

IEEE 802.11 무선 랜에서의 토큰링 기반의 매체 접속 제어 프로토콜

이 은 국*, 이 승 형°

A Token-Ring-Based MAC Protocol in IEEE 802.11 WLANs

Eun Guk Lee*, Seung Hyong Rhee°

요 약

본 논문에서는 인프라스트럭처 네트워크에서 토큰링 기법을 활용하여 지연시간 절감과 성능향상을 달성하고자 한다. AP(Access Point)는 노드의 A-ID (Association-ID)를 ACK 프레임에 담아 순차적으로 전송함으로써 토큰 패싱 효과를 준다. 이는 매체접속에 필요한 시간을 최대한 단축시키고, 그에 따라 전송률 또한 향상시킨다. 또한, AP는 큐 테이블을 생성 및 관리 하여 AP에 의해 결합된 노드 중에서 큐 정보가 가장 큰 노드에게 더 많은 매체 접속 기회를 제공한다. 이는 노드들의 큐의 포화 정도에 따라 균등하게 매체 접속 기회를 제공한다.

Key Words : WTRP, Association ID, Queue, Fairness, Infrastructure

ABSTRACT

In this paper, proposed method achieves delay reduction and throughput improvement by utilizing token-ring method in infrastructure network. Access Point gives token passing effect by successively transmitting ACK frame including a node's Association ID. Not only can this method

considerably reduce time for medium access, but also improve throughput. Furthermore, AP offers more frequent medium access opportunity to node having highest data queue among nodes associated by AP. these method can evenly offer medium access opportunity according to Queue's volumes.

I. 서 론

무선 랜 표준 802.11의 DCF(Distributed Coordination Function)방식은 경쟁기반으로 CSMA/ CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)기술을 사용한다. 하지만 주 임무인 데이터 전송 이외에 제어 프레임들의 전송과 매체 접속을 하기 위한 랜덤 백오프 시간 등으로 전송 효율성과 전송지연의 문제가 있다.

이 논문은 무선토큰링 프로토콜에서 사용하는 토큰 패싱 기법을 무선 랜의 DCF방식에 활용하도록 제안하였다. 기존의 무선토큰링 프로토콜은 Ad-hoc 네트워크 방식에 한해 활발히 진행되었다.[1] 무선토큰링 프로토콜의 프레임구조는 Ad-Hoc네트워크에 최적화 되어 있기 때문에 이를 인프라스트럭처 네트워크에 그대로 적용할 수 없다. 따라서 이 논문에서 802.11 MAC프레임에 토큰 패싱 효과를 가질 수 있도록 새로운 방식을 취한다.

제안하는 방식은 AP에 결합된 노드들의 A-ID와 큐 정보를 이용한 스케줄링 기법을 사용한다. 이를 통해 매체접속시간을 단축시킴으로써 기존의 DCF방식보다 더욱 낮은 매체접속 지연시간과 향상된 전송률을 지원하고, 노드들의 공정성[2]을 유지하면서 큐의 부하가 큰 노드에게 매체접속의 기회를 더 주게 되어 매체 사용 효율성 증대를 기대할 수 있다.

II. 무선 토큰링 프로토콜(WTRP)

무선 토큰링 프로토콜^[1]은 Ad-Hoc 네트워크에서의 일관된 지연시간과 매체 접근의 공정성을 보장한다. 이 프로토콜은 토큰패싱 기법을 통해 노드들에게 매체 접속 기회를 제공하는데 링에 속해 있는 각 노드의 전임자와 후임자가 링의 전송 순서를 정의한다. 전임자 노드에게 토큰을 받은 노드는 자신이 가진 패킷을

* “이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2013008855)”

• First Author : 광운대학교 전파공학과 무선네트워크 연구실, baekgu5@kw.ac.kr, 정회원

° Corresponding Author : 광운대학교 전파공학과 무선네트워크 연구실, rhee@kw.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2013-10-455, 접수일자 : 2013년 10월 21일, 심사일자 : 2013년 10월 24일, 최종논문접수일자 : 2013년 12월 16일

전송한 후에 후임자 노드에게 토큰을 전달하는 방식으로 이루어진다.

각 노드에는 Connectivity manager가 존재한다. 이것으로 자신에게 전달된 토큰의 순차번호를 통하여 자신이 속한 링의 토큰 전송 순서 목록인 연결 테이블을 만들게 된다.

무선토큰링 프로토콜에서의 프레임 구조는 그림 1과 같이 7개의 필드로 구성된다. 노드들이 직접 가입과 탈퇴 절차에 참여하기 위한 Number of Node, 토큰의 복수생성을 방지하기 위한 Generation Sequence, 연결테이블 작성에 필요한 Sequence와 같은 3개의 필드는 Ad-Hoc 네트워크에 최적화된 필드이다. 인프라스트럭처네트워크에서는 기본적으로 AP가 주변 노드들과의 결합, 해지 과정을 가진다. 따라서 인프라스트럭처 네트워크에서는 AP가 전송순서관리 및 독점적 토큰전송의 역할만 따로 부여하게 되면, 기존의 무선토큰링 프로토콜의 주요 프레임필드의 역할을 대체할 수 있다. 이 논문에서는 기존의 무선토큰링 프로토콜의 프레임구조 사용 대신 WLAN에서의 DCF방식을 수정하여 토큰패싱 효과를 낼 수 있도록 제안한다.

Frame Control(1)	Ring Address(6)	Destination Address(6)	Source Address(6)	Number of Nodes(2)	Generation Sequence(4)	Sequence(4)
------------------	-----------------	------------------------	-------------------	--------------------	------------------------	-------------

그림 1. 무선 토큰링 프로토콜의 프레임 구조
Fig. 1. Frame Structure of WTRP

III. 제안하는 매체접속제어 프로토콜

3.1 Association ID를 이용한 매체접속

AP는 결합 과정을 통해서 노드들에게 개별적으로 A-ID를 부여하고, A-ID의 순서에 따라 차례로 매체 접속의 기회를 준다. AP는 자기 스스로에게 A-ID를 부여할 수 없으므로 기본적으로 A-ID가 가장 작은 값을 세팅한다. 비콘 프레임 전송 이후 AP는 직접 AP 자신이나 다른 노드에게 매체접속을 허용한다.

AP는 매체접속 기회를 줄 노드를 지정하기 위해 T-ACK(Token-ACK)로 정의된 A-ID 정보를 실은 ACK 프레임을 전송하게 된다. T-ACK 프레임은 매체접속 기회를 부여하는 프레임이기 때문에 중앙에서 제어하는 AP만이 보낼 수 있다. T-ACK 프레임을 전송하면 AP 주변의 모든 노드들이 이 프레임을 받게 된다. T-ACK 안에 A-ID 정보가 자신의 A-ID 정보와 같다면, 노드는 SIFS 프레임 간 간격 이후에 데이터를 보낼 수 있게 된다. A-ID 순서가 한 사이클을 다 돌고 나면 비콘 간격에 의해 비콘 프레임이 전송될 때까지

가장 낮은 A-ID를 가진 AP에게 매체접속 기회가 주어진다.

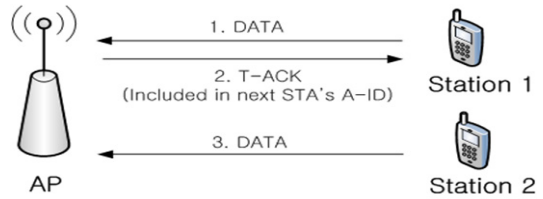


그림 2. A-ID를 이용한 매체접속
Fig. 2. Medium Access using A-ID

3.2 큐 정보를 활용한 우선적 매체접속

AP는 T-ACK를 통한 공정한 매체접속기회 부여와 더불어 데이터 큐가 많이 쌓인 노드들에게 더 많은 매체 접속 기회를 제공해 주기 위해 다음의 방식을 사용한다. AP는 결합된 모든 노드들의 큐 정보를 담은 큐 테이블을 생성 및 관리한다. 큐 정보는 노드들이 가지는 전체 큐 공간에서 전송대기 중인 큐의 비율을 말한다. AP는 큐 테이블을 활용하기 위해서 노드들의 큐 정보를 주기적으로 업데이트 받아야만 한다. 노드는 AP에게 자신의 A-ID 정보를 포함하는 T-ACK 프레임 보냈을 때, 데이터와 함께 자신의 큐 정보를 실어 보내게 된다. AP가 이 프레임을 받게 되면 큐 정보를 자신의 큐 테이블에 새로 저장함으로써 해당 노드의 큐 정보 업데이트를 완료한다. 업데이트 후 다음 T-ACK 프레임을 전송하게 된다. 만약 T-ACK 프레임 수신으로 매체접속 권한을 받게 된 노드가 보낼 데이터가 없다면, 무응답으로 일관한다. AP는 PIFS 간격까지 기다린 후 A-ID 순서가 아닌 AP가 관리하는 큐 테이블을 통해 가장 큰 큐 정보를 가진 노드의 A-ID를 담아 T-ACK 프레임을 전송한다. AP가 가장 큰 큐 정보를 가지게 된다면 PIFS 만큼의 시간 후에 바로 데이터를 전송할 수 있다. 만약, 가장 큰 큐 정보를 가진 노드가 둘 이상이라면, AP는 그 중 A-ID가 큰 노드부터 우선권을 부여함으로써 충돌을 막는다. 큐 정보가 가장 큰 노드의 전송이 완료되면, AP는 이전에 데이터를 보내지 않은 노드의 다음 A-ID 순번의 노드에게 T-ACK프레임을 전송함으로써 매체 접속의 공정성을 유지한다.

IV. 성능 평가

성능 평가를 위해 네트워크 시뮬레이터인 OPNET을 이용해 시뮬레이션을 진행하였다. 토폴로지 구성은 인프라스트럭처 네트워크 환경에서 1대의 AP와 FTP

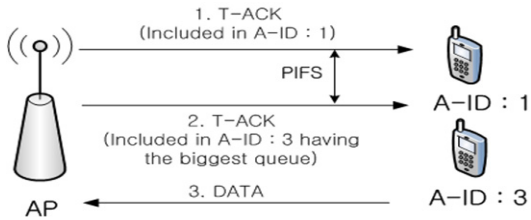


그림 3. 큐 정보를 이용한 매체접속
Fig. 3. Medium Access using Queue Info

서버, 그리고 5~30대의 다양한 노드수로 구성되며, 업링크, 다운링크 모두 구현되도록 설계되었다. 시뮬레이션 환경을 바탕으로 기존 DCF방식과 A-ID 순으로 매체접속 기회를 주는 방식, 그리고 A-ID 순으로 매체접속 기회를 주되, 큐 정보를 이용해 매체접속 기회를 추가적으로 더 주는 방식을 비교 분석하였다.

제안하는 방식은 노드의 수가 많아짐에 따라 기존의 DCF 방식에 비해 훨씬 적은 지연시간을 보이고 있다. 이는 30대의 노드가 존재할 때, 기존의 DCF 방식보다 35.89ms만큼의 지연시간의 절감 이득을 보인다. 또한, 데이터를 보내고자 하는 노드의 매체 접속하는 시간이 기존 DCF 방식보다 줄어들기 때문에 단위 시간동안 더 많은 데이터 프레임을 보낼 기회가 생기게 되어 전송률 향상 이득을 볼 수 있다. 이는 30대의 노드가 존재할 때, DCF 방식보다 약 2.47Mbps의 전송률 향상을 보인다.

프로토콜의 성능은 Channel Capacity의 영향을 받는다. 따라서 채널이 포화되지 않는 5~20대 노드의 전송규모에서는 채널이 포화시점에 다다를 때까지 성능이 계속 증가한다. 그러나 25대 이상을 가지는 노드의 전송규모에서는 채널이 과포화상태이기 때문에 DCF의 경우 단말 수가 증가할수록 성능이 크게 감소한다. 하지만 제안하는 프로토콜은 단말 수의 증가에 따른 성능저하 폭이 DCF방식에 비해 훨씬 작기 때문에 더욱 효율적인 전송률을 보인다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Simulation Parameter

Parameter	Value
Simulation Time[sec]	600
Inter Request Time[sec]	90
File Size[Bytes]	50000
Physical Characteristics	DSSS
CW_min	128
Data Rate[Mbps]	11
Application	FTP

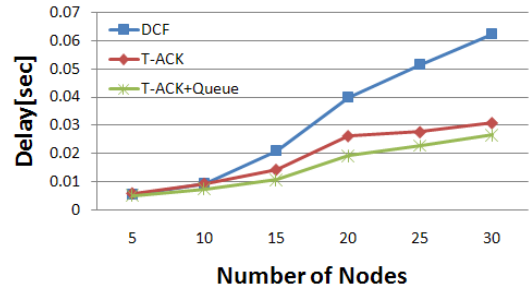


그림 4. 매체 접속 지연 시간 비교
Fig. 4. Medium Access Delay comparison

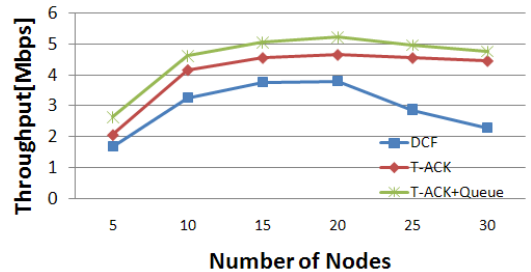


그림 5. 전송률 비교
Fig. 5. Throughput comparison

V. 결론

본 논문은 WLAN 환경의 기존 DCF방식에서 발생하는 지연 시간을 줄이기 위해 AP에 결합된 노드의 A-ID를 이용하여 순차적으로 매체접속 기회를 주는 방식과 매체접속 기회를 얻은 노드가 전송할 데이터가 없는 경우에 T-ACK 프레임에 큐 정보가 큰 노드에게 매체접속의 우선권을 주는 방식을 제안한다. 제안된 프로토콜은 기존의 DCF방식보다 전송률 성능 이득과 지연시간 절감을 보이고 있다.

References

- [1] D. Lee, A. Puri, P. Varaiya, R. Sengupta, R. Attias, and S. Tripakis, "A wireless token ring protocol for ad hoc networks," in *Proc. 2002 IEEE Aerospace Conf., Big Sky, Montana, USA*. Mar. 2002.
- [2] W. Lim, D. W. Kim, and Y. Suh, "A contention window adjustment algorithm for improving fairness between uplink and downlink in IEEE 802.11 WLANs," *J. KICS*, vol. 36, No. 4, pp. 329-336, Apr. 2011.