

무선 랜에서 멀티미디어 데이터 통신을 위한 Mobile IP 핸드오프 프로토콜

박지현⁰ 진현욱 유혁
고려대학교 컴퓨터학과
{jhpark, hwjin, hxy}@os.korea.ac.kr

Mobile IP Handoff for Multimedia Data Communication over Wireless LAN

Jee-Hyun Park⁰ Hyun-Wook Jin Hyuck Yoo
Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

본 논문은 무선 랜 환경에서 Mobile IP 를 기반으로 하는 이동 호스트가 핸드오프를 수행할 때 발생할 수 있는 패킷 손실 제거하고, 멀티미디어 데이터의 특성을 고려한 핸드오프 프로토콜을 제안한다. 제안된 핸드오프 프로토콜은 Mobile IP 의 확장으로 무선 랜 기술을 이용하며, 현재 FA(Foreign Agent) 가 아닌 이동 호스트가 방문할 FA 에 패킷을 버퍼링 함으로써 패킷 손실을 제거하고, 버퍼링 된 패킷의 포워딩 시간을 최소로 한다. 제안된 핸드오프 프로토콜은 ns -2(network simulator) 에서 시뮬레이션 되었고, 멀티미디어 데이터 통신에 사용되는 UDP 의 성능이 향상됨을 보여주었다.

1. 서론

무선 랜 환경에서 Mobile IP[1] 를 사용하는 이동 호스트는 셀 사이를 이동할 때에 두 계층에서 핸드오프를 수행해야 한다. MAC(Media Access Control) 계층에서 이루어지는 핸드오프는 신뢰성 있는 무선 링크를 확보하기 위한 것이며, IP 계층에서 일어나는 Mobile IP 핸드오프는 이동 호스트의 위치 투명성 제공을 목적으로 한다. 현재 IEEE 802.11[2] 은 MAC 계층에서 seamless 로밍을 제공하고 있으나, 이동 호스트가 Mobile IP 핸드오프를 수행할 때에는 잘못된 라우팅 정보로 인하여 패킷이 손실될 수 있다. 이러한 패킷 손실은 IP 를 기반으로 하는 UDP 또는 TCP와 같은 프로토콜의 성능을 크게 저하시킨다[3].

현재 많은 연구가 위와 같은 문제를 해결하기 위하여 진행되고 있고, 여러 해결책 중에서 버퍼링 매커니즘이

대표적으로 사용된다[3][4]. 그러나 무분별한 패킷 버퍼링은 CPU 및 메모리 자원의 낭비를 초래할 뿐만 아니라, 동일한 패킷을 이동 호스트에게 전달함으로써 UDP 통신의 대역폭을 낭비하게 된다. 더욱이 대부분의 연구가 버퍼링 된 패킷을 새로운 FA로 전달하는데 소요되는 지연 시간을 고려하지 않기 때문에, 시간 제약이 있는 멀티미디어 데이터 통신에는 적합하지 않다.

본 논문에서는 Mobile IP 핸드오프 수행 중에 발생할 수 있는 패킷 손실을 제거하고, 멀티미디어 데이터 특성을 반영한 새로운 핸드오프 프로토콜을 제안한다. 제안된 핸드오프 프로토콜은 패킷 손실을 제거하기 위하여 버퍼링 매커니즘을 사용한다. 하지만 기존 연구들과는 다르게 무선 랜(IEEE 802.11) 의 특성을 이용하여 버퍼링 시점을 결정하기 때문에 불필요한 패킷이 버퍼링 되는 것을 막고, 중복된 패킷 전달에 대한 우려도 제거한다. 또한 이동 호스트에게 전달될 패킷을 현재 FA 가 아닌 방문할 FA 에 버퍼링 함으로써 패킷 포워딩 시간을 최소로 하여 시간 제약이 있는 멀티미디어 데이터에 적용되어 실효성을 거둘 수 있도록 설계되었다.

⁰ 본 연구는 2000년 정보통신연구진흥원 지원에 의해 연구됨 (C1-98-229).

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련 연구를 알아보고, 3 장에서는 새로운 핸드오프 프로토콜을 제안한다. 4 장에서는 ns -2에 구현된 새로운 프로토콜의 성능을 분석하고, 5 장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련연구

Mobile IP를 사용하는 이동 호스트는 자신의 위치 정보가 바뀔 때마다 HA(Home Agent)에게 자신의 새로운 위치 정보를 알려야 하는데, 이런 일련의 과정을 registration 이라고 한다. 그러나 핸드오프를 시작하여 registration 이 완료되기 전까지 이동 호스트로 전달될 패킷들은 예전의 FA로 전달되므로 손실될 수 있다. Smooth 핸드오프[5]는 이러한 패킷 손실을 줄이기 위하여, 이동 호스트가 registration 과정을 수행함과 동시에 예전의FA에게 패킷 포워딩 요청을 하도록 한다. 예전의FA는 곧바로 이동 호스트의 위치 정보를 갱신하고, 새로운FA로 패킷을 터널링 한다. 그러나, 이동 호스트가 현재의 셀을 벗어날 때까지 새로운FA로부터 COA(Care-Of-Address)를 얻지 못하면 패킷 손실은 여전히 발생한다.

Optimized Smooth 핸드오프[4]는 버퍼링 매커니즘을 이용하여 패킷 손실을 완전히 제거한다. 하지만 이동 호스트로 전달될 모든 패킷을 버퍼링 하기 때문에 자원을 낭비할 뿐만 아니라 이동 호스트에게 중복 패킷을 전달하지 않기 위하여 부수적인 처리를 해주어야 한다. 또한 버퍼링 된 패킷은 새로운FA로 터널링 된 후, 이동 호스트로 전달되기 때문에 포워딩 지연 시간이 커서 시간적인 제약이 있는 멀티미디어 데이터에 부적합하다.

FA는 이동 호스트가 방문할FA에게 버퍼링을 요청하고(그림 1 -②), 이동 호스트가 다른 셀로 이동하였음이 판단되면 새로운FA에게 즉시 패킷을 터널링한다(그림 1-③). 새로운FA는 패킷을 버퍼링 한 후, 이동 호스트가 Mobile IP 등록을 요청해보면 곧바로 패킷을 전달한다(그림 1-④⑤).

그런데 셀이 중첩되어 있지 않으면 이동 호스트는 방문할 FA에 대한 정보를 미리 얻을 수 없고, 단지 핸드오프만을 예측할 수 있다. 이러한 경우에는 이동 호스트는 핸드오프 발생 여부만 현재FA에게 알리고, 현재FA는 이동 호스트가 자신의 셀 영역을 벗어나면 직접 버퍼링 한다. 그 후, 패킷 포워딩 요청이 들어오면 새로운FA로 버퍼링 된 패킷을 터널링 하고, 새로운FA는 포워딩 된 패킷을 이동 호스트에게 전달한다.

제안된 핸드오프 프로토콜은 핸드오프 발생 여부와 방문할FA를 미리 결정하기 위하여 무선 랜의 MAC 계층에서 사용되는 beacon[2]의 시그널 세기를 이용한다. 또한 최적의 버퍼링 시점을 결정하기 위하여 무선 랜의 RTS/CTS, DATA/ACK 매커니즘[2]을 이용한다. 무선 랜에서 패킷을 보내고자 하는 호스트는 수신 호스트에 RTS(Request To Send)를 보낸 후 CTS(Clear To Send) 메시지를 받아야만 패킷을 전송할 수 있다. 그리고 일정 시간 안에 CTS를 받지 못하면, RTS를 재전송하고 이후에도 응답이 없으면, 수신 호스트에 문제가 생겼다고 간주한다. 또한 DATA를 송신한 후 ACK을 받지 못했을 경우도 위와 같이 행동한다. 제안된 핸드오프 프로토콜에서 FA는 핸드오프 발생이 예측된 이동 호스트가 RTS 혹은 DATA에 대한 응답을 하지 않으면, 다른 셀로 이동했다고 판단하고 버퍼링 매커니즘을 시작한다.

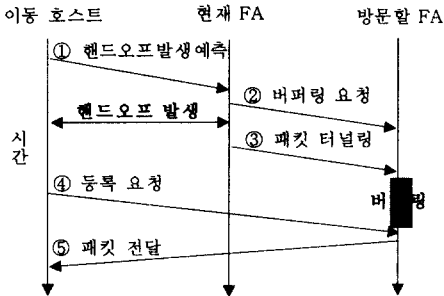


그림 1 중첩된 셀 환경에서 제안된 핸드오프 프로토콜

4. 시뮬레이션 및 성능 평가

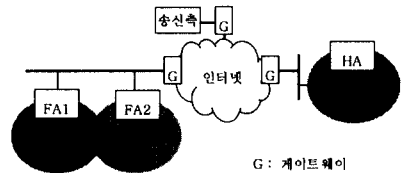


그림 2 네트워크 구조

표 1 링크 대역폭 및 지연 시간

	무선랜	유선랜	인터넷
대역폭	2Mbps	10Mbps	1Mbps
지연시간	64us	2ms	50ms

3. 새로운 핸드오프 프로토콜

본 논문에서 제안하는 핸드오프 프로토콜은 Mobile IP의 확장으로 이동 호스트가 핸드오프를 수행할 때 발생할 수 있는 패킷 손실을 제거하며, 멀티미디어 데이터에 적합하도록 오버헤드를 최소화 하여 설계되었다. 주요 알고리즘은 다음과 같다. 이동 호스트는 무선 랜 기술을 이용하여 핸드오프를 예측하고, 방문할FA를 결정한 후 현재FA에게 이와 같은 사실을 알린다(그림 1 -①). 현재

본 논문에서는 제안된 핸드오프 프로토콜의 성능을 검증하기 위하여 시뮬레이션 툴로 가장 널리 알려진 ns -2[5]를 사용하였다. 시뮬레이션에 사용된 네트워크 구조는 그림 2와 같다. 표 1은 링크 대역폭과 지연 시간을 보여준다. 이동 호스트는 그림 2의 FA1에서 FA2로 이동한다.

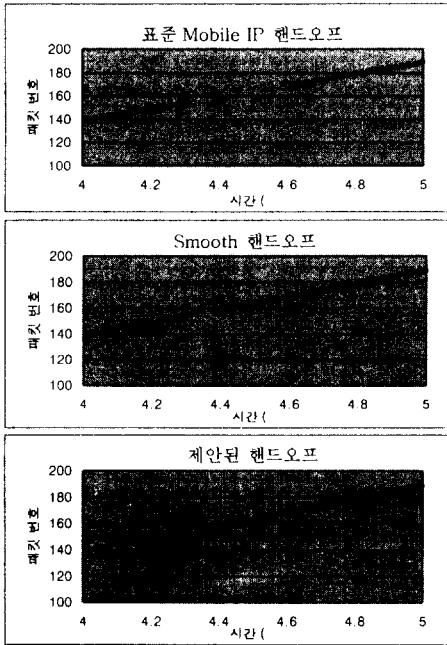


그림 3. 중첩된 셀 영역에서 UDP 패킷 번호

제안된 핸드오프 프로토콜의 성능은 표준 Mobile IP, Smooth 핸드오프와 비교되었다. 그림 3 은 이동 호스트가 FA1 셀 영역을 떠나 0.1 초 후에 FA2 로부터 Mobile IP 광고 메시지 (Advertisement Message) 를 받는 시물레이션 환경에서 송신측 호스트가 200 bytes 의 UDP 패킷을 20ms 간격으로 보냈을 때 이동 호스트가 수신한 패킷 번호를 시간의 흐름과 함께 보여준다.

이 경우 표준 Mobile IP 핸드오프를 기반으로 하는 이동 호스트는 15 개의 패킷을 잃어버리고 0.32s 후에 새로운 패킷을 받는다. 이것은 이동 호스트가 핸드오프를 시작하여 등록이 완료되기 전까지 잘못된 라우팅 정보 인하여 패킷이 모두 FA1 으로 전달되기 때문이다. Smooth 핸드오프는 등록과 동시에 FA1 에게 포워딩 요청을 보내기 때문에 표준 Mobile IP 핸드오프 보다 나은 성능을 보여주지만 여전히 5개의 패킷을 잃어버린다. 제안된 핸드오프 프로토콜은 FA1 을 떠난 후 0.21s 후에 패킷을 받는데, 이것은 Smooth 핸드오프 보다 20ms 더 빠르게 패킷을 수신하는 것이다. 또한 Smooth 핸드오프와는 다르게 패킷 손실도 없다. 이는 버퍼링 메커니즘을 통하여 패킷 손실을 제거하고, 예전의 FA가 아닌 방문한 FA 에 패킷을 저장함으로 포워딩 지연시간을 줄이기 때문이다. 물론 0.21s 의 지연시간으로 인하여 멀티미디어 데이터의 시간 제약적 특성을 여전히 지켜주지 못할 수도 있다. 그러나 일반적인 멀티미디어 응용 프로그램이 사전 버퍼링(prefetching buffering) 메커니즘을 사용하고 있음을 고려해 볼 때, Smooth 핸드오프에 비해 더 많은 멀티미디어 데이터에 대해서 시간 제약적 특성을

표 2. 중첩되지 않은 셀 영역에서 UDP 패킷 번호

표준 Mobile IP 핸드오프		Smooth 핸드오프		제안된 핸드오프	
시간	패킷번호	시간	패킷번호	시간	패킷번호
3.938	136	3.938	136	3.938	136
3.957	137	3.957	137	3.957	137
3.977	138	3.977	138	3.977	138
3.997	139	3.997	139	3.997	139
4.617	170	4.421	160	4.410	140
4.637	171	4.441	161	4.412	141
4.657	172	4.461	162	4.414	142

보장해 줄 수 있음을 알 수 있다.

표 2는 FA1 과 FA2 의 셀 영역을 중첩되지 않게 하고 FA1 의 영역을 벗어난 후 0.4 초 후에 FA2 로부터 광고 메시지를 받는 시물레이션 환경에서 이동 호스트가 수신한 UDP 패킷 번호를 시간 흐름에 따라 보여준다. 제안된 핸드오프 프로토콜은 Smooth 핸드오프보다 11ms 빠르게 패킷을 수신하며, 20~30 개의 패킷을 잃어버리는 다른 프로토콜들과는 다르게 패킷 손실이 없다. 이는 제안된 핸드오프 프로토콜이 셀 중첩에 관계없이 패킷 손실을 제거함을 보여준다.

5. 결론

Mobile IP 핸드오프 중에 손실된 패킷은 무선망에서의 멀티미디어 데이터 통신에 치명적이다. 본 논문에서 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 새로운 핸드오프 프로토콜을 제안하였다. 기존의 연구들과 다르게 제안된 핸드오프 프로토콜은 무선 랜의 특성을 이용하며 자원 낭비 없이 최소의 오버헤드로 패킷 손실을 제거하였다. 또한 버퍼링 된 패킷을 포워딩 하는 지연 시간을 단축시킴으로 시간 제약이 있는 멀티미디어 데이터 통신에 적합함을 보였다. 또한 셀의 중첩에 관계없이 패킷 손실을 제거하였다.

참고문헌

- [1] Perkins E. Charles, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [2] IEEE P802.11 "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications," 1997.
- [3] R. Caceres, V and N. Padmanabhan, " Fast and Scalable Wireless Handoffs in Support Mobile Internet Audio, " ACM Mobile Networks and Applications (MONET), vol. 3, no. 4, pp. 351-363, 1998.
- [4] C. E. Perkins and Kuang -Yeh Wang, "Optimized smooth handoffs in Mobile IP ," Proceedings of IEEE International Symposium on Computers and Communications., pp. 340-346, 1999.
- [5] C. Perkins and D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," draft-ietf-mobileip-optim-09.txt, February 2000.
- [6] UCB/LBNL/VINT Network Simulator ns (version 2) , URL : <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.