

무선 Ad hoc LAN 성능에 스테이션의 이동성이 미치는 영향

종신회원 이 하 철*

The Effect of Station Mobility on The Performance of Wireless Ad hoc-based LAN

Ha cheol Lee* *Lifelong Member*

요 약

본 논문은 무선 Ad hoc LAN 환경에서 단말의 이동성이 TCP 계층 프로토콜 성능에 미치는 영향을 분석하였다. 상위계층의 프로토콜은 이러한 단말의 이동성을 인식하지 못하는데 TCP계층 프로토콜의 경우 이동성에 의해서 발생된 단절 및 재접속 현상을 단지 트래픽이 폭주하기 때문에 발생한 것으로 판단한다. 그 결과로 폭주 윈도우의 크기는 배수적으로 감소되며 재접속한 후에도 원래의 크기로 복구되는데 불필요한 시간이 소요된다. 따라서 본 논문에서는 위의 현상들을 정량적으로 분석하기 위하여 두개의 클라이언트와 하나의 서버가 모두 FTP 응용 프로토콜을 동작시키며 두개의 클라이언트중에서 하나의 클라이언트만 이동하는 것으로 가정하여 시뮬레이션한다. 시뮬레이션을 통해 TCP계층의 접속성능을 평가하기 위해서는 클라이언트의 폭주 윈도우크기(바이트)를 이용하며, 응용계층의 성능을 평가하기 위해서는 클라이언트에서 서버로 수신되는 수신 트래픽량(바이트)을 구하고 무선 LAN의 성능분석을 위해서는 클라이언트의 부하량(비트/초)을 구한다. 또한 단말의 이동성에 의해서 야기된 hidden 노드의 문제를 해결하는데 있어서 RTS 프레임과 CTS 프레임의 영향도 분석한다.

Key Words : WLAN, RTS, CTS, TCP, DCF, IEEE 802.11

ABSTRACT

This paper analyzed the effect of mobility on the TCP connection and wireless LAN load performance. Mobility is hidden from the higher layers into the network, and TCP interprets disconnection and reconnection due to mobility as congestion. Hence it multiplicatively decreases its congestion window size. After reconnection, TCP takes unnecessary longer time to recover the congestion window to a size that matches the available bandwidth. So it is assumed that two clients and one server will run an FTP(File Transfer Protocol) application and all the FTP sessions will be only "Send" from the clients to the server. This paper evaluated the wireless LAN load with the unit of bps in each client. It also analyzed congestion window size for TCP connection with the unit of bytes in each client and FTP server received bytes from each client. It specially describes the role of the RTS(Request To Send) and CTS(Clear To Send) frames in avoiding the hidden node problem usually induced by node mobility in wireless LAN.

1. 서 론

과거 수년전 부터 Ad hoc 네트워크는 이동 IP 응용서비스를 제공하기 위한 매체로서의 역할을 하고

* 유한대학 정보통신과(hclee@yuhan.ac.kr)

논문번호: 10027-0412, 접수일자: 2010년 4월 12일

있다^{1,2)}. Ad hoc 네트워크는 기존의 네트워크 하부구조에 독립적으로 동작하며 간단하면서도 손쉽게 구현할 수 있다. 그러므로 Ad hoc 네트워크 환경에서의 TCP 성능에 많은 연구 노력이 있었다^{1,2)}. TCP는 파일전달, 전자메일 및 웹서비스등의 데이터 서비스를 제공하기 위한 전달 프로토콜로 가장 광범위하게 사용되는 프로토콜인데 유선 네트워크에서 사용하도록 설계된 프로토콜이다. 그래서 이동 네트워크 환경에서 TCP가 사용되면 성능이 현저하게 저하된다. 한편 IEEE 802.11 무선 LAN이 근거리 지역의 통신수단으로 일반화되어 있으며 IEEE 802.11 및 802.11b/g/a의 제품은 각각 2, 11 및 54 Mbps의 전송속도를 갖는다^{3,4)}. IEEE 802.11 표준의 요구조건중의 하나는 무선 LAN 환경에서 이동 스테이션을 제어하는 것인데 이동 스테이션은 이동중에 LAN을 액세스하는 스테이션으로 정의된다. IEEE 802.11은 MAC 부계층내에서 스테이션의 이동성을 제어하며 그러한 이동성은 네트워크의 상위계층으로 부터 숨겨진다. 그러나 무선 LAN에서 이동성에 의해서 야기된 단절 및 재접속 이벤트는 TCP와 같은 상위계층 프로토콜 성능에 영향을 준다. 예를들면 TCP는 이동성에 의한 단절 이벤트를 폭주로 인해서 발생한 것으로 해석한다. 그리고 폭주 윈도우 크기를 배수로 감소시키게 된다. 재 접속후에도 TCP가 폭주 윈도우의 크기를 소오 대역폭에 정합되는 크기로 복구하는데 불필요하게 긴 시간이 소요된다. IEEE 802.11은 충돌을 최소화 하기 위하여 여러 환경에서 RTS 및 CTS 프레임을 이용한다. RTS 및 CTS 프레임은 특히 이동 스테이션을 갖는 무선 LAN에서 hidden 노드 문제를 해결하는데 유용하다. 송신기와 수신기사이의 RTS 및 CTS 프레임이 교환되는 것은 송수신기 주위의 인접노드에게 송수신 기간에 데이터 전송이 이루어지고 있다는 것을 알리게 된다. 결국 송수신기간에 교환되는 RTS/CTS 프레임의 수신범위내에 있는 모든 스테이션은 NAV(Network Allocation Vector)를 설정하는데 RTS/CTS 프레임의 Duration 정보를 이용한다. 이러한 방법으로 hidden 송신기의 문제가 해결될 수 있다. 즉, CTS 프레임을 인식하는 임의의 스테이션은 수신기 근처에 자기 자신이 위치해 있다는 것을 알수 있어서 NAV에 정해져 있는 일정한 시간동안에 데이터를 전송할 수 없다. 전송되는 데이터 프레임이 짧은 경우에 RTS/CTS 프레임을 사용하는 것은 상대적으로 오버헤드가 증가하므로 비효율적이어서 프레임의 길이가 미리 정해지는 임계치보다 길어지는 경우에만 RTS/CTS를 사용하도록 권고된다.

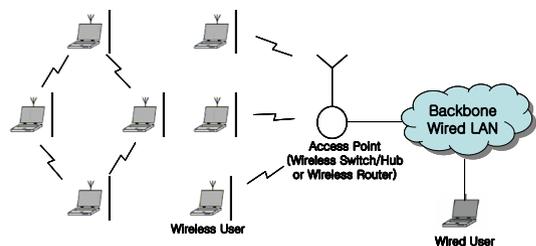
본 논문에서는 무선 Ad hoc LAN 환경에서 노드의 TCP 계층성능에 이동성이 미치는 영향을 분석하기 위하여 이동 및 고정 워크스테이션이 서버에 파일을 업로드할 수 있도록 FTP 응용 프로세스를 동작시킨다. 우선 2장에서는 Ad hoc 구조의 IEEE 802.11 무선 LAN 구조를 살펴보고 특히 물리계층과 MAC 계층의 프로토콜 스택에 대하여 분석한다. 3장에서는 시뮬레이션 환경에 대하여 언급하고 TCP계층의 접속성능 평가와 관련하여 클라이언트의 폭주윈도우크기(바이트)와 클라이언트로 부터 수신되는 서버의 수신트래픽량(바이트)을 분석하며 무선 LAN의 성능분석을 위해서 클라이언트의 부하량(비트/초)을 살펴본다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 무선 LAN

2.1 무선 LAN 구조 및 액세스 프로토콜

그림 1은 무선 LAN의 구조를 나타낸다. 그림 1의 (a)는 무선 네트워크 환경의 각 통신단말이 백본 네트워크없이 서로 직접 통신하는 구조를 나타내고 (b)는 모든 무선 단말이 유선 및 무선 LAN에 접속되어 있는 통신단말과 통신하기 위하여 AP(Access Point)에 통하는 경우를 나타낸다.

IEEE 802.11은 2.4 GHz 대에서 동작하며 1 Mbps에서 2 Mbps의 데이터 전송율을 갖는다. IEEE 802.11b는 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 기법을 이용하지만 11 Mbps 까지의 데이터 전송율을 지원하고 CCK(Complementary Code Keying) 변조 기법을 이용한다. 그리고 동작 주파수가 2.4 GHz 이므로 다른 홈 기기와 간섭을 유발할 수 있다. IEEE 802.11g는 IEEE 802.11b에 비교하여 매우 높은 데이터 전송율을 제공하나 동일한 2.4 GHz 주파수대를 사용한다. IEEE 802.11b 단말기도 IEEE 802.11g 액세스 포인트를 이용할 수 있다. IEEE 802.11a 단말기는



(a) Ad hoc 기반모드 (b) Infrastructure 기반 모드

그림 1. 무선 LAN
Fig. 1. Wireless LAN

다른 단말기보다 고가이며 더 많은 전력을 소비하며 OFDM 기법을 이용한다. OFDM 기법은 5 GHz 주파수대의 12개 직교채널을 이용하며 채널이 겹쳐지지 않는다. 전송 데이터율은 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 및 54 Mbps 이다. IEEE 802.11a 및 802.11b 는 서로간에 간섭없이 동작한다. 그림 2는 IEEE 802.11 무선 LAN에서 이동 Ad hoc 모드의 프로토콜 스택을 나타낸다. IEEE 802.11 프로토콜 스택은 MAC 계층과 PHY(Physical) 계층으로 구성된다. 네트워크 계층이 MAC 계층으로 MAC-SDU(MSDU) 의 사용자 패킷을 전달하면, 오버헤드가 추가되어 MAC-PDU(MPDU) 이 생성된다. PHY 계층은 PLCP(Physical Layer Convergence Protocol) 부계층과 PMD(Physical Medium Dependent) 부계층으로 나누어 진다.

PHY 계층에서도 MAC 계층과 동일한 절차가 수행된다. IEEE 802.11 MAC 계층은 캐리어 감지, 802.11 프레임의 송수신 기능을 수행하기 위해서 IEEE 802.11a/b/g PHY 계층을 이용한다. 즉 MAC 계층은 PHY 계층에 상관없이 본질적으로 기능적인 측면에서 동일하다.

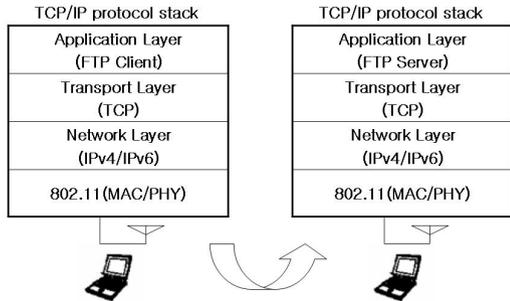


그림 2. Ad hoc 모드의 IEEE 802.11 무선 LAN의 프로토콜 스택
 Fig. 2. Protocol stack in the ad-hoc mode IEEE 802.11 wireless LAN

2.2 매체접근제어기법

IEEE 802.11 MAC 프로토콜은 시간축상에서 교대로 이용되는 PCF(Point Coordination Function)와 DCF(Distributed Coordination Function)의 두가지 동작모드를 지원한다. PCF는 비 경쟁방식으로서 시간적으로 제약적인 서비스에 이용되고 DCF는 경쟁기반의 CSMA/CA기법을 이용하며 비동기적인 데이터 전송에 주로 이용된다. 802.11 MAC 프로토콜은 5개의 시간간격을 정의한다. SIFS(Short InterFrame Space)와 슬롯시간은 물리계층에 의해서 결정되는 것이고 PIFS(Priority InterFrame Space), DIFS (Distributed

InterFrame Space) 및 EIFS(Extended InterFrame Space)는 SIFS와 슬롯시간 기반하에서 정의된다. 그러나 PCF는 infrastructure 기반의 네트워크 구조에 제한된다. 그러므로 Ad hoc 기반의 무선 LAN에서는 DCF가 광범위하게 사용된다. IEEE 802.11 DCF 프로토콜로 동작하는 단말기는 기본 액세스 방법 또는 RTS/CTS 메시지 교환기법을 이용하는 four-way 핸드셰이킹 액세스 방법을 통해서 채널을 액세스한다. 기본 액세스 방법에서는 CSMA/CA 메카니즘을 이용하며 전송할 새로운 패킷이 있는 AP 또는 단말은 채널이 사용되고 있는지를 모니터한다. 채널이 DIFS 시간간격동안 휴지상태이면 슬롯시간 단위로 채널 시간을 처리하여 랜덤 백오프 시간간격을 발생시킨다. 그리고 채널이 사용중인지 휴지상태인지를 계속 모니터하는 데 각 슬롯시간 동안에 아직도 채널이 휴지상태라고 하면 백오프 시간간격은 하나씩 감소하게 된다. 백오프 시간간격이 0인 경우에 AP 또는 단말은 패킷을 전송하게 된다. 이러한 백오프 기간동안 채널이 슬롯시간에서 사용중이라면 백오프 간격이 감소되는 것은 정지되고 채널이 DIFS 시간간격과 한개의 슬롯시간 간격동안 휴지상태라고 감지된 후에만 동작하게 되며 백오프 시간간격이 0인 경우에 또 다시 패킷이 전송되기 시작한다. 이러한 백오프 기법은 채널이 사용중이라는 것을 인식하게 되므로 충돌 현상을 피할 수 있도록 하는 기법이다. 더욱이 채널의 캡처 현상을 피하기 위하여 AP 또는 단말은 채널이 DIFS 시간간격동안 휴지상태라고 해도 2개의 새로운 패킷이 연속적으로 전송되는 경우 백오프 시간동안 대기하게 된다. DCF의 백오프 메카니즘은 지수함수 특성을 갖고 있는데 각각의 패킷이 전송되는 경우 슬롯시간 단위의 백오프 시간은 패킷전송 실패 횟수에 따라 정해진다. 패킷이 처음으로 전송되는 경우는 최소 충돌 윈도우 값인 $CW_{min}=15$ 로 설정되고 패킷 전송이 실패할 경우 백오프 시간은 $CW_{max}=1023$ 의 범위내에서 2배로 증가한다. 그리고 패킷전송이 성공적으로 이루어진 경우 수신단말은 ACK 신호를 보내게 되며 헤더의 내용을 간단히 하기 위하여 ACK 신호는 순서번호를 포함하지 않으며 수신한 패킷에 대해서 즉시 응답하는 stop-and-go 프로토콜 기반하에서 데이터를 교환한다. 송신단말이 정해진 ACK 타임아웃 기간내에 ACK 신호를 수신하지 못하거나 채널에 다른 패킷이 전송되는 것을 감지하게 되면 패킷전송이 실패한 것으로 간주하며 백오프 메카니즘에 의한 재전송 절차를 따르게 된다. Four-way 핸드셰이킹 액세스 방법에서는 단말기의 백오프 타이머가 0에 도달할 때 송신 단말기

는 우선 RTS 프레임을 전송한다. RTS 프레임을 수신한 수신 단말기는 SIFS 시간간격후에 CTS 프레임으로 응답한다. RTS/CTS 메시지가 성공적으로 교환되는 경우에 송신단말이 데이터 프레임을 보낸다. RTS 및 CTS 프레임은 패킷을 전송할 시간간격 정보인 duration 필드를 보유하며 RTS 또는 CTS 프레임을 수신한 임의의 단말기는 duration 필드 정보를 읽는다. Duration 정보는 채널이 휴지상태로 되기 전에 남아 있는 시간의 양을 각 단말에게 알려주는 NAV(Network Allocation Vector) 값을 업데이트하기 위하여 사용된다. 그러므로 RTS 및 CTS 프레임을 감지한 단말기는 데이터 전송을 지연시켜서 충돌을 피하게 된다. 이러한 NAV 기법을 가상 캐리어 감지기법이라고 하며 이는 hidden 터미널 문제를 해결하기 위한 기법으로서 RTS 신호를 송신한 단말은 AP로부터 SIFS 시간동안에 CTS 신호를 수신하게 되어 패킷을 전송하게 된다.

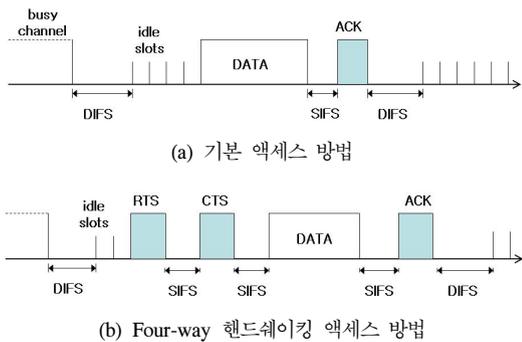


그림 3. IEEE 802.11 DCF 채널 액세스 메커니즘
Fig. 3. IEEE 802.11 DCF channel access mechanism

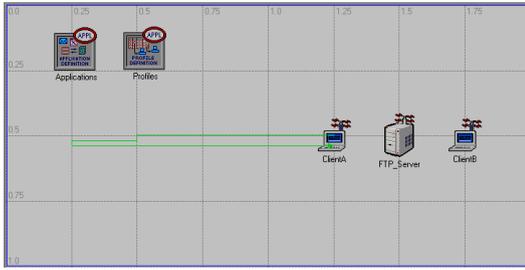
2.3 폭주제어와 윈도우크기

TCP는 단대단 흐름제어 기법을 이용하는데 송신측이 패킷을 보낼 때 수신측은 패킷의 수신여부를 송신측에 통지한다. 송신측은 네트워크 폭주상태의 평가수단으로 응답신호의 도착율을 이용할 수 있다. 송신측이 성공적으로 응답신호를 수신할 때 송신측은 패킷이 수신측에 정상적으로 수신되었는지를 알 수 있다. 그 때 송신측은 네트워크상에 새로운 패킷을 보낸다. 그리고 송신측과 수신측은 패킷흐름을 위한 윈도우 크기를 정하게 되는데 이는 송신측이 한번에 보낼 수 있는 바이트 수를 나타낸다. 윈도우 크기는 폭주상태를 피하기 위하여 네트워크상의 트래픽 조건에 따라 변한다. 일반적으로 TCP접속환경에서 크기가 f 인 파일을 전달하는데 Δ 시간이 소요된다면 TCP 전달 처리율 $r = f/\Delta$ 로 구해진다. 그리고 링크의 대역폭이 B

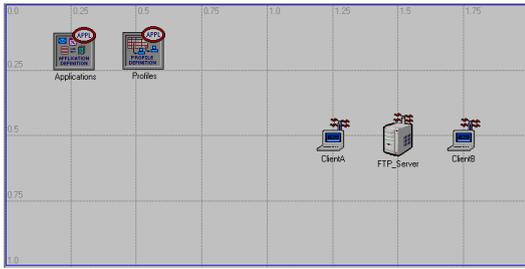
라고 가정하면 대역폭 이용도 $\rho_u = r/B$ 로 주어진다. TCP는 3가지 폭주제어방법인 additive increase, slow start 및 retransmit 방법을 이용한다. 결국 TCP 폭주제어기법에서 중요한 변수는 폭주 윈도우의 크기이며 접속시에 w_g 의 폭주 윈도우 크기를 갖게 된다. 폭주 윈도우의 크기는 특정 순간에 송신측에게 전달이 허용되는, 바이트로 표현되는 데이터 양을 말한다. Additive increase 기법은 네트워크상에서 폭주 상태가 줄어들 때 폭주 윈도우 크기가 천천히 증가하며 폭주상태가 늘어날 때 폭주 윈도우 크기가 급격하게 감소한다. w_m 을 송신측이 unacknowledged 상태에서 수신측으로 보낼수 있도록 허용되는 최대 데이터량을 나타내는, 바이트로 표현되는 최대 윈도우 크기로 한다. 그리고 W_a 는 버퍼크기를 기반으로 수신기에 의해서 보내진 advertized 윈도우 크기라고 한다. 그래서 $w_m = \min(w_g, w_a)$ 가 성립한다. w_m 을 w_a 로 대체함으로써 송신측이 네트워크 또는 수신측보다 더 빠르게 데이터를 보내도록 허용하지 않는다. 따라서 폭주제어의 목적은 송신측이 폭주 윈도우에 대한 적합한 값을 구하는 것이다. 폭주 윈도우 크기는 네트워크의 트래픽 조건에 따라서 변한다. 또한 폭주 상태의 표시로서 timeout 값이 설정되는데 폭주 윈도우에 대한 최적 크기를 발견하기 위한 acknowledgement의 수단으로 사용될 수 있다. 이것은 과도하게 큰 윈도우 크기를 가지는 것은 과도하게 작은 윈도우 크기를 가지는 것보다 훨씬 열악한 상황이 될 수 있다는 것 때문에 설정되는데 평균 RTT(Round Trip Time) 값 및 RTT standard deviation 값이 고려된다⁵⁾.

III. 시뮬레이션 환경 및 성능평가

3개의 노드를 갖는 간단한 Ad hoc 기반의 무선 LAN 모델을 구성한다⁶⁾. 네트워크는 두개의 클라이언트와 하나의 FTP 서버로 구성되며 두개의 클라이언트는 각각 클라이언트 A와 클라이언트 B로 명명된다. 본 논문에서는 두개의 시나리오를 설정하였는데 첫 번째 것은 이동 클라이언트 A, 고정 FTP 서버 및 고정 클라이언트 B를 갖는 네트워크이다. 두 번째 것은 두개의 클라이언트와 하나의 FTP 서버가 모두 고정된 경우이다. 첫 번째 시나리오에서는 클라이언트 A만이 시뮬레이션이 시작된 2분후 부터 움직이기 시작하는 시뮬레이션 환경을 갖고 있다. 그 후에 클라이언트 A는 $X = 0.5$ 에서 1분동안 대기하며 $X = 0.25$ 에서 20초동안 대기한다. 그리고 나머지 노드는 고정되어 있다. 그림 4는 두가지의 시뮬레이션환경에 대한 네트워



(a) 클라이언트 A가 움직이는 경우



(b) 클라이언트 A가 움직이지 않는 경우

그림 4. 시뮬레이션을 위한 네트워크 노드 구조
Fig. 4. Network node configuration for simulation

크 구조를 나타낸다.

두 시나리오에서 두개의 클라이언트와 하나의 서버는 FTP 애플리케이션을 구동하며 모든 FTP 세션은 클라이언트에서 서버로 송신하는 경우만을 고려한다. 두 개의 시나리오는 FTP 세션에 대한 TCP 접속성능에 노드 이동성의 영향을 분석하는 데 사용되며 또한 이동 노드를 갖는 무선 LAN에서 RTS/CTS의 영향도 살펴본다. RTS와 CTS 프레임은 그림 5에서 보여진 바와 같이 무선 LAN에서 이동성에 의해서 야기된 hidden 노드 문제를 해결하는데 효과적이다^[1]. 송신기와 수신기 사이에 RTS와 CTS를 교환하는 것은 주변의 스테이션에게 프레임 전송이 시작되고 있다는 것을 알린다. 그리고 RTS/CTS 프레임의 Duration 정보는 RTS/CTS 프레임의 수신범위내에 있는 모든 스테이션의 NAV를 설정하기 위해서 사용된다. 클라이언트 A는 RTS 프레임을 보내며 FTP 서버는 CTS 프레임으로 응답한다. RTS 및 CTS 프레임을 엿듣는 클라이언트 B는 RTS/CTS 프레임에 표시된 정해진 기간 동안 전송을 보류한다. 클라이언트 A에서 RTS/CTS 핸드셰이킹 절차가 실패하는 경우에 RTS 프레임이 재전송되도록 하며 이것은 충돌현상이 발생한 것으로 처리된다. 그리고 클라이언트 A가 연속적으로 재전송하는 것을 방지하기 위하여 MAC 프로토콜에는 프레임의 생존시간을 제한하는 재시도 카운터가 있는데

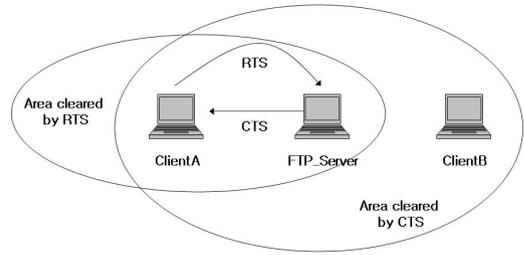


그림 5. RTS/CTS에 의해서 커버되는 영역
Fig. 5. Area cleared by RTS/CTS

최대 재전송 횟수는 단기 재시도 제한치 및 장기 재시도 제한치에 대해서 각각 7 및 4로 정해진다.

이러한 방법으로 hidden 송신기의 문제는 CTS 프레임을 수신하는 임의의 스테이션이 수신기 주위에 위치해 있다는 것을 인식함으로써 해결될 수 있다. 다시 말하면 CTS 프레임을 수신하는 임의의 스테이션은 NAV에 표시되어 있는 시간 duration 프레임 전송을 하지 않게 되어 송신기의 프레임 전송에 지장을 초래하지 않는다.

그러나 전송되는 데이터 프레임의 길이가 짧은 경우에 RTS/CTS 프레임을 사용하면 상대적으로 오버헤드가 증가하여 비효율적이므로 RTS/CTS 프레임의 사용이 권장되지 않는다. 그러므로 기존 데이터 프레임 길이보다 더 긴 데이터 프레임을 송수신하는 경우에만 RTS/CTS 프레임을 사용한다. 서버 및 클라이언트에서 사용되는 응용 어트리뷰트는 표 1에서 보여준다. 무선 네트워크의 성능을 평가하기 위하여 TCP 접속성능 파라미터로서 connection congestion window size(bytes) 및 traffic received(bytes) 이 이용되고 무선 LAN 성능 파라미터로서 부하량(bit/sec)을 이용한다.

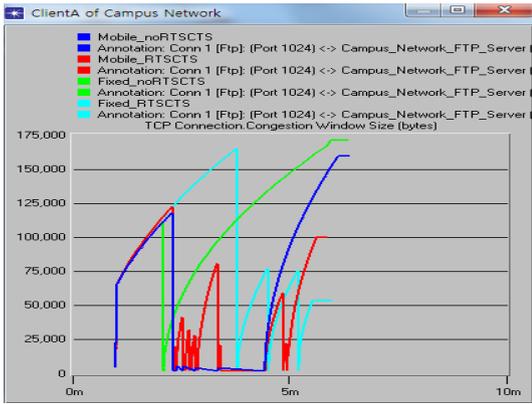
그림 6 및 그림 7은 두가지 시나리오에 대한 시뮬

표 1. 서버 및 클라이언트에서의 응용 어트리뷰트
Table 1. Application attributes in the server and clients

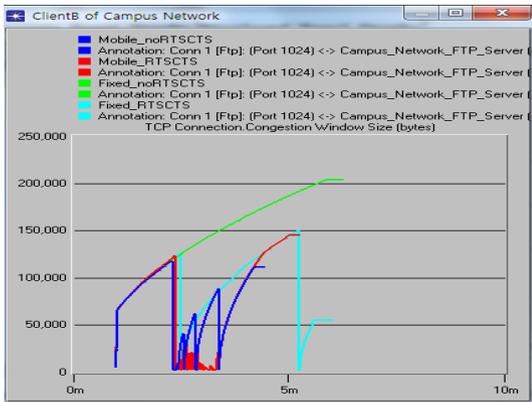
Attribute	Value
File size	15,000,000 bytes
RTS threshold	256 bytes
Data rate	1 Mbps
Physical transmission	Frequency hopping
Short retry limit	7
Long retry limit	4
MAC address	Auto assigned
Type of Service	Best Effort
Fragmentation threshold	None

레이션 결과를 나타낸다. Mobile_noRTSCTS 및 Mobile_RTSCSTS는 하나의 이동노드 (클라이언트 A) 및 두개의 고정노드 (FTP 서버, 클라이언트 B) 를 갖는 네트워크의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. Fixed_noRTSCTS 및 Fixed_RTSCSTS는 클라이언트 A, 클라이언트 B 및 FTP 서버가 모두 고정된 네트워크의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. RTSCTS는 RTS/CTS 기법을 적용하는 것을 의미하고 noRTSCTS는 RTS/CTS 기법을 적용하지 않는 것을 의미한다. 그림 6 및 그림 7에서 클라이언트에 대한 접속폭주 윈도우 크기 및 무선 LAN의 부하량은 노드의 이동성에 의해서 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

즉 그림 6에서 클라이언트 A가 이동하는 경우에 고정되어 있는 경우보다 클라이언트 A의 접속폭주 윈도우 크기가 작아지는 것을 알 수 있다. 이는 클라이언트 A의 이동에 따라 hidden 노드문제로 야기될 수 있는 데이터 충돌현상에 기인된다고 판단된다. 또한

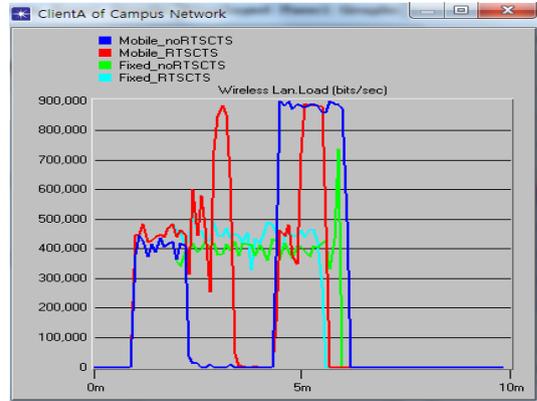


(a) Client A

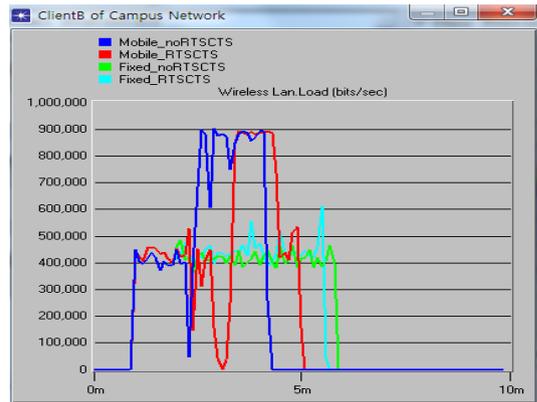


(b) Client B

그림 6. TCP 접속 폭주 윈도우 크기 (바이트)
Fig. 6. TCP connection congestion window size (bytes)



(a) Client A



(b) Client B

그림 7. 무선 LAN 부하량 (비트/초)
Fig. 7. Wireless LAN load (bits/second)

클라이언트 A가 이동하는 경우에 RTS/CTS기법을 적용하면 적용하지 않는 경우보다 접속폭주 윈도우 크기가 다소 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 RTS 및 CTS 신호가 hidden 노드문제로 야기될 수 있는 데이터 충돌현상을 사전에 방지할 수 있기 때문이라고 판단된다.

그리고 클라이언트 A가 고정되어 있는 경우에는 반대로 RTS/CTS기법을 적용하면 적용하지 않는 경우보다 접속폭주 윈도우 크기가 다소 감소하는 것을 알 수 있다. 클라이언트 B도 고정되어 있으므로 클라이언트 A가 고정되어 있는 경우에 나타난 결과와 같이 RTS/CTS기법을 적용하면 적용하지 않는 경우보다 접속폭주 윈도우 크기가 다소 감소하는 것을 알 수 있다. 결국 클라이언트가 고정되어 있는 경우에 RTS/CTS 기법을 사용하면 오히려 역기능이 발생할 수 있음을 알 수 있다.

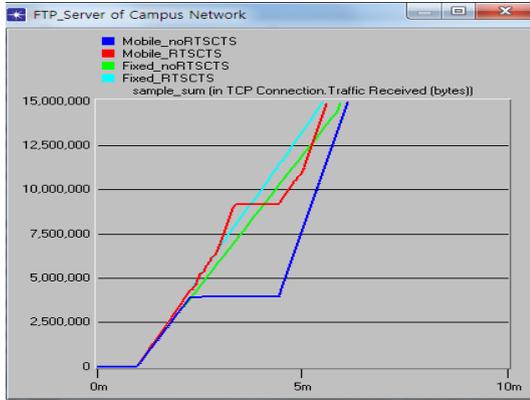
그림 7에서는 클라이언트 A가 이동하거나 고정되

IV. 결 론

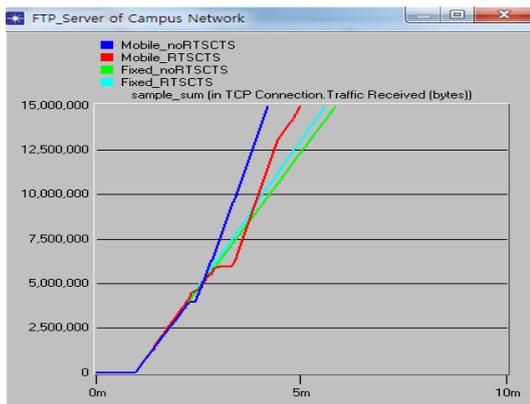
본 논문에서는 무선 Ad hoc LAN 환경에서 단말의 이동성이 TCP 계층 프로토콜 성능에 미치는 영향을 분석하였다. TCP계층 프로토콜의 경우 이동성에 의해서 발생된 단절 및 재접속 현상을 단지 트래픽이 폭주하기 때문에 발생한 것으로 판단하여 폭주 윈도우의 크기는 배수적으로 감소되며 재 접속한 후에도 원래의 크기로 복구되는데 불필요한 시간이 소요된다. 그리고 클라이언트의 접속폭주 윈도우크기 및 무선 LAN의 부하량은 노드의 이동성에 의해서 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 클라이언트가 이동하는 경우에는 hidden 노드문제로 야기될 수 있는 데이터 충돌현상으로 클라이언트가 고정되어 있는 경우보다 이동하는 클라이언트의 접속폭주 윈도우 크기가 작아지는 것을 알 수 있다. 따라서 클라이언트가 이동하는 경우에는 RTS/CTS기법을 적용하여 접속폭주 윈도우 크기를 다소 증가시킬 수 있다. RTS/CTS 기법을 사용하는 것은 hidden 노드문제를 해결하는 데 도움이 되며 일반적으로 클라이언트로부터 수신된 FTP 서버의 트래픽 성능을 개선하는 결과를 가져온다.

참 고 문 헌

- [1] Carlos de Moraes Cordeiro and harma Prakash Agrawal, *Ad Hoc Sensor Networks*, World scientific, pp.172-187, 2006.
- [2] C. Siva Ram Murthy and B. S. anoj, *Ad Hoc Wireless Networks*, Prentice Hall, 2004
- [3] IEEE 802.11b, "Part 11: Wireless AN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification : High-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band," 1999.
- [4] Upkar Varshney, "The Status and Future of 802.11-based WLANs," *IEEE Computer*, pp. 102-105, June 2003.
- [5] Yixin Dong, Dimitrios Makrakis and Terrance Sullivan, "Network Congestion Control in Ad Hoc IEEE 802.11 Wireless LAN," *CCECE 2003*, pp.1667-1670, 2003.
- [6] Emad Aboelela, *Network Simulation Experiments Manual*, Morgan Kaufmann, pp. 185-196, 2008.



(a) Client A



(b) Client B

그림 8. 클라이언트로 부터 수신된 FTP 서버 바이트
Fig. 8. FTP_Server received bytes from Clients

어 있는 경우 모두 무선 LAN의 부하량은 RTS/CTS 기법을 사용할 때 사용하지 않는 경우보다 증가됨을 알 수 있다.

그림 8은 FTP 서버가 클라이언트 A 및 B로 부터 수신한 트래픽량(Bytes)을 나타낸다. 클라이언트 A로 부터 수신된 FTP 서버의 트래픽량은 클라이언트 A가 이동하는 경우에는 RTS/CTS기법을 적용해야 클라이언트 A가 고정되어 있는 경우의 트래픽량과 유사하다. 또한 클라이언트 A가 고정되어 있던 이동하는 RTS/CTS 기법을 적용하는 것이 적용하지 않는 것보다 두가지 경우에 모두 성능이 우수하다. 클라이언트 B로 부터 수신된 FTP 서버의 트래픽량은 클라이언트 A가 이동하던 고정되어 있던 두가지 경우에 있어서 성능의 차이가 미미하다는 것을 나타낸다.

이 하 철 (Ha-cheol Lee)

중신회원



1983년 3월 한국항공대학교 통
신공학과 학사

1990년 8월 한국항공대학교 통
신정보공학과 석사

1999년 8월 한국항공대학교 통
신정보공학과 박사

1993년 12월 정보통신기술사

1983년 3월~1985년 6월 ETRI
연구원

1985년 6월~1995년 8월 KT 선임연구원

2007년 8월~2008년 7월 캘리포니아 주립대학교 방
문교수

1995년 9월~현재 유한대학 정보통신과 교수

<관심분야> 홈 네트워킹, 컴퓨터 네트워킹, 무선
LAN 및 PAN