

효율적인 멀티미디어 전송을 위한 분산방식 MAC 프로토콜 성능분석

김진우[†], 이성로^{**}

Performance Evaluation of Distributed MAC Protocol Algorithm for Efficient Multimedia Transmission

Jin Woo Kim[†], Seong Ro Lee^{**}

ABSTRACT

The salient features of UWB(Ultra WideBand) networks such as high-rate communications, low interference with other radio systems, and low power consumption bring many benefits to users, thus enabling several new applications such as wireless universal serial bus (WUSB) for connecting personal computers (PCs) to their peripherals and the consumer-electronics (CE) in people's living rooms. Because the size of multimedia data frame, WiMedia device must transmit the fragment of MSDU. However, when the fragment of MSDU is lost, WiMedia device maintains active mode for the time to complete the transmission MSDU, and there is a problem that unnecessary power consumption occurs. Therefore we propose new power management scheme to reduce unnecessary power consumption of WiMedia devices in the case that the fragment is lost.

Key words: High Rate WPAN, UWB, WiMedia, Multimedia Network, Home Network

1. 서 론

무선 통신 기술의 발전으로 개인용 통신을 위한 새로운 기술과 서비스의 개발이 가속화되고 있다. 휴대용 무선장치를 사용하는 사람들이 많아지게 되면서 다양한 통신 방식을 사용하는 장치들을 서로 연결하기 위한 보다 효율적인 통신 기법에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 새롭게 대두되고 있는 UWB(Ultra WideBand)는 저 전력이며 소형이라는 장점을 갖고 있기 때문에, 다양한 어플리케이션에서 장치

간 연결을 제공하기 위한 새로운 기술로 각광을 받고 있다.

UWB 기술은 20m가량의 통신 범위를 제공하고 있으며, 0.5Gbps의 데이터 전송 속도를 제공하기 때문에, 멀티미디어와 같은 대용량 데이터 전송이 필요한 홈 네트워크와 같은 어플리케이션에서 보다 유용하게 사용될 수 있다. 또한, UWB 장치는 전송 전력이 제한되기 때문에, 같은 주파수 대역을 사용하는 기존의 무선 장치들에게 간섭을 발생시키지 않는다. 이러한 UWB의 장점으로 인해 일반 가정에서 쓰이

* Corresponding Author: Seong-Ro Lee, Address: (534-729) Dorim-ri, Cheonggye-myeon, Muan-gun, Jeollanam-do, Mokpo, Korea, TEL: +82-61-450-6287, FAX: +82-61-450-6450, E-mail: srlee@mokpo.ac.kr
Receipt date: Feb. 12, 2014, Revision date: Apr. 21, 2014
Approval date: Apr. 23, 2014

[†] Mokpo National University Institute of Information Science and Engineering Research
(E-mail: jjin300@gmail.com)

^{**} Mokpo National University

* This research was supported in part by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2009-0093828) and in part by the MSIP(Ministry of Science, ICT and Future Planning), Korea, under the C-ITRC(Convergence Information Technology Research Center) support program (NIPA-2014-H0401-14-1009) supervised by the NIPA(National IT Industry Promotion Agency).

는 가전 제품들과 PC를 연결하기 위한 무선 USB와 같은 새로운 어플리케이션에 UWB 기술을 적용하기 위한 많은 연구들이 현재 진행되고 있다[1-7].

현재 진행되고 있는 WPAN(Wireless Personal Area Network)에 관한 연구들을 살펴보면, MAC 프로토콜을 크게 2가지 방식으로 구분하고 있다. 그 중 하나는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.15.3과 같은 중앙 집중 방식의 MAC(Media Access Control) 프로토콜이다. IEEE 802.15.3 MAC 프로토콜은 PNC(PicoNet Coordinator)라 불리는 장치와 PNC에 접속하는 나머지 장치들이 하나의 피코넷을 형성한다. PNC는 자신의 피코넷에 접속하는 디바이스들에게 자원을 할당하여 통신할 수 있도록 한다. 하지만, 중앙 집중 방식은 심각한 문제를 초래할 수 있다. 예를 들어, PNC가 피코넷에서 사라질 경우, 새로운 PNC를 선출하는 동안 많은 시간과 에너지를 낭비할 수 있다. 또한, 중앙 집중 방식은 PNC를 재 선출하는 기간 동안 모든 데이터 통신에 대한 QoS를 보장할 수 없다. 특히, 중앙 집중 방식에서 발생하는 네트워크의 단절은 동시성 스트림을 제공하는 서비스나 어플리케이션에서는 심각한 문제를 초래할 수 있다. 두 번째로, 두 개 이상의 피코넷이 서로 겹치는 경우, 전체 네트워크의 성능이 크게 저하될 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 PNC와 접속하고 있는 두 장치들이 이동하면서 서로의 통신 범위 내에 들어갈 경우, 데이터 전송 시 충돌이 발생하게 되며 전체 네트워크의 성능을 저하시키는 원인이 될 수 있다. 이 경우, PNC들은 상대방을 서로 인식하지 못하기 때문에, 피코넷이 겹치는지 여부를 알 수 없으며, 서로 겹치는 영역의 디바이스들이 간섭의 영향을 받는지 알 수 없다. 기존의 IEEE 802.15.3의 또 하나의 문제는 WPAN의 통신 범위를 확장하기 어렵다는 것이다[1,6]. 결과적으로, 중앙 집중 방식의 MAC 프로토콜은 실시간 스트리밍 서비스에서 QoS(Quality of Service) 보장과 장치들의 이동성 지원이라는 측면에서 보았을 때, 심각한 문제를 갖고 있다.

와이미디어 연합은 이러한 문제를 해결하기 위한 UWB 기반의 새로운 MAC 프로토콜을 제안하였다. 와이미디어 MAC 프로토콜은 분산적인 매체 접근 방식을 지원한다. IEEE 802.15.3과는 반대로, 와이미디어 MAC 프로토콜은 모든 장치들이 장치들 간의 자원 예약 정보와 제어 정보를 비컨 프레임에 이용하

여 교환함으로써, SOP(Simultaneous Operating Piconet) 문제를 해결한다. 와이미디어 MAC 프로토콜은 각 노드가 제어 정보를 담고 있는 Information Elements (IE)를 자신의 비컨 프레임에 포함시켜서 매 슈퍼프레임 주기마다 전송한다. 이러한 와이미디어 MAC 프로토콜의 분산적 특징은 장치들에게 충분한 이동성을 보장하는 동시에 고장 감내와 네트워크 확장성을 제공한다[4].

와이미디어 MAC 프로토콜에서 제공하는 디바이스의 전력 모드는 전력 소비가 적은 동면(hibernation) 모드와 동면 모드에 비해 전력 소모가 큰 활성(active) 모드가 있다.

일반적으로, 와이미디어 디바이스는 송신 디바이스로부터 전송된 맥 서비스 데이터 유닛(MSDU: MAC Service Data Unit)의 프래그먼트(fragment)를 수신할 때 활성 모드로 동작한다.

No ACK 모드로 동작하는 와이미디어 디바이스는 송신 디바이스로부터 전송된 MSDU의 프래그먼트가 손실된 경우 해당 MSDU를 수신하지 않는다.

하지만, 와이미디어 디바이스는 MSDU의 프래그먼트를 수신하지 않더라도 송신 디바이스로부터 전송된 MSDU의 프래그먼트 수 및 MSDU 전송에 걸리는 시간을 알 수 없기 때문에 전력 모드를 활성 모드로 유지해야 한다.

즉, 와이미디어 디바이스는 MSDU의 프래그먼트가 손실된 경우 MSDU 전송에 걸리는 시간 동안 활성 모드를 유지하기 때문에 불필요한 전력 소모가 발생하는 문제점이 있다. 특히, 멀티미디어 서비스 어플리케이션에서는 No ACK 모드로 동작하는 경우가 대부분이기 때문에, 프래그먼트 손실로 인한 전력 소모의 문제점이 더욱 커지게 된다.

본 논문에서는 기존의 와이미디어 표준의 문제점인, MSDU의 프래그먼트가 손실된 경우 와이미디어 디바이스의 불필요한 전력 소모를 줄이기 위한 데이터 전송 알고리즘을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1 와이미디어 MAC 프로토콜에서 제공하는 전력 관리 기법

와이미디어 MAC 프로토콜은 다음과 같이 두 가지 전력 관리 모드를 지원한다.

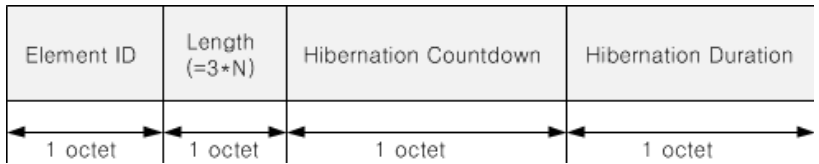


Fig. 1. The format of Hibernation Mode IE.

- 활성 모드 : 디바이스는 현 superframe구간에서 beacon 프레임 을 송수신한다.
- 동면 모드 : 디바이스는 현 superframe 구간내에서 beacon 프레임이나 다른 어떤 프레임도 전송하지 않는다.

다음 그림은 와이미디어 디바이스가 동면 모드를 알리기 위해 사용하는 Hibernation Mode IE (Information Element)의 구조를 보여주고 있다.

와이미디어 디바이스는 동면 모드로 들어가기 이전 superframe 구간에서 자신의 beacon 프레임에 Hibernation Mode IE를 포함시켜서 자신이 동면 모드로 진입하고자 함을 주변 디바이스들에게 알린다. 와이미디어 디바이스가 여러 superframe 구간 동안 동면 모드로 들어갈 경우, 디바이스는 Hibernation Mode IE내의 Hibernation Countdown 필드의 값을 동면 모드로 들어가기까지 남은 superframe구간의 수를 가리키도록 설정한다. 연속된 매 superframe 구간마다 디바이스는 자신의 Hibernation Countdown 필드를 1씩 감소시킨다. 이 필드의 값이 0이 된다면, 디바이스는 다음 superframe 구간의 시작부터 동면 모드로 들어간다. 와이미디어 디바이스는 동면모드로 전환되면, beacon 프레임이나 다른 어떤 프레임도 전송하지 않는다. 또한, 디바이스는 동면 모드로 들어가기 전에, 자신이 설정한 모든 자원 예약을 종료시켜야 한다. 와이미디어 디바이스는 자신이 설정하였던 동면 기간보다 먼저 깨어나고자 한다면, 디바이스는 자신의 beacon 프레임 을 전송함으로써, 자신이 알렸던 동면 모드 주기 기간보다 먼저 동면 모드를 빠져나간다.

동면 모드의 디바이스들과 인접한 활성 모드 상태의 디바이스들은 다음과 같이 동작한다.

활성 모드의 디바이스가 Hibernation Mode IE를 포함하는 이웃 디바이스의 beacon을 수신한다면, 디바이스는 해당 디바이스와 관계된 모든 자원 예약이 이웃 디바이스의 동면 주기가 시작하는 지점에서 종

료되는 것으로 간주한다. 활성 모드의 디바이스는 해당 디바이스가 동면 모드를 벗어날 때까지 동면 모드의 디바이스와의 어떠한 통신도 시작하지 않는다. 미리 정해진 mMaxLostBeacons 이하의 값으로 설정된 Hibernation Countdown필드를 포함하는 Hibernation IE를 수신한 후, 남은 beacon 프레임을 놓친 활성 모드에 있는 디바이스는 해당 디바이스가 Hibernation Mode IE에서 가리키는 것처럼 동면 모드에 있는 것으로 간주한다. 또한, 활성 모드에 있는 디바이스가 동면 모드에 있는 디바이스에게 전송할 unicast 트래픽이 있다면, 동면 모드에 있는 디바이스가 활성 모드로 전환할 때까지 해당 트래픽을 저장해야 한다. 또한, 활성 모드에 있는 디바이스가 동면 모드에 있는 디바이스에게 전송할 multicast 트래픽이 있다면, 해당 트래픽을 수신할 디바이스 중 일부가 동면 모드에 있을지라도, 트래픽의 전송을 지연하지 말아야 한다. 또한, 동면 모드에 있던 디바이스들이 활성 모드로 전환할 때까지, 해당 트래픽을 저장해야 하며, 활성 모드로 전환하면 저장된 multicast 트래픽을 전송한다.

디바이스가 이웃 디바이스의 Hibernation Mode IE에서 가리키는 동면 구간의 끝 지점에서 이웃 디바이스로부터 beacon 프레임을 수신하지 못한다면, 디바이스는 이웃 디바이스의 비콘 슬롯에서 beacon 프레임이 수신될 때까지나 혹은 이웃 디바이스가 동면 모드로 전환한 후 미리 정해진 mMaxHibernation Protection 값이 될 때까지, 이웃 디바이스의 비콘 슬롯을 다른 디바이스가 차지한 것으로 처리하지만, 자신의 BPOIE(Beacon Period Occupancy Information Element)에는 반영하지 않는다.

2.2 단편화와 재결합

와이미디어 소스 디바이스는 각각의 MSDU를 단편화 시킬 수 있다. 하지만 와이미디어 디바이스는 정해진 mMaxFragmentCount(8) 프래그먼트 이상

으로 MSDU를 단편화 시킬 수 없다. 단편화된 프레임먼트들은 유동적인 크기를 갖는다. 일단 디바이스는 전체 MSDU나 그것의 프레임먼트를 포함하는 프레임을 전송하면, 해당 디바이스는 그 프레임을 다시 단편화시키지 않는다. 디바이스는 mMinFragment Size(1)보다 더 작은 프레임먼트를 생성시킬 수 없다.

디바이스는 최초 프레임먼트의 Fragment Number 필드를 0으로 설정한다. 디바이스는 연속되는 프레임먼트들의 Fragment Number 필드를 이전 프레임먼트의 필드 값에서 1을 더하여 설정한다. 디바이스는 프레임먼트를 재전송할 경우, Fragment Number 필드 값을 증가시키지 않는다.

디바이스는 MSCU의 모든 프레임먼트의 Sequence Number 값을 같은 값으로 설정한다. 또한, 디바이스는 MAC 엔티티에게 프레임을 전달하기 전에, 올바른 순서로 프레임먼트를 완전하게 재결합시킨다. 디바이스는 미 수신된 프레임먼트가 있는 MSDU는 포기시킨다. No-ACK(Acknowledgement) 정책을 사용한다면, 수신 디바이스는 프레임먼트를 수신하지 못할 경우, 즉시 MSDU를 포기시킨다. 다시 말해서, 수신 디바이스는 구현 시 설정한 timeout내에 MSDU를 수신하지 못한다면 MSDU의 프레임먼트들을 포기시킨다.

B-ACK(Block Acknowledgment) 정책을 사용한다면, 같은 스트림에 속하는 다수의 MSDU들의 프레임먼트들 중에서 Ack 프레임을 받지 못한 프레임먼트들은 동일한 순서대로 재전송된다. 이 경우, MAC 엔티티에게 정확한 순서대로 MSDU를 전달하는 것은 수신 디바이스의 책임이다.

소스 디바이스가 MSDU의 프레임먼트를 포기한다면, 디바이스는 MSDU에 속하는 모든 프레임먼트를 포기시킨다.

3. 제안하는 멀티미디어 데이터 전송 기법

본 논문에서 제안하는 에너지 효율적인 멀티미디어 데이터 전송 기법은 MSDU의 프레임먼트 수신 시 디바이스가 프레임먼트 손실 여부를 검사하여, MSDU의 프레임먼트가 손실된 경우 이전에 수신된 프레임먼트로부터 Duration 필드를 추출한 후, 기간 필드에 설정된 시간 동안 전력 모드를 동면 모드로

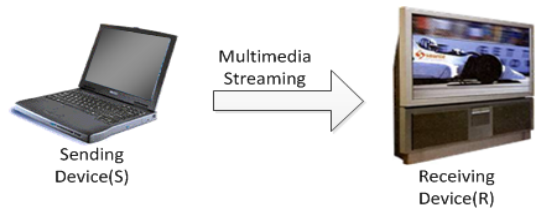


Fig. 2. The example of the multimedia streaming transmission in WiMedia networks.

전환하여 전력 손실을 줄인다. 이때, 프레임먼트의 손실 여부를 판단은 수신된 프레임먼트의 시퀀스 넘버와 예상 프레임먼트의 시퀀스 넘버를 비교하여 수신된 프레임먼트의 시퀀스 넘버가 예상 프레임먼트의 시퀀스 넘버보다 큰 경우 MSDU의 프레임먼트가 손실된 것으로 판단한다. 프레임먼트에 포함된 Duration 필드에 설정된 시간은 수신된 프레임먼트부터 MSDU의 마지막 프레임먼트까지의 시간이다.

그림 2는 멀티미디어 스트리밍 서비스를 수행하는 일반적인 와이미디어 네트워크의 예이다.

그림 2에서, 송신측 와이미디어 디바이스 S와 수신측 와이미디어 디바이스 R은 No-ACK 모드로 동작한다. S는 MSDU를 정해진 크기의 프레임먼트로 나누어 R에게 전송한다. 이때, S는 MAC 헤더에 프레임먼트의 시퀀스 넘버를 포함하여 MSDU의 프레임먼트를 R에게 송신한다.

그림 3은 제안하는 와이미디어 MAC 프레임 헤더의 구조를 보여주고 있다. 제안하는 MAC 프레임 헤더의 Access Information 필드는 MSDU ID와 Duration 필드를 포함한다. MSDU ID는 수신한 MSDU 프레임을 구분하기 위한 필드이며, Duration 필드는 수신된 MSDU의 프레임먼트부터 동일한 MSDU 구분자를 갖는 MSDU의 마지막 프레임먼트까지의 시간이 설정된 필드이다.

그림 4는 제안하는 알고리즘에 따른 순서도이다. 제안하는 기법은 송신측 와이미디어 디바이스 S에서 전송한 MSDU의 프레임먼트를 수신측 디바이스 R이 수신한다. MSDU의 프레임먼트를 수신하면 수신 디바이스 R은 MSDU의 프레임먼트 손실 여부를 판단한다. 즉, 와이미디어 디바이스는 MSDU 프레임먼트 수신 시 이전에 수신된 MSDU 프레임먼트와 현재 수신된 MSDU 프레임먼트 사이에 송신측 와이미디어 디바이스 S로부터 전송된 MSDU 프레임트중 누락된 프레임먼트가 있는지 확인한다.

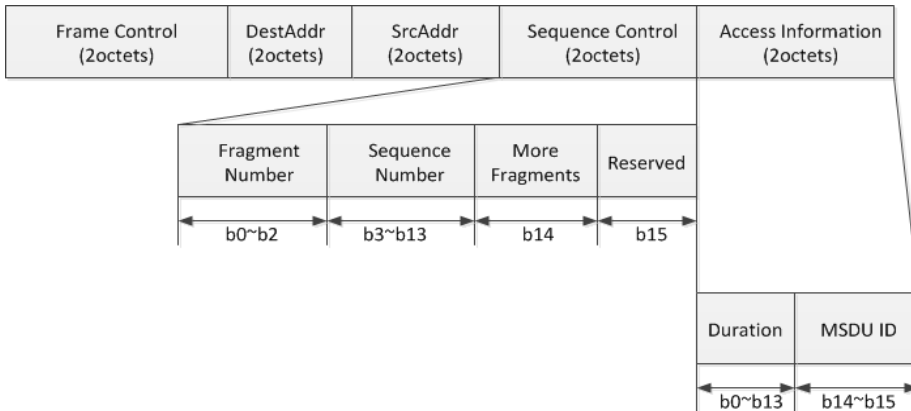


Fig. 3. The format of proposed WiMedia MAC frame header.

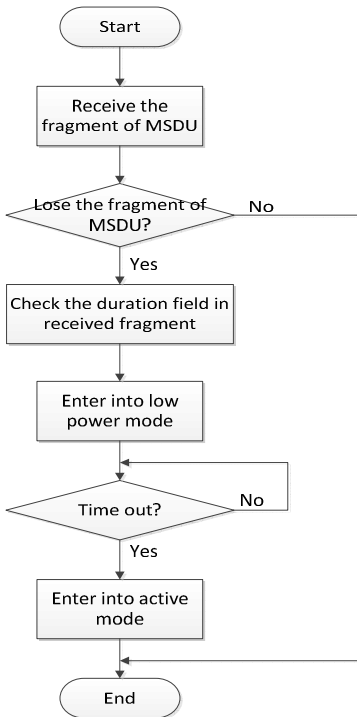


Fig. 4. The flowchart of WiMedia device using proposed algorithm.

수신측 와이미디어 디바이스 R은 수신된 MSDU 프래그먼트의 MSDU ID 필드와 예상 프래그먼트의 MSDU ID 필드를 비교하여 두 MSDU ID가 동일한 경우, 수신된 MSDU 프래그먼트의 Fragment Number 필드와 예상 프래그먼트의 Fragment Number 필드를 기초로 MSDU의 프래그먼트 손실 여부를 판단한다. 판단 결과, MSDU의 프래그먼트가 손실된

경우 수신된 MSDU의 프래그먼트로부터 Duration 필드를 추출한다.

와이미디어 디바이스 R은 Duration 필드가 추출 되면 Duration 필드에 설정된 시간 동안 전력 모드를 활성 모드에서 동면 모드로 전환한다. R은 Duration 필드에 설정된 시간이 경과하였는지 확인하고 Duration 필드에 설정된 시간이 경과하면 전력 모드를 동면 모드에서 다시 활성 모드로 전환한다. 와이미디어 디바이스 R은 손실된 프래그먼트를 갖는 MSDU 전송 시간 동안 동면 모드로 전환하여 전력 소모를 줄이고, 손실된 프래그먼트를 갖는 MSDU 전송 시간이 경과하면 그 다음 MSDU를 수신하기 위해 전력 모드를 활성 모드로 전환한다. 와이미디어 디바이스는 프래그먼트가 손실된 MSDU의 프래그먼트를 송신측 와이미디어 디바이스에서 송신하는 시간 동안 전력 모드를 활성 모드에서 동면 모드로 전환하여 불필요한 전력 소모를 줄일 수 있다.

그림 5는 그림 4에서 프래그먼트 손실여부를 판단 하는 흐름도이다. 그림 5를 참조하면, MSDU의 프래그먼트 손실 여부를 판단하기 위해 우선, 수신된 MSDU의 프래그먼트의 MAC 헤더를 확인한다. 수신측 와이미디어 디바이스 R은 MAC 헤더에 포함된 프래그먼트의 시퀀스 넘버와 수신될 예상 프래그먼트의 시퀀스 넘버를 비교한다. 와이미디어 디바이스 R은 수신된 MSDU 프래그먼트의 MSDU ID와 예상 프래그먼트의 MSDU ID를 비교하여 두 ID가 동일한 지 판단한다. 판단 결과, 수신된 MSDU 프래그먼트의 MSDU ID와 예상 프래그먼트의 MSDU ID가 동일한 경우 수신된 MSDU 프래그먼트의 프래그먼트

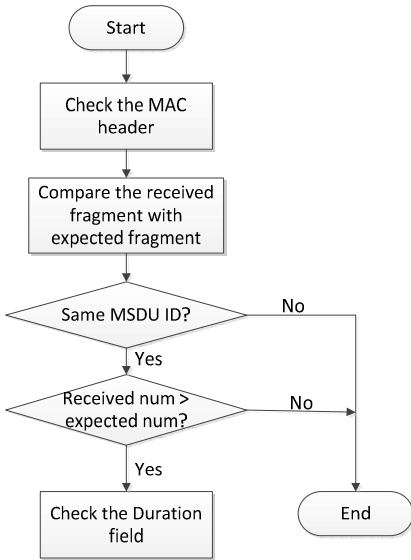


Fig. 5. The flowchart for the estimation of MAC fragment loss.

넘버가 예상 프레임의 프레임 넘버보다 큰 지 판단한다. 수신된 MSDU 프레임의 프레임 넘버가 예상 프레임의 프레임 넘버보다 크면 와이미디어 디바이스는 MSDU의 프레임이 손실된 것으로 판단한다.

그림 6은 제안하는 와이미디어 디바이스의 프레임 손실에 따른 전력 관리 기법의 예이다.

수신되는 MSDU의 MSDU ID는 10이고, MSDU

프레임은 0부터 6까지의 프레임 넘버를 갖는 일곱 개의 프레임으로 나누어져 있다. 제안하는 기법에서, 와이미디어 디바이스는 송신측 와이미디어 디바이스로부터 수신된 프레그먼트를 (MSDU ID, 프레임 넘버)로 구분한다. 그림 6에서, 제안하는 기법을 통해 수신측 와이미디어 디바이스는 수신한 (MSDU ID, 프레임 넘버)가 (10, 0)인 프레임과 (10, 1)인 프레임의 프레임 넘버가 예상 프레임의 프레임 넘버와 동일하기 때문에 MSDU의 프레임이 손실되지 않은 것으로 판단한다.

반면, (MSDU 구분자, 프레임 넘버)가 (10, 2)인 프레임이 손실되었기 때문에 와이미디어 디바이스는 (MSDU 구분자, 프레임 넘버)가 (10, 3)인 프레그먼트를 수신한다. 와이미디어 디바이스는 (MSDU 구분자, 프레임 넘버)가 (10, 1)인 프레임까지 수신하였기 때문에 예상 프레임의 시퀀스 넘버인 (MSDU 구분자, 프레임 넘버)는 (10, 2)가 된다.

와이미디어 디바이스는 수신된 MSDU의 프레임으로부터 MAC 헤더를 확인하고, 확인한 MAC 헤더로부터 수신된 MSDU 프레임의 시퀀스 넘버를 확인한다. 수신된 MSDU 프레임의 시퀀스 넘버 (10, 3)과 예상 프레임의 시퀀스 넘버 (10, 2)를 기초로 MSDU의 프레임 손실 여부를 판단한다. 수신된 MSDU 프레임의 프레임 넘버

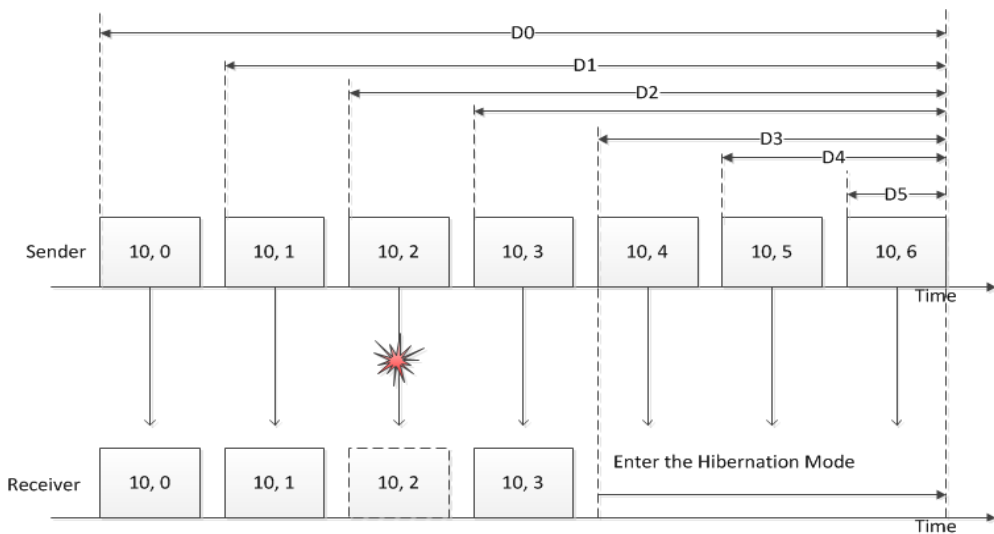


Fig. 6. The example of proposed transmission scheme.

필드 값인 3이 예상 프래그먼트의 프래그먼트 넘버 2보다 크기 때문에 MSDU 구분자가 10인 MSDU의 프래그먼트가 손실된 것으로 판단한다. 와이미디어 디바이스는 MSDU의 프래그먼트가 손실되었기 때문에 수신된 MSDU의 프래그먼트로부터 Duration 필드를 확인하고 Duration 필드에 설정된 시간 정보 (D3)를 확인한다. 와이미디어 디바이스는 D3 시간 동안 전력 모드를 활성 모드에서 동면 모드로 전환하여 불필요한 전력 소모를 줄인다. 또한, 와이미디어 디바이스는 D3 시간이 경과되면 그 다음 MSDU를 수신하기 위해 전력 모드를 동면 모드에서 다시 활성 모드로 전환한다.

4. 제안하는 전송 기법의 성능 분석

본 논문에서 제안하는 에너지 효율적인 전송 기법이 기존에 제안된 와이미디어 프로토콜보다 성능이 향상됨을 제시하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

시뮬레이션은 1000초 동안 수행하였으며, 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 같다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 적용하는 어플리케이션은 IPTV(Internet Protocol Television) 셋톱박스에서 HDTV(High Definition Television)로 멀티미디어 데이터를 무선으로 전송하는 어플리케이션을 고려하였다. 사용자가 셋톱박스를 켜고 IPTV 프로그램을 실행한다면, 셋톱박스는 멀티미디어 데이터를 HDTV로 전송을 시작할 것이다. 멀티미디어 데이터의 비디오 소스는 MPEG-4 스트림을 RTP(Real-Time Transport Protocol) 프로토콜을 이용하여 전송하며, 표 2는 MPEG-4 스트림의 token bucket TSPEC(Traffic Specification)을 보여준다[8-11].

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Parmeter	Value
Transmission Power	-41.3dB/Mhz
Bandwidth	528Mhz
Symbol Length	312.5ns
Preamble Length	9.375us
Header Length	3.75us
SIFS	10us
MISF	1.875us

표 2. Token Bucket TSPEC of MPEG-4 Stream

Mean Data Rate	4.13 Mbps
Peak Data Rate	14.8 Mbps
Maximum Burst Size	131350 bytes
Maximum Packet Size	1490bytes
Maximum allowable delay	64ms

그림 7은 제안하는 기법과 기존의 와이미디어 표준의 평균 지연시간을 보여주고 있다. 본 실험에서 프레임의 길이는 2048 바이트로 고정시켰으며, 데이터 전송속도는 와이미디어 표준에서 지원하는 기본 속도인 48.8Mbps로 설정하였다. 제안하는 알고리즘과 와이미디어 표준의 평균 지연시간은 거의 유사하다. 이는 제안하는 알고리즘과 와이미디어 표준 모두가 프래그먼트 손실일 발생한 MSDU를 폐기시키고 다시 MSDU를 수신하기 때문에, 성능상의 차이가 없다. 또한, 주변에 통신을 하는 디바이스가 많아질수록 경쟁으로 인하여 평균지연시간이 증가하지만, 최대 지연시간은 제안하는 기법은 43.1ms, 와이미디어 표준은 42.7ms로 측정되었다. 측정된 최대지연시간은 MPEG-4 스트림의 token bucket TSPEC에서 정의된 최대 허용 지연시간을 벗어나지 않는다. 제안하는 알고리즘은 경쟁이 심한 네트워크 환경에서도 MPEG-4 스트림의 기준을 충족하기 때문에 IPTV 어플리케이션에 적합하다 볼 수 있다.

그림 8은 멀티미디어 서버로 설정된 와이미디어 디바이스로부터 멀티미디어 스트리밍 데이터를 수신하는 와이미디어 디바이스의 에너지 소모를 보여

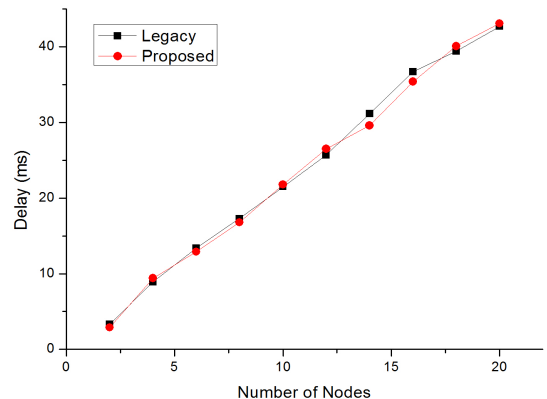


Fig. 7. Delay time according to number of device in WiMedia network.

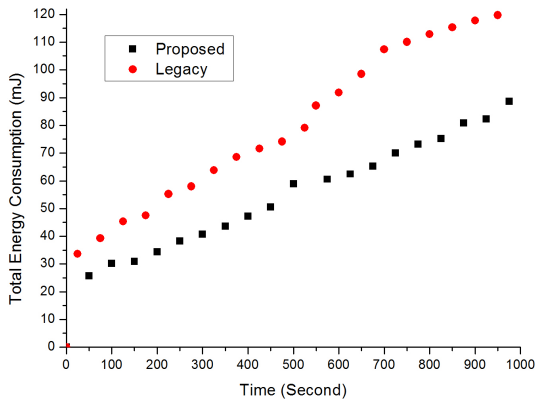


Fig. 8. Energy consumption according to operation time of WiMedia device.

주고 있다. 실험 결과, 제안하는 기법을 사용하는 디바이스의 에너지 소모는 기존 와이미디어 표준을 사용하는 디바이스의 에너지 소모보다 최소 28.8%, 최대 36.7% 더 작다는 것을 확인할 수 있다. 이는 제안하는 기법이 프래그먼트의 손실을 감지할 경우 디바이스의 전력모드를 저전력 모드로 전환하기 때문에, 의미없는 데이터 수신으로 인한 불필요한 에너지 소모를 줄일 수 있기 때문이다.

그림 9는 전체 와이미디어 네트워크의 에너지 소모를 보여주고 있다.

제안하는 기법의 경우 네트워크 내의 디바이스 수가 증가할수록 에너지 소모가 감소하는 것을 볼 수가 있다. 실험결과, 제안하는 기법은 기존의 와이미디어 표준보다 에너지 소모가 최대 30% 절감되는 것을 확인할 수 있다. 이는 네트워크 내의 디바이스 수가

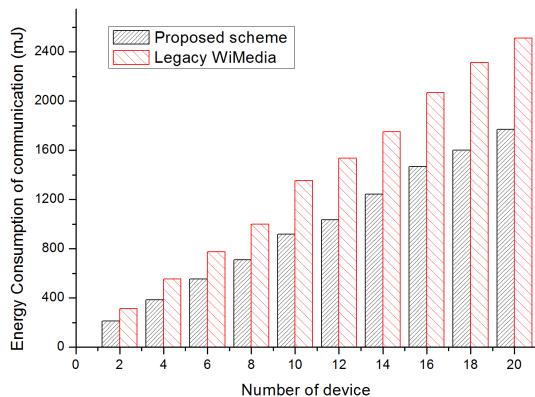


Fig. 9. Energy consumption according to number of device in WiMedia network.

증가하게 되면, 프래그먼트의 손실 또한 증가하게 되는데, 제안하는 기법의 경우, 저전력 모드로 전환되기 때문에 불필요한 에너지의 소모가 감소하게 된다. 제안하는 전송기법은 기존의 와이미디어 표준보다 더 뛰어난 성능을 보여준다.

5. 결 론

본 논문에서는 와이미디어(WiMedia) 통신네트워크용 분산 매체접근제어 프로토콜의 에너지 효율을 높이기 위한 멀티미디어 전송 기법을 제안하였다. 제안하는 와이미디어 디바이스의 멀티미디어 데이터 전송 기법은, MSDU의 프래그먼트가 손실된 경우 와이미디어 디바이스의 불필요한 전력 소모를 줄일 수 있다. 특히, 등시성 데이터 전송이 요구되는 멀티미디어 스트리밍 어플리케이션에서 발생하는 프래그먼트의 손실의 경우 송신측 와이미디어 디바이스에서 설정된 시간 정보를 기초로 해당 데이터가 전송되는 동안 수신 디바이스는 저전력 모드로 전환하기 때문에, 와이미디어 디바이스의 불필요한 전력 소모를 줄일 수 있으며, 네트워크 전체 수명을 증가시킬 수 있다. 또한, 제안하는 알고리즘은 수신 디바이스가 다음 프래그먼트의 수신 시간을 예측할 수 있기 때문에, 멀티미디어 데이터의 버퍼링을 용이하게 한다. 시뮬레이션 결과를 통하여 제안하는 알고리즘이 기존의 와이미디어 프로토콜과 비교하여 에너지 소모와 지연시간의 측면에서 보다 향상된 성능을 보여주는 것을 확인하였다.

REFERENCE

[1] J.P. Pavon, N.S. Shankar, V. Gaddam, K. Challapali, and C. Chou, "The MBOA-WiMedia Specification for Ultra Wideband Distributed Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 44, No. 6, pp. 128-134, 2006.

[2] V.M. Vishnevsky, A.I. Lyakhov, A.A. Safonov, S.S. Mo, and A.D. Gelman, "Study of Beaconing in Multi-Hop Wireless PAN with Distributed Control," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 7, No. 1, pp. 113-126, 2008.

[3] C-T. Chou, J.P. Pavon, and N.S. Shankar, "Mobility Support Enhancements for the WiMedia UWB MAC Protocol," *Proceeding of International Conference on Broadband Networks*, pp. 136-142, 2005.

[4] WiMedia Alliance, *Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks*, MAC Specification Release 1.5, 2009.

[5] S-B. Lee, K. Hur, D-S. Eom, and Y-I. Joo, "A Bridge-Station Packet Marker for Performance Improvement of DiffServ QoS in WiMedia WLP-based Networks," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 13, No. 5, pp.740-753, 2010.

[6] J-W. Kim, Y-W. Lee, and S-R. Lee, "Performance Evaluation of Distributed Cooperative MAC Protocol Algorithm for Enhancing Multimedia QoS of WiMedia Communication Network," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 516-525, 2012.

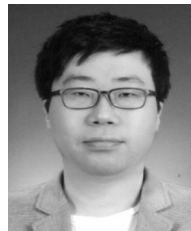
[7] USB Implementers Forum, *Wireless Universal Serial Bus Specification*, Revision 1.1, 2010.

[8] J. Wroclawski, *Specification of the Controlled-load Network Element Service*, IETF RFC 2211, 1997.

[9] S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, *Specification of Guaranteed Quality of Service*, IETF RFC 2012, 1997.

[10] S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, *General Characterization Parameters for Integrated Service Network Elements*, IETF RFC 2215, 1997.

[11] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, *A Transport Protocol for Real-Time Applications*, IETF RFC 3550, 2003.



김진우

2011년 8월 고려대학교 전자공학과 박사
 2011년~현재 목포대학교 정보산업연구소(대학중점연구소) 연구교수
 관심분야: 해양IT융합기술, WPAN, IoT, Vehicular Network



이성로

1987년 2월 고려대학교 전자공학과 학사
 1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1996년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사

1997년~현재 목포대학교 정보전자공학과 교수
 관심분야: Digital Communication System, 위성통신, 해양텔레매틱스, USN