

무선 ad hoc 망에서 QoS 보장을 위한 가변 우선순위 MAC 프로토콜

정회원 박 하 영*, 김 창 욱**, 한 정 인***, 김 병 기****

A Variable Priority MAC Protocol for QoS Guarantee in Wireless ad hoc Networks

Park Ha Young*, Kim Chang Wook**, Han Jung Ahn***, Kim Byoung Gi**** *Regular Members*

요 약

Ad hoc 무선망의 동적인 특성으로 인하여 히든노드 문제가 나타날 수 있기 때문에 ad hoc 무선망에서는 분산 방식으로 네트워크가 동작되어야 한다. Ad hoc 무선망에서 CSMA/CA는 비동기적 데이터 트래픽을 위해 가장 많이 사용되는 MAC Protocol 중의 하나이다^[6]. 그러나 CSMA/CA는 멀티미디어 데이터의 특성을 보장하지 못한다. 또한 경쟁형(Contention)이므로 채널을 먼저 잡은 하나의 스테이션이 채널을 독점해서 사용하여 채널 기아(starvation)로 인한 공평성문제(fairness problem)가 발생한다. 본 논문에서는 무선 ad hoc망에서 멀티미디어 데이터의 특성을 고려하여, QoS 보장을 위한 MAC protocol을 제안한다.

Key Words : Ad hoc Network, MAC Protocol, CSMA/CA, MACA, FAMA

ABSTRACT

Because of MANET's dynamic characteristic, the hidden node problem can happen. Thus it must use with distributed channel access. In Ad hoc networks, carrier sense multiple access with collision avoidance(CSMA/CA) is one of the most widely used medium access control(MAC) schemes for asynchronous data traffics. However, CSMA/CA could not guarantee the quality of multimedia traffics. CSMA is a contention based protocol. Therefore once a node gets a channel, it can monopolize. Thus the fairness problem with channel starvation will happen. We will propose a new MAC protocol to guarantee QoS for multimedia data in ad hoc networks.

I. 서 론

무선 통신은 제한된 통신 자원으로 인한 제한된 대역과 단말기능에 있어서 많은 제약을 받는다. 따라서 무선 환경에서 이러한 통신환경에서 제공받는 멀티미디어 서비스 수용이 쉽지 않다. 이런 문제점

을 해결하는 방안으로 기존 무선접속 성능을 향상하기 위해서 통신장비 상호간 연결을 위한 무선통신 기법이 등장한다. 이를 ad hoc 네트워크라 한다.

Ad hoc 네트워크는 중앙 시스템의 도움 없이 언제, 어디서나 장비간 통신을 가능하게 해주며, 스테이션(station) 일부나 전체가 무선네트워크 환경 속

* 이 논문 또는 저서는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2006-005-J03802)

* (주)에이치시티 (hypark@hct.co.kr),

** 숭실대 대학원 컴퓨터공학 박사과정 (cwkim1@nate.com)

*** University of Illinois at Urbana-Champaign Post Doctor (jahan153@gmail.com)

**** 숭실대학교 컴퓨터학과 정교수 (bgkim@comp.ssu.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-04-172, 접수일자 : 2005년 4월 21일, 최종논문접수일자 : 2006년 1월 20일

에서 작동된다.

각 스테이션의 기능은 라우터나 호스트로 동작될 수도 있기 때문에 다른 스테이션 대신 데이터 패킷을 전송할 수 있고, 사용자 애플리케이션(application)을 실행할 수 있다. 이 같은 동적인 환경에서는 스테이션이 갑자기 사라지거나 나타날 수 있는데 이를 히든노드문제(Hidden Node Problem)라 하며, 또한 채널을 먼저 할당받은 스테이션이 채널을 독점적으로 사용하기 때문에 채널 기아(starvation)현상이 발생하는데 이를 노출문제(exposed problem)라 한다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 계속해서 많은 연구가 진행되고 있다³⁾.

본 논문에서는 이러한 히든노드문제와 노출문제를 해결하며, 스테이션들이 가지고 있는 데이터 패킷이 우선순위를 고려한 새로운 형태의 MAC 프로토콜(Protocol)을 제안한다.

II장에서는 Ad hoc 네트워크에서 기존 MAC 프로토콜 방식과 문제점들에 대하여 알아보고, III장에서는 본 논문이 제안하는 알고리즘을 제안한다. IV장에서는 성능평가를 위해 시뮬레이션 모델과 기존 방식과 제안 방식에 대하여 시뮬레이션 방식을 보이고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 기존 MAC 프로토콜

2.1. MACA(Multiple Access Collision Avoidance)

MACA(Multiple Access Collision Avoidance)방식은 스테이션이 처음으로 채널을 감지할때는 CSMA/CA의 경쟁형을 이용한다^{2)[5]}. 데이터패킷을 전송하려는 스테이션이 다른 스테이션들에게 RTS 프레임 보냄으로서 자신 주변에 어떠한 스테이션이 있는지를 감지한다. RTS 프레임을 보낸 스테이션은 상대방으로부터 CTS 프레임을 받으면, 다른 스테이션들이 RTS 프레임을 보내는지 감지하기 위해 데이터패킷을 받기 전까지 충분히 긴 시간을 기다린다. 이 기다리는 주기는 그림 2-1의 successful transmission period로 본다. 충분히 긴 시간(Y)을 기다린 후 CTS 프레임을 받은 스테이션으로부터 데이터 패킷을 전송 받게된다. 그러나 MACA 방식은 RTS 프레임과 CTS 프레임의 상황교류 이후 충분한 시간만큼을 기다리는 동안 숨어있던 스테이션으로부터 새로운 RTS 프레임을 받게되면, CTS 프레임을 받은 스테이션이 이 전송을 감지하지 못하고 그림 2-1의 failed transmission period처럼 데이터를 전송하

기 때문에 충돌이 발생하게 된다. MACA 방식은 CSMA/CA의 충돌문제를 해결하기 위하여 고안된 방식이지만 히든노드문제와 데이터의 우선순위 가진 데이터 패킷을 처리할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

2.2. FAMA-NTR(Floor Acquisition Multiple Access - Non persistent Transmit Request)

FAMA(Floor Acquisition Multiple Access)방식은 스테이션이 처음으로 채널을 감지할 때는 CSMA/CA의 경쟁형을 이용한다. 데이터패킷을 전송하려는 스테이션이 다른 스테이션들에게 RTS 프레임을 보냄으로서 자신 주변에 어떠한 스테이션이 있는지를 감지한다. RTS 프레임을 보낸 스테이션은 상대방으로부터 CTS 프레임을 받는 개념은 MACA와 유사하다^{4)[7]}.

하지만 그림 2-2의 successful transmission period 처럼 FAMA는 CTS 프레임을 보내기 위하여, 라운드트립(round-trip)시간과 CTS 프레임을 전송하기 위한 채널을 감지하는 시간을 합한 만큼의 시간동안 채널을 감지한다. 이때 만약 CTS 프레임 패킷이 위의 계산된 시간 안에 도착하지 않거나 CTS 프레임에 이상이 발생했을 경우에는 근원지 스테이션이 랜덤(Random)한 시간만큼 기다린 후 재전송 한다. 만약 근원지 스테이션은 목적지로부터 CTS 프레임을 받는다면, 데이터 패킷을 전송한다. 스테이션으로부터 데이터 패킷전송이 끝나게 되면 Idle 주기 시간을 두어 다른 스테이션이 채널을 접근한다.

스테이션이 데이터패킷 전송이 끝나면 스테이션들은 채널접근을 시도한다. Idle 주기동안 다른 스테

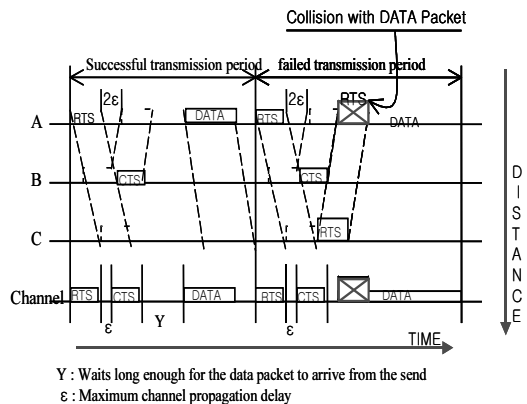


그림 2-1. MACA의 패킷전송

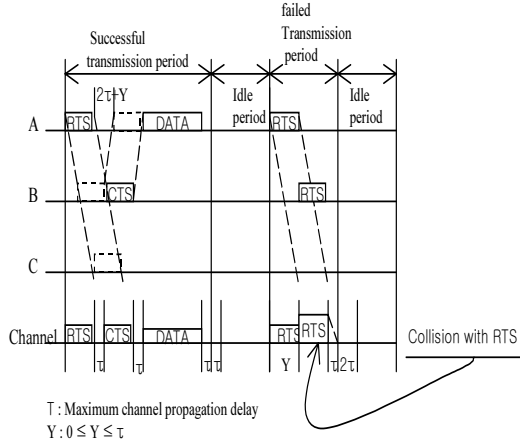


그림 2-2. FAMA의 패킷전송

이션들은 RTS 프레임의 전송할 준비를 하고, Idle 주기가 지난 후 RTS 프레임을 전송한다. 하지만 그림 2-2의 failed transmission period처럼 Idle 주기 시간동안 채널을 접근하기 위하여 RTS 프레임 전송을 준비한 스테이션이 하나 이상일 경우, 다른 스테이션으로 인하여 RTS 프레임끼리 충돌이 발생하며, 우선순위를 가진 데이터패킷을 처리할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

2.3. PMAW(Power and Mobility-Aware Wireless Protocol)

PMAW는 RTS와 CTS 프레임의 상호교류 이후 데이터패킷을 전송하는 기존의 방법과 유사하다. 하지만 PMAW는 신호 대 잡음비(Signal to Noise)를 이용하여 근접해 오는 패킷을 감지하며, 제어프레임(Control Frame)을 이용하여 우선순위를 비교한다. 또한 제어채널과 데이터 채널로 나누어져 있어 두 채널 모두 접근할 수 있다. 제어 패킷의 길이는 데이터 프레임과 같은 길이로써 하나의 패킷으로 고정되며 데이터패킷이 전송되는 동안 많은 제어프레임이 보내진다. 그림 2-4는 PMAW의 우선순위 패킷전송을 보여주고 있다. 그림 2-4에서처럼 데이터

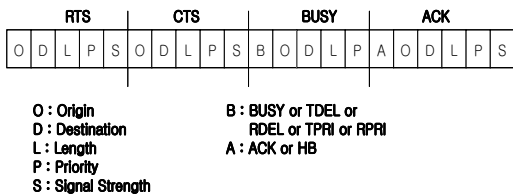


그림 2-3. PMAW의 제어프레임

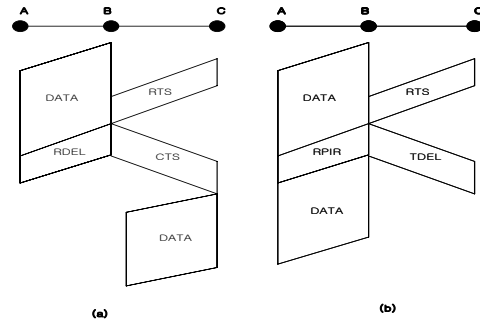


그림 2-4. PMAW의 우선순위 패킷전송

패킷이 전송되는 동안 다른 스테이션으로부터 RTS 프레임을 받았을 경우, RTS 프레임의 우선순위와 현재 전송되고 있는 데이터패킷의 우선순위를 비교한다.

만약 그림 2-4의 (a)처럼 현재 전송중인 데이터 패킷 보다 새로 들어온 RTS 프레임의 데이터패킷이 우선순위가 높을 경우, 새로 보낸 스테이션에 CTS 프레임을 보낸다. 그리고 CTS 프레임과 동시에 현재 전송중인 데이터패킷에게 REDL(Receive Delay)를 보내어 데이터패킷 전송을 멈추고, 우선순위가 높은 새로운 데이터패킷이 전송된다. 만약 현재 전송중인 데이터패킷이 RTS 프레임의 우선순위 보다 높을 경우에는 새로운 RTS 프레임을 보내온 스테이션에게 TDEL(Transmit Delay)와 현재 전송되고 있던 스테이션에 RPIR(Receive Priority)를 동시에 전송하고, 전송 중에 있던 데이터 패킷을 계속해서 전송한다. PMAW는 우선순위를 고려하여 데이터 전송의 QoS를 보장하지만 채널 두 개를 사용함으로써 제안된 무선 자원을 낭비한다.

III. 제안 MAC 프로토콜

제안 MAC 프로토콜의 초기 채널 접근 동작원리는 기존에 제안된 CSMA/CA의 MAC 프로토콜에서 사용된 RTS 프레임과 CTS 프레임을 사용한다. 또한 제어프레임을 이용하여 우선순위에 차등을 두어 하나의 스테이션이 채널을 독점하는 기아현상을 해결한다.

3.1. 프레임 구조(Frame layout)

3.1.1 제어프레임

제어프레임은 그림 3-1과 같은 구조이다. 제어프레임은 총 12비트(bit)로 구성된다. 여덟 비트로 구성된 SFD(Start Rframe Delimiter)는 신호의 동기

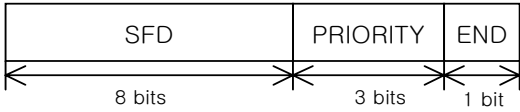


그림 3-1. 제안 MAC 프로토콜의 제어프레임

를 맞추고, 제어프레임 인식을 위한 부분으로 사용된다. PRIORITY는 세 비트로 구성되며 데이터의 패킷들의 우선순위를 나타낸다. END는 하나의 비트로 구성되며 데이터패킷의 전송 유·무를 나타낸다. 데이터패킷을 전송 한 후 매번 제어프레임을 전송하게 된다.

SFD : SFD의 구조는 10101011로 구성된다. 앞의 6비트의 101010은 동기를 맞추기위한 비트이다. 이는 다른 프레임들보다 짧은 구조를 가지고있는데 이 이유는 제어프레임을 전송하기 전에 RTS 프레임과 CTS 프레임 그리고 데이터패킷으로 인하여 전송될 목적지와 위치를 알기 때문에 짧은 비트로 동기를 맞출 수 있다. 그리고 마지막 두 비트 11은 동기 맞추는 것이 끝나고 이제부터 우선순위를 알려준다는 것을 인식시킨다.

PRIORITY : PRIORITY는 3비트로 구성되어 8가지의 우선순위를 나타낸다. 우선순위는 표 3-1와 같다. 001은 우선순위가 가장 높으며 아래로 내려갈수록 우선순위는 낮아지므로 결국 000이 best-effort이다. 001~010은 CBR(Constant bit rate network service), 011~100은 VBR(Variable bit rate networks service), 101~110은 UBR(Unspecified Bit Rate), 111~000은 ABR(available bit rate network service)으로 구분한다. 설명은 아래와 같다.

▶ CBR(Constant Bit Rate)

항상 연결이 되어있으며, 연속적으로 일정량의 대역폭(Bandwidth)을 실시간으로 제공하여 음성, Video 등의 전송에 적합하다.

▶ VBR(Variable Bit Rate)

시간의 흐름에 따라 전송량이 변화하는 데이터를 수용하기 위해 일정량 또는 그 이상의 대역폭 전송을 제공하여 Frame Relay, SNA, TCP/IP 전송에 적합하다.

▶ UBR(Unspecified Bit Rate)

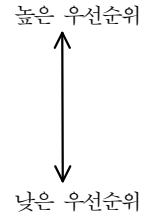
E-mail, 파일전송 등에 적합하다.

▶ ABR(available Bit Rate)

최소한의 대역폭을 보장해주고 네트워크 환경에 따라 최선을 다해 (Best-Effort) 대역폭을 조정하는 서비스로 LAN-TO-LAN 전송에 적합하다.

표 3-1. 우선순위 구분표

비트	우선순위
001	CBR
010	
011	VBR
100	
101	UBR
110	
111	ABR
000	



END : END는 1비트로 END의 값이 1이면 더 이상 전송할 데이터패킷이 없음을 나타내고 END의 값이 0이면 전송할 데이터패킷이 아직 더 남아있음을 알려줌으로써 다른 스테이션들이 미리 RTS 프레임을 전송할 준비를 할 수 있게 한다.

3.1.2 RTS프레임과 CTS 프레임

RTS 프레임과 CTS 프레임의 교환은 매체와 연속적인 데이터전송 예약을 보장하기 위해

하나의 스테이션을 사용한다. RTS 프레임과 CTS 프레임의 교환은 데이터 프레임 상에서 정확하게 초기 변화에 활동하며, RTS 프레임은 데이터를 전송하지 않는다. RTS 프레임과 CTS 프레임은 데이터 프레임 전송을 돕기 위하여 사용한다.

3.2. 제안 MAC 프로토콜의 기본 동작 원리

스테이션들에 RTS 프레임이나 CTS 프레임 같은 패킷들이 전송된 후에는 τ 만큼의 전송지연이 있고 제어프레임을 보낸 후 $2\tau+a$ 만큼의 지연이 있다.

기본동작은 그림 3-2와 같다.

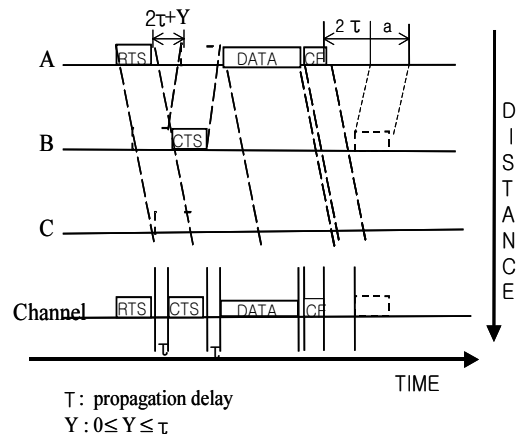


그림 3-2. 제안 MAC 프로토콜의 기본동작

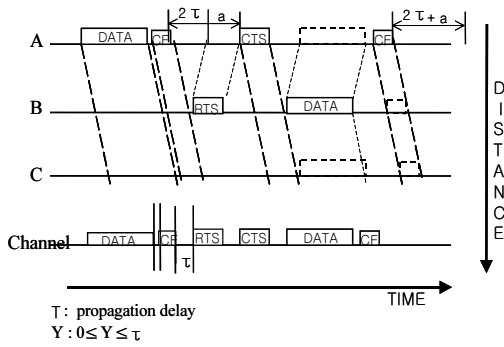


그림 3-3. END 비트가 0일 때 다른 스테이션의 우선순위가 높을 때

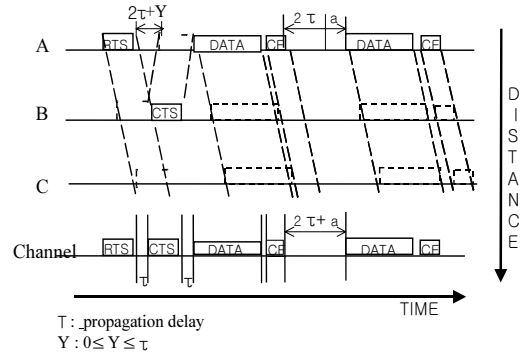


그림 3-4. END 비트가 0일 때 근원지 스테이션의 우선순위가 높을 때

- i. 처음 스테이션간의 채널 접근은 CSMA/CA의 경쟁형 방침을 따른다.
- ii. RTS 프레임을 전송한 후, 전송한 스테이션으로부터 CTS 프레임을 받는다.
- iii. CTS 프레임을 받은 후, 근원지 스테이션은 목적지 스테이션에 데이터 패킷을 전송한다.
- iv. 데이터패킷 전송이 끝난 후, 제어프레임을 전송한다. 이때 End 비트가 1인 경우와 0인 경우로 나눈다.

<End 비트가 0일 경우>

방금 전송한 스테이션이 전송할 것이 남아있음을 인식한 다른 스테이션들은 제어프레임의 우선순위 비트를 이용하여 자신들이 전송 할 데이터와의 우선순위를 비교한다. 기본 동작은 그림 3-3과 같다.

V. 제어프레임을 전송한 후, $2\tau+a$ 만큼 기다리는 동안 채널의 상태를 감시한다.

VI-I. 제어프레임을 전송 받은 스테이션들은 자신이 가지고 있는 데이터 패킷과 제어프레임으로부터 알게된 근원지 스테이션의 데이터와 우선순위를 비교하여 자신의 우선순위가 높다면 $2\tau+a$ 시간 안에 RTS 프레임을 전송한다. 그림 3-5이 VI-I의 전송 주기를 보인다.

VI-II. 제어프레임을 전송 받은 스테이션들은 자신이 가지고 있는 데이터 패킷과 제어프레임으로부터 알게된 근원지 스테이션의 데이터와 우선순위를 비교하여 자신의 우선순위가 낮으면, 어떠한 움직임도 보이지 않는다. 이 경우 근원지는 $2\tau+a$ 시간 동안 다른 채널들로부터 어떠한 움직임도 없을 경우 새로운 RTS 프레임과 CTS 프레임의 대화 없이 바로 데이터 패킷을 전송한다. 그림 3-4이 VI-II의 전송 주기를 보인다.

VII. $2\tau+a$ 만큼 기다리는 동안 다른 스테이션으로

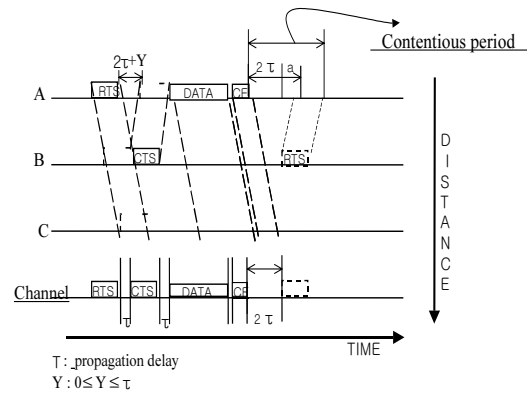


그림 3-5. END 비트가 1일때의 전송주기

부터 RTS 프레임이 전송되면 새로운 스테이션이 채널을 전송할 수 있도록 데이터 패킷의 전송을 멈춘다.

<End 비트가 1일 경우>

V. 제어프레임을 받은 스테이션들은 현재 전송을 마친 스테이션이 더 이상 전송할 데이터가 남아있지 않음을 인식하고, 스테이션들간 경쟁을 하여 채널을 액세스한다.

3.3. 우선순위 변화표를 이용한 데이터 패킷 전송

End 비트가 0일 때 기본동작 원리 VI에서 이후 $2\tau+a$ 만큼 기다리는 동안, 제어프레임을 받은 다른 스테이션들은 제어프레임의 PRIORITY 비트를 이용하여 자신들이 가지고 있는 데이터 패킷과 근원지 스테이션의 데이터 패킷의 우선순위를 비교한다. 우선순위를 비교하여 자신보다 낮은 우선순위의 데이터가 전송할 경우에는 제어프레임이 전송된 이후에 RTS 프레임을 전송하여 전송할 데이터가 있음을 알린다. 하지만 이때 하나 이상의 스테이션들이

표 3-2. 우선순위 변화표

변화표	우선순위
1	001 (1)
	010 (2)
2	011 (3)
	100 (4)
3	101 (5)
	110 (6)
4	111 (7)
	000 (8)

현재 전송중인 스테이션 우선순위 보다 우선순위가 높을 경우에는 제어프레임 전송 후 모두 전송하기 때문에 충돌이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 표 3-2과 같이 데이터 패킷의 우선순위를 8단계로 구분하고 이를 다시 4등급으로 나눈다. 데이터 패킷을 4등급으로 나누는 이유는 스테이션의 데이터 패킷 우선순위를 가변적으로 변화시키기 위함이다.

각 스테이션들은 데이터패킷의 초기 우선순위와, 우선순위 변화표에 의해 변화되는 가변적 우선순위를 가지고 있다. 표 3-3은 스테이션들이 가지고있는 데이터 패킷의 우선순위에 따라 데이터 패킷의 우선순위가 가변적으로 변화하는 예이다. 스테이션들이 가지고있는 데이터 패킷의 고정 우선순위가 7, 3, 5, 1 이고, 채널 경쟁에서 스테이션 D가 채널 액세스에 성공하여 데이터 패킷전송이 시작된다고 가정한다. 스테이션 D의 데이터 패킷이 전송되는 동안 다른 스테이션들은 데이터 패킷 전송 후 전송되는 제어프레임을 이용하여 자신들의 데이터 패킷과 비교하며, 우선순위 변화표에 의하여 7, 3, 5, 1의 우선순위를 4, 2, 3, 1의 등급으로 구분한다. 이렇게 나누어진 우선순위 4등급은 제어프레임이 네 번 전송되어야만 자신이 가지고 있는 데이터 패킷의 우선순위를 1등급 상승시키고, 우선순위 2등급은 제어프레임이 두 번 전송되어야만 자신이 가지고

표 3-3. 우선순위의 가변적화

스테이션	고정 우선순위	가변적 우선순위 변화													
		7	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	...
A	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	...
B	3	3	3	3	2	2	1	1	1	4	4	3	3	2	...
C	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	...
D	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	...

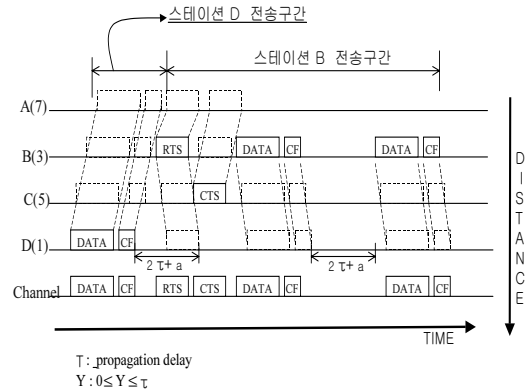


그림 3-6. 가변적 우선순위에 따른 데이터 패킷 전송

있는 데이터 패킷의 우선순위를 1등급 상승시킨다. 이렇게 가변적으로 변하는 우선순위가 1이 되면 데이터 패킷을 전송할 준비를하고 다음 번 제어프레임이 전송된 후 $2\tau+a$ 시간 안에 RTS 프레임 전송한다. $2\tau+a$ 시간 안에 RTS 프레임이 전송되면 현재 전송중이었던 스테이션은 데이터 패킷 전송을 멈추고 자신의 우선순위를 한 등급 낮춘다. 한 등급 낮춰진 우선순위는 스테이션이 가지고있는 고정 우선순위보다 한단계 더 낮게 변화한다.

표 3-3은 스테이션들이 가지고있는 고정우선순위가 제어프레임을 전송 받아 가변적으로 우선순위가 변화하는 모습을 보이고 있다.

그림 3-6은 표 3-3의 가변적 우선순위 변화의 일부를 나타낸다. 스테이션이 가지고있는 고정 우선순위를 제어프레임을 통하여 가변적으로 변화함으로써 고정 우선순위에 맞는 우선순위 등급 비율에 맞추어 하나의 채널을 공유하여 사용할 수 있으므로 하나의 스테이션이 채널을 독점하는 기아현상을 줄인다.

IV. 성능평가

본 장에서는 Ad hoc 네트워크에서 High Speed 네트워크와 Low Speed 네트워크 환경에서 우선순위를 고려한 MAC 프로토콜의 성능을 검증하였다^{[8][9][10]}.

4.1. 성능평가 환경

성능 평가를 위하여 구성된 망은 하나의 Ad hoc 무선망에서 네개의 스테이션이 존재하며 경쟁행으로 채널을 액세스하도록 구성하였다. CSMA/CA, MACA, FAMA-NRT, 제안알고리즘에 모두 적용하고, 이 모델은 그림 4-1과 같다.

성능평가는 High Speed 네트워크 1Mb/s와 Low

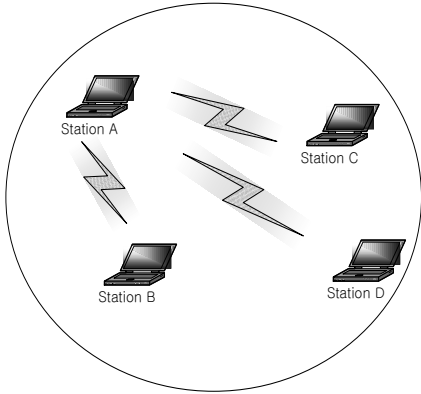


그림 4-1. Ad hoc 네트워크

표 4-1. 파라미터 값

파라미터	값
전송지연	6 μ s
최대 반경	1 mile
High Speed 네트워크	1 Mbps/s
Low Speed 네트워크	9600 bps/s
RTS/CTS Size	20 byte
Control Packet	12 bit
Station	4 개

Speed 네트워크 9600b/s 환경에서 진행하였으며, 하나의 스테이션이 메시지 전송을 시작하여 다른 스테이션이 이 메시지를 받게 되기까지 걸리는 시간을 전송딜레이(Propagation delay)라 하고 이 값은 6 μ s이다. 데이터 패킷의 사이즈는 53byte이고, Ad hoc 네트워크의 최대 반경은 1 mile이다. 스테이션은 4대이며, 우선순위는 표 3-1로 구분하여 비교하였다. 히든노드 문제는 배제하였으며 파라미터 값을 정리하면 표 4-1과 같다.

4.2. 성능평가 결과

본 성능평가는 High Speed 네트워크와 Low Speed 네트워크에서 CSMA/CA, MACA, FAMA, 제안알고리즘들의 스테이션당 제공되는 load의 처리량을 보이는 것을 목적으로 한다.

그림 4-2은 High Speed 네트워크에서 기존에 제안된 알고리즘과 제안한 알고리즘에 대하여 우선순위를 고려하지 않고 스테이션당 제공되는 Load의 처리량을 분석한 그림이며, 그림 4-3은 우선순위를 적용하여 스테이션당 제공되는 Load의 처리량을 분석한 그림이다. 그림 4-4은 Low Speed 네트워크에서 기존에 제안된 알고리즘과 제안한 알고리즘에 대하여 우선순위를 고려하지 않고 스테이션당 제공되는

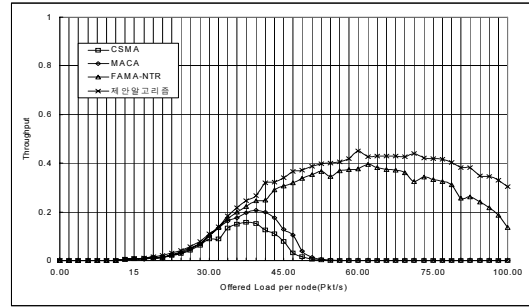


그림 4-2. High Speed 네트워크에서의 Throughput

Load의 처리량을 분석한 그림이며, 그림 4-5은 우선순위를 적용하여 스테이션당 제공되는 Load의 처리량을 분석한 그림이다. 그림 4-2는 모든 알고리즘이 경쟁형 이기 때문에 초기에 스테이션당 제공되는 Load양은 존재하지 않지만, 일정 시간이 지난 후 경쟁에 성공하여 채널을 역세스하게 된다.

CSMA/CA는 랜덤한 시간이 지난 후 채널을 감지하여 전송하고, MACA는 패킷별로 충돌을 피하기 위하여 충분히 긴 시간을 기다린 후 전송하고, FAMA는 전송지연이 끝난 후 전송하므로 자체 전송지연이 있을 후 전송하는 제안 알고리즘의 Throughput이 더 좋을 수 있다. 제안 알고리즘의 기본 매카니즘이 FAMA와 유사한 반면 미니패킷의 크기가 작기 때문에 제안 알고리즘이 FAMA보다 성능이 향상되었다.

그림 4-3은 그림 4-2와 같은 환경에서 우선순위를 고려하였을 때를 분석한 그림이다. 기존에 제안된 알고리즘들은 우선순위를 고려하지 않았기 때문에 우선순위를 부여한 데이터 패킷이 들어왔을 경우 데이터 패킷의 특성때문에 처리량이 약간 줄어들었다. 반면 제안한 알고리즘은 데이터 패킷의 우선순위를 고려하였기 때문에 우선순위를 고려하지

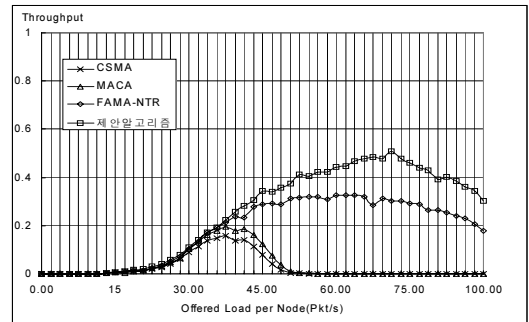


그림 4-3. 우선순위를 고려한 High Speed 네트워크의 Throughput

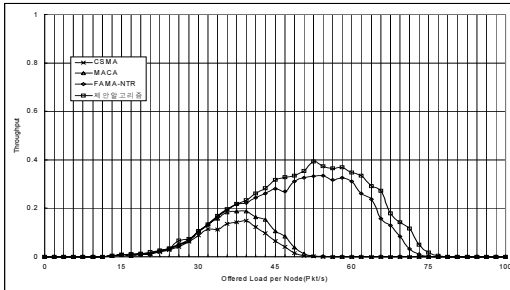


그림 4-4. Low Speed 네트워크에서의 Throughput

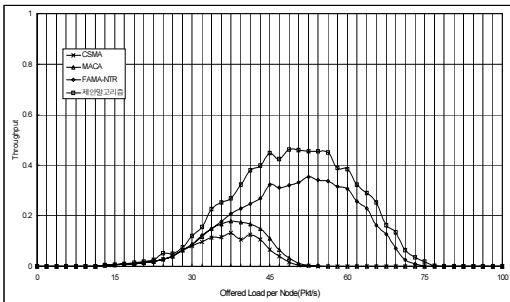


그림 4-5. 우선순위를 고려한 Low Speed 네트워크의 Throughput

않았을 때보다 다른 알고리즘에 비하여 성능이 많이 향상되었다. 그림 4-4 Low Speed 네트워크의 throughput을 나타내는 그림이다. 이 그림은 그림 4-2에 비하여 Low Speed 네트워크 환경이므로 High Speed 네트워크 환경일 때보다는 약간씩 떨어지는 처리 양을 보였다. 그림 4-5은 그림 4-4와 같은 환경의 Low Speed 네트워크에서 분석한 그림이다.

기존에 제안된 알고리즘들은 우선순위를 고려하지 않았기 때문에 우선순위를 부여한 데이터 패킷이 들어왔을 경우 데이터 패킷의 특성 때문에 처리량이 약간 줄어들었다. 반면 제안한 알고리즘은 데이터 패킷의 우선순위를 고려하였기 때문에 우선순위를 고려하지 않았을 때보다 다른 알고리즘에 비하여 성능이 많이 향상되었다. 또한 네트워크이 Low Speed 네트워크이므로 High Speed 네트워크 환경일 때보다는 약간씩 떨어지는 처리 양을 보였다. 그림 4-6은 패킷로스율을 보이는 그림이다. 기존에 제안된 알고리즘들은 데이터 전송이 끝난 후 경쟁을 하고, 채널을 점유하여 데이터를 전송 중에도 다른 스테이션이 보낸 미니패킷에 의하여 충돌이 발생하기 패킷로스율이 더 많다. 하지만 제안 알고리즘은 제어프레임을 이용하여 스테이션 자체적으로 가지고있는 데이터 패킷에 대한 우선순위를 가

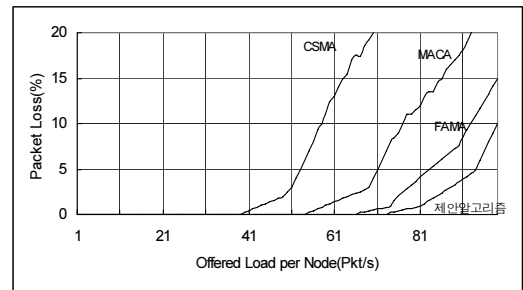


그림 4-6. Packet loss rate

변적으로 변화시킴으로써 자체적으로 지연을 시킴으로 다른 알고리즘에 비하여 패킷 로스율이 적음을 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 Ad hoc 네트워크에서 패킷충돌을 줄이기 위하여 MAC 프로토콜에서의 패킷전송에 관하여 알아보았다. 또한 기존에 제안된 MAC 프로토콜들의 문제점을 보완하여 데이터 패킷에 대한 우선순위를 고려하여 스테이션이 우선순위를 가변적으로 바꿔주면서 자체적으로 채널을 액세스 해주는 시간을 조절함으로써 충돌을 횡수를 줄였으며 제안된 알고리즘들과의 차이점을 비교하였다. 성능평가를 통하여 제안 알고리즘이 우선순위를 고려하였을 경우 기존방식에 비하여 성능이 향상됐음을 보여주었으며, Ad hoc 무선망에서 하나의 스테이션이 채널을 독점하는 채널 기아현상을 보다 효율적으로 처리한다.

참고 문헌

- [1] C·K Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks, pp. 39-56.
- [2] P. Jarn, "MACA-A new channel access method for packet radio," In Proc. ARRL/CRRL Amateur Radio Ninth Computer Networking Conf., ARRL, pp. 134-140, 1990.
- [3] Sobrinho, J.L.; Krishnakumar, A.S. "Quality-of-service in ad hoc carrier sense multiple access wireless networks," IEEE Journal vol. 17, No. 8, pp. 1353-1368, Aug. 1999.
- [4] C. Fullmer and J. Garcia-Luna-Aceves,

“Floor acquisition multiple access (FAMA) for packet-radio networks,” In Proc. SIGCOMM’95, Cambridge, MA, pp. 262-273.

[5] Talucci, F.; Gerla, M. *MACA-BI (MACA by invitation)*. “A wireless MAC protocol for high speed ad hoc networking”, IEEE Inter. Confer., vol. 2, No. 6, pp. 913 -917, 1997.

[6] IEEE standard for information technology-telecommunications and information exchange between systems- local and metropolitan area networks- specific requirements part 11: wireless lan medium access control (MAC) and physical layer(PHY) specifications IEEE Std 802.11b-1999/Cor 1-2001, pp. 0_1 -15, 2001.

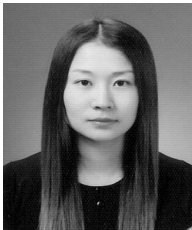
[7] C. Fullmer and J. Garcia-Luna-Aceves, “Floor acquisition multiple access(FAMA) for packet-radio networks”, In Proc. SIGCOMM’95, Cambridge, MA, pp. 262-273.

[8] Marias, G.F.; Merakos, L. “Performance estimation of a decentralized mutlicarrier access framework in unlicensed wireless systems Communications,” . IEEE ICC, vol 9, pp. 2840-2844, 2001.

[9] Gang Qiang; Zengji Liu; Susumu Ishihara; Tadanori Mizuno “CDMA-based carrier sense multiple access protocol for wireless LAN,” IEEE VTS 53rd 2001, vol.2, pp. 1164-1168, Spring 2001.

[10] Marias, G.F.; Merakos, L. “Performance estimation of a decentralized mutlicarrier access framework in unlicensed wireless systems” IEEE ICC 2001. vol.9 pp. 2840-2844, 2001.

박 하 영 (Park Ha Young) 정회원



2000년 8월 청운대학교 인공지능학과
2002년 8월 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
2002년 9월~현재 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정
2005년 7월~현재 (주) 에이치시티

<관심분야> 무선통신네트워크, 무선센서네트워크 Networks, 휴대폰 프로토콜 시험인증

김 창 옥 (Kim Chang Wook)

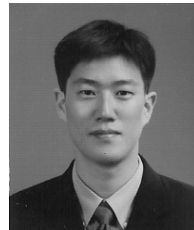
정회원



1994년 2월 순천향 대학교 전자계산학과 학사
1997년 8월 숭실대 대학원 컴퓨터공학 석사
1999년 3월~현재 숭실대 대학원 컴퓨터공학 박사과정
<관심분야> 센서 네트워크, IEEE 802.21, Vertical Handover, Mobility Management

한 정 안 (Han Jung Ahn)

정회원



1996년 2월 경원대학교 전자계산학과 공학사
1998년 8월 숭실대학교 컴퓨터학과 공학석사
2005월 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사
현재 University of Illinois at Urbana-Champaign Post Doctor.

<관심분야> Wireless networks protocol

김 병 기 (Kim Byoung Gi)

정회원



1977년 2월 서울대학교전자공학 공학사
1979년 2월 한국과학기술원 전산학이학석사
1997년 2월 한국과학기술원 전산학공학박사
1993년 4월~현재 숭실대학교 컴퓨터학과 정교수

<관심분야> 초고속 통신망, 통신 프로토콜 및 구조, 차세대 인터넷 프로토콜, 무선 이동 통신 네트워크 보안, IMT-2000 & Ad Hoc Network, 무선센서네트워크