

WiMedia 분산시스템을 위한 이동성 지원 릴레이 전송 프로토콜

위성남, Ronesh Asnil Sherma, 이우용, Tushar Keshav, 박상혁, 이연우, 이성로

목포대

srlee@mokpo.ac.kr

Relay Transmission Protocol for Mobility Support in WiMedia Distributed MAC Systems

Sung Nam Wee, Ronesh Asnil Sherma, Woo Young Lee, Tushar Keshav, Sang Hyuk Park, Yeonwoo Lee, Seong Ro Lee

Mokpo National Univ.

요 약

본 논문에서는 UWB 기술 기반 WiMedia Distributed Medium Access Control (D-MAC) 프로토콜에서, 디바이스들의 이동성으로 인해 발생하는 Distributed Reservation Protocol (DRP) 예약 충돌 현상을 분석한다. 그리고 DRP 예약 충돌 시 발생하는 성능 저하를 감소시키기 위해 DRP Conflict Resolution 방식과 DRP 릴레이 통신 기술을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 DRP 릴레이 통신 프로토콜은 충돌대상 디바이스에게 예약된 자원을 유지할 수 있도록 Direct Link 뿐만 아니라, DRP 예약 충돌 시 릴레이 노드를 경유하여 또 다른 Indirect Link 링크를 빠르게 예약할 수 있는 분산적인 자원 예약 프로토콜을 제안한다.

1. 서론

현재 WiMedia D-MAC 표준 기술에서는 2홉 거리 간격을 갖는 디바이스들 간에는 DRP 예약 충돌이 없다. 그러나, 3홉 거리 간격을 갖는 DRP 통신 중인 디바이스가 2홉 거리 이내로 이동한 경우에 발생하는 DRP 예약 충돌은 고려되어 있지 않다. 이러한 3홉 범위의 DRP 충돌이 발생하게 되면, 충돌을 겪는 모든 DRP 예약 구간들 중 단지 하나의 DRP 예약 구간만이 예약된 DRP 구간을 유지하고, 나머지 DRP 예약들은 DRP 예약이 종료되어, DRP 예약 협상을 다시 시작해야 한다. 따라서, 현재 WiMedia D-MAC 표준 기술은 이동 디바이스 환경에서 이러한 3홉 범위의 빈번한 DRP 예약 충돌로 인해 채널 타임슬롯들을 낭비할 수 있고, 추가적인 송수신 전력을 DRP 예약 재협상 과정에서 소모할 수 있다. 이는 DRP 전송 시의 QoS 성능을 악화시킨다. 그러나, 현재 WiMedia D-MAC 표준 기술에서는 이러한 3홉 범위의 충돌을 방지하기 위한 기술이 정의되어 있지 않다[1].

본 논문에서는 WiMedia D-MAC 프로토콜에서, 디바이스들의 이동성으로 인해 발생하는 DRP 예약 충돌 현상을 분석한다. 그리고 DRP 예약 충돌 시 발생하는 성능 저하를 감소시키기 위해 DRP Conflict Resolution 방식과 DRP 릴레이 통신 기술을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 DRP 릴레이 통신 프로토콜은 충돌대상 디바이스에게 예약된 자원을 유지할 수 있도록 Direct Link 뿐만 아니라,

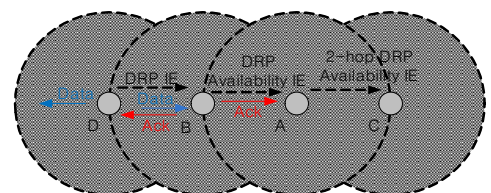
DRP 예약 충돌 시 릴레이 노드를 경유하여 또 다른 Indirect Link 링크를 빠르게 예약할 수 있는 분산적인 자원 예약 프로토콜을 제안한다.

2. 본론

본 논문에서는 3홉 범위의 Hidden DRP 예약 충돌을 해결하는 기술을 제안한다. 3홉 범위의 DRP 충돌이 발생하면, MAS의 중첩된 예약으로 채널이용효율이 심각하게 악화된다. 그러나, DRP Owner가 3홉 범위의 Hidden DRP 예약 정보를 알 수 있다면, 이러한 3홉 범위의 중첩된 MAS를 예약하는 것을 방지할 수 있다. 이를 위해 그림 1과 같이 새로운 2홉 DRP Availability IE를 제안한다.

Element ID	Length (=32)	2-hop DRP Availability Bitmap
1 octet	1 octet	0~32 octets

(a) The format of proposed 2-hop DRP Availability IE



(b) Propagation of 3-hop range DRP reservation information from DEV D to DEV C

그림 1. 제안된 2홉 DRP Availability IE의 포맷과 적용

이러한 새로운 2홉 DRP Availability IE를 사용할 때, 새로운 DRP 예약 협상 절차가 필요하다. DRP Owner 디바이스가 자신의 2홉 DRP Availability IE와 수신 디바이스의 2홉 DRP Availability IE 내에 포함된 정보에 따라 자신과 3홉 범위 안에서 충돌이 없는 MAS 슬롯 블록을 선택하는 과정이 추가되어 있다. 해당 MAS가 자신의 디바이스로부터 2홉 범위의 DRP 예약에 대해 예약 가능한 경우 그 비트는 1로 설정되고, 그렇지 않으면 0으로 설정된다. 그러나, 자신과 2홉 거리 범위에서는 DRP 예약이 가능하나 3홉 거리 범위에서 불가능한 경우라도 DRP 구간을 예약하여 전송할 수 있지만 디바이스의 이동이 발생할 경우 3홉 범위의 충돌이 발생할 수 있다. 반대로, 2홉 거리 범위와 3홉 거리 범위 모두에서 DRP 예약이 가능한 경우는 우선권이 더 높다고 할 수 있다. 전자의 경우와 후자의 경우를 구분하기 위해서 DRP IE 내의 DRP Control 필드에 새로운 Topology Information 비트를 정의하여 전자의 경우와 후자의 경우가 서로 충돌을 일으킨 경우 우선권을 보장하는 방식을 그림 2와 같이 제안하였다.

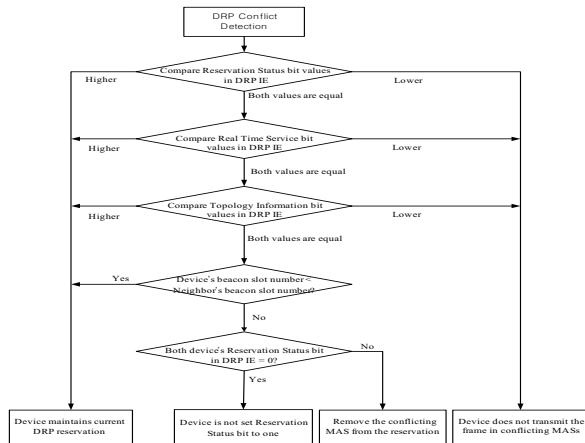


그림 2. 3홉 토폴로지 정보와 실시간트래픽 정보에 따른 DRP 충돌 해결 알고리즘

또한 본 논문에서는 디바이스들의 이동성으로 인해 발생하는 DRP 충돌 현상 분석을 바탕으로 DRP 예약 충돌을 회피하기 위해, 릴레이 통신 기술을 적용한 DRP 자원 예약 기술을 제안한다. WiMedia D-MAC 표준과의 완전한 호환성을 보장하기 위해, 제안된 릴레이 DRP 예약 기술은 DRP 표준 기술을 기본적으로 준수하며, 제안된 기술에서는 Relay Req, Relay Ntf, Relay Accepted 단지 3개의 Reason Code만을 추가한다.

제안된 방식의 성능 평가 결과는 ns-2 시뮬레이션을 통해 도출하였다. 네트워크 크기는 10제곱미터이며, 최대 20개의 디바이스들이 랜덤하게 위치한다.

그림 3은 3홉 Hidden DRP 예약들에 의한 L3-hop 슬롯 수에 따른 3홉 DRP 예약 충돌 확률의 변화를 나타낸다.

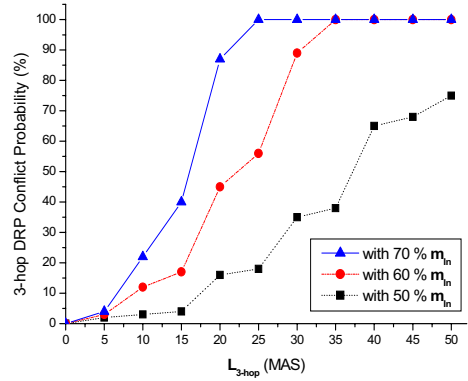


그림 3. 3홉 거리 범위 DRP 예약량에 따른 DRP 충돌확률

그림 3에서, L3-hop 슬롯 수가 증가함에 따라, 3홉 DRP 예약 충돌 확률이 급격하게 증가함을 알 수 있다. 이러한 결과는 3홉 DRP 충돌 확률이 L3-hop 슬롯 수에 의해 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 따라서, WiMedia D-MAC 기술을 발전시키기 위해서는 이러한 3홉 DRP 예약 충돌 문제를 심각하게 고려해야 함을 알 수 있다. 그림 4는 Conflict Resolution(CR)과 DRP 릴레이 방식을 적용한 경우에 따른 수율 성능을 나타낸다. 여기서 CR은 2홉 DRP Availability IE를 사용한 Conflict Prevention(CP)과 충돌 시 우선권 부여를 통한 Seamless CR 기법을 모두 적용한 것을 나타낸다. 그림 4의 결과를 분석하면, 3홉 Hidden DRP 구간을 예약한 디바이스들이 더 높은 mIn 확률로 이동할 경우 DRP 충돌이 증가함에 따라, 제안한 DRP 릴레이 통신 기술을 적용 효과가 증가함을 알 수 있다. 아울러, CR 기술과 더불어 제안한 DRP 릴레이 기술을 적용하여 디바이스들의 이동성이 증가하더라도 DRP 충돌로 인한 수율 성능 감소 현상을 더욱 완화할 수 있음을 알 수 있다.

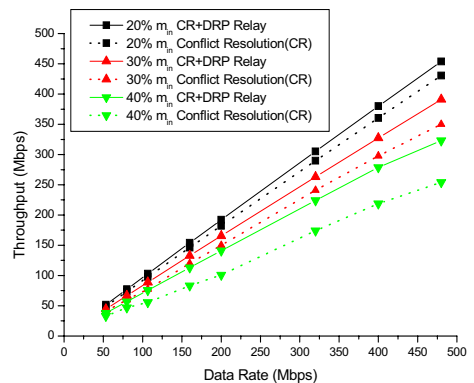


그림 4. Conflict Resolution과 DRP 릴레이 방식에 따른 수율 성능

III. 결론

본 논문에서는 WiMedia D-MAC 프로토콜에서, 3홉 거리 범위의 디바이스 이동성으로 인해 발생하는 DRP 예약 충돌 현상을 분석하여 DRP 예약 충돌 시 발생하는 성능 저하를 감소시키기 위해 DRP Conflict Resolution(CR) 방식과 DRP 릴레이 통신 기술을 제안하였다. 제안된 DRP 릴레이 통신 프로토콜은 충돌대상 디바이스에게 예약된 자원을 유지할 수 있도록 DRP 예약 충돌 시 릴레이 노드를 경유하여 또 다른 Indirect Link 링크를 빠르게 예약할 수 있는 각 디바이스에서 독립적으로 동작하는 분산적인 자원 예약 프로토콜을 제안하였다. 성능 평가 및 분석을 통해, CR 기술과 더불어 제안한 DRP 릴레이 기술을 적용하여 디바이스들의 이동성이 증가하더라도 DRP 충돌로 인한 수율 성능 감소 현상을 더욱 완화할 수 있음을 증명하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022980)

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2012-H0301-12-2005)

참 고 문 헌

- [1] J.-W. Kim, K. Hur, J. Park, and D.-S. Eom, "A Distributed MAC Design for Data Collision-Free Wireless USB Home Networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 55, no. 3, pp. 1337-1343, Aug. 2009.
- [2] IEEE 802.15.3, "Wireless Medium Access Control and Physical Layer Specification for High Rate Wireless Personal Area Networks," 2003,
- [3] WiMedia, "Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks," WiMedia MAC Release Specification 1.5, Dec. 2009.
- [4] WiMedia, "WiMedia Logical Link Control Protocol (WLP)," WiMedia WLP Specification Draft 1.0, Aug. 2007.
- [5] S. Kim, K. Hur, J. Park, D.-S. Eom, and K. Hwang, "A Fair Distributed Resource Allocation Method in UWB Wireless PANs with WiMedia MAC," Journal of Communications and Networks, Vol. 11, No. 4, pp. 375-383, Aug. 2009.
- [6] J.-W. Kim, K. Hur, J. Park, and D.-S. Eom, "A Distributed MAC Design for Data Collision-Free Wireless USB Home Networks," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 55, no. 3, pp. 1337-1343, Aug. 2009.