

802.15.3 네트워크에서 계층적 슈퍼프레임 알고리즘을 통한 대역폭의 효율적 활용

연규정, 전선도, 이장연, 이현석, 원윤재, 권대길, Török Attila, Vajda Lóránt
전자부품연구원

{kjyou, jsd, jylee136, hslee75, yjwon, tgkwon, torok, vajda}@keti.re.kr

Hierarchical superframe formation algorithm in 802.15.3 network

Youn Kyu-Jung, June Sun-Do, Lee Jang-Yeon, Lee Hyeon-Seok, Won Yun-Jae,
Kwon Tai-Gil, Török Attila, Vajda Lóránt
Korea Electronics Technology Institute

요약

이 논문은 시분할 슈퍼프레임을 사용하는 무선 시스템에서 슈퍼 프레임을 형성하는 새로운 알고리즘을 제안하고 있다. 제안된 알고리즘은 높은 성능과 안정성, 오류 저항성을 제공할 뿐만 아니라, 전력 절약을 쉽게 하는 특징도 가지고 있다. 본 논문은 다양한 종류의 트래픽 아래서의 시물레이션을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 분석하고 있다. 응답시간, 비콘 손실에 대한 오류 저항성 등의 다양한 성능지수에 대해 분석을 하였다. 본 논문에서 우리는 제안된 알고리즘이 기존에 제안된 알고리즘들의 장점을 이어받으면서도, 단점을 크게 줄였음을 보여주고 있다.

1. 서론

사무실이나 가정에서 사용하는 휴대용 기기들을 무선 네트워크를 통해 통합하고자 하는 바람은 새로운 종류의 무선 네트워크 표준의 출현으로 이어졌다[1]. 그러한 새로운 표준의 하나가 Bluetooth로서, 기존의 전선들을 대체하고자 하는 의도로 제정되었다. Bluetooth는 제공하는 대역폭이 좁은 대신 간단한 무선 기술을 사용하여 저렴하게 구현할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그리고 광대역 통신과 서비스 품질 보장(Quality of Service: QoS)에 대한 필요는 보다 높은 대역폭을 제공하는 무선 네트워크 표준을 만들게 하였다. 높은 대역폭과 QoS를 보장하는 무선 네트워크 표준의 예가 IEEE 802.11e 와 IEEE 802.15.3 [3]이다.

IEEE 802.15.3 표준은 무선 Personal Area Network(PAN)을 위한 프로토콜로서 멀티미디어 트래픽에 대한 넓은 대역폭과 QoS를 저 전력으로 제공하도록 설계되었다. Bluetooth와 같이 802.15.3은 중앙집중식의 연결지향적 애드혹 네트워크 구조를 가지고 있다. 하지만, Bluetooth와는 달리 802.15.3의 마스터는 패킷 포워딩을 하지 않고, 출입 제어, 스케줄링, 네트워크 관리 기능만을 수행한다. 802.15.3의 MAC 계층은 시간 슬롯 기반의 슈퍼프레임 구조를 취하고 있으며, 슈퍼프레임은 다시 비콘 구간과 Contention Access Period(CAP) 구간, Contention Free Period(CFP)구간으로 나뉜다. 전체 슈퍼프레임과 각 구간은 가변적인 길이를 가지므로, 802.15.3 네트워크는 변화하는 환경에 대해 유연하게 대응할 수 있다. 대역폭을 효율적으로 사용하게 위하여 802.15.3은 각 구간별로 서로 다른 접근제어를 하는 복합적인 MAC 프로토콜을 사용하였다[1]. 자원할당 요청을 하는 CAP 구간에서는, 경쟁기반의 CSMA/CA 알고리즘을 사용하고, 데이터를 송수신하는 CFP 구간에는 TDMA 기반의 슬롯 할당 알고리즘을 사용한다. 이런 식의 복합적인 MAC 프로토콜의 사용은 대부분의 무선 MAC 프로토콜에서 발견되고 있다 [1][2]. [6]에서 저자는 802.15.3에서의 정적과 동적 - 두 종류의 슈퍼프레임 알고리즘에 대한 성능 분석을 하였으며, 슈퍼 프레임의 길이에 따라 성능이 큰 폭으로 변화함을 보여주었다.

본 논문에서 우리는 정적과 동적 슈퍼프레임 알고리즘의 장단점을 더욱 심층적으로 분석하였고, 그런 분석에 기반하여 ‘계층적 슈퍼프레임 알고리즘’이라는 새로운 알고리즘을 설계하였다. 제안된 알고리즘은 정적/동적 슈퍼프레임 알고리즘의 장점을 모두 가지고 있으며, 우리는 그런 사실을 다양한 환경에서의 시물레이션 실험을 통해 증명하였다. 그리고, 우리의 알고리즘이 채널에러에 대한 높은 저항성을 가졌음을 확인하였다.

이 논문은 다음과 같이 구성되어 있다: 2 장에서는 정적 슈퍼프레임과 동적 슈퍼프레임 알고리즘에 대한 개략적인 설명이 나와있으며, 각각의 장단점을 분석하였다. 3 장에서는 기존 알고리즘들의 단점을 개선한 알고리즘을 제안하였다. 4 장에서는 제안된 알고리즘의 성능분석을 하였고, 5 장에서는 결론을 이야기하고 있다.

2. 정적 슈퍼프레임과 동적 슈퍼프레임의 분석

이 장에서 우리는 정적 슈퍼프레임이나 동적 슈퍼프레임을 사용하였을 경우의 문제점을 분석하였다. 네트워크 프로토콜 분석시에 가장 중요한 성능지수는 대역폭 사용 효율성이다. 그러므로, 우리는 각 슈퍼프레임 알고리즘의 성능을 대역폭 사용 효율성을 통해 분석하였다. 그리고, 중요한 고려 사항은 무선 시스템은 쉽게 채널 오류에 노출된다는 점이다. 그러므로, 좋은 무선 시스템은 잦은 패킷 오류에 대한 저항성을 가지고 있어야 한다 [1]. 15.3의 경우에는 많은 무선 장비들이 공유하는 주파수 대역인 ISM 밴드를 사용하므로, 후자의 고려사항이 더욱 중요성을 가지게 된다. 802.15.3에서는 각 노드들이 비콘을 통해 시간 슬롯 할당 상황을 통보 받고, 그에 따라 데이터를 전송하게 되므로, 비콘의 손실상황은 통신성능과 직결되게 된다. 그러므로, 우리는 비콘 손실에 대한 시스템의 저항성 역시 분석하였다.

2.1.슈퍼 프레임 알고리즘의 일반적 특성

무선 ATM에서는 MAC 계층의 성능을 개선하기 위하여 많은 알고리즘들이 제안되었다. 그 알고리즘 중 일부는 802.15.3 네트워크에 적용되어 성능을 향상시킬 수 있다.