



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월18일
 (11) 등록번호 10-1234022
 (24) 등록일자 2013년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04W 84/18 (2009.01) H04W 74/08 (2009.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0040204
 (22) 출원일자 2011년04월28일
 심사청구일자 2011년04월28일
 (65) 공개번호 10-2012-0122182
 (43) 공개일자 2012년11월07일
 (56) 선행기술조사문헌
 논문1(2007.07)*
 US7813414 B2
 KR100889216 B1
 KR1020090012427 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 금오공과대학교 산학협력단
 경상북도 구미시 대학로 61 (양호동, 금오공과대학교)
 (72) 발명자
 신수용
 경상북도 구미시 대학로 61, 디지털관 112호 (양호동, 금오공과대학교)
 (74) 대리인
 김순용

전체 청구항 수 : 총 2 항

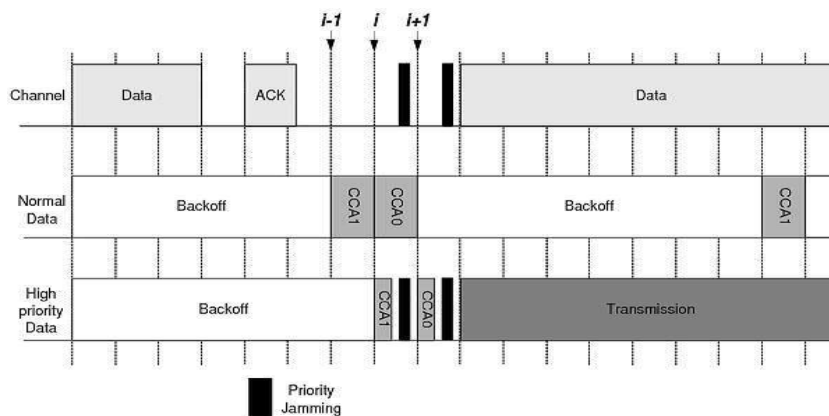
심사관 : 정헌주

(54) 발명의 명칭 **지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법**

(57) 요약

본 발명은 지그비 통신 망에서 지그비 노드들 사이에서 데이터를 전송할 수 있는 우선 순위를 부여하는 방법이 개시되어 있다. 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법은 지그비 통신 망에서 지그비 노드들의 우선 순위를 부여하는 방법에 있어서, (a) 상기 지그비 노드들 각각의 CCA 수행 시간들을 전송할 데이터의 우선 순위에 따라 가변시키는 단계와; (b) 상기 가변되는 CCA 수행 시간들은 우선 순위가 높은 지그비의 CCA 수행 시간이 우선 순위가 낮은 지그비의 CCA 시간보다 짧게 하는 단계; 및 (c) 상기 우선 순위가 높은 지그비의 상기 CCA 수행 후, 상기 우선 순위가 높은 지그비에서 재밍(Jamming) 신호를 전송하여 무선 매체를 선점하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

지그비 통신 망에서 지그비 노드들의 우선 순위를 부여하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 지그비 노드들 각각의 CCA 수행 시간들을 전송할 데이터의 우선 순위에 따라 가변시키는 단계와;
- (b) 상기 가변되는 CCA 수행 시간들은 우선 순위가 높은 지그비의 CCA 수행 시간이 우선 순위가 낮은 지그비의 CCA 시간보다 짧게 하는 단계; 및
- (c) 상기 우선 순위가 높은 지그비의 상기 CCA 수행 후, 상기 우선 순위가 높은 지그비에서 재밍(Jamming) 신호를 전송하여 무선 매체를 선점하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 지그비 노드들 사이에서 상기 재밍(Jamming) 신호의 크기를 다르게 하여 우선 순위를 차등화하는 것을 특징으로 하는 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 지그비 통신 망에서 지그비 노드들 사이에서 데이터를 전송할 수 있는 우선 순위를 부여하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] IEEE 802.15.4는 본래 무선 PAN(Personal Area Network)와 같은 낮은 듀티 사이클 및 저속 응용들을 위해 규정되었다. 그러나, IEEE 802.15.4는 응급 상황 감지, 방범 알람, 헬스 케어 등과 같은 몇몇의 지연-민감 응용들에 적용할 수 있다. 이러한 응용들을 지원하기 위해서는 QoS 요건을 충족시킬 필요가 있다.

[0003] IEEE 802.15.4는 CSMA/CA(Carrier-Sense Multiple Access With Collision Avoidance) 메커니즘을 채택하고 있다. 따라서, 무선 매체의 사용하여 패킷을 전송하는 기회가 모든 노드들에게 확률적으로 동일하다. CSMA/CA의 패킷 충돌 및 백오프(Backoff) 알고리즘으로 QoS의 제공에 어려움이 있다.

[0004] IEEE 802.15.4에서 QoS에 대한 연구들이 있었다. 한 연구에서는, 비콘 모드를 활성화할 때 실시간 서비스를 위한 GTS(Guaranteed Time Slot)가 개발되었다. GTS는 선택적인 CFP(Contention-Free Period)를 사용한다. 만일 활용할 수 있는 자원이 불충분하다면, GTS는 사용할 수 없다. 다른 연구에서, QoS 지원을 위해 FRT(Frame Tailoring) 및 PRT(Priority Toning)가 제시되었다. FRT의 사용 즉, 제로(Zeroes)를 패딩하여, 높은 순위의 IEEE 802.15.4 노드만이 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행한다. 그러나, FRT는 패킷 오버헤드를 발생시키게 되어, 일반 순위 노드의 Ack 패킷 및 높은 순위 노드의 데이터 패킷이 충돌하는 문제가 있을 수 있다. 높은 순위 및 일반 순위 패킷들 사이의 충돌을 방지하기 위해, PRT(Priority Toning)이 사용된다. PRT는 높은 순위의 패킷을 전송하는 동안 활성 기간의 일부를 할당함으로써 일반 순위의 패킷들을 지연시킨다. 그러나, 만일 고 순위의 패킷들의 수가 많고, 망의 부하가 크면, PRT에 의해 할당된 부분에서 고 순위 패킷들 사이에서 충돌이 빈

번히 발생하게 된다. 게다가, 상술한 두 방법들은 단지 비콘-활성 IEEE 802.15.4 망을 위해 설계된 것이다.

[0005] 따라서, 비콘 활성 여부에 관계없이 모든 IEEE 802.15.4 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 새로운 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이에, 본 발명의 목적은 비콘 활성 여부에 관계없이 모든 IEEE 802.15.4 망에 적용할 수 있는 지그비 통신 망 노드들에 우선 순위를 부여하는 방법을 제공하는 것이다. 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 기술한 과제로 제한되지 않으며, 기술되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법은 지그비 통신 망에서 지그비 노드들의 우선 순위를 부여하는 방법에 있어서, (a) 상기 지그비 노드들 각각의 CCA 수행 시간들을 전송할 데이터의 우선 순위에 따라 가변시키는 단계와; (b) 상기 가변되는 CCA 수행 시간들은 우선 순위가 높은 지그비의 CCA 수행 시간이 우선 순위가 낮은 지그비의 CCA 시간보다 짧게 하는 단계; 및 (c) 상기 우선 순위가 높은 지그비의 상기 CCA 수행 후, 상기 우선 순위가 높은 지그비에서 재밍(Jamming) 신호를 전송하여 무선 매체를 선점하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 지그비 노드들 사이에서 상기 재밍(Jamming) 신호의 크기를 다르게 하여 우선 순위를 차등화하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 삭제

[0009] 삭제

[0010] 삭제

발명의 효과

[0011] 본 발명에 제공되는 새로운 우선 순위 방법은 IEEE 802.15.4의 서비스 차별성을 제공한다. 제시된 우선 순위 재밍은 일반 우선 순위 패킷들의 전송을 연기시키고, 그 출동 가능성을 감소시킨다. 또한, 일반 우선 순위 및 고 우선 순위 패킷들 모두의 지연은 감소하며, 처리량은 향상된다. 본 발명의 PJ는 특정 속도(80kbps) 미만에서 재밍 신호의 전송 및 긴 CCA 시간(일반 우선 순위)과 같은 에너지 소비 요소들로 패킷 전송에 보다 큰 에너지가 소모될 수 있으나, 응급 알람 및 침입 감지와 같은 지연-민감 데이터의 양이 많은 경우, PJ는 지연과 에너지 소모에 있어서 보다 우수한 성능을 보여준다. 서비스 차별성을 제공함으로써, 본 발명은 IEEE 802.15.4의 응용 영역을 확대하는데에 크게 기여할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

도 2는 종래의 표준 CSMA/CA 방식과 본 발명에 따른 우선 순위 부여 방법에 따른 모의 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현 예 및 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현 예 및 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서

설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0014] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0015] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용 오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0016] 본 실시 예에서는, 슬롯 CSMA/CA를 같은 논-비콘 인에이블 망(Non-beacon Enabled Network)을 예를 들어 설명한다. 두 개의 데이터 카테고리들 즉, 고 우선 순위 및 일반 우선 순위 패킷들에 있어서, 고 우선 순위 패킷 및 일반 우선 순위 패킷 중 하나를 전송하기 위해서, 노드들은 IEEE 802.15.4의 CSMA/CA를 사용하여 채널을 액세스하기 위해 경쟁하게 된다. MAC 층은 0 내지 2^{BE-1} 범위 내의 전체 백오프 기간들 중 무작위 수의 기간 동안 지연하게 된다. 여기서 BE는 백오프 지수($BE \in \{3, 4, 5\}$)이다. 백오프 과정을 완료한 후, 노드들은 두 개의 연속적인 CCA를 사용하여 채널 감지를 시도한다. 만일 채널이 비지(busy)인 것으로 평가되면, MAC는 다시 백오프를 수행한다. 만일 채널이 아이들(idle)인 것으로 평가되면, MAC는 다음 백오프 기간의 경계에서 전송을 시작하게 된다. 패킷이 전송될 때, BE는 전송의 성공 여부에 관계없이 최소로 리셋된다.
- [0017] 본 발명은 새로운 우선 순위를 지원할 방법 즉, PJ(Priority Jamming)을 제시하는 것으로서, 본 발명에 따른 PJ는 우선 순위의 패킷이 우선적으로 전송될 수 있도록 보다 큰 가능성을 제공한다. 본 발명의 PJ에 따르면, 약간의 조절된 CCA 알고리즘이 적용된다. 노드가 고 우선 순위 패킷을 전송할 준비가 되면, 고 우선 순위 노드는 채널이 비지 또는 아이들 상태인지를 확인하기 위해 CCA를 수행할 뿐만 아니라, 다른 노드들에게 고 우선 순위 패킷이 전송할 준비가 되었음을 알리기 위한 재밍 신호를 전송하기 위해 일부의 슬롯 시간을 확보한다. 고 우선 순위 패킷을 위해, 노드는 IEEE 802.15.4 표준에서 규정한 바와 같이, 소정의 심볼 시간 예컨대 8 심볼 시간 동안 CCA를 수행하고, 나머지 시간 동안 재밍 신호를 전송한다. 예컨대, 상기 재밍 신호로는 IEEE 802.15.4 패킷의 프리앰블이 사용될 수 있다.
- [0018] 일반 우선 순위의 패킷에 대해서, 노드는 8 심볼 시간이 아닌 전체 슬롯 시간(20 심볼 시간) 동안 CCA를 수행한다. 일반 우선 순위 패킷을 갖는 노드는 전체 슬롯 시간을 동안 경청하고, 고 우선 순위 패킷을 준비한 노드에 의한 재밍 신호로 인해 채널은 비지인 것으로 평가되기 때문에, 노드는 백오프 절차를 수행함으로써 그 전송을 연기한다. 일반 우선 순위 패킷들의 전송을 연기함으로써, 고 우선 순위 및 일반 우선 순위 패킷들 사이의 충돌 확률은 표준 CSMA/CA와 비해 감소할 것이다. 바꿔 말하면, 채널을 두고 경쟁하는 유효 노드 수는 본 발명의 PJ를 채용함으로써 감소하게 된다.
- [0019] 모든 노드들이 동일한 우선 순위 레벨 즉 100% 고 우선 순위 또는 일반 우선 순위 트래픽을 갖는다면, PJ 노드들의 동작은 표준 CSMA/CA와 동일하다는 점을 주지할 필요가 있다.
- [0020] 또한 PJ 노드들과 표준 CSMA/CA 노드들간의 공존시에 표준 CSMA/CA 노드는 높은 우선 순위 노드로 간주될 수 있으므로, PJ는 표준과의 상호 호환성도 유지한다.
- [0021] 도 1은 지그비 통신 망에서 지그비 노드에 우선 순위를 부여하는 방법을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.
- [0022] 도 1에 나타난 바와 같이, 고 우선 순위 패킷을 갖는 노드와 일반 우선 순위 패킷을 갖는 노드가 존재하는 것으로 가정하면, 일반 우선 순위 패킷을 가진 노드는 (i-1) 번째 슬롯에서 백오프를 완료하고, CCA1을 수행한다. 이때, 채널은 아이들 상태인 것으로 평가된다. i번째 슬롯에서, 고 우선 순위 패킷을 가진 노드는 그 백오프를 완료하고 PJ를 갖는 CCA1을 수행한다. 이와 동시에, 일반 우선 순위 패킷을 가진 노드는 CCA0을 시작하고, 채널은 고 우선 순위 패킷을 가진 노드에 의해 전송된 재밍 신호로 인해 비지 상태인 것을 평가된다. 이어, (i+1) 번째 슬롯에서, 다른 무작위 백오프 및 CCA0가 일반 우선 순위 패킷을 가진 노드 및 고 우선 순위 패킷을 가진 노드에 의해 각각 수행된다. 결국, 고 우선 순위 패킷을 가진 노드는 (i+2) 번째 슬롯에서 고 우선 순위 패킷을 전송할 수 있는 기회를 갖게 된다.
- [0023] 도 2는 종래의 표준 CSMA/CA 방식과 본 발명에 따른 우선 순위 부여 방법에 따른 모의 실험 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0024] 모의 실험은 OP-NET 실험 장치를 사용하여, 하나의 코디네이터 및 20개의 단말들로 구성되는 스타-토폴로지 네트워크를 가지고 수행했다. 모든 단말들은 데이터 패킷들을 코디네이터에 전송하고, 코디네이터는 대응하는 ACK

패킷들로 응답한다. 도 2에 도시된 바와 같이, PJ의 성능은 표준 슬롯 CSMA/CA과 비교된다. 모든 단말들은은 평균 $1/\lambda$ 를 갖는 지수 분포를 기초 102 바이트들 길이의 패킷들을 생성한다. 두 개의 모의 실험 파라미터들은 도착 시간차 즉 λ 및 총 트래픽에서 고 우선 순위 패킷들의 비율이다. λ 는 0.15부터 0.4까지 가변되며, 이것은 망에 진입한 트래픽이 108.8부터 40.8kbps까지 가변됨을 의미한다. 트래픽에서 고 우선 순위 패킷들의 비율은 10, 30 및 50%이다.

[0025] 도 2에 도시된 바와 같이, 도착 시간차가 증가함에 따라 증가함에 따라 패킷은 지연된다. PJ에서 고 우선 순위 및 일반 우선 순위 패킷들에 의한 지연이 표준 슬롯 GSMA/CA 보다 작음에 주목할 필요가 있다. y 축의 평행선들은 지연이 수렴하지 않음을 의미한다. 바꾸어 말하면, 많은 충돌들이 패킷 지연을 증가시킨다. 예컨대, $\lambda < 0.2$ 에서, 표준 슬롯 GSMA/CA의 지연은 수렴치 못했다.

[0026] 그러나, PJ를 적용했을 때, $\lambda = 0.15$ 에 대해서조차, 고 우선 순위 패킷들의 지연이 바운드되었다. 이것은 고 우선 순위 패킷들의 충돌 확률이 PJ에 의해 제공되는 서비스 차별성으로 인해 감소하였기 때문이다. 예컨대, $\lambda = 0.2$ 에서, 고 우선 순위 및 일반 우선 순위 패킷들의 충돌 확률들은 표준의 경우 0.129인데 반해, 10, 30, 50%에 대해 0.007, 0.026, 0.049 및 0.111, 0.089, 0.060이다. 고 우선 순위 패킷들의 비율이 증가함에 따라 고 우선 순위 패킷들의 충돌 확률 및 일반 우선 순위 패킷들의 충돌 확률은 증가하고 감소한다. 이것은 고 우선 순위 노드들의 수 및 일반 우선 순위 노드들의 수가 각각 증가하고 감소하기 때문이다. $\lambda = 0.18$ 에서 10%의 고 우선 순위 패킷들을 가질 때, 일반 우선 순위 패킷들의 지연은 대략 5초이다.

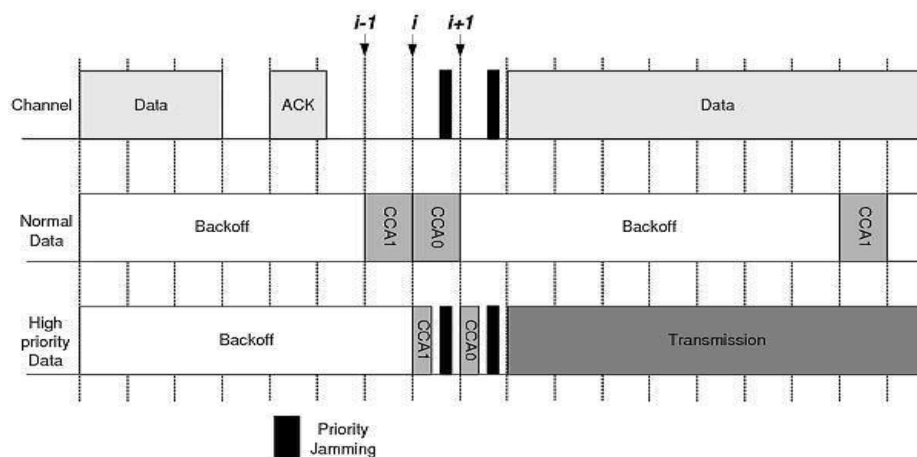
[0027] $\lambda \geq 0.18$ 에 대해, 고 우선 순위 패킷들의 지연은 고 우선 순위 패킷의 비율이 증가할 때 증가한다. λ 가 감소함에 따라, 채널은 고 우선 순위 노드들의 CCA에 대해서조차 채널은 혼잡해질 것이며, 채널은 "비지"로 평가되고 많은 랜덤 백오프들을 발생시키게 된다.

[0028] 패킷 도착 시간차가 감소함에 따라, 충돌보다는 패킷 전송에 의해 채널의 점유가 우월해지게 된다. 보다 큰 λ 에 대해, 채널은 덜 빈번히 점유되며, 지연은 충돌 확률에 보다 더 종속된다. 따라서, 고 우선 순위 패킷의 지연은 고 우선 순위의 비율이 감소할수록 감소하게 된다.

[0029] 이상 상술한 바와 같이, 본 발명은 비콘 활성 여부에 관계없이 모든 IEEE 802.15.4 망에 적용할 수 있는 지그비 통신 망 노드들에 우선 순위를 부여하는 방법을 실현할 수 있다.

도면

도면1



도면2

