

이동 무선 네트워크에서의 개선된 핸드오프 기법

김형욱*, 김금호*, 김종민**, 윤성대*
*부경대학교 전자계산학과
**부경대학교 전산교육학과
e-mail:humankim@dol.pknu.ac.kr

Enhancing Method of Handoff in Mobile Wireless Networks

Hyung-Wook Kim*, Gum-ho Kim*, Jong-Min Kim**, Sung-Dae Youn*
*Dept of Computer Science, Pukyong National University
**Dept of Computer Science Education, Pukyong National University

요약

무선 LAN 환경의 증가로 인하여 Mobile IP를 기반으로 하는 이동 호스트의 핸드오프 횟수가 증가함에 따라 핸드오프 수행 시 발생하는 패킷 손실, 지연 시간, 오버헤드를 최소화하기 위하여 더 향상된 핸드오프 기법을 제안한다. 제안된 핸드오프 기법은 다음 셀 예측 (Next-Cell Prediction) 기법으로 무선 LAN 기술을 이용하며, 현재 FA(Foreign Agent)가 아닌 이동 호스트가 방문할 FA에 패킷을 버퍼링 하고, 버퍼링 된 패킷의 포워딩 시간을 최소로 하며, 셀 사이를 이동할 때에 두 셀의 영역이 중첩되는 지점에서의 계층 이동 여부를 시그널의 세기를 측정하여 결정함으로써 성능 향상을 가져온다.

1. 서론

무선 LAN 환경에서 Mobile IP[1]를 사용하는 이동 호스트는 셀 사이를 이동할 때에 두 계층에서 핸드오프를 수행해야 한다. 핸드오프를 수행함으로써 이동 호스트와 유·무선의 호스트 사이에서의 신뢰성 있는 통신을 보장 할 수 있다. 그러나 핸드오프를 수행함으로써 인해서 발생하는 패킷 손실, 지연 시간, 오버헤드 등으로 인하여 Mobile IP 핸드오프는 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 이동 호스트의 투명성을 제공하기 위하여 보다 신뢰성 있고 향상된 핸드오프 기법이 필요하다.

현재 많은 연구가 위와 같은 문제를 해결하기 위하여 진행되고 있고, 여러 해결책 중에서 단순한 버퍼링 매커니즘과[3][4] 무선 랜의 특성을 이용하여 핸드오프를 사전에 예측하는 매커니즘이 사용되고 있다. 그러나 단순한 버퍼링 매커니즘에서의 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 않고 있으므로 문제점을 가지고 있다.

핸드오프 예측 매커니즘은 패킷 손실을 제거하기 위하여 버퍼링 매커니즘을 사용 하지만 기존 연구들과는 다르게 무선 LAN(IEEE 802.11)의 특성을 이용하여 버퍼링 시점을 결정하기 때문에 불필요한 패킷이 버퍼링 되는 것을 막고, 중복된 패킷을 현재 FA가 아닌 방문할 FA에 버퍼링 함으로써 패킷 포워딩 시간을 최소화 할 수 있다.

이 매커니즘은 핸드오프를 예측할 수 있는 두 셀의 중첩 영역 안에서 이동 호스트의 이동 여부를 명확히 결정 할 수 있으므로 패킷 포워딩 문제를 완벽히 해결 할 수 있으며 패킷 손실이 전혀 발생하지 않는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 배경 지식 및 관련 연구를 알아보고, 3장에서는 개선된

핸드오프 프로토콜을 제안한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제안하며 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 배경지식 및 관련연구

Mobile IP를 사용하는 이동 호스트는 자신의 위치 정보가 바뀔 때마다 HA(Home Agent)에게 자신의 새로운 위치 정보를 알려야 하는데, 이런 일련의 과정을 registration이라고 한다. 그러나 핸드오프를 시작하여 registration이 완료되기 전까지 이동 호스트로 전달될 패킷들은 예전의 FA로 전달되므로 패킷이 손실될 수 있다. Smooth 핸드오프[6]는 이러한 패킷 손실을 줄이기 위하여, 이동 호스트가 registration 과정을 수행함과 동시에 예전의 FA에게 패킷 포워딩 요청을 하도록 한다. 예전의 FA는 곧바로 이동 호스트의 위치 정보를 갱신하고, 새로운 FA로 패킷을 터널링 한다. 그러나 이동 호스트가 현재의 셀을 벗어날 때까지 새로운 FA로부터 COA(Care-Of-Address)를 얻지 못하면 패킷 손실은 여전히 발생한다.

Optimized Smooth 핸드오프[5]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 새로운 FA로 터널링 된 후, 이동 호스트로 전달되기 때문에 포워딩 지연 시간이 커지게 된다.

3. 개선된 핸드오프 프로토콜의 제안

본 논문에서 제안하는 핸드오프 기법은 Mobile IP의 확장으로 이동 호스트가 핸드오프를 수행할 때 발생할 수 있는 패킷 손실을 완전히 제거하였다.

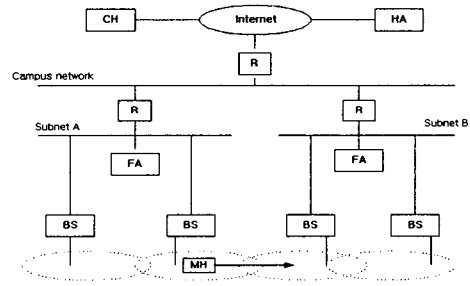
제안된 핸드오프 기법은 핸드오프 발생 여부와 방문할 BS(Base Station)를 미리 결정하기 위하여 무선 LAN의 MAC 계층에서 사용되는 beacon[2]의 시그널 세기를 이용한다.

신호를 이용한 핸드오프 예측 방법[7][8]은 80년대부터 연구되어 왔으며 신호의 특성인 attenuation과 shadowing을 이용한다. 일정한 시간마다 신호의 세기를 sampling하고 최근 몇 개의 경향성으로 미루어 다음 번 신호의 세기가 얼마일 지 판단하는 것인데 finite filter를 사용한다. 즉, 최근 몇 개의 신호에 가중치를 두고 더한 결과가 다음 신호의 세기일 것

이라는 것인데, 이때 가중치는 예측 오차가 최소화되도록 계속 adaptation한다. 이렇게 예측하면 현재의 신호 세기, 예측된 다음 신호 세기를 얻을 수 있다.

이것을 바탕으로 핸드오프의 우선 순위를 결정한다. 예를 들면 BS A와 B 사이에 있는 mobile의 경우 현재 A에 붙어 있다고 가정하면 이 경우 충분히 A에 가깝게 붙어 있다면 현재의 신호 세기도 충분히 크고 예측된 다음 번 신호의 세기도 충분히 클 것이다. 이러한 call은 핸드오프 우선 순위가 가장 낮다. 반면 A에서 충분히 떨어진 mobile은 현재의 신호세기도 충분히 작고 예측된 다음 번 신호 세기도 충분히 작을 것이다. 이러한 call은 핸드오프 우선 순위가 가장 높다. 그 사이의 우선 순위는 적당히 잡아준다. 예측된 다음 번 신호 세기는 mobile의 움직임을 반영한다.

본 논문에서 사용되는 기본적인 네트워크 구조는 다음과 같다.



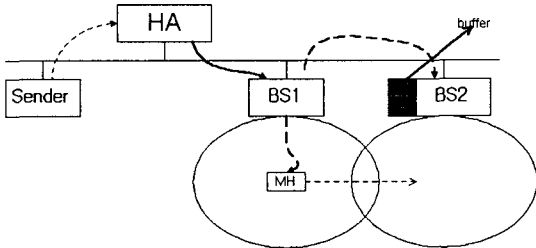
(그림 1) 네트워크 구조

제안한 프로토콜은 IP 유니캐스트를 사용하여 현재의 BS가 MH(Mobile Host)와 MH가 이동할 새로운 BS에 동시에 패킷을 보내고 새로운 BS는 이 패킷들을 버퍼링 하는 것이다. 중첩된 영역 내에서는 서로 다른 beacon을 받아들일게 됨으로 이를 이용하여 서로 다른 beacon의 세기를 비교하는 것이다. 두 셀이 중첩된 영역 내에서 새로운 beacon의 시그널 세기와 현재 BS의 beacon 시그널의 세기를 비교하여 새로운 beacon 시그널의 세기가 현재 BS의 beacon 세기보다 강하면 새로운 beacon 시그널을 보낸 BS를 이동할 BS로 간주하여 MH와 이동할 BS에 동시에 패킷을 포워딩 함으로써 핸드오프 수행 중에도 패킷손실이 발생하지 않도록 하고, 중첩된 영역에서 새로운 beacon의 세기와 현재 BS의 beacon 세기가 같거나 약하다면 중첩된 영역 안에

있더라도 이동할 BS를 알 수 없는 것으로 간주하여 현재의 BS에서 패킷을 계속해서 받도록 한다.

주요 알고리즘은 핸드오프의 발생 단계에 따라 다음 네 가지로 분류 할 수 있다.

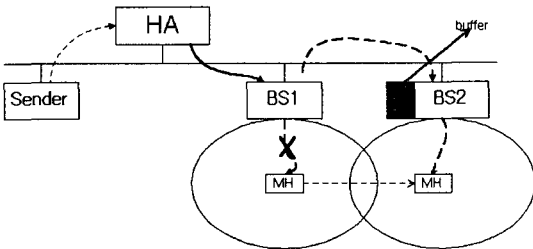
(1) 핸드오프가 발생하기 전의 경우



(그림 2) 핸드오프가 발생하기 전의 패킷 전달 경로

셀이 중첩되는 곳에서는 현재의 BS와 이동하게 될 BS의 시그널을 같이 받게되므로 핸드오프를 예측 할 수 있으며 시그널 세기를 비교하여 현재 BS의 시그널 세기가 새로운 시그널 세기보다 강하다면 (그림 2)와 같이 송신측에서 보낸 패킷은 HA를 거쳐서 현재의 BS로 보내지고, 현재의 BS는 MH와 이동하게 될 BS에 동시에 패킷을 포워딩하게 된다.

(2) 핸드오프가 실행 중일 경우

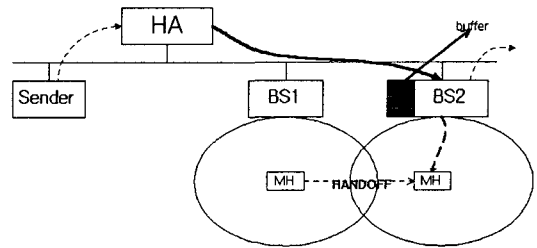


(그림 3) 핸드오프 실행 중의 패킷 전달 경로

(그림 3)과 같이 핸드오프가 시작되면 MH는 이전의 BS를 떠나서 새로운 BS의 영역으로 들어가게 된다. 그러나 이때에도 HA는 MH에 대해서 경로를 재 설정하지 않았기 때문에 HA는 여전히 MH와 이동하게 될 BS에 패킷을 동시에 보내게 되며 MH는 이전의 BS가 보내는 패킷을 전부 다 받지 못하므로 이런 패킷들은 손실되게 되며 새로운 BS가 MH로부터 핸드오프 메시지 포맷을 받게 되면 HA에 registration 하기 전에 버퍼에 저장된 패킷을 MH로

보내게 되므로 이전의 BS에서 손실된 패킷이 있더라도 새로운 BS가 MH에게 손실된 패킷을 다시 보내줌으로써 MH에게 영향을 미치지 않고 패킷의 손실을 막을 수 있다.

(3) 핸드오프가 완료된 후의 경우



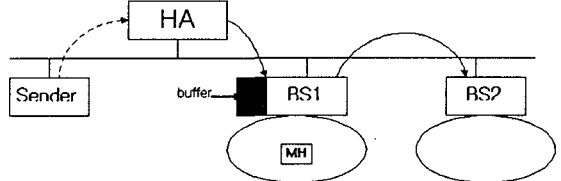
(그림 4) 핸드오프 완료후의 패킷 전달 경로

(그림 4)와 같이 HA는 MH에 대한 경로 재 설정을 끝낸 상태가 되며 HA는 새로운 BS로 패킷을 전송하게 되며 새로운 BS는 MH에게 패킷을 전달함과 동시에 다음에 이동하게 될 BS에게도 패킷을 전달하게 된다.

따라서, 핸드오프가 발생하더라도 패킷의 손실 없이 이동 호스트에게 항상 패킷은 전달 될 수 있다.

이와 같은 방법으로 핸드오프가 발생하기 전, 핸드오프 실행중일 때 그리고 핸드오프 종료 후에도 패킷의 손실과 지연 시간 없이 복잡한 멀티캐스트 기법을 사용하지 않고 유니캐스트 기법으로 패킷을 전달 할 수 있다.

(4) 셀이 중첩되어 있지 않은 경우



(그림 5) 셀의 중첩 영역이 없을때

하나의 시그널만이 이동 호스트에게 감지되므로 이동 호스트는 이동할 BS에 대한 정보를 미리 얻을 수 없고, 단지 beacon의 세기가 약해지는 경우 핸드오프만을 예측할 수 있다. 이러한 경우에는 이동 호스트는 핸드오프 발생 여부만 현재 BS에게 알리고,

현재 BS는 이동 호스트가 자신의 셀 영역을 벗어나면 직접 버퍼링 한다. 그 후, 패킷 포워딩 요청이 들어오면 새로운 FA로 버퍼링 된 패킷을 터널링 하고, 새로운 FA는 포워딩 된 패킷을 이동 호스트에게 전달한다.

4. 결론 및 연구과제

본 논문에서 제안된 핸드오프 기법은 무선 LAN 기술을 사용하여 셀의 중첩 영역에서 현재의 beacon 시그널 세기와 새로운 beacon 시그널 세기를 비교하여 핸드오프를 예측하고 예측된 핸드오프를 발생 전·중·후로 나누어 각각의 알고리즘을 적용하여 이동할 BS를 알아낸 후 복잡한 멀티캐스트 기법이 아닌 유니캐스트 기법을 사용하여 이동 호스트와 이동할 BS에 패킷을 동시에 포워딩 함으로써 패킷 손실을 완전히 제거하고 핸드오프가 완료 후에도 즉시 다음에 이동할 BS를 예측 할 수 있으므로 시간 지연 면에서도 좋은 효과를 거둘 수 있다.

중첩 영역이 없을 때에도 현재의 BS가 직접 버퍼링 하여 이동 호스트가 핸드오프 종료 후에 패킷을 전달하게 되므로 역시 패킷의 손실 없이 이동 호스트에게 원하는 데이터를 전달 할 수 있었다.

향후 연구 과제로써는 이동 호스트와 새로운 BS에서 동시에 패킷을 전송함으로써 핸드오프가 예측되고 난 이후에도 일정한 시간이 경과된 후에도 핸드오프가 실제로 일어나지 않는다면 새로운 BS에서 계속해서 패킷을 버퍼링 해야 하는 오버헤드를 가지게 되므로 이 문제점을 개선 할 수 있어야하며, 본 논문에서는 고려되지 않은 시간 지연에 대한 연구가 필요하고, 다른 셀로의 이동 후 단 시간 내에 다시 이전의 셀로 되돌아갈 경우에 대하여 보다 향상된 기법의 적용이 필요함으로 이에 따른 연구도 필요하겠다.

5. 참고문헌

[1] Perkins E. Chales, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
 [2] IEEE P802.11 "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) specification," 1997.
 [3] R. Cacerres, V and N. Padmanabhan, "Fast and Scalable Wireless Handoffs in Support Mobile Internet audio," ACM Mobile Networks and Application(MONET),vol.3,no.4,pp.351-363, 1998.
 [4] Tan, CL, S. Pink and KM Lye, "A Fast

Handoff Scheme for Wireless Networks". In the proceedings of the 2nd ACM International Workshop on Wireless Mobile Multimedia (WoWMoM'99), 20 August 1999, Seattle, Washington, pp 83-90.

[5] C. E. Perkins and Kuang-Yeh Wang, "Optimized smooth handoffs in Mobile IP," Proceedings of IEEE International Symposium on Computer and Communication.,pp.340-346, 1999.
 [6] C. Perkins and D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," draft-ietf-mobileip-optim-10.txt, 15 November 2000.
 [7] V. Kapoor, G. Edwards and R.Sankar, "Handoff Criteria for Personal Communication Networks," Proceeding of International Conference on Communication,pp.1297-1301, May 1994
 [8] V. Bhargavan and J. Mysore, "Profile Based Next-Cell Prediction in Indoor Wireless LANS," Proceedings of Singapore International Conference on networking, 1997