

Mobile IP 핸드오프 지연을 줄이기 위한 802.11 MAC Backoff

장준호*, 신호진*, 장경수**, 신동렬*
*성균관대학교 정보통신공학부
**경인여자대학 컴퓨터정보기술학부
e-mail : jhjang@ece.skku.ac.kr

A 802.11 MAC Backoff for Decreasing Mobile IP Handoff Delay

Jun-Ho Jang*, Ho-Jin Shin*, Kyung-Soo Jang**,
Dong-Ryeol Shin*

*School of Information and Communication Engineering,
Sung Kyun Kwan University

**School of Computer and Information Technology,
Kyungin Women's College

요 약

Mobile IP 기반의 이동 호스트의 핸드오프시 새로운 COA를 HA에 등록하는 과정에서 많은 지연이 발생한다. 본 논문에서는 802.11 무선 LAN 환경에서 Mobile IP 기반의 이동 호스트가 핸드오프를 수행할 때 발생하는 전송 지연을 줄이기 위한 방안을 제안한다. 제안된 방식은 핸드오프 시 발생하는 전송 지연을 줄이기 위해서 802.11 MAC에서 일반적인 트래픽과 이동 호스트가 새 COA를 HA에 등록하기 위해서 발생하는 등록 요청 메시지를 분리해서 백오프를 처리한다. NS-2를 이용하여 시뮬레이션한 결과, 일반적인 트래픽과 등록 요청 메시지를 분리해서 백오프를 처리한 경우 Mobile IP 핸드오프 과정에서 발생하는 지연이 줄어들었음을 보였다.

1. 서론

인터넷에서 호스트의 이동성 보장을 위해 Mobile IP 프로토콜이 제안되고 있다. Mobile IP는 이동 호스트의 홈네트워크에 HA(Home Agent)를 두고 이 이동 호스트가 자신의 홈네트워크를 벗어나 외부 네트워크로 이동시 자신의 COA(Care of Address)를 HA에 등록해서, HA가 이동 호스트로 향하는 패킷을 등록된 이동 노드의 COA로 전달하는 방식으로 동작한다[1]. 따라서 이동 호스트가 외부 네트워크로 이동 했을시 이동성 보장을 받기 위해서는 반드시 자신의 HA에 COA를 등록하는 과정이 필요하다. 이 등록과정 수행시 전송 프로토콜의 전달 지연이 발생하게 되며 이로 인하여 많은 패킷 손실 문제가 발생한다[4][5][6].

본 논문에서는 위와 같은 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 802.11 MAC에서 일반적인 트래픽과

이동 호스트가 새 COA를 HA에 등록하기 위해 발생하는 등록 요청 메시지 (Registration Request Message)를 분리해서 백오프를 처리하여 이동 호스트가 보다 빠른 핸드오프를 수행할 수 있도록 한다. IEEE 802.11 MAC은 기본적인 접근 방식으로 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 사용하는데, CSMA/CA는 각 단말이 경쟁 윈도우 (Contention Window: CW) 내에서 임의의 타임 슬롯을 선택하여 매체에 접근하므로써 충돌을 회피하는 경쟁 방식의 프로토콜로서 최소의 백오프 시간을 가진 단말은 전송 기회를 얻게 된다[3].

802.11 MAC에서 일반적인 트래픽과 등록 요청 메시지를 분리하여 백오프를 시행하여 이동 호스트의 Mobile IP 핸드오프시 보다 많은 매체 접근 기회를 부여하여 Mobile IP 핸드오프시 전송 지연을 줄

여준다. 제안된 방식의 성능 평가를 위해서 VINT 프로젝트로 개발된 NS-2 (Network Simulator-2)를 사용하여 성능을 비교 분석한다.

2. 관련 연구

2.1 802.11 MAC DCF

무선랜은 무선의 특성상 충돌을 감지 할 수 없기 때문에 무선랜의 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 대신 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 사용한다. DCF는 802.11 MAC의 기본적인 접근 방식으로 CSMA/CA 프로토콜을 이용한다.

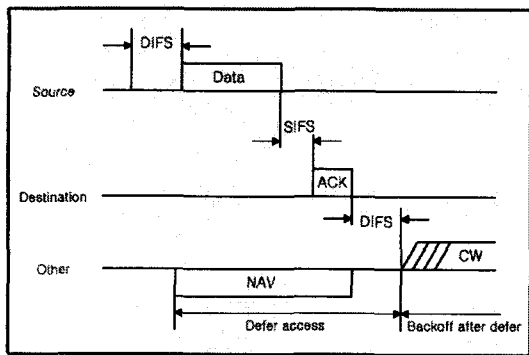


그림 1. 802.11 MAC DCF

그림 1은 DCF의 기본적인 동작을 나타낸다. 각 단말은 DIFS 시간후에 매체가 idle하다면 CW내에서 임의의 타임 슬롯을 선택하여 백오프 시간을 설정 후 백오프 시간 후에도 매체가 idle하다면 프레임을 전송하여 충돌을 회피한다. 만약 충돌이 발생한다면 CW는 2의 지수승으로 증가되며 각 단말은 백오프 타임을 재설정한다[3].

2.2 Mobile IP

Mobile IP는 이동 호스트가 이동하여 네트워크 상의 인터넷 연결 지점이 변경되더라도 IP 주소를 바꾸지 않고 사용중인 서비스가 중단되거나 방해받지 않고 통신이 가능하게 해준다. 이를 위하여 Mobile IP는 각각 HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent)라는 라우터와 호스트의 실제 위치를 나타내는 COA(Care of Address)를 사용한다. HA는 이동 호스트가 처음 등록한 홈 네트워크의 라우터로서 이동 호스트가 홈 네트워크를 떠났을 때, 데이터그램을 터널 (tunnel)을 통해 이동 호스트에 전달하고,

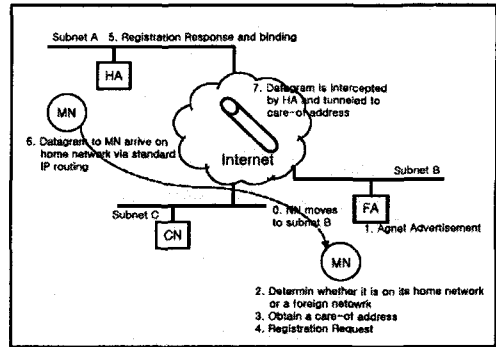


그림 2. Mobile IP 프로토콜 동작 과정

이동 호스트의 현재 위치 정보를 유지한다. FA는 이동 호스트가 방문하는 외부 네트워크의 라우터로서 이동 호스트가 자신의 현재 위치를 나타내는 COA를 제공하며 이동 호스트가 이 COA를 자신의 HA에게 보내어 자신의 위치 정보를 등록시킬 수 있게 해준다. 또한 FA는 HA와의 터널의 종단점 (end point)로서 HA로부터 받은 데이터그램을 역터널 (detunnel)해서 이동 호스트에 제공한다.

홈 네트워크를 떠나 새로운 네트워크를 방문한 이동 호스트는 FA가 보낸 Agent Advertisement Message를 통해서 자신의 새로운 위치정보인 COA를 얻게 되고 등록 과정을 통해서 이를 자신의 HA에게 알리게 된다. 이 등록 과정을 통해서 이동 호스트의 HA는 현재 위치를 파악할 수 있으며 이동 호스트가 외부 네트워크에 있을 시에는 이동 호스트로 오는 패킷을 캡슐화(encapsulation)하여 터널을 통해서 FA로 전달하고, FA는 이를 역캡슐화(decapsulation)하여 이동 호스트에게 전달한다[2].

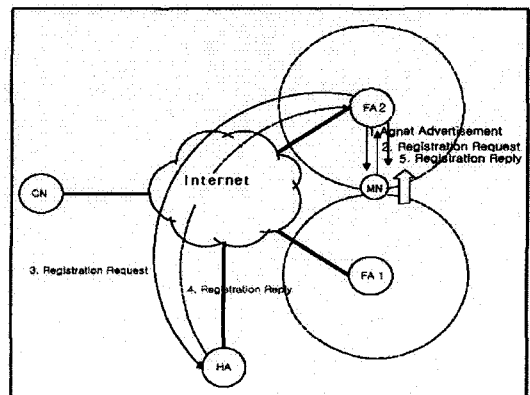


그림 3. Mobile IP 핸드오프 과정

그림 3는 Mobile IP은 핸드오프 과정을 나타내고 있다. FA는 주기적으로 COA를 실은 Agent Advertisement를 브로드캐스팅함으로써 셀 내의 모든 이동 호스트에게 자신의 존재를 알린다. 이동 호스트는 새로운 FA로부터 Agent Advertisement Message를 수신하면 자신이 외부 네트워크로 이동하였다고 판단 새로운 셀로 핸드오프를 시작한다. 만약 이동 호스트가 FA로부터 일정 시간동안 Agent Advertisement를 수신하지 못한 상태라면 Agent Solicitation Message를 전송함으로써 FA로부터 Agent Advertisement Message를 받을 수 있다 새로운 Agent Advertisement Message를 수신한 이동 호스트는 Registration을 수행하기 위해서 새 FA에게 자신의 Home Address, COA 및 HA 주소를 포함하고 있는 등록 요청 메시지를 전송하고 새 FA는 이 Registration Request Message를 HA로 포워딩한다. Registration Request Message를 받은 HA는 해당 이동 호스트에게 Registration Reply를 전송하고 이동 호스트에게 패킷을 라우팅함으로써 핸드오프는 끝나게 된다.

이동 호스트가 이러한 Mobile IP 핸드오프를 수행할 때, 새로운 COA를 HA에 등록하기 전까지는 HA는 과거의 COA로 라우팅 함으로써 패킷 손실이 일어난다. Mobile IP 핸드오프 수행시 전송 지연을 간단한 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$T_{handoff} = T_{detect} + T_{register}$$

T_{detect} 는 이동 호스트가 이동을 감지하는데 소요되는 시간이고 $T_{register}$ 는 등록에 소요되는 시간이다.

3. 제안하는 알고리즘

Mobile IP 핸드오프시 패킷 손실은 다음의 수식에서와 같이 이동 호스트가 이동을 감지하고 등록을 하는 과정에서 발생한다.

$$T_{handoff} = T_{detect} + T_{register}$$

본 논문에서는 이러한 손실 발생을 최소화 하기 위해서 $T_{register}$ 에 주목하고 $T_{register}$ 을 최소화 함으로써 $T_{handoff}$ 를 줄이고자 한다.

802.11 무선랜을 사용하는 이동 호스트는 공유된 매체에 접근하기 위해서 경쟁 윈도우 (Contention Window: CW) 내에서 임의의 타임 슬롯을 얻어 최소의 백오프 시간을 가진 단말이 전송 기회를 얻게 된다. 이 경우 임의의 백오프 시간을 통해서 각 단말은 공유된 매체에 공정하게 접근할 수 있지만 특정 트래픽에 대한 QoS는 보장하지 못한다. 본 논문

에서는 트래픽을 각각 일반적인 트래픽과 Mobile IP 등록시 발생시 발생하는 등록 요청 메시지를 분리해서 백오프를 시행함으로써 $T_{register}$ 을 최소화 하고자 한다.

Mobile IP 핸드오프 지연을 줄이기 위해 일반적인 트래픽과 등록 요청 메시지를 분리해서 백오프를 시행하는 방안을 M-backoff라 방식이라 명명한다. M-backoff 방안은 일반적인 트래픽의 경우 기존의 백오프 방식에 따라 백오프를 수행한다. 이 경우 CW 값은 CW_{min} 값을 초기값으로 하여 충돌이 발생할 때마다 2의 지수승으로 증가하여 CW_{max} 까지 증가하며 다음과 같은 백오프 시간을 가진다.

$$T_{backoff} = \text{Random}(i) * \text{SlotTime}$$

반면에 이동 호스트가 핸드오프시 새 COA를 HA에 등록하는 과정에서 발생하는 등록 요청 메시지의 경우 M-backoff는 일반적인 트래픽과는 달리 최소 크기의 고정적인 백오프 시간을 갖는다. 이럴 경우 일반적인 트래픽에 비해서 작은 백오프를 가지기 때문에 핸드오프 중인 이동 호스트가 다른 단말들에 비해 보다 빨리 공유된 매체에 접근할 수 있어 등록시 소요되는 시간을 줄일 수 있고 이로인해 전체적인 Mobile IP 핸드오프 지연을 줄일 수 있다.

4. NS-2를 이용한 시뮬레이션 및 성능 분석

본 논문에서는 제안된 방안의 성능 검증을 위해서 UC Barkely에서 VINT 프로젝트의 일환으로 개발된 NS-2를 사용하였다.

4.1 시뮬레이션 모델

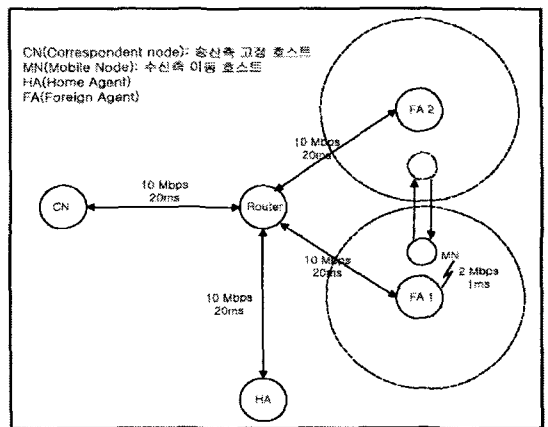


그림 4. 시뮬레이션 망 구성

그림 4는 본 논문에서 시뮬레이션에 사용된 망 구성이다. 하나의 HA와 고정 호스트 CN이 있고 각

기 두 개의 서브넷에 FA1과 FA2가 있다. 이동 호스트는 이 두 FA간을 이동하며 고정 호스트 CN으로부터 패킷을 수신한다. 두 FA간의 핸드오프의 영향만을 고려하기 위해 무선 구간에서는 신뢰성 있는 링크 계층 프로토콜을 사용하여 비트 오류에 의한 패킷 손실은 무시하였으며 데이터 전송은 고정 호스트 CN에서 이동 호스트 MN로의 FTP에 의한 단방향 데이터 전송만 고려하였다. FA1과 FA2의 셀은 1m 간격으로 중첩되어 있다. 그림 5는 시뮬레이션 타임 485초 동안 1m의 FA1과 FA2 사이를 호스트가 5m/s로 이동하며 2번 핸드오프 하는 동안의 TCP 패킷 수신 번호를 시간의 흐름에 따라 나타내었다. 그림 5에서 보던 기존의 802.11 MAC backoff를 사용한 경우와 각각 210.00초와 330.00초에 2423번째와 10874번째 TCP 패킷을 수신하고 핸드오프를 수행해 225.24초와 337.22초에 2424번째와 10875

해 213.02초와 331.25초에 2427번째와 11955번째 패킷을 수신한다. M-backoff 모두 새 COA를 HA에 등록하기 전까지의 전달 지연으로 인한 패킷 손실이 발생하지만 M-backoff의 경우 보다 빠른 매체 접근으로 인한 $T_{register}$ 의 시간이 감소함으로써 보다 빠른 핸드오프가 이루어졌음을 볼 수 있다.

5. 결론

이동 호스트의 Mobile IP 핸드오프 수행시 이동을 감지하고 새로운 COA를 HA에 등록하는 과정에서 많은 지연이 발생한다.

본 논문에서는 Mobile IP 핸드오프 과정에서 발생하는 이런 지연을 최소화하기 위한 802.11 MAC Backoff를 제안하였다. 제안된 802.11 MAC Backoff 이동 호스트의 핸드오프시 발생하는 등록 요청 메시지를 일반적인 트래픽과 분리하여 백오프를 시행함으로써 이동 호스트에 보다 많은 매체 접근 기회를 주어 Mobile IP 핸드오프시 $T_{register}$ 를 줄여 Mobile IP 핸드오프 지연을 줄일 수 있었다.

참고문헌

[1] Perkins E. Charles, "IP Mobility Support", RFC 2002, October 1996
 [2] Perkins E. Charles, "Mobile IP, Design Principles and Practices", Addison Wesley, 1998
 [3] Brian P. Crow, Indra Widjaja, Jeong Geun Kim and Prescott T. Sakaki, "IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks", IEEE Communications Magazine, Sept., 1997.
 [4] N.A. Fikouras, K. El Malki, S. R. Cvetkovic, and M. Kraner, "Performance analysis of Mobile IP handoffs", Microwave Conference, Asia Pacific, vol. 3, 770-773, 1999
 [5] Anne Fladenmuller and Ranil De Silva, "The effect of Mobile IP handoffs on the performance of TCP", Mobile Networks and Applications 4, pp 131-135, May, 1999
 [6] YE Min-hua, WANG Zhe-wei, ZHANG Hui-min, and LIU Yu, "Performance Analysis of TCP/UDP During Mobile IP Handoffs", Info-tech and Info-net, 2001. Proceedings. ICII 2001 Conferences on, Volume: 2, 724-729, 2001

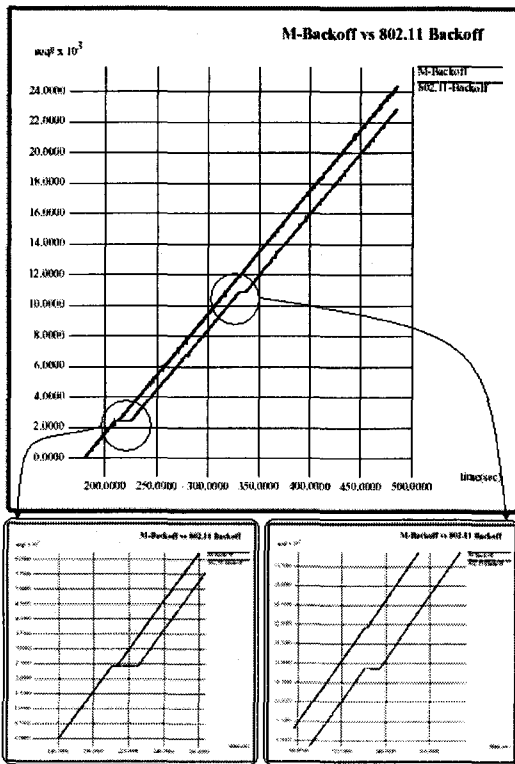


그림 5 802.11 MAC Backoff와 제안된 방안 비교

번째 TCP 패킷을 수신하는 반면 M-backoff를 사용한 경우에는 각각 210.00초와 330.21초에 2420번째와 11914번째 TCP 패킷을 수신하고 핸드오프를 수행