간에 충돌이 감지되었다면 데이터 전송 구간에 이를 회피하기 위한 기법을 사용해야 한다. 이러한 방식을 선택적인 동작(selective wakeup) 기법이라 하며, 이를 통해 각 노드는 유희 청구에 의한 에너지 낭비와 충돌에 의한 에너지 낭비 및 전송 지연을 줄일 수 있다.

[0054] 센서 네트워크를 위한 통신 방법의 구체적인 예

[0055] 이하에서 사건 발생이 없는 경우, 단일 사건이 발생한 경우, 다수의 사건이 발생한 경우의 각각에 대하여 본 발명의 실시예에 의한 센서 네트워크의 통신 방법을 설명한다.

[0056] 사건 발생이 없는 경우

[0057] 도 5는 사건 발생이 없는 경우의 각 노드의 활동 구간을 보여주는 도면이다.

[0058] 도 5에서 볼 수 있듯이 트래픽이 없는 경우 각 노드는 사건 공지 구간에 자신이 신호를 수신하는 슬롯에서만 활동하고, 나머지 시간에는 수면 상태를 유지한다. 즉, 말단 노드(33, 34)는 수면 상태를 유지하며, 말단 노드(33, 34)의 상위 노드(23, 24: 깊이 2)는 자신의 신호 수신 슬롯인 사건 공지 구간의 첫번째 신호 슬롯에서 동작하고 이어서 노드(12, 13: 깊이 1)와 싱크 노드(10)가 사건 공지 구간의 두번째와 세번째 신호 슬롯에서 차례로 동작하게 된다.

[0059] 사건 발생이 없으므로 데이터 전송 구간에서는 모든 노드가 수면 상태를 유지한다.

[0060] 단일 사건이 발생한 경우-단일 데이터 패킷 전송

- [0061] 도 6은 단일 사건이 발생하고 사건에 대한 보고가 단일 패킷으로 이루어지는 경우에 있어서, 사건 공지 구간에서의 신호 전송과 데이터 전송 구간에서의 데이터 전송을 보여준다.
- [0062] 먼저 사건 공지 구간에서는 사건을 감지한 깊이 3에 위치하고 있는 노드(36)가 자신의 신호 전송 슬롯인 사건 공지 구간의 첫번째 신호 슬롯에서 신호를 전송하면, 경로상의 각 노드(26, 16)는 순차적으로 자신의 신호 수신 슬롯과 전송 슬롯에서 신호를 수신하고 이를 상위 노드에게 전송함으로써 사건 발생을 보고한다. 신호를 송신한 노드는 자신의 신호 전송 슬롯 다음 슬롯을 신호 엿듣기 슬롯(signal overhearing slot)으로 이용하여 자신이 송신한 신호가 성공적으로 송신되었는지를 확인한다.
- [0063] 사건 공지 구간이 끝나면 사건 발생 신호는 싱크 노드(10)까지 전송이 완료되므로, 사건이 발생한 노드(36)로부터 데이터 전송이 시작된다. 데이터 전송 구간에서는 사건 보고 구간에서와 같은 방식으로 각 노드가 데이터 수신 슬롯(data reception slot)과 데이터 전송 슬롯(data transmission slot)을 가진다. 데이터 수신 슬롯과 데이터 전송 슬롯에서는 데이터 패킷과 이에 대한 수신 확인을 위한 ACK 패킷이 각각 송수신된다.
- [0064] 즉, 데이터 전송 구간의 첫번째 데이터 슬롯을 이용하여 사건을 감지한 노드(36)가 발생한 사건에 대한 데이터 패킷을 상위 노드(26: 깊이 2)으로 전송하고, 데이터 패킷은 경로상의 각 노드를 통해 순차적으로 싱크 노드(10)에까지 전달된다. 데이터 전송 구간에서의 전송이 끝나면 전송 경로상의 노드들은 다음 사건 공지 구간까지 수면 상태로 들어간다.
- [0065] 단일 사건이 발생한 경우-복수의 데이터 패킷 전송
- [0066] 다음으로, 도 7은 단일 사건이 발생하고 사건에 대한 보고가 다수의 패킷으로 이루어지는 경우에 있어서, 각 노드의 동작을 보여준다.
- [0067] 이 경우 사건 공지 구간에서의 동작은 앞서 도 6을 참조하여 설명한 단일 사건이 발생하고 사건에 대한 보고가 단일 패킷으로 이루어지는 경우와 동일하다. 데이터 패킷의 전송 방식 역시 기본적으로는 앞서 설명한 경우와 동일하지만 이러한 전송이 여러 번 순차적으로 이루어지게 된다는 점에서 차이가 있다.
- [0068] 즉, 데이터 전송 구간의 첫번째 데이터 슬롯을 이용하여 사건을 감지한 노드(37)가 발생한 사건에 대한 데이터 패킷을 상위 노드(27: 깊이 2)으로 전송한다. 이와 같이 데이터 패킷은 경로상의 각 노드(37, 27, 17)를 통해 순차적으로 싱크 노드(10)에까지 전달된다. 여기에서, 이러한 데이터 패킷의 전송은 사건에 대한 정보를 포함하는 모든 패킷이 전송될 때까지 되풀이하여 수행된다. 모든 데이터 패킷을 전달함으로써 데이터 전송 구간에서의 전송이 끝나면 전송 경로상의 노드들은 다음 사건 공지 구간까지 수면 상태로 들어간다.
- [0069] 한편, 여기에서 연속된 패킷들 간의 은닉 단말 문제(hidden terminal problem)를 방지하기 위해 각 노드는 데이터 패킷 전송 후 최소 두 슬롯 후에 다시 데이터 전송 슬롯을 가지는 것이 바람직하다. 이는 연속적으로 패킷을 전송할 경우 연속된 패킷 간에 상호충돌이 발생할 수 있으므로 이를 회피하기 위한 것이다. 데이터 전송 구간에서의 전송이 끝나면 전송 경로상의 노드들은 다음 사건 공지 구간까지 수면 상태로 들어가야 하는데, 다수의 데이터 패킷을 연속적으로 전송할 경우 경로 상의 노드들이 마지막 패킷임을 확인하고 수면 상태로 들어가야 함을 알려줄 수단이 필요하다. 이를 위해 마지막 패킷인 경우 데이터 패킷 헤더(data packet header)에 종료 표시(end flag)를 포함하여 사건을 감지한 노드가 경로상의 노드들에게 마지막 데이터 패킷임을 알려주도록 한다.
- [0070] 복수의 사건이 발생한 경우
- [0071] 한편, 각 노드가 자신의 깊이에 맞추어 동작하는 본 발명의 실시예에 따른 통신 방법의 특징으로 인해 다수의 사건이 발생하면 이들에 대한 보고 및 데이터 패킷은 싱크 노드로 전송 도중 충돌하게 된다. 따라서, 충돌에 의한 전송 실패에 따른 전송 지연 및 에너지 소비 증가를 막기 위해 충돌을 감지하고 회피할 수 있는 방법이 필요하다.
- [0072] 일반적으로 사용되는 충돌 감지 방법은 수신된 신호의 길이를 확인하는 것이다. 즉, 패킷 헤더에 표시된 데이터 길이 혹은 미리 설정된 길이보다 더 긴 신호가 수신되면 이를 두 신호가 충돌한 것으로 간주한다. 그런데 이러한 방식은 CSMA와 같이 각 노드가 임의의 시간에 패킷 전송을 시작하는 방식에서 유효하다.
- [0073] 그러나 본 발명의 실시예에 따른 센서 네트워크 시스템에서는 경쟁 구간을 사용하지 않으므로 다수의 패킷이 전송될 때 신호는 전송 슬롯의 시작과 동시에 전송되어 충돌이 발생하더라도 수신 노드가 수신한 신호는 미리 설정되어 있는 길이보다 1byte 이상 길지 않다. 그러므로 수신 노드가 수신한 신호가 일정한 강도를 가지고 있는 해독 불가능한 신호일 경우 이를 충돌에 의한 패킷 손실로 간주한다.

- [0074] 해독 불가능한 신호는 잡음에 의한 패킷 에러에 의해서도 발생할 수 있지만, 일반적으로 잡음은 패킷 신호와는 달리 일정한 크기를 가지지 않고 급격히 변화하는 특성을 가진다. 그러므로 수신된 신호의 RSSI(received signal strength indication)를 연속적으로 측정하면 잡음에 의한 패킷 에러와 충돌에 의한 패킷 에러를 구분할 수 있다.
- [0075] 충돌이 발생하면, 하위 노드에서 전송하였던 신호 패킷들은 모두 손실된다. 즉, 어느 노드에서 신호를 수신하고 전송할 지 확인할 수 없으므로 사건 발생 보고를 위한 신호 전송이 멈출 수 있다. 그러므로 충돌을 감지한 노드들은 충돌 신호(collision signal)을 전송하여 신호 전송이 멈추지 않도록 한다. 충돌 신호는 사건 보고에 사용된 짧은 신호와 동일한 것으로 충돌을 감지한 노드의 주소와 충돌을 알리는 충돌 비트(collision bit)가 포함되어 있다.
- [0076] 충돌을 감지한 노드와 이 노드에게 신호를 전송한 노드들은 데이터 패킷 전송시에 충돌을 회피하기 위한 방법으로 RTS/CTS 를 사용하는 CSMA/CA(carrier sense multiple access with collision avoidance) 기법을 이용하여 데이터 패킷을 전송한다. 그러므로 신호를 전송한 노드들은 자신의 신호가 상위 노드에서 충돌을 일으켰는지 아닌지를 신호 엿듣기 구간을 통해 확인하고, 만약 충돌 신호를 확인하면 데이터 전송 구간에서 RTS/CTS 패킷을 이용한 채널 할당 과정을 거친다.
- [0077] 도 8은 다수의 사건이 발생하여 이를 보고하는 과정에서 충돌이 발생한 경우의 동작을 보여준다.
- [0078] 깊이 3인 노드(39)와 깊이 2인 노드(28)에서 각각 사건을 감지한 경우 이들에 대한 보고는 전송 경로가 만나는 깊이 1의 노드(18)에서 충돌을 일으키는데, 이 경우 충돌을 감지한 깊이 1의 노드(18)는 싱크 노드(10)로 충돌 신호를 전송하게 된다. 따라서 사건 보고 구간에서 깊이 1의 노드(18)의 신호 수신 슬롯에서 충돌을 확인할 수 있으며, 서로 충돌이 발생한 신호를 전송한 두 노드(28, 29)는 자신의 신호 송신 슬롯 다음의 신호 슬롯에서 신호 엿듣기를 통해 충돌을 확인할 수 있다.
- [0079] 이 경우 도 8에 도시한 바와 같이 충돌을 감지한 노드(18)와 충돌 신호를 확인한 모든 노드들, 즉 싱크 노드(10)와 서로 충돌한 신호를 송신한 두 노드(28, 29)는 CSMA/CA 방식을 이용하여 데이터 패킷을 전송하게 된다. 반면, 사건 발생을 감지한 다른 노드인 깊이 3의 노드(39)로부터 그 상위 노드(29)로의 데이터 송신은 앞서 설명한 충돌이 없는 경우와 동일한 방식으로 이루어진다.
- [0080] 그러나, CSMA/CA 방식을 이용하여 데이터 패킷을 전송할 경우 데이터 슬롯 중 일부가 RTS/CTS 패킷을 위해 할당되어야 하므로 단일 데이터 슬롯 내에서 데이터 전송을 마치지 못하게 된다. 이는 데이터 슬롯의 길이가 데이터 패킷의 길이에 맞추어 정해져 있으므로 생길 수 있는 문제이다. 즉, 상위 노드로 올라갈수록 자신의 동작 스케줄에 맞추어 데이터 수신을 시작하지 못하고 데이터 수신 슬롯이 끝나버릴 수 있다. 따라서, CSMA/CA 방식으로 데이터 전송에 참여하는 노드들은 데이터 슬롯에 맞추어 동작과 수면 상태로 변화하지 않고 전송 과정이 끝날 때까지 동작하도록 한다.
- [0081] 한편, 충돌을 감지한 노드는 RSSI의 강도만으로는 몇 개의 신호가 충돌을 일으켰는지 알 수 없으므로 데이터 전송 구간에 몇 개의 메시지가 전송될 지 알 수 없다. 즉 종료 표시를 통해 한 메시지 전송이 끝났음을 확인하더라도 다른 메시지가 전송될 수 있으므로 전송 경로상의 노드들은 언제 수면 상태로 전환해야 할 지 알 수 없는 문제가 있다. 더 이상 전송할 메시지가 없음에도 불구하고 다음 사건 공지 구간까지 계속 유휴 상태를 유지하는 것은 불필요한 에너지 소비를 가져오므로 본 발명의 실시예에 따른 센서 네트워크 시스템에서는 이러한 에너지 낭비를 줄이기 위해 타이머를 사용하여 노드를 수면 상태로 전환한다.
- [0082] 도 9는 다수의 사건이 발생하여 이를 보고하는 과정에서 충돌이 발생하였을 때 타이머를 사용하여 노드의 동작을 제어하는 방식을 보여준다.
- [0083] 도 9에 나타난 바와 같이, 다수의 사건을 보고하는 노드는 충돌을 감지한 노드(110)와 그 상위 노드(도 9의 경우에는 싱크 노드(10))들이므로, 이 노드(110, 10)들은 미리 설정된 타이머가 종료될 때까지 추가적인 데이터 전송 여부를 계속 확인하며 새로운 데이터 패킷을 수신하게 되면 타이머를 갱신하여 추가적인 데이터 전송 여부를 다시 확인한다. 설정된 시간 동안 추가적인 데이터의 전송이 없으면 해당 노드는 수면 상태로 전환된다.
- [0084] 이상에서 바람직한 실시예를 기준으로 본 발명을 설명하였지만, 본 발명의 통신 방법 및 시스템은 반드시 상술된 실시예에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명의 통신 방법이 산불 감시나 침입 감시와 같은 응용에 특히 유리하지만, 이러한 응용에만 제한되는 것은 아니며, 본 발명의 통신 방법에 적용되는 센서 네트워크가 트리 형태의 네트워크에만 한정되는 것은 아니다.

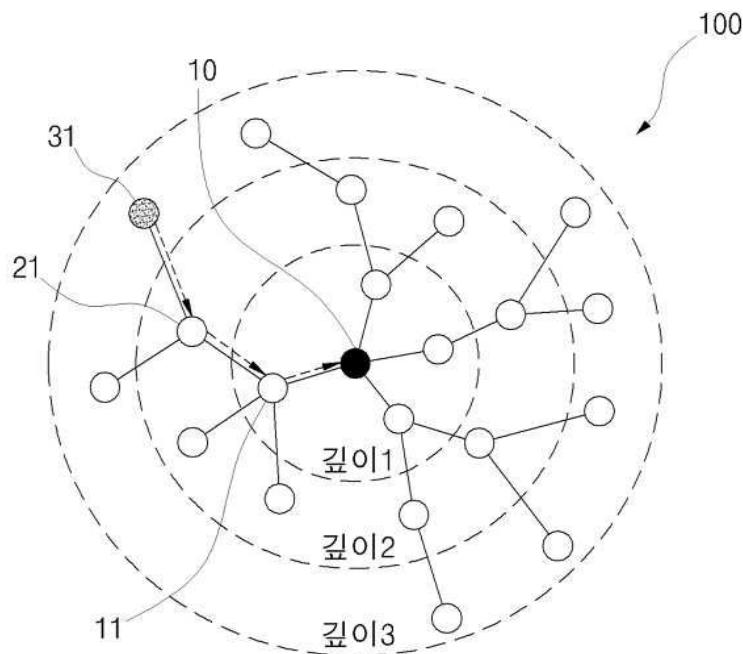
[0085] 그 밖에도 본 발명에 대해서 발명의 요지와 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이나 변형을 하는 것이 가능하다. 따라서 첨부된 특허청구의 범위에는 본 발명의 요지에 속하는 한 이러한 수정이나 변형을 포함할 것이다.

도면의 간단한 설명

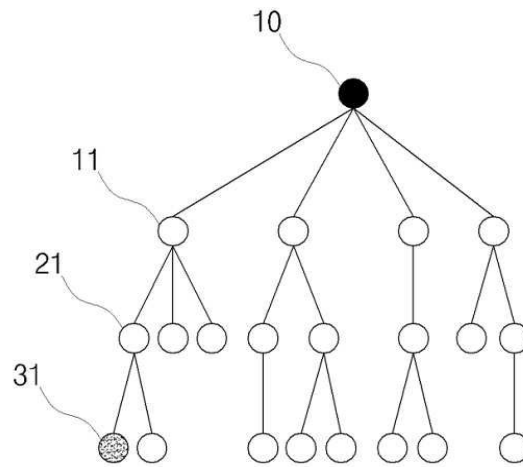
[0086] 도 1과 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법이 적용되는 센서 네트워크의 개략적인 구성도,
 [0087] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법에서 사용되는 주기 시간의 구성도,
 [0088] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 방법이 적용되는 센서 네트워크에서 최대 깊이를 결정하는 과정을 나타내는 흐름도,
 [0089] 도 5는 사건 발생이 없는 경우의 각 노드의 활동 구간을 보여주는 도면,
 [0090] 도 6은 단일 사건이 발생하고 사건에 대한 보고가 단일 패킷으로 이루어지는 경우에 있어서, 사건 공지 구간에서의 신호 전송과 데이터 전송 구간에서의 데이터 전송을 보여주는 도면,
 [0091] 다음으로, 도 7은 단일 사건이 발생하고 사건에 대한 보고가 다수의 패킷으로 이루어지는 경우에 있어서, 각 노드의 동작을 보여주는 도면,
 [0092] 도 8은 다수의 사건이 발생하여 이를 보고하는 과정에서 충돌이 발생한 경우의 동작을 보여주는 도면,
 [0093] 도 9는 다수의 사건이 발생하여 이를 보고하는 과정에서 충돌이 발생하였을 때 타이머를 사용하여 노드의 동작을 제어하는 방식을 보여주는 도면이다.

도면

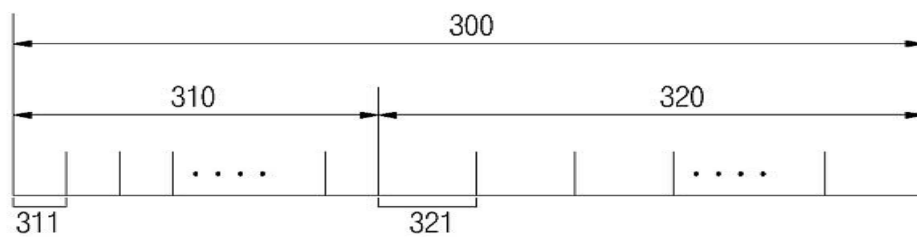
도면1



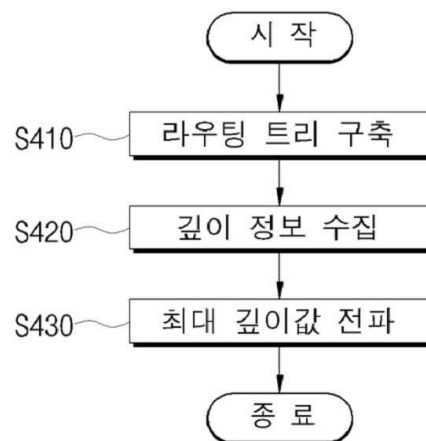
도면2



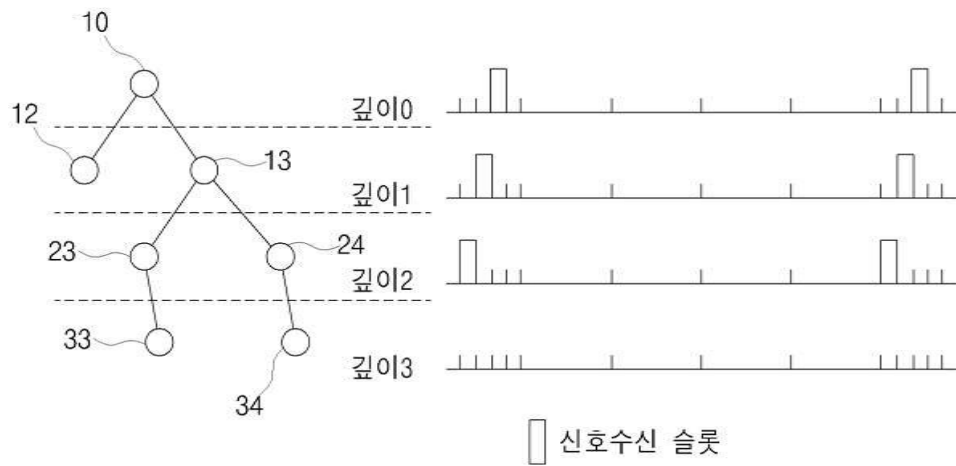
도면3



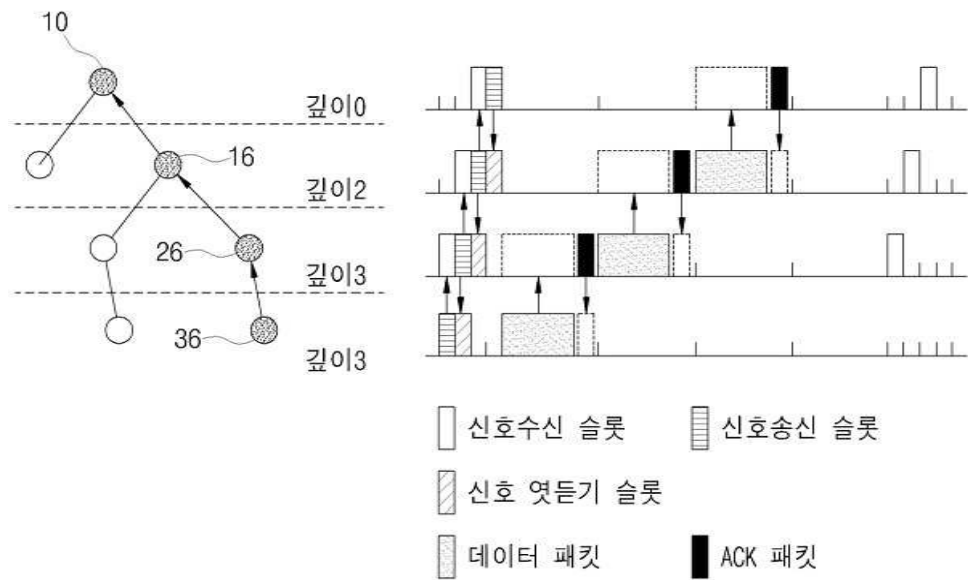
도면4



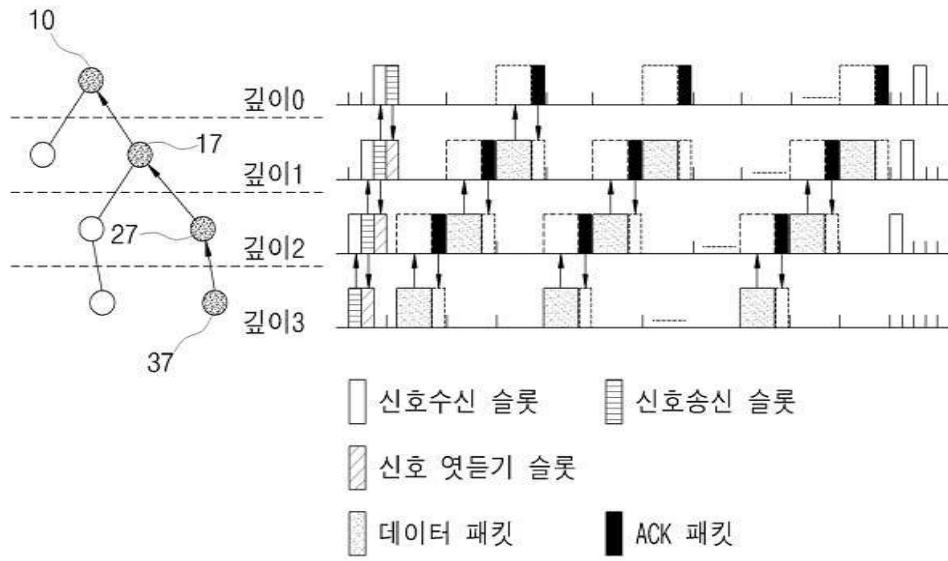
도면5



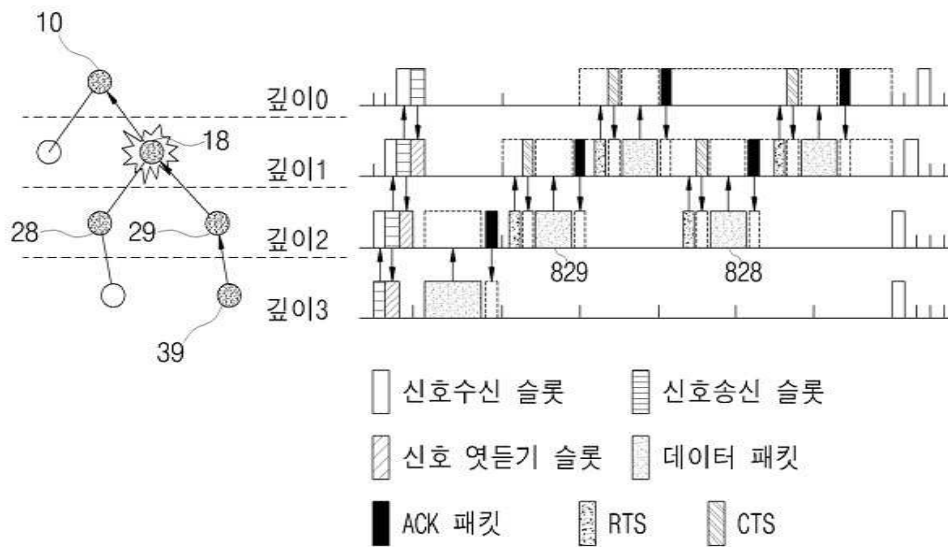
도면6



도면7



도면8



도면9

