

페이딩 채널에서 IEEE 802.11b의 간섭에 의한 IEEE 802.15.4의 공존 성능 및 채널 선택 방법

*이성진, 이상훈,
연세대학교 전기전자공학부
{elflee7, slee}@yonsei.ac.kr

**김연수
한국통신, USN 미래기술연구단
yeskim@kt.co.kr

Channel Allocation Algorithm for coexistence of IEEE 802.11b and IEEE 802.15.4 over fading channel

*Sungjin Lee, Sanghoon Lee,
Electrical and Electronics Engineering
Yonsei University

**Yeonsoo Kim
USN Research Department
Advanced Tech. Lab., KT

Abstract

센서 네트워크는 그 특성 상 에너지 제약이 심하며, 최근에는 움직이는 대상에 deploy이 되어 mobile 환경에서의 연구가 활발히 진행되고 있다. Mobile 센서 네트워크의 자원 최적 할당을 위해 논문에서는 WPAN과 같은 채널 대역을 쓰는 IEEE 802.11과 공존 문제에 대해서 다루고 이런 상황에서 간섭을 회피하고 QoS를 높이기 위한 채널 선택 방법에 대해 연구하였다. 본 방식의 channel allocation 알고리즘을 사용하면 효과적으로 WPAN에서 WLAN의 interference를 피할수 있게 된다.

I. 서론

IEEE 802.15.4 LR-WPAN은 low rate을 특징으로 하지만, IEEE 802.11 WLAN과 지역적으로 같은 곳에서 사용된다면, WLAN과 같은 주파수 대역을 사용하므로 이로 인해 많은 간섭이 생기게 될 것이다. 본 연구에서는 이런 WPAN의 최소 QoS확보를 위해 IEEE 802.11b WLAN과의 공존 문제에 대해서 다루었다. 특히, Cluster Head와 Access Point와의 적절한 스케줄링 방식, 즉, physical단에서 서로의 채널 할당에 대한

negotiation을 통해 전체 채널 충돌량을 줄이고 가용E 채널 개수를 늘림으로 좀 더 reliability를 높이는 방식에 대한 알고리즘을 제안하였다.

II. 본론

2.1 공존 모델

2.4 GHz 밴드 대역의 무선 장치들 간의 공존에 대한 영향을 논하기 위해서 해당 공존 모델은 종합적이고 간단하여야 한다. 또한 합당한 성능 분석 요소로 분석되어야 한다. 높은 밀도로 분포되어 있는 WLAN 지역에서 WPAN 클러스터들은 서로의 서비스가 겹치도록 분포될 수 있다. 두 서비스들의 실질적인 응용 방법의 특징들을 고려할 때, 공존 모델은 WLAN이 설치된 실내 환경에 적합하다. 이러한 모델의 가능성을 주장하기 위해 각 서비스들이 필요로 하는 요구 성능을 만족하는지에 대한 검증이 필요하다.

2.2 성능평가

하나의 IEEE 802.15.4 수신기에 대하여 2가지 간섭원이 있다. 첫 번째는 IEEE 802.11b 송신기 이고, 두 번째는 IEEE 802.15.4 송신기 중 같은 주파수 대역을 쓰면서 다른 수신기에 신호를 보내는 송신기 이다. 본 과제에서는 두 네트워크가 모두 하향링크에 있다고 가

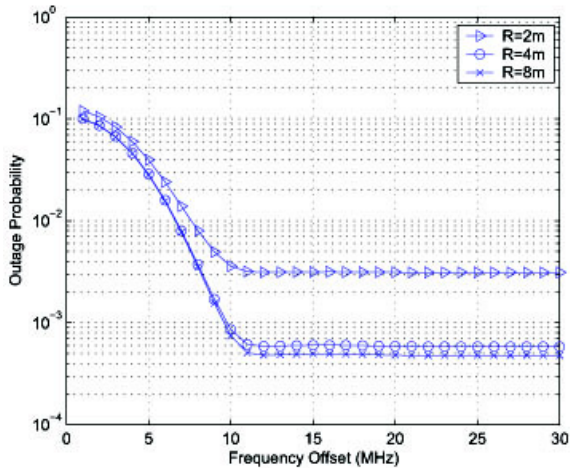
정하기 때문에, IEEE 802.11b 송신기는 AP가 되고, IEEE 802.15.4 송신기는 Cluster Head가 된다. 다중 경로 페이딩 채널을 위한 통계적인 모델로써 LOS 조건을 만족할 때, 라이스 계수 5를 갖는 라이시안 분포가, 그렇지 않을 때 라이스 계수 0을 갖는 레일레이 분포가 고려된다. 느린 페이딩이 움직임이 적은 실내 환경과 관련되기 때문에, 우리는 하나의 패킷 지속 시간 동안 신호 페이딩이 상수로 유지된다고 가정한다. 이런 상황에서 []의 path-loss model을 사용하여 이 종 네트워크에서, 종합적인 SINR 수식은 다음과 같다.

$$\gamma_I = \frac{P_{RX}}{N_0 + \sum_{i=1}^I \eta_i I_{RX;i} \Gamma_{\Delta_f}(\mu_i) + \sum_{j=1}^J \eta_j I_{RX;j} \Gamma_{\Delta_f}(\nu_j)}$$

여기서 N₀는 잡음 스펙트럼 밀도이고, I와 J는 각각 IEEE 802.11b AP와 IEEE 802.15.4 Cluster Head의 수이다. η는 활성화 계수이다. 즉, 해당 장치가 작동 중이면 1, 작동 중이 아니면 0의 값을 갖는다. I_{RX}는 간섭원으로부터 오는 신호의 수신 세기이다. 그러면, 주어진 SNR에 기반한 outage probability는 다음과 같이 정의 된다.

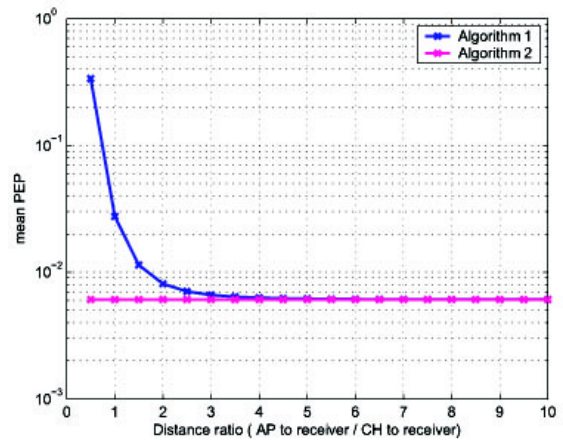
$$p_{out}(\gamma^{th}) = \Pr[\gamma < \gamma^{th}] = \int_0^{\gamma^{th}} p_{\gamma}(\gamma) d\gamma$$

III. 실험



IEEE 802.11b AP의 송신 파워에 변화를 주면서 주파수 편차에 따른 outage probability에 대한 변이를 관찰 하였다. 그림27에서보다시피 IEEE 802.11b AP의 신호 세기가 커질수록 outage probability도 증가함을 볼 수 있다. 하지만 이러한 현상도 IEEE 802.11b의 전력 스펙트럼 밀도에 있어서 main lobe인 11 MHz까지 두드러지게 나타남을 볼 수 있다.

이런 상황에서 제안하는 알고리즘은 신호를 알아차리거나 복호하지 않고 신호의 세기만을 측정하는 EnergyDetection과 더불어 CCA (Clear Channel Assessment) mode 2라고 하는 신호의 identity를 확인하는 함수가 같이 사용된다. 이러한 슈도코드에 의해서 검색해야 할 채널들에 대한 리스트를 갖는 하나의 채널 벡터가 생성된다. 첫 번째로 본 알고리즘은 두 종류의 임계치가 설정된다. 하나는 IEEE 802.15.4 클러스터들이 사용하는 채널을 피하기 위함이고 두 번째는 IEEE 802.11b 신호의 중심 주파수 대역에서 오는 간섭을 완화하기 위함이다. 다음으로 IEEE 802.15.4의 2.4 GHz 밴드의 채널은 총 4개의 그룹으로 나뉜다. IEEE 802.15.4의 각 위치마다 IEEE 802.11b 신호를 구별하기 위해 특별한 채널들에 대한 CCA mode 2 스캔을 수행한다. 이 스캔에 대한 결과로 IEEE 802.11b 신호구별을 위한 임계치를 넘는 것이 있으면 해당 그룹에 있는 모든 채널을 리스트에서 누락시킨다. 이러한 과정을 거친 후 앞서 서술한 IEEE 802.15.4의 채널 간섭 회피를 위한 과정을 수행하면 마지막으로 장치는 결과로써 얻어지는 채널 리스트에서 하나의 채널을 선택한다. 그 결과 해당 장치는 IEEE 802.11b로부터 오는 간섭과 주변 IEEE 802.15.4 클러스터들로부터 오는 간섭을 채널 할당 기법을 통해 효과적으로 피할 수 있게 된다.



IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 WPAN과 같은 채널 대역을 쓰는 IEEE 802.11과 공존 문제에 대해서 다루고 이런 상황에서 간섭을 회피하고 QoS를 높이기 위한 채널 선택 방법에 대해 연구하였다. 향후 PAN과 LAN의 통합된 환경하에 높은 QoS를 제공할 수 있는 방안을 제시할 수 있겠다.

감사의 글

This Work was supported by Joint R&D Project ("KT USN Lab @ Yonsei") of KT, Korea