

이동 애드 혹 망을 위한 종단간의 성능 개선 방안

(An Approach to Improve the End-to-end Performance for
Mobile Ad hoc Networks)

이 용 석 [†] 최 응 철 ^{**}

(YongSuk Lee) (WoongChul Choi)

요 약 본 논문에서는 다중 홉 무선 애드 혹 망의 성능향상을 위한 MAC 프로토콜의 개선안을 제시한다. 무선 애드 혹 망의 노드는 매체가 가능할 때만 패킷을 전송할 수 있으며, 패킷이 전송되고 있는 중에 송신 노드의 전송과 감지 범위(carrier sensing range)에 속하는 노드들은 패킷을 전송할 수 없다. 전송과 감지 범위는 전송 범위(transmission range)와 전송과 감지 영역(carrier sensing zone)으로 나눌 수가 있으며[9], 본 논문에서는 노드가 전송과 감지 영역에 속해있을 때 프로토콜 동작의 중요성에 초점을 맞추고 있다. 전송과 감지 영역에 속하는 노드는 현재 진행되고 있는 전송 세션의 종료 시점이나 매체가 가능해지는 시점을 알 수 없다는 특징이 있다. 현재의 MAC 프로토콜은 노드가 전송 범위에 속해 있을 때와 전송과 감지 영역에 속해 있을 때의 동작이 크게 다르지 않다. 성능 개선을 위해 다양한 시뮬레이션을 수행하였으며, 시뮬레이션의 결과를 통해 충돌이 반 이상 감소하여, 손실되는 패킷의 수가 줄고 성능이 향상되었음을 확인하였다.

키워드 : 802.11b, 다중 홉 무선 애드 혹 망

Abstract In this paper, we make MAC protocol improvements for performance enhancement of multi-hop ad-hoc wireless networks. A node in ad-hoc wireless networks can transmit a packet only when the medium is available, and while a packet is being transmitted, no other nodes are allowed to transmit a packet if they are in carrier sensing range. Carrier sensing range can be divided into two disjoint areas of transmission range and carrier sensing zone[9], and we address the importance of the protocol behavior when a node is in carrier sensing zone. The characteristic of the carrier sensing zone is that a node can not know when the remaining time of the on-going transmission session expires or exactly when the media becomes available. Current MAC protocol does not behave in much different way between when a node is in transmission range and in carrier sensing zone. We have conducted a comprehensive simulation to study the performance improvements. The simulation results indicate that the performance is increased and the number of dropped packets due to collision is significantly reduced as much as a half.

Key words : 802.11b, Multi hop Wireless Ad-hoc Networks

1. 서 론

종단 간의 성능 향상은 유선뿐만 아니라 다중 홉의 무선 애드 혹 망에서도 중요한 이슈로 부각되어 왔다.

· 본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어 연구개발사업의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기술개발사업과 2003년도 광운대학교 교내 학술 연구비의 지원에 의한 것임

† 학생회원 : 광운대학교 컴퓨터과학과
yslee96@kw.ac.kr

** 정 회 원 : 광운대학교 컴퓨터과학과 교수
wchoi@daisy.kw.ac.kr

논문접수 : 2004년 2월 24일

심사완료 : 2004년 5월 4일

전이중방식(full duplex)으로 패킷이 전송되는 유선 망과 달리 애드 혹 무선 망에서는 반이중방식(half duplex)으로 패킷이 전송된다. 전송 매체인 무선 링크는 통신 범위내의 노드들에 의해서 공유되며, 따라서 매체 접근 제어(MAC) 프로토콜이 매우 중요하다. IEEE 802.11 기반의 MAC 프로토콜에서는 두 가지 매체 접근 제어 방식 즉, PCF(Point Coordination Function)와 DCF(Distributed Coordination Function)가 정의되어 있으며, 다중 홉 애드 혹 무선 망을 위한 프로토콜로서 자주 사용된다. DCF는 CSMA/CA(Carrier Sense Mul-

multiple Access with Collision Avoidance) 방식으로 동작하며, DCF에서 동작하는 호스트는 전송매체가 사용 중이지 않을 때만 패킷을 전송할 수 있다. 이러한 이유로, 애드 혹 무선 망의 중단 간 성능은 본질적으로 낮을 수밖에 없다.

무선 망의 패킷들은 전력에 의해서 전송이 되므로, 전력이 미치는 범위 내에서는 한 번에 오직 하나의 노드만이 전송할 수 있다. 이 때문에 숨겨진/노출된 터미널 문제와 충돌(collision)이 발생하고 무선 망의 성능에 커다란 영향을 끼친다[3,4,6,9,10]. 따라서 무선 망에서 발생하는 충돌은 다양한 관점, 특히 충돌의 원인과 영향에 대해서 연구될 필요가 있다. 충돌의 원인에 대한 연구는 두 가지로 나뉠 수 있다. 하나는 여러 노드가 존재하는 지역에서 패킷 전송에 대한 전력 제어이다. 여러 노드가 함께 존재하는 환경에서는 전력 제어를 하지 않을 경우 많은 충돌이 발생할 수 있다[7,9,11]. 다른 하나는 숨겨진/노출된(hidden/exposed) 터미널 문제[5,8]다. 충돌이 발생한 이후의 동작에 대한 연구는 재 전송을 위한 백오프 기간과 같은 인자를 개선하는 방향으로 이루어지고 있다.

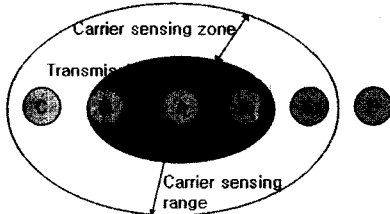


그림 1 전송과 감지 범위(carrier sensing range)를 구성하는 두 가지 겹치지 않는 영역-전송과 감지 영역(carrier sensing zone)과 전송 범위(transmission range)

패킷 전송 시 전력이 영향을 끼치는 범위는 두 개의 영역으로 나뉘는데, 그림 1에서와 같이 전송 범위(transmission range)와 전송과 감지 영역(carrier sensing zone)으로 부른다. 전송 범위에서는 노드가 신호를 정확히 감지하고 해석할 수 있지만, 전송과 감지 영역에서는 신호를 올바르게 해석할 수 없다. 전송 시 충돌을 피하기 위해서, 노드는 패킷을 전송하기 전에 매체를 감지할 필요가 있으며 만약 매체가 사용 중이면 노드는 다음과 같이 동작한다. 노드가 전송 범위(transmission range)내에 있다면, 신호를 올바르게 해석해서 현재 전송중인 세션의 남은 시간을 가리키는 NAV(Network Allocation Vector) 값을 알 수 있다. 그러나 전송과 감지 영역에 있다면, 노드는 신호를 올바르게 해석

할 수 없으며, 정확한 NAV 값을 알 수 없다. IEEE 802.11 표준에서는 이러한 경우에 노드가 전송을 하지 않고 대기해야 하는 임의의 NAV 값(EIFS)에 대해서 정의해 놓았다. 본 논문에서는 노드가 전송과 감지 영역에서 정확히 신호를 해석할 수 없을 때의 프로토콜 동작에 초점을 맞추고 있다. 추가적으로, 802.11 기반의 프로토콜상의 재 전송 횟수 역시 성능에 중요한 영향을 끼친다. 본 논문에서는 MAC 프로토콜에 두 가지 중요한 수정을 한 시뮬레이션을 통해서 성능이 크게 향상됨을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련 논문을 살펴보고 III장에서는 IEEE 802.11 표준에 대해서 간단히 살펴본다. IV장과 V장에서는 현재의 IEEE 802.11 방식의 문제점을 제시하고 개선안을 제시한다. VI장과 VII장은 시뮬레이션 결과를 분석하고 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

802.11 기반의 무선 망에서 성능 개선을 위한 많은 연구들이 있어왔다. 기존의 연구 방향은 패킷 전송 시 전력 제어를 하여 충돌을 회피하고 숨겨진/노출된 터미널 문제를 해결하는 방식과 충돌이 발생하고 난 이후의 처리 방식으로 나누어진다. [9]에서는 RTS-CTS는 최대 전력으로 전송하고, DATA-ACK는 최소 전력으로 전송하면서 주기적으로 전력을 최대로 높이는 전력 제어 프로토콜을 제시하여 성능향상과 에너지 절약을 보여준다. [10]에서는 데이터 전송의 성공률을 높이기 위해 높은 전력을 가진 노드가 낮은 전력을 가진 노드로부터 RTS와 CTS를 포워드 시켜 전송 범위에 관계없이 연결이 수립된 이후에 발생하는 충돌을 줄이는 MAC 프로토콜을 제안하였다. [11]에서는 다중 홉 애드 혹 무선 망에서 최대한의 성능을 얻기 위한 최적의 전송 범위 값을 찾으려고 하였다. 또한 저자는 규모가 큰 망에서 부하가 많을 경우, 다중 홉 망은 싱글 홉 망에 비해서 낮은 성능을 가지며, 모든 노드들이 서로의 전송 범위에 속해 있을 때 가장 성능이 좋고 중계 역할만 하는 노드들의 추가는 다중 홉의 망에서 성능을 크게 향상시키지 못한다는 점을 밝혔다. [5]에서는 싱글 채널의 무선랜에서 숨겨진/노출된 터미널 문제를 연구하였다. 또한 이진 지수 백오프(binary exponential back-off) 알고리즘을 수정하여 대역폭을 공정하게 사용하도록 하였다. 이 논문에서는 RTS-CTS-DATA 메시지 교환을 연구하여 숨겨진/노출된 터미널 문제를 네 가지로 분류하고 이에 대한 해답을 제시하였다. [8]에서는 Dual Channel Collision Avoidance(DCCA)를 제시하였으며, 이 방식은 모든 숨겨진/노출된 송신자와 수신자에 대하여 효과적으로 충돌을 피하기 위해서 시그널링

과 데이터를 위한 두 개의 채널을 채택하였다. 또한, Fair Collision Resolution Algorithm(FCRA)를 제시하였는데, 이 방식에서는 IEEE 802.11 표준과 비교하여 채널 사용률을 높이고 지연을 낮추기 위해서 노드의 위치와 백오프 광고를 고려하여 충돌을 공평하게 해결하려고 하였다. [6]에서는 빈 슬롯의 수를 통해서 현재 활동 중인 노드의 수를 측정하고 측정된 값을 이용하여 충돌 창을 조정하는 방법을 제시하였다. [3]에서는 파일 전송 시뮬레이션을 통해 다중 홉 무선 망에서 TCP의 성능 저하 이유를 설명하였다. 그리고 백오프 창의 크기를 128과 256으로만 하여 802.11 백오프 알고리즘을 수정하였다. [4]에서는 802.11 DCF의 성능을 증가시키기 위해서 distributed cycle stealing이라 불리는 기법을 제시하였다. 그리고 통신 기간 동안에 모든 전송이 서로 간에 방해가 되지 않도록 전력과 거리에 대해서 제약을 둘 경우에 효율적인 채널 활용에 대해서 논하였다.

3. IEEE 802.11 DCF 모드

IEEE 802.11에서는 PCF(Point Coordination Function)와 DCF(Distributed Coordination Function)의 두 가지 MAC 프로토콜이 정의되어 있다. DCF는 기본적인 매체 접근 방식으로서 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 프로토콜을 사용한다. 전송할 패킷을 가진 노드는 경쟁 상태로 전환하여 먼저 링크가 사용 중인지 확인하고 만일 링크가 사용 중이지 않다면 패킷을 전송할 수 있다. 만일 링크가 사용 중이라면 현재 링크에 일어나는 전송이 완료되기 전까지 대기한다. 링크가 사용 중이지 않을 때 각 노드 간의 충돌을 막기 위해 슬롯 단위의 이진 지수 백오프 기법(slotted binary exponential backoff mechanism)이 사용된다.

DCF에서, 송신 노드와 수신 노드 사이에 교환되는 프레임은 RTS(Request to Send)-CTS(Clear to Send)-

DATA-ACK(Acknowledgement)의 순서로 이루어진다. 프레임 전송 사이의 시간(IFS: Interframe Space)은 SIFS(short interframe space), DIFS(distributed interframe space), PIFS(point interframe space), EIFS(extended interframe space), SlotTime으로 나누어지며, 802.11에서 정의는 다음과 같다.

$$SIFS = RxRFDelay + RxPLCPDelay + MACPrdDelay + RxTxTurnaroundTime$$

$$SlotTime = 20$$

$$PIFS = SIFS + SlotTime$$

$$DIFS = SIFS + 2 \times SlotTime$$

$$EIFS = SIFS + DIFS + 8 \times ACK_Size / PLCPDataRate$$

IFS는 매체 접근, 즉 무선 링크로의 접근에 대한 우선순위 레벨을 제공한다. SIFS는 CTS, DATA 그리고 ACK에 각각 가장 높은 우선순위를 제공하기 위해 RTS, CTS 와 DATA 프레임 이후에 사용된다. 그리고 DCF에서는 링크가 사용 중이지 않을 때, 전송할 패킷을 가진 노드는 전송을 시작하기 전에 DIFS 동안 대기한다.

IEEE 802.11에서 각 노드는 다른 노드에 의해 진행 중인 전송 세션의 남은 시간을 가리키는 NAV(Network Allocation Vector)를 유지하고 있다. NAV는 가상 전송과 감지(virtual carrier sensing)로서 물리적인 전송과 감지와는 대응된다. NAV에 대한 정보는 RTS, CTS 그리고 DATA 프레임의 지속기간(duration) 필드를 통해 전달이 되며, 프레임을 수신한 노드는 지속기간 필드 값에서 정보를 가져와 NAV를 설정하게 된다. 따라서 NAV가 설정된 노드는 물리적으로 신호를 수신하지 않더라도 현재 링크가 사용 중이라고 판단하게 된다. 그림 3에서 Src와 Dest간에 프레임이 교환되는 중에 두 노드의 통신 범위에 속하는 노드들은 NAV가 설정되어 대기하고, NAV 이후에 경쟁을 통해 다음 전송을 결정하게 된다.

여기서 EIFS의 정의는 1Mbit/s의 속도로 ACK 프레임을 전송할 때의 시간에 SIFS와 DIFS를 더한 크기로 되어 있다. 프로토콜 동작 중 EIFS로 NAV가 설정되는 경우는 수신된 프레임이 오류가 난 경우와 신호를 감지했을 경우, 즉 노드가 전송과 감지 영역에서 신호를 감지했으나 해석하지 못한 경우이다.

4. 문제 설명

그림 1에서와 같이 고정된 하나의 체인형 토폴로지를 고려해 보자. 체인형 토폴로지 상에서 각 노드의 전송 범위는 한 홉이고 전송과 감지 영역은 두 홉이라고 가정할 때, 전송과 감지 영역상에서의 프로토콜 동작은 그

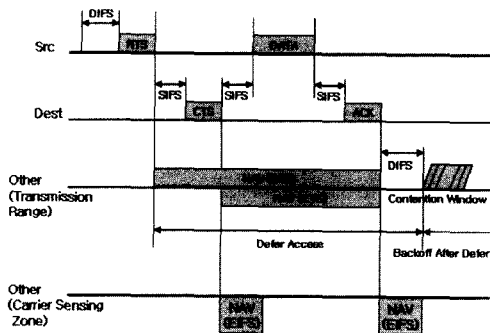


그림 2 RTS/CTS/DATA/ACK와 NAV 설정

서 CTS로 응답하여 남은 CAI를 중지할 수 있다는 것이다. CAI 기간 동안에 노드가 RTS를 수신하였다면 것은 노드의 위치나 토폴로지가 변하여 CAI가 더 이상 유효하지 않을 수 있음을 말해주는 것이다. 이러한 상황이 발생할 수 있는 또 다른 경우는 토폴로지가 변하지 않더라도, 노드의 상대적인 역할이 변하거나 노드의 역할이 두 가지인 경우이다.

본 연구에서 가정한 것은 전송과 감지 영역안의 노드는 프레임의 종류, 즉 데이터 프레임과 제어 프레임은 구별할 수 있다는 것이지만 이러한 가정은 전송과 감지 영역의 정의에 의하면 모순이다. 즉 전송과 감지 영역에 있는 노드는 수신된 프레임은 올바르게 해석할 수 없다고 하였는데 데이터 패킷과 제어 패킷을 구별할 수 있다는 가정은 논쟁이 될 수 있다. 하지만 프레임의 내용을 올바르게 해석하지 못하는 경우와 프레임의 종류를 구별 못하는 경우에는 차이가 있을 수 있다. 즉 만일 노드가 부분적인 오류에 의해 프레임의 내용만을 올바르게 해석하지 못하더라도 프레임의 종류는 구별 할 수 있는 경우도 있을 것이다. 또한 프레임의 내용을 해석 못한다 하더라도 예를 들어 프레임의 길이에 의해서와 같이 프레임의 종류를 구별 할 수 있다면 더욱 좋을 것이다. 802.11 표준안에 따르면 제어 프레임들인 RTS, CTS, ACK 프레임의 길이는 각각 20, 14, 14 바이트이다[1]. 또한 프레임의 종류를 잘못 구별하였더라도 성능에는 크게 나쁜 영향을 끼치지 않는데 그 이유는 위에 기술한 것과 같이 제안된 개선안에서는 데이터 패킷과 제어 패킷의 잘못된 식별이나 ACK 패킷의 경우에도 단지 CAI만을 낭비할 뿐이다.

CAI의 길이는 임의의 최소값과 현재 노드에서 포위

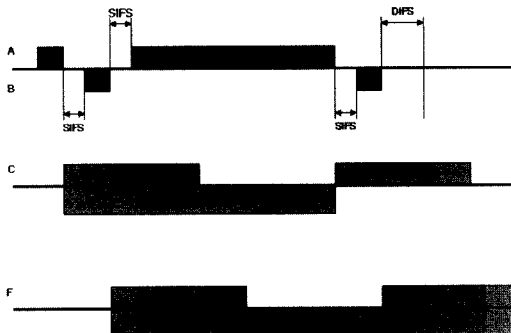


그림 4 그림 1과 같은 토폴로지에 대하여 802.11 표준과 수정된 프로토콜에서 패킷 교환 순서와 상태 변화 비교. C와 F노드에 대하여 실선 위는 802.11 표준이 NAV를 이용하여 처리하는 상황, 실선 밑은 수정된 프로토콜이 CAI를 이용하여 처리하는 상황을 나타낸다.

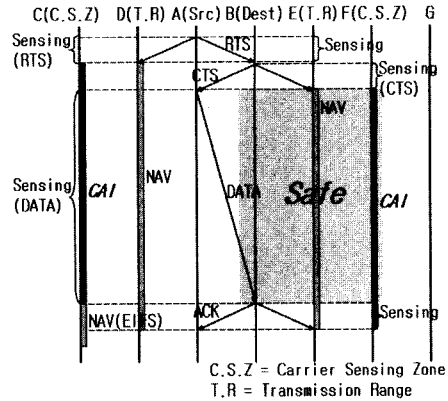


그림 5 프로토콜 수정과 CAI

드한 프레임 중 제일 긴 프레임에서 얻은 값을 비교하여 더 큰 값을 선택한다. 임의의 값을 선택하는 이유는 최소한의 CAI의 길이를 보장하기 위함이며 포위드한 프레임에서 얻은 값을 선택하는 이유는 현재 망에서 진행 중인 통신 세션을 반영하기 위함이다. CAI에 대한 임의의 길이에 대한 명칭은 *Minimum_CAI_size*로 한다. 제안된 개선안과 기존의 IEEE 802.11 DCF 방식의 동작상의 차이는 그림 4에 나와 있다. 전송과 감지 영역에 속하는 노드 C와 노드 F의 NAV 설정과 CAI의 설정을 비교할 수 있다.

제안된 개선안에 따라 일어나는 각 노드의 동작은 그림 5에 나와 있다. 그림 5에서 노드 C와 F는 각각 RTS와 CTS를 감지하여 CAI를 시작하게 되며, 따라서 데이터 프레임이 전송되는 중간에는 노드 C와 F로 인한 충돌이 방지되어 성공적인 전송을 보장할 수 있다.

6. 모의 실험

ns-2를 사용하여 본 논문에서 제안한 프로토콜을 구현하였으며 이를 사용하여 802.11 기반의 다중 홉 애드 홉 망의 성능평가를 위한 연구를 수행하였다. 성능 평가를 위한 평가척도는 종단간의 처리량과 충돌의 횟수다. TCP와 UDP에 대해서 시뮬레이션을 수행하였으며 그림 1의 체인 토폴로지에서 노드의 수를 변화시키며 시뮬레이션을 진행하였다. 인접한 두 노드 간의 거리는 250m로 설정하였다. CAI의 *Minimum_CAI_size* 값은 시뮬레이션 상에서 데이터 패킷의 길이를 1KB로 가정하여 전송을 수행하기 위해 (2*SIFS+1*CTS+1*DATA frame(1000bytes))의 길이로 설정하였다. 라우팅 프로토콜로 인한 간섭을 최소화하기 위해 DSDV(Destination Sequenced Distant Vector)를 사용하였다. DSDV[2]는 proactive 방식의 라우팅 프로토콜중의 하나로서 라우팅 경로 업데이트 패킷이 주기적으로, 그리고 토폴로지가

표 1 모의 실험용 환경

토폴로지	그림 1의 체인형 토폴로지
무선 링크 용량	2Mbps/sec, 10Mbps/sec
노드 수	6, 11개
양방향 연결 수 (TCP, UDP)	2, 4, 6, 8, 10, 12
성능 비교 척도	양 종단간 전송량, 충돌 횟수

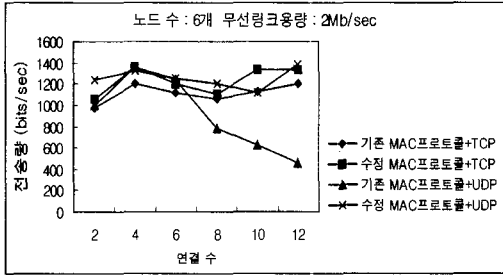


그림 6 TCP와 UDP 연결에 대한 양 종단간 전송량

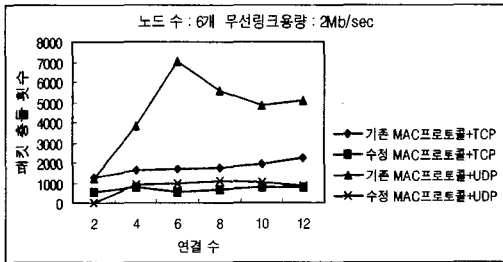


그림 7 TCP와 UDP 연결에서 전송 충돌 횟수

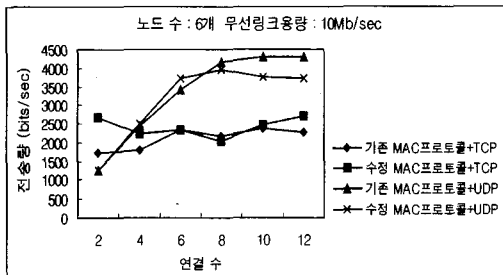


그림 8 TDP와 UDP 연결에 대한 양 종단간 전송량

변화함에 따라 전송된다. 시뮬레이션 상에서 사용한 토폴로지가 고정되어 있으므로 경로 업데이트는 주기적으로만 발생한다. 이것은 성능 평가만을 고려하기 위함이다. 측정 시간은 시뮬레이션이 시작한 이후 50초다.

먼저 그림 6, 8에서는 6개의 노드들을 가진 체인 토폴로지서 무선 링크의 전송 속도가 2Mbps/sec과 10Mbps/sec 두 가지 상황에 대하여 TCP, UDP 연결에 대한 성능을 측정하였다. 우선 양 종단간 전송량을 측정하였다. 두 경우 모두 수정된 프로토콜로 실험한 경

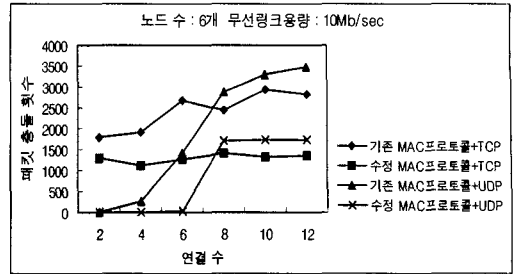


그림 9 TDP와 UDP 연결에서 전송 충돌 횟수

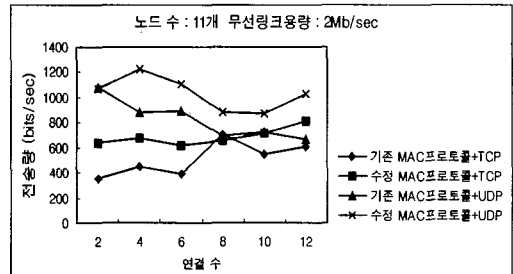


그림 10 TCP와 UDP 연결에 대한 양 종단간 전송량

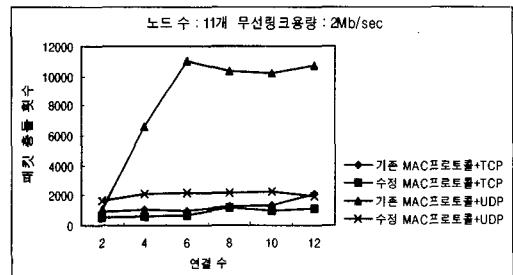


그림 11 TDP와 UDP 연결에서 전송 충돌 횟수

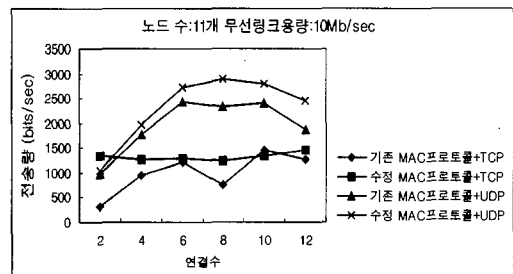


그림 12 TCP와 UDP 연결에 대한 양 종단간 전송량

우 결과가 향상되었으며 특히 UDP인 경우가 더 결과가 좋았다. 동일한 상황에 대하여 TCP, UDP 연결의 패킷 전송시 충돌횟수에 대하여 측정된 결과는 그림 7, 9에 있다. 본 연구에서 개선한 사항에 대한 예측과 같이 결과가 향상되었음을 알 수 있다. 이 경우에서도 UDP

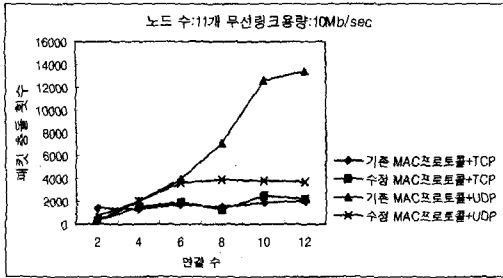


그림 13 TDP와 UDP 연결에서 전송 충돌 횟수

표 2 RTS 및 DATA 프레임의 재 전송 한계 인자에 대한 실험(그림 14, 15)에 대한 값

각 8개의 TCP 및 UDP 연결 사용	기본 MAC 프로토콜				수정 MAC 프로토콜			
	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7	case 8
RTS 재 전송 횟수	7	7	9	9	6	7	7	8
DATA 재 전송 횟수	4	5	4	5	11	10	11	10

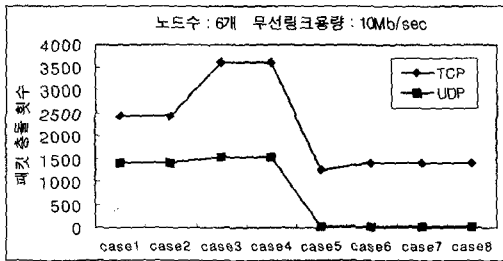


그림 14 재 전송 횟수(short and long retry)와 양 종단간 전송량(표 2 참조)

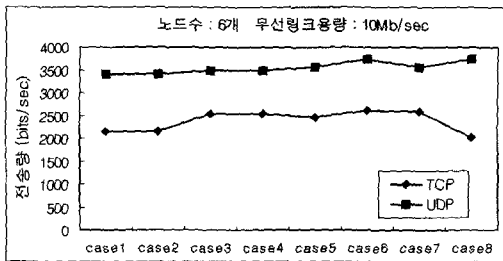


그림 15 재 전송 횟수(short and long retry)와 전송 충돌 횟수(표 2 참조)

연결인 경우 충돌 횟수가 훨씬 감소된 것을 알 수 있다. 결과를 검증하기 위하여 노드의 수를 11개로 증가시킨 다음 동일한 실험을 하였으며 그 결과들은 그림 10-13에 보이고 있으며 그림들을 통하여 앞의 실험의 결과와 일치함을 알 수 있다.

다음으로 고려해 볼 것은 종단 간의 연결에 있어서

재 전송 회수가 성능에 끼치는 영향이다. 일단 충돌이 발생하면, 노드는 슬롯을 기반으로 한 이진 지수 백오프를 수행한다. 백오프 구간의 길이는 CW를 최대 충돌 창 크기라고 할 때, $[0, CW-1]$ 구간 안에서 임의로 선택된다. CW의 값은 첫 번째 전송 시도에서는 CW_{min} ($=32$)으로 설정되며, 재 전송시 마다 두 배로 증가하여 최대 CW_{max} ($=1024$)까지 증가한다. 백오프의 횟수가 증가할수록 종단간의 지연, 충돌 창 크기, 그리고 송신 측의 재 전송 타이머는 부정적인 영향을 받을 것이다. 다중 홉 망에서 상황을 더 악화시키는 것은 프레임의 패기이다. 다중 홉을 가진 애드 혹 망을 고려할 때, 재 전송 횟수는 특히 연결의 수가 증가할수록 성능에 커다란 영향을 끼친다. 최악의 상황은 다중 홉 무선 망에서 충돌로 인한 많은 수의 패킷이 폐기되는 경우이다. 이로 인한 결과는 종단간의 성능이 상당히 저하되고, 반면에 대역폭 활용률은 매우 낮아진다. 따라서 패킷의 재 전송 횟수를 조정하여 재 전송 횟수 초과로 인한 패킷의 폐기를 줄여야 한다. 그림 14와 15에서는 재 전송 횟수가 성능에 미치는 영향을 조사하였다. IEEE 802.11 명세서에는 패킷 재 전송에 대한 short retry count와 long retry count 2개의 값이 정의가 되어 있다. 우리가 사용한 ns-2에는 이 값이 각각 7과 4로 설정되어 있는데 이 값을 변경한 성능에 대한 결과는 그림 14와 15에 나타나 있다. 재 전송 횟수가 성능에 미치는 영향에 대한 이유는 직관적으로 설명이 가능하며, 그것은 무선 애드 혹 망의 홉수가 증가할수록 전송 중 패킷 손실 확률은 증가하고 따라서 한 홉에서 패킷 손실을 줄일 수 있으면 양 종단간에서의 성능은 향상된다는 것이다. 하지만 이런 방법, 즉 재 전송 횟수의 증가와 성능 향상은 늘 비례하지는 않게 되는데 그 이유 또한 동일하다. 이 모의 실험에서는 재 전송횟수와 성능에 대한 최적화된 관계는 연구의 주요목표가 아닌 관계로 진행하지 않았으며 향후 연구 과제로 남겨둔다.

7. 결론

이 논문에서 우리는 불필요한 충돌을 방지하기 위하여 전송파 감지 영역에서의 프로토콜의 중요성을 강조하였으며 성능 향상을 위하여 프로토콜 개선점을 제안하였다. 우리가 제안한 개선된 프로토콜이 기존 IEEE 802.11을 기반으로 하는 MAC 프로토콜보다 성능이 우수함을 보이기 위하여 ns-2를 사용하여 광범위한 모의 실험을 수행하였고 그 결과를 제시하였다. 주요 결과는 TCP와 UDP 연결에 대하여 양 종단간 전송량이 향상되었으며 패킷 전송 충돌 수는 감소하였다는 것이다. 특히 UDP 연결인 경우 성능 향상은 현저하였다. 이와 더불어 MAC 프로토콜에서 사용되는 인자 값을 적절히

조절하는 것이 중요한데 이를 보이기 위하여 재 전송 횟수를 조절하여 이것이 성능에 어떤 영향이 미치는가도 보였다. 이것은 특히 흡수가 많은 무선 이동 망인 경우 유용하다. 향후 우리는 이러한 일련의 개선점을 좀 더 일반적인 경우 특히 노드들의 이동이 심한 경우, 그리고 전송 전력이 변하는 경우 등과 같은 경우에도 적용할 수 있는지에 대해 연구할 것이다. 이러한 심화 연구는 성능 향상에 대한 근본적인 한계를 알아내는데도 도움이 될 것이다.

참고 문헌

- [1] IEEE: IEEE Standard for Wireless LAN-Medium Access Control and Physical Layer Specification, IEEE 1997.
- [2] Perkins, C., Bhagwatt, P.: Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing for Mobile Computers. Computer Communications Review. 1994, pp. 234-244.
- [3] Kanth, K., Ansari, S., Melikri, M.H.: Performance enhancement of TCP on multihop ad hoc wireless networks, IEEE International Conference on Personal Wireless Communications 2002, pp. 90-94.
- [4] Lin, C.R., Chien-Yuan Liu: Enhancing the performance of IEEE 802.11 wireless LAN by using a distributed cycle stealing mechanism, IEEE International Workshop on Mobile and Wireless Communications Network 2002, pp. 564-568.
- [5] V.Bharghavan, A.Demers, S.Shenker, L.Zhang: MACAW: A Media Access Protocol for Wireless LAN's Proceedings of SIGCOMM 1994, pp. 212-225.
- [6] F.Cali, M.Conti, E.Gregori: IEEE 802.11 protocol: design and performance evaluation of an adaptive backoff mechanism, IEEE Journal of Selected Areas in Communications, vol. 18, no. 9, 2000.
- [7] J.P.Monks, V.Bharghavan, W.-M.W.Hwu, : A power controled Multiple Access Protocol for Wireless Packet Networks, IEEE INFOCOM 2001.
- [8] V.Bharghavan: Performnace Evaluation of Algorithms for Wireless Medium Access, Proceedings of IEEE International Computer Performance and Dependability Symposium, 1998.
- [9] Eun-Sun Jung, Vaidya, N.H.: Anenergy efficient MAC protocol for wireless LANs, IEEE INFOCOM 2002.
- [10] Fujii, I., Takahashi, T., Bandai, T., Udagawa, T., Sasase, T.: An efficient MAC protocol in wireless ad-hoc networks with heterogeneous power nodes, Wireless Personal Multimedia Communications, 2002.
- [11] Dutkiewicz, E.: Impact of transmit range on

throughput performance in mobile ad hoc networks, IEEE ICC 2001.



이 용 석

2003년 광운대학교 컴퓨터과학과 학사
2003년~현재 광운대학교 컴퓨터과학과 석사과정. 관심분야는 무선 네트워크, 임베디드 시스템



최 응 철

1989년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
1991년 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
2001년 Ph.D., Computer Science, University of Illinois, Urbana-Champaign
2001년 Research Scientist, Telcordia Technologies(formerly Bellcore), Morristown, NJ. 2002년~현재 광운대학교 컴퓨터공학부 전임강사. 관심분야는 Wireless/Mobilecomputing/network infrastructure, QoS, Network Management