

와이미디어 통신네트워크의 멀티미디어 QoS 개선을 위한 분산협력방식 MAC 프로토콜 성능분석

김진우^{*}, 이연우^{**}, 이성로^{***}

요 약

본 논문에서는 와이미디어(WiMedia) 통신네트워크용 분산협력적 매체접근제어 프로토콜(D-MAC)의 멀티미디어 서비스 QoS를 개선하기 기법을 제안하였다. D-MAC방식은 고속 WPAN시스템에 적용하기 위한 것으로 기존에 제안된 중앙집중적 방식인 IEEE 802.15.3 프로토콜과 달리 모든 디바이스 장치들이 자원을 분산적 예약이 가능하게 하는 방식이다. 본 논문에서는 기존의 WiMedia 프로토콜에서는 채널의 링크 상태 변화를 적절하게 대처하지 못하여 발생하는 멀티미디어 QoS 감소문제를 해결하는 분산협력방식 DMAC 프로토콜 기법을 제안하여 성능을 분석하였다.

Performance Evaluation of Distributed Cooperative MAC Protocol Algorithm for Enhancing Multimedia QoS of WiMedia Communication Network

Jin-Woo Kim^{*}, Yeonwoo Lee^{**}, Seong Ro Lee^{***}

ABSTRACT

In this paper, an efficient technique for enhancing the QoS of multimedia service for an WiMedia network applying distributed cooperative medium access (D-MAC) protocol is proposed. D-MAC protocol has been proposed to support high-rate Wireless Personal Area Networks (HR-WPANs) by the WiMedia Alliance. Unlike the centralized IEEE 802.15.3 MAC, the D-MAC UWB specified by WiMedia supports all devices to be self-organized and removes the SOP (Simultaneous Operating Piconet) problem, i.e., packet collisions between overlapped piconets in the centralized IEEE 802.15.3 MAC. However the WiMedia D-MAC can't prevent reduce the throughput degradation occurred by mobile nodes with low data rate. Therefore, a distributed cooperative MAC protocol for multi-hop UWB network is proposed in this paper. The proposed technique can intelligently select the transmission path with higher data rate to provide real-time multimedia services with minimum delay, thus enhances QoS of multimedia service.

Key words: WiMedia(와이미디어), HR-WPAN(high rate wireless personal network)(고속 WPAN), distributed MAC(분산 MAC), QoS

※ 교신저자(Corresponding Author): 이연우, 주소: 전남 무안군 청계면 도림리 61, 목포대학교 정보통신공학과(534-729), 전화: 061)450-2745, FAX: 061)450-6470, E-mail: ylee@mokpo.ac.kr

접수일: 2012년 1월 2일, 수정일: 2012년 1월 28일

완료일: 2012년 1월 28일

^{*} 준회원, 목포대학교 정보산업연구소(대학중점연구소) 전임연구원(E-mail: jjin300@gmail.com)

^{**} 정회원, 목포대학교 정보통신공학과 부교수

^{***} 정회원, 목포대학교 정보전자공학과 교수
(E-mail: srlee03@mokpo.ac.kr)

※ 본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022980). 본 논문은 2009년 목포대학교 교내연구비(학술지원사업) 지원에 의하여 연구되었음.

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 UWB는 저 전력이며 소형이라는 장점을 갖고 있기 때문에, 다양한 어플리케이션에서 장치 간 연결을 제공하기 위한 새로운 기술로 각광을 받고 있다[1,2]. 현재 진행되고 있는 WPAN에 관한 연구들을 살펴보면, MAC 프로토콜을 크게 2가지 방식으로 구분하고 있다. 그 중 하나는 IEEE 802.15.3과 같은 중앙 집중 방식의 MAC 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, 이러한 중앙 집중 방식은 심각한 문제를 초래할 수 있다. PNC가 피코넷에서 사라질 경우, 새로운 PNC를 선출하는 동안 많은 시간과 에너지를 낭비할 수 있고, PNC의 재 선출하는 기간 동안 모든 데이터 통신에 대한 QoS를 보장할 수 없다.

WiMedia 연합은 WPAN을 위한 UWB 기반의 Distributed Medium Access Control (D-MAC) 프로토콜을 발표하였다[3]. WiMedia D-MAC 프로토콜은 저전력, 고속의 데이터 전송속도, 분산적 매체 접근 방식으로 인해 홈 네트워크에 적합한 통신 링크를 제공할 수 있다. IEEE 802.15.3과 반대로, D-MAC 프로토콜은 모든 디바이스가 같은 기능을 갖고 있으며, 스스로 네트워크를 형성하고 모든 디바이스들이 다른 디바이스들에게 채널을 할당하고 데이터를 전송하고 분산적인 방식으로 동기화를 수행한다. 이러

한 D-MAC 프로토콜의 특징은 무선 mesh 네트워크에도 적용시킬 수 있다는 장점이 된다. 참고문헌 [4]에서는 CoopMAC과 rDCF 예약 분산프로토콜은 낮은 데이터 전송속도를 갖는 이동장치로 인해 발생하는 수율의 저하를 줄이기 위해 제안 되었다. 하지만 기존의 cooperative 프로토콜들은 대부분 1-홉 네트워크만을 고려하였기 때문에, 멀티 홉 환경에서 모바일 디바이스나 다수의 장치로부터의 데이터 전송에 의해 발생하는 간섭 문제를 고려하지 않았다. 또한, 이들 프로토콜들은 경쟁 방식의 MAC 프로토콜이기 때문에, 실시간 데이터 전송이 필요한 멀티미디어 스트리밍과 같은 서비스에는 적합하지 않다.

본 논문에서 멀티홉 UWB 네트워크를 위한 분산적인 cooperative MAC 프로토콜을 제안한다. 제안하는 프로토콜은 WiMedia 장치들 사이에서 측정되는 채널 상태정보들을 이용하여, 보다 높은 전송속도를 갖는 전송 경로를 선택하기 때문에, 최소의 지연을 갖는 실시간 멀티미디어 전송 서비스를 제공할 수 있다. 또한 멀티 홉 환경에서 이동하는 디바이스나 데이터 전송을 수행하는 다수의 장치들에 의해 발생하는 간섭을 회피하는 분산적 릴레이 선택 기법을 제안한다.

2. WiMedia 시스템 모델

2.1 WiMedia MAC 프로토콜의 구조

WiMedia MAC 프로토콜은 슈퍼프레임이라는 시간 단위로 동작하며, 슈퍼프레임은 총 256개의 타임 슬롯으로 나뉘어 있다. 이 타임 슬롯을 medium access slot (MAS)라고 부르며, 하나의 MAS의 길이는 256us이다. 그림 1은 WiMedia MAC 프로토콜의 구조를 보여주고 있다.

그림 1에서 각 슈퍼프레임은 비컨 주기 (BP)부터

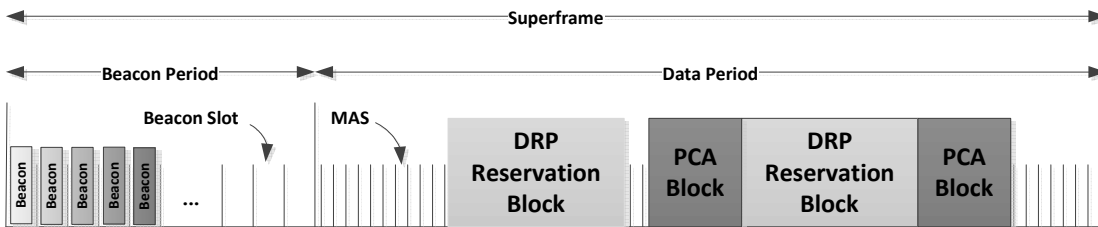


그림 1. WiMedia MAC 프로토콜의 슈퍼프레임의 구조

시작한다. BP는 비컨 슬롯들로 구성되며, 각 디바이스는 서로 중복되지 않는 비컨 슬롯을 선택하여, 자신의 비컨을 전송한다. BP를 제외한 슈퍼프레임내의 나머지 MAS들은 데이터를 전송하기 위해 사용된다. 데이터를 전송하기 위해 사용되는 MAS를 데이터 구간이라고 부르며, 이 데이터 구간은 크게 두 가지 타입으로 분류된다. 하나는 경쟁 기반의 프로토콜이 적용되며, 나머지 하나는 예약 방식의 프로토콜이 적용된다. 경쟁 방식의 프로토콜은 Prioritized Contention Access (PCA)라고 부르며, IEEE 802.11e와 유사하게 트래픽에 여러 개의 우선순위를 부여하여 QoS를 보장하는 방식을 사용한다. PCA는 CSMA/CA 방식을 사용하며, 각각의 트래픽에 네 개의 카테고리 부여하여, 트래픽의 차별화를 시도하였다. 또한 네 가지 카테고리에 우선순위를 적용하여, 총 7개의 우선순위로 트래픽을 구분할 수 있다.

예약 기반의 프로토콜은 Distributed Reservation Protocol (DRP)라고 부른다. DRP는 디바이스들이 한 개 이상의 이웃 디바이스들과 통신하기 위해 하나 이상의 MAS를 예약할 수 있도록 하였다. DRP를 사용하는 모든 디바이스들은 자신의 비컨에 DRP IE를 포함하여 주변 디바이스들의 자신의 DRP 사용을 알 수 있도록 한다. DRP는 비경쟁 방식이기 때문에, 실시간 스트리밍과 같은 등시적 트래픽에 QoS를 보장할 수 있다는 장점을 갖고 있다. DRP에 의해 예약된 MAS는 예약이 유지되는 동안 DRP 예약 협상을 한 디바이스 외의 다른 디바이스가 사용할 수 없다. DRP 예약을 하고자 하는 디바이스는 이웃 디바이스들과 MAS를 예약하기 위한 협상을 할 수 있다. 이때, 예약과정을 중앙에서 통제할 디바이스가 존재하지 않고, 예약을 시도하는 디바이스들끼리 개별적으로 예약과정을 조절한다. MAS를 예약할 때는 다른 디바이스가 사용하지 않는 MAS만을 예약할 수 있으며, DRP를 사용하는 모든 디바이스들은 자신의 DRP 사용을 주변에 알리기 위해 자신의 비컨에 DRP IE를 포함시킨다.

2.2 Block Acknowledgement(B-ACK)

WiMedia MAC 프로토콜은 세 종류의 acknowledgement 기법은 no acknowledgement (No-ACK), immediate acknowledgement (Imm-ACK) and block acknowledgement (B-ACK)이다. 이 중 Imm-

ACK는 멀티미디어 스트리밍과 같이 트래픽이 많을 경우 오버헤드가 커진다는 단점이 있어 B-ACK 기법이 제안되었다 [5-7]. B-ACK 기법은 전송 디바이스는 다수의 프레임을 보내며 수신 디바이스는 어떤 패킷을 수신하였으며, 어떤 패킷을 재전송해야 하는지에 대한 정보를 하나의 ACK 프레임에 포함시켜 전송한다. 이와 같은 방식으로 전송하는 ACK 프레임의 수를 줄일 수 있기 때문에 오버헤드도 크게 줄일 수 있기 때문에 본 논문에서도 B-ACK 방식을 적용한다.

3. 제안하는 WiMedia 분산협력 MAC 프로토콜 알고리즘

본 논문에서 제안하는 WiMedia 분산협력 프로토콜 알고리즘은 새로운 자원 예약 과정과 릴레이 선택 기법을 토대로 제안한다.

3.1 분산협력 MAC 프로토콜의 릴레이 선택기법

WiMedia 스펙은 이웃 노드들의 전송 속도와 전송 파워에 대한 정보를 제공하는 Link Feedback IE를 제공하고 있다. 모든 디바이스들은 자신의 비컨에 Link Feedback IE를 포함시키기 때문에, 데이터 프레임을 릴레이할 수 있는 잠재적인 릴레이 노드들 선택하기 위해 Link Feedback IE를 사용할 수 있다. 그림 2는 Link Feedback IE의 포맷이다.

그림 2에서 DevAddr 필드는 링크 정보를 요청하는 소스노드의 주소를 설정한다. The Transmit Power Level Change 필드는 수신 노드가 소스 노드에게 권장하는 전송 파워 레벨이 달라질 경우 그 변화량을 설정한다. Data Rate 필드는 소스 노드가 사용하도록 수신노드가 권장하는 전송 속도를 설정한다. 이웃 디바이스와 타겟 디바이스 사이의 전송속도에 대한 모든 정보를 수집한 후 소스 디바이스는 최단 시간이 걸리는 전송 기법을 선택한다. 본 논문에서 그림 3에 도시한 바와 같이 direct transmission (DT), relay transmission (RT), cooperative transmission (CT) 세가지 전송기법을 사용한다.

그림 3를 보면, 소스 노드 S_1 과 목적지 노드 D_1 사이의 링크 상태가 좋다면, DT가 적용된다. S_1 과 D_1 사이의 링크 상태가 좋지 않고, 중간 노드 R_1 의 링크 상태가 좋다면, R_1 이 릴레이 노드로 선택되며, 전송

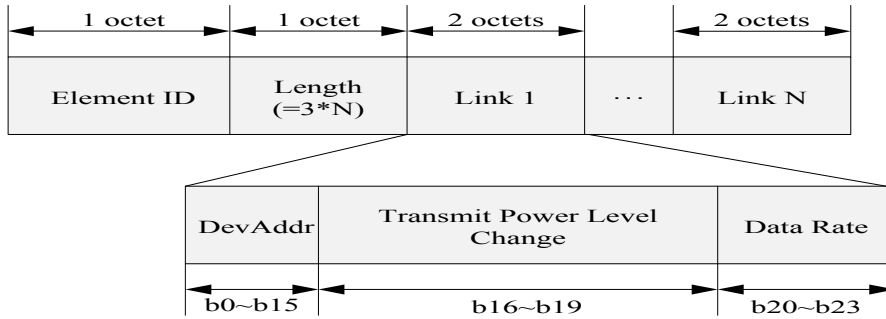


그림 2. Link Feedback IE의 포맷

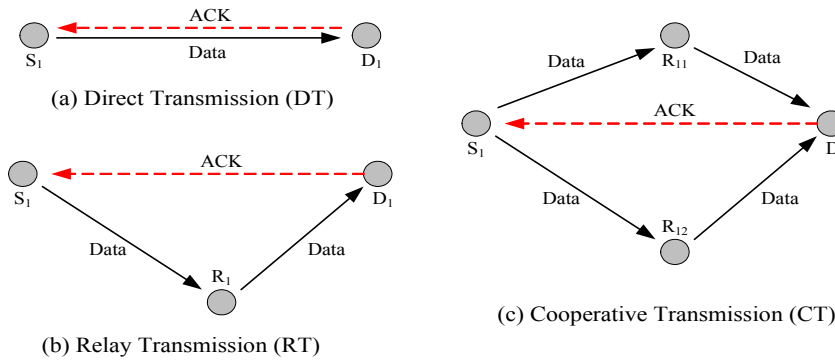


그림 3. 세 가지 cooperative transmission (CT) 기법

기법으로 RT가 적용될 것이다. 또한, S₁과 D₁ 사이의 링크 상태가 나쁘고, 인접 노드인 R₁₁과 R₁₂의 링크 상태가 좋다면, R₁₁과 R₁₂가 릴레이 노드로서 선택되며, DSTBC(distributed space-time block coding)를 이용하여 D₁에게 데이터 프레임들을 보낼 것이다. 전송 기법을 결정하기 위해 소스 노드는 소스에서 목적지 노드까지 데이터 프레임들을 전송하기 위해 필요한 총 시간을 계산해야 한다. 전송에 필요한 총 시간은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{DT} = \frac{N_f \cdot 8L_h}{R_{min}} + \frac{N_f \cdot 8L_p}{R_{direct}} + (N_f - 1) \cdot T_{MISF} + T_{SIFS} \quad (1)$$

$$T_{RT} = 2 \cdot \frac{N_f \cdot 8L_h}{R_{min}} + \frac{N_f \cdot 8L_p}{R_{SR}} + \frac{N_f \cdot 8L_p}{R_{RD}} + 2 \cdot \{(N_f - 1) \cdot T_{MISF} + T_{SIFS}\} \quad (2)$$

$$T_{CT} = 2 \cdot \frac{N_f \cdot 8L_h}{R_{min}} + 2 \cdot \frac{N_f \cdot 8L_p}{\min(R_{SR}, R_{RD})} + 2 \cdot \{(N_f - 1) \cdot T_{MISF} + T_{SIFS}\} \quad (3)$$

여기서 N_f는 데이터 프레임의 수를 의미하며, L_h와 L_p는 MAC 프레임의 헤더와 페이로스의 크기를 의미한다. 또한 R_{min}은 WiMedia의 물리 계층에 의해

지원되는 최소의 전송속도를 의미하며, R_{direct}는 소스와 목적지 노드 사이의 직접 통신할 경우의 전송속도를 의미한다. R_{SR}과 R_{RD}는 소스와 릴레이, 릴레이와 목적지 노드 사이의 전송속도를 의미한다. T_{SIFS}와 T_{MISF}는 WiMedia 표준에서 정의한 프레임간 시간 간격이다. DSTBC 기법은 수신 노드가 데이터 프레임을 결합할 수 있도록 같은 변조 방식과 같은 전송속도로 데이터를 전송하기 때문에, 릴레이 노드들은 서로 같은 전송속도로 데이터를 전송해야 한다. 소스 노드가 목적지 노드에게 데이터 프레임을 전송하기 위해 MAS를 예약하기 전에, 우선 전송 시간을 줄일 수 있는 전송 기법을 선택해야 한다. 소스 노드와 목적지 노드사이의 링크 상태가 좋고, 릴레이 노드를 경유하는 전송시간과 직접 통신하는데 걸리는 시간과 차이가 없다면, 직접 통신을 적용한다 (T_{DT} > max(T_{CT}, T_{RT})). 만일 직접 통신보다 릴레이 노드를 경유하여 목적지 노드에게 데이터를 전달하는데 필요한 시간이 더 짧다면, RT나 CT가 적용된다. T_{CT}가 T_{RT}보다 같거나 크다면 CT가 적용되고, 그렇지 않다면, RT가 적용된다. 일단 소스노드가 전송 기법

Element ID	Length (=32)	Resource Allocation Bitmap
1 octet	1 octet	0~32 octets

그림 4. Resource Allocation IE의 포맷

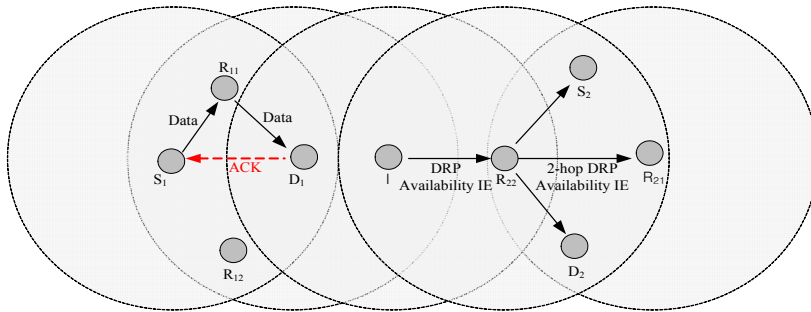
을 결정한다면, 소스 노드는 DRP 예약 협상을 시작한다.

3.2 분산협력 MAC 프로토콜에서 간섭과 이동성을 고려한 채널 선택방식

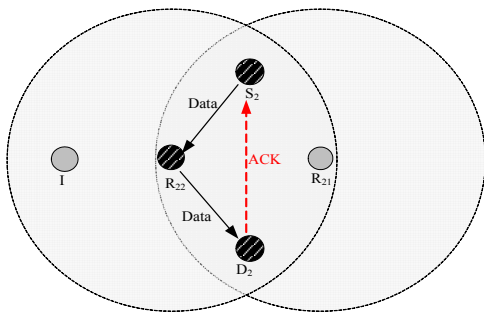
본 논문에서는 통신 범위내의 이웃한 모든 노드들로부터 수집한 DRP IE와 DRP Availability IE를 이용하여 생성하는 새로운 Resource Allocation IE를 제안한다. 그림 4에 표현된 Resource Allocation IE는 256비트 길이의 Resource Allocation Bitmap 필드를 포함하며, 각각의 비트는 슈퍼프레임내의 MAS에 대응한다. 해당 채널이 디바이스로부터 3홉 거리의 다른 디바이스에 의해 사용된다면, 해당 비트는 1로 설정되고 아니면 0으로 설정된다.

WiMedia 노드들은 제안된 Resource Allocation IE를 통해 통신 범위 밖의 자원 이용 정보를 알 수 있기 때문에, 범위 밖 노드들이 이동이나 간섭으로부터 안전한 채널을 선택할 수 있다. 그림 5는 범위 밖 노드들로부터의 간섭과 이동성을 고려한 채널 선택의 시나리오를 보여주고 있다.

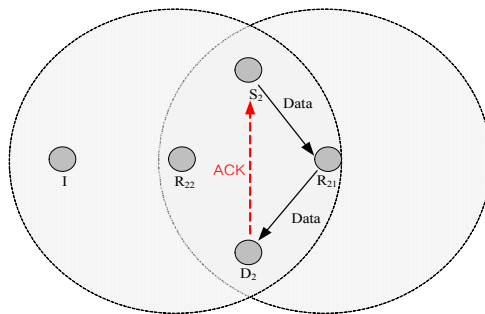
그림 5(a)를 보면, 소스 노드 S₂는 S₁과 D₁이 S₂의 통신 범위 밖에서 통신하고 있기 때문에, S₁과 D₁이 사용하는 자원에 대한 정보를 알 수 없다. S₂가 D₁의 이동이나 간섭을 고려하지 않고 릴레이 노드 R₂₂를 선택한다면, S₂와 D₂사이의 통신 성능이 크게 저하될 수 있다. 하지만, S₂가 S₁과 D₁에 의해 사용되고 있는 자원에 대한 정보를 알 수 있다면, S₂는 D₁에 의해 영향을 받지 않는 릴레이 노드를 선택할 수 있다. 그림 5(b)와 5(c)는 노드 D₁으로 부터의 간섭과 이동을 고려한 릴레이 노드와 채널 선택의 예를 보여주고 있다. 그림 5(b)를 보면, 릴레이 노드 R₂₂를 경유한 총 전송 시간이 릴레이 노드 R₂₁을 경유한 시간보다 더 적다면, 소스 노드 S₂는 릴레이 노드로 R₂₂를 선택하고 노드 R₁₁을 경유하는 데이터 전송에 의해



(a) The propagation of resource utilization information



(b) The example of resource selection considering mobility and interference



(c) The example of relay selection considering mobility and interference

그림 5. 디바이스의 이동성과 간섭을 고려한 채널 선택 사례

사용되는 자원과 중복되지 않는 자원을 예약할 것이다. 만일 릴레이 노드 R_{22} 를 경유한 총 전송시간이 릴레이 노드 R_{21} 을 경유한 총 전송 시간과 같거나 이용가능한 자원이 충분하지 않다면, S_2 는 릴레이 노드로 R_{21} 를 선택할 것이다.

3.3 분산협력 MAC 프로토콜에서 자원 예약방식

소스 노드가 DT를 선택하면, 소스 노드는 Wi-Mmedia 표준에 정의된 DRP 예약 협상 과정을 수행한다. 하지만, RT나 CT가 선택된다면 소스 노드는 CoopDRP IE를 생성한다. 그림 6은 CoopDRP IE의 포맷을 보였다. Reservation Type 필드는 예약의 타입을 설정하며, 표 1과 같이 설정된다.

표 1에서 설정 값 0~4는 WiMedia 표준에 의해 정의 되었으며, 우리는 CoopDRP IE를 위해 reserved value를 사용할 것이다. Stream Index 필드는 전송되는 데이터 프레임의 스트림을 가리킨다. Reason Code는 DRP 예약 요청이 성공했는지 여부를 가리키기 위해 타겟 디바이스에 의해 사용된다. Reservation Status 비트는 자원 예약 과정의 상태를 보여주며, DRP 자원 예약이 협상중이거나 충돌이

발생할 경우, Reservation Status 비트는 0으로 설정된다. Owner 비트는 CoopDRP IE를 보내는 디바이스가 소스 노드일 경우 1로 설정된다. Conflict Tie-breaker 비트는 CoopDRP IE를 생성할 때, 랜덤 값으로 설정한다. Unsafe 비트는 DRP 예약 요청이 예약할 수 있는 한계를 넘어설 경우 1로 설정된다. Link Feedback Type 필드는 노드가 제공하는 link feedback의 형태와 포맷을 가리킨다. Priority 필드는 멀티미디어 스트리밍과 같은 어플리케이션의 QoS를 보장하기 위한 우선순위를 가리킨다. Offset 필드는 목적 노드를 위해 예약된 MAS의 시작지점을 가리킨다. Relay DevAddr 필드는 릴레이 노드의 주소를 가리킨다. 전송 기법이 RT일 경우, Relay DevAddr 2 필드는 제거된다. DRP Allocation 필드는 RT나 CT를 위해 예약된 MAS에 대한 정보를 포함한다.

CoopDRP IE를 생성한 후에, 소스 노드는 자신의 비컨에 CoopDRP IE를 포함하여 이웃 노드들에게 브로드 캐스트한다. CoopDRP IE를 수신한 릴레이 노드와 목적지 노드는 수신한 CoopDRP IE의 Owner bit를 0으로 설정한다. 만일 자원 예약 요청을 다른 디바이스들이 사용하는 자원과 중복으로 인해 받아들일 수 없다면, Reservation Status 비트를 0으로 설정하고 Reason Code를 'Conflict'로 설정한다. 소스 노드가 요청한 자원예약이 노드의 범위 밖에 위치한 디바이스에 의해 사용되는 자원과 중복된다면, Reason Code를 Warning으로 설정한다. 그 후, 릴레이 노드와 목적지 노드는 DRP Availability IE 와 Resource Allocation IE를 자신의 비컨에 포함시켜 전송한다. CoopDRP IE, Availability IE, Resource Allocation IE를 수신한 모든 디바이스들은 cooperative 통신과 관련된 디바이스들에 대한 정보를 인식하고, 예약된 자원을 제외한 나머지 자원들을 사용한

표 1. Reservation Type 필드 설정의 예

값	예약 형태
0	Alien BP
1	Hard
2	Soft
3	Private
4	PCA
5	Relay Transmission
6	Cooperative Transmission
7	Reinforcement

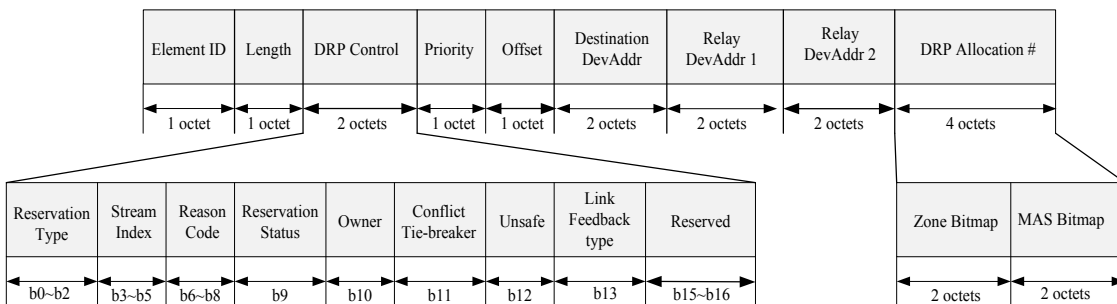


그림 6. CoopDRP IE의 포맷

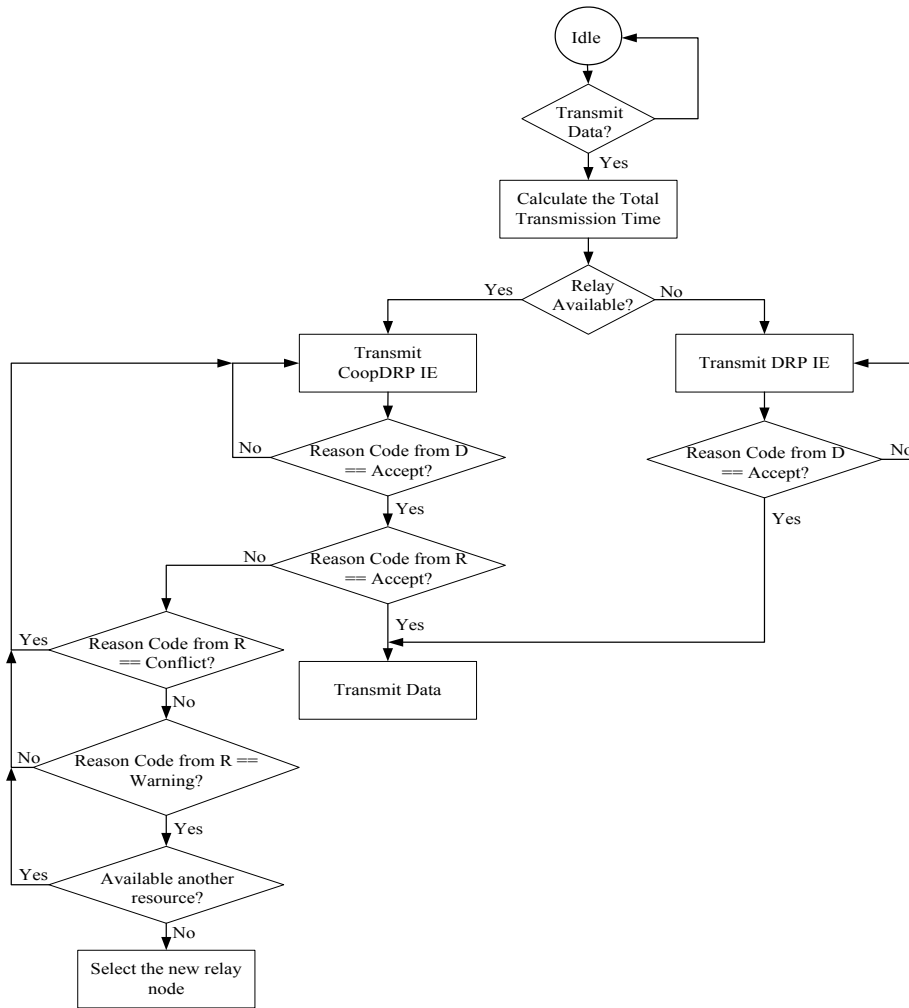


그림 7. 소스 노드의 자원 예약 순서도

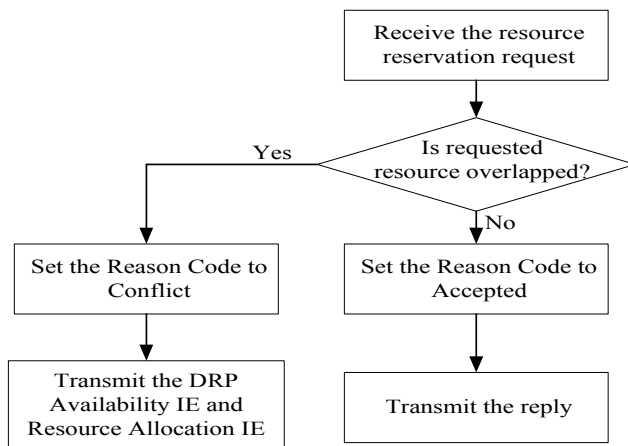


그림 8. 릴레이 노드의 자원 예약 순서도

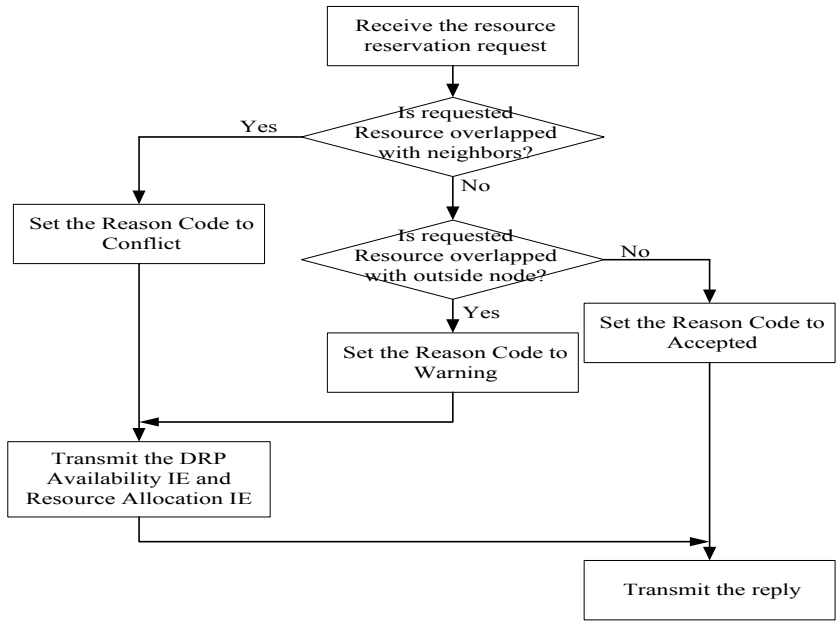


그림 9. 목적지 노드의 자원 예약 순서도

다. 소스노드가 DRP Availability IE와 Resource Allocation IE를 수신하면, 소스 노드는 중복되지 않는 자원을 다시 선택한다. 중복되지 않는 자원을 선택한 후, 소스 노드는 CoopDRP IE를 포함한 비컨을 전송한다. 자원 예약을 확정짓기 위해서, 소스 노드는 Reservation Status 비트를 1로 설정하여 비컨 프레임에 포함시킨다. DRP 자원 예약을 종료하기 위해서, 소스 노드는 CoopDRP IE를 비컨에서 제거한다. 그림 7, 8, 9은 소스 노드, 목적지 노드, 릴레이 노드의 자원예약 순서도를 보여주고 있다.

4. 제안한 분산협력방식 WiMedia MAC 프로토콜의 성능평가

본 절에서는 본 논문에서 제안하는 분산협력방식 기반의 WiMedia 프로토콜이 기존에 제안된 WiMedia 프로토콜보다 성능이 향상됨을 제시하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 실험의 보편타당성은 유지하면서 간단하게 구성하기 위하여 diversity gain인 D_{gain} 을 모든 변조기법에 대해 5dB라고 가정하였다. 시뮬레이션에서 소스 노드들은 항상 데이터 패킷을 전송하는 것으로 가정하였다. WiMedia 디바이스들은 53.3Mbps/160Mbps/480 Mbps의 3가지 전송속도를 이용해 데이터를 전송한다고

가정하였다. 시뮬레이션 성능평가 결과는 그림 10, 그림 11에 제시하였다. 그림 10에서는 잠재적인 릴레이 노드 수에 따른 수율(data throughput)을 보였다. 그림 11에서는 소스 노드와 목적지 노드의 거리는 20m로 설정하였으며, 전송하는 노드 쌍은 5로 설정하였다. 그림 10에서 보는 바와 같이 제안하는 알고리즘은 기존의 WiMedia 프로토콜보다 성능이 향상되었음을 보여주고 있다. 이러한 성능향상 이유는 제안한 프로토콜에서는 소스와 목적노드 사이의 링크상태가 좋지 못하여 낮은 전송 속도만을 지원하지 못할 경우, 높은

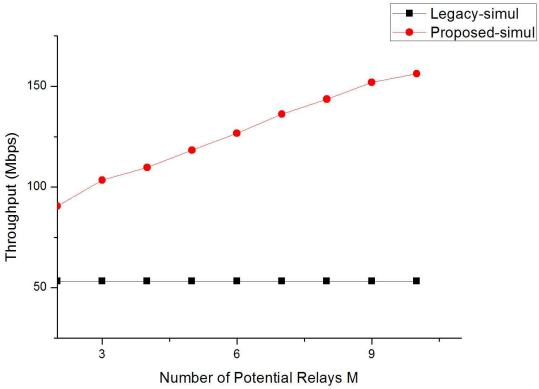


그림 10. 잠재적인 릴레이 노드 수에 따른 네트워크의 수율

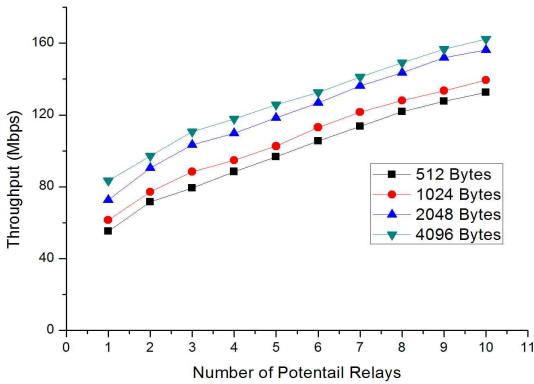


그림 11. 프레임 크기에 따른 네트워크 수율의 변화

전송속도를 지원하는 릴레이 노드를 거쳐 데이터를 전송할 수 있도록 하여 데이터 전송률을 높일 수 있기 때문이다. 또한 제안하는 알고리즘은 잠재적인 릴레이 노드들의 spatial diversity를 이용할 수 있기 때문에 이웃 노드들이 많으면 많을수록 기존의 WiMedia 프로토콜과 비교할 때 더 높은 수율을 보여 줄 수 있다.

프레임의 크기는 전송 시간과 네트워크 수율에 영향을 미치는 큰 성능결정 파라미터이다. 본 논문에서 제안하는 프로토콜의 성능을 검증하기 위하여 프레임 크기에 따른 네트워크 수율의 변화를 그림 12에 보였다. 그림 11을 보면 프레임의 크기가 커지면 커질수록 수율도 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이것은 BER을 더 작은 값으로 설정했기 때문이다. 낮은 BER에서는 페이로드가 클수록 더 많은 비트를 전송할 수 있지만 프레임의 크기가 커지면 BER과 더불어 프레임 에러율도 증가할 수 있기 때문이다.

5. 결 론

본 논문에서는 와이미디어(WiMedia) 통신네트워크용 분산협력적 매체접근제어 프로토콜(D-MAC)의 멀티미디어 서비스 QoS를 개선하기 기법을 제안하였다. 특히 제안된 프로토콜에서는 멀티 홉 UWB 네트워크를 위한 분산적 cooperative MAC 프로토콜 기법으로 WiMedia 디바이스들 사이의 채널 정보를 이용하여 보다 높은 전송속도를 갖는 전송경로를 선

택할 수 있게 한다. 또한 제안한 릴레이 선택기법은 멀티 홉 네트워크 환경에서 노드의 이동으로 인해 발생할 수 있는 간섭이나 충돌을 회피할 수 있다. 시뮬레이션 결과를 통하여 제안하는 알고리즘이 기존의 WiMedia 프로토콜과 비교하여 수율과 지연시간의 측면에서 보다 향상된 성능을 보여주는 것을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] WiMedia MAC Release Spec. 1.01, *Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks*, (<http://www.wimedia.org/en/index/asp>), 2006.

[2] 이승범, 허경, 엄두섭, 주양익, “WiMedia WLP 망에서의 DiffServ QoS 성능 향상을 위한 Bridge-Station 패킷 Marker,” 한국멀티미디어 학회논문지, Vol.13, No.5, pp. 740-753, 2010.

[3] Mohammad Siam, Marwan Krunz, and Ossama Younis, “Energy-Efficient Clustering/Routing for Cooperative MIMO Operation in Sensor Networks,” *Proc. IEEE INFOCOM'09*, pp. 621-629, 2009.

[4] H. Zhu and G. Cao, “rDCF: A Relay-Enabled Medium Access Control Protocol for Wireless ad Hoc Networks,” *IEEE Trans. Mobile Comput.*, Vol.5, No.9, pp. 1201-1214, 2006.

[5] T. Guo and R. Carrasco, “CRBAR: Cooperative Relay-Based Auto Fate MAC for Multirate Wireless Networks,” *IEEE Trans. Wireless Commun.*, Vol.8, No.12, pp. 5938-5947, 2009.

[6] H. Shan, P. Wang, W. Zhuang, and Z. Wang, “Cross-layer Cooperative Triple Busy Tone Multiple Access for Wireless Networks,” *Proc. IEEE GLOBECOM'08*, pp. 1-5, 2008.

[7] B. Zhao and M.C. Valenti, “Practical Relay Networks: A Generalization of Hybrid-ARQ,” *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, Vol.23, No.1, pp. 7-18, 2005.



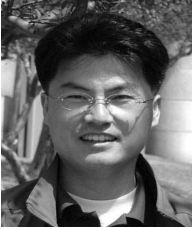
김진우

2007년 3월~2011년 8월 고려대학교 전자공학과 박사
2011년 9월~현재 목포대학교 정보산업연구소(대학중점연구소) 전임연구원
관심분야: 해양IT융합기술, WPAN, WBAN



이성로

1987년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업
1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
1996년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
1997년 9월~현재 목포대학교 공과대학 정보전공학과 교수
관심분야: 디지털통신시스템, 검출추정이론, 해양IT융합기술, 해양텔레매틱스



이연우

1994년 2월 고려대학교 전자공학과 석사
2000년 2월 고려대학교 전자공학과 박사
2000년 10월~2003년 12월 영국 Edinburgh 대학교 Research Fellow
2004년 1월~2005년 8월 삼성종합기술원
2005년 9월~현재 국립목포대학교 공과대학 정보통신공학과, 부교수
관심분야: 해양IT융합기술, e-Navigation, Cognitive Radio, 4G 이동통신