

# 통신 성능 향상을 위한 핸드오프 방안

변해선<sup>0</sup> 김윤주 이미정  
이화여자대학교 컴퓨터학과  
{ladybhs<sup>0</sup>, toxoid, lmj}@ewha.ac.kr

## Wireless domain based handoff scheme for performance improvement

Hae-Sun Byun<sup>0</sup> Yun-Joo Kim Meejeong Lee  
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University

### 요약

인터넷의 급속한 성장과 함께 이동노드를 이용하여 네트워크에 접속하려는 요구가 늘어남에 따라, 이동노드의 지속적인 통신을 제공하기 위한 서비스가 중요한 문제로 대두되어지고 있다. 따라서 이동노드의 핸드오프 시 패킷손실을 줄이고, 네트워크에 연결되어져 있는 에이전트로부터 지속적인 서비스를 받기 위해 핸드오프 시간을 단축시키기 위한 노력이 계속되어지고 있다. 그 결과, 빠른 핸드오프를 위하여 같은 무선도메인 안에서 이동노드의 이동사실을 통신하고 있는 상대노드나 HA(Home Agent)에게 알리지 않고 무선도메인의 최상위 에이전트가 처리하는 기법들이 제안되었다. 그러나 이 기법들은 이동노드의 이동사실을 모르고 있는 상대노드는 이동노드에 새로운 패스의 대역폭을 고려하지 않고 통신하게 된다는 것과, 무선도메인의 최상위 에이전트는 도메인에 들어와 있는 모든 이동노드의 등록을 관리하기 때문에 많은 부담을 갖게 된다는 문제점을 가지고 있다. 이에 본 논문에서는 무선도메인에서 이동노드의 핸드오프 시 효율적인 등록과 최상위 에이전트의 부담을 줄이기 위한 방법과 새로운 패스로 갑자기 많은 데이터가 들어올 때 다른 이동노드에게 미치는 영향을 최소화할 수 있는 방법을 제안하였다.

### 1. 서론

최근 무선접속을 통해 네트워크를 이용하려는 이동노드의 수가 늘어남에 따라, 이동노드에게 빠르고 효율적인 이동성을 제공해주는 문제가 중요하게 부각되어지고 있다. 이에 따라 이동노드의 위치에 관계없이 지속적인 통신이 가능하면서 핸드오프 시 패킷손실을 최소화시키려는 노력이 계속되어지고 있고, End-to-End TCP의 룰을 깨지 않으면서 부드러운 핸드오프를 서비스하기 위한 기법들이 제안되어지고 있다.

이동노드는 HN(Home Network)를 떠나 FN(Foreign Network)으로 이동했을 시, 자신의 현재 위치를 HN의 HA(Home Agent)에게 알려줌으로써 지속적인 통신이 가능하게 한다. 그러나 이동노드의 현재 위치와 HA의 거리가 멀수록 HA에게 알려지기까지의 시간이 오래 걸리게 되고, 이동노드가 빈번하게 이동할수록 알리는 횟수도 많아지게 된다. 그 결과 이동노드는 장시간동안 또는 빈번하게 통신두절상태에 이르게 될 것이다. 따라서, 이동노드의 이동사실을 알리는 횟수를 줄여서 핸드오프동안에 통신이 두절되는 시간을 단축시키거나, 빈번하게 전달되어지는 시그널링 메시지를 줄이는 것은 통신성능을 높이는 데 있어서 중요한 부분이 된다.

이러한 문제점들을 해결하고자 최근 제안된 기법들은 무선도메인에 FA(Foreign Agent)들이 계층적으로 구성되어 있는 환경에서 이동노드의 핸드오프가 같은 무선도메인에서 일어났을 시에는 HA에게 이동사실을 알리지 않고 무선도메인의 루트가 처리하도록 제안하였다. 또한 이동노드의 핸드오프동안에 전송되어지는 패킷들은 이동 전에 서비스를 해주던 FA가 이동 후에 서비스를 해주게 될 FA에게 전달해 줌으로써 패킷손실은 줄여주고 통신성능은 높여주었다. 그러나, 같은 무선도메인에서 이동노드의 이동사실을 상대노드에게 알리지 않는다는 것은 이동노드가 이동한 새로운 패스로 갑자기 많은 양의 패킷들이 보낼 수 있고, 따라서 그 대역폭을 사용하고 있던 다른 이동노드들에게 많은 영향을 미칠 것이다. 또한 무선도메인의 루트는

도메인 안에 들어와 있는 모든 이동노드의 이동을 처리해야 하므로 상당히 부담이 커질 수밖에 없다.

따라서 본 논문에서는 무선도메인에 FA들이 계층적으로 구성되어 있는 환경에서 이동노드를 관리하는 루트를 여러 개 두어 하나의 루트가 부담해야 할 이동노드의 수를 분산시키는 방법을 제안한다. 또한 이동노드가 같은 무선도메인의 어느 셀에서 새로운 셀로 이동했을 때 새로운 패스로 갑자기 많은 양의 패킷이 몰려드는 것을 방지하기 위해 정지패킷제어기법을 제안한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 이동노드가 HN에서 FN으로 이동했을 시 빠른 등록과 효율적인 핸드오프가 가능하도록 제안한 기존연구를 살펴보고, 이들의 장단점을 설명하였다. 3장에서는 기존연구의 문제점을 해결하고자, 무선도메인의 루트 오버헤드를 분산시키고, 이동노드의 핸드오프 시 새로운 패스로 갑자기 많은 양의 데이터가 들어오는 것을 방지하기 위해 제안하는 방법을 설명하였다. 4장에서는 결론 및 앞으로의 연구방향을 제시하였다.

### 2. 핸드오프 시 통신성능 향상을 위한 기존연구

Mobile IP는 이동노드와 인터넷에 접속되어진 호스트들간에 통신함에 있어서 이동노드의 기존 IP를 변경하지 않고도 지속적인 통신을 제공하기 위해 제안되었다. HN을 떠나있는 이동노드는 외부네트워크에서 하나의 COA(Care-of address)를 얻게 되고 그 COA를 HA에게 알려줌으로써 이동노드의 위치에 관계없이 지속적인 통신을 가능하게 한다. 그러나 Mobile IP는 HN을 떠나있는 이동노드에게 데이터를 전달하기 위해 항상 HA를 거쳐서 통신하게 된다. 이것은 이동노드와 상대노드가 물리적으로 가까운 위치에 있을 때도 HA를 거쳐서 통신하게 되는 이른바, 트라이앵글 라우팅을 함으로써 느린 통신속도를 초래하게 된다[1].

Route Optimization[2]는 Mobile IP의 문제점을 해결하고자 HA가 상대노드에게 데이터를 받으면 이동노드의 COA를 상대노드에게 알려줌으로써 HA를 거치지 않고 이동노드와 직접 통신할 수 있도록 하였다. 그러나 이것은 이동노드의 이동시 매

본 연구는 학술진흥재단의 2001년도 BK21 사업 지원으로 수행되었음.

번 HA에게 이동사실을 알려야 하는데 이동노드가 HN에서 멀리 떨어져 있는 경우 오랜 등록시간이 걸리게 되고, 그 시간동안 이동노드는 통신무전 상태에 빠지게 된다.

Regional Registration[3],[5]는 이동노드의 COA로 사용되는 주소는 무선도메인에 게이트웨이 역할을 하는 라우터의 주소이다. 이 라우터는 무선도메인의 FA들을 계층적으로 구성시킨 환경에서 루트의 역할을 한다. 이동노드는 처음 무선도메인에 들어왔을 때만 HA에게 COA를 알려주고, 그 이후에는 이동노드가 같은 무선도메인에서 이동시에는 무선도메인의 루트가 이동노드의 등록을 처리하게 하였다. 이것은 HA까지 가는 긴 등록시간을 줄이고 빈번한 메시지를 줄임으로써 더 효율적인 통신을 가능하게 했다. 그러나 이것은 루트가 현재 무선도메인 안에 들어와 있는 모든 이동노드의 등록을 책임져야 하고, 상대노드는 그 루트를 엔드포인트로 하여 패킷을 보내기 때문에 루트에 부담이 될 수밖에 없다. 또한 이동노드가 같은 무선도메인에서 이동시 이동 사실을 HA나 상대노드에게 알리지 않기 때문에 상대노드는 이동노드의 새로운 패스에 이동전의 전송물로 통신하게 된다. 이것은 갑자기 새로운 패스에 많은 양의 데이터가 들어감으로 기존에 그 패스를 사용하고 있던 다른 이동노드들에게 커다란 영향을 미치게 된다.

무선도메인의 루트에 부담을 줄여보고자 [4]는 LMSP(Local Multicast Service Provider)를 사용한다. 이것은 지역적인 루트와 같은 의미인데, 멀티캐스트 통신에서 그룹에 가입하고 탈퇴하는 것을 하나의 루트가 처리하지 않고 LMSP를 여러개 두어 LMSP가 멀티캐스트 그룹에 가입하고 탈퇴하도록 제안하였다. FA들이 계층적으로 구성되어 있는 무선도메인에 들어온 이동노드는 멀티캐스트 그룹에 가입을 요구하는 가입요청메시지를 보내면 이 메시지가 트리를 따라 올라가다가 어느 FA에서 그룹에 가입을 원하는 이동노드의 수가 한계점을 넘을 때 그 FA가 LMSP가 되도록 했다.

### 3. 핸드오프시 통신성능 향상을 위한 제안

본 논문에서는 유·무선통합네트워크의 통신성능을 높이고자 두 가지 기법을 제안한다.

첫 번째는 무선도메인의 루트 부담을 줄이기 위해 LRFA(Local Root Foreign Agent)라 불리는 지역적인 루트FA를 여러 개 두는 것을 도입한다. LRFA는 이동노드에게 COA를 제공해주고 상대노드의 패킷전송의 엔드포인트(End-Point) 역할을 한다. 두 번째는 이동노드가 핸드오프 했을 시 갑자기 새로운 패스에 많은 양의 데이터가 들어오는 것을 방지하기 위해 정지패킷제어기법을 제안한다.

제안하는 기법의 목표는 무선도메인의 루트의 부담을 줄이고, 새로운 패스의 대역폭을 안정적으로 사용함으로써 이동노드의 TCP 성능향상을 도모하는 것이다.

#### 3.1 LRFA(Local Root Foreign Agent)의 사용

LRFA는 이동노드의 핸드오프 시 COA를 제공해주는 무선도메인의 지역적인 루트이다.

FA가 계층적인 트리로 구성되어 있는 무선도메인에 이동노드가 들어왔을 때, 이동노드는 Local FA(이동노드와 가장 근접한 곳에 위치한 FA)의 에이전트광고메시지를 받게 된다. 에이전트광고메시지의 COA필드는 최상위루트부터 말단노드에 이르는 패스에 위치한 FA주소들이 열거되어 있다. 이동노드는 에이전트광고메시지를 보면 Local FA에게 COA를 0.0.0.0으로 적은 등록요청메시지를 보낸다. COA를 제로로 하는 이유는 이동노드에 대한 LRFA가 동적으로 결정되기 때문에 이동노드가 하나의 COA를 요구한다는 것을 의미한다. 이에 따라 등록응답메시지에는 필수적으로 이동노드가 사용할 하나의 COA가 나타나 있어야 한다.

등록요청메시지는 무선도메인에 계층적인 형태로 구성되어 있는 FA에게 등록되어지면서 최상위 루트까지 올라가게 된다. 최상위루트는 자신의 주소를 이동노드의 COA로 사용하겠다는 의미를 등록요청메시지에 추가해서 HA에게 알려준다. HA는 등록응답메시지를 LRFA에게 보내게 되고 이 메시지는 트리를 따라 이동노드에게 보내지게 된다(그림 1-A). LRFA는 자신이 LRFA서비스를 하고 있는 이동노드의 수가 한계점에 도달하게 되면 자식FA에게 LRFA거부메시지를 보낼 수 있다. 또한 LRFA는 LRFA서비스를 해주는 이동노드의 수가 한계점이하로 떨어지게 되면 다시 LRFA가능메시지를 자식FA에게 보낼 수도 있다(그림 1-B). LRFA거부메시지를 받은 FA는 다른 이동노드의 등록요청메시지를 자식FA로부터 받으면 더 이상 등록요청메시지를 상위로 올려보내지 않고 자신이 LRFA로써 동작하게 된다. 따라서 어느 한 이동노드에 대해 서비스를 해주는 LRFA는 등록요청을 요구할 때 이동노드 밀집도에 따라 동적으로 바뀔 수 있고, 각 이동노드에 대한 LRFA는 분산되게 될 것이다(그림 1-C).

이동노드는 같은 무선도메인에서 이동하여 핸드오프가 발생하게 되면 다른 FA로부터 에이전트광고메시지를 받게 될 것이다. 이동노드는 그림 1-A, 그림 1-C에서와 마찬가지로 등록요청메시지를 보내게 된다. 등록요청메시지는 계층적으로 구성된 FA를 따라 올라가다가 이미 이동노드가 등록되어 있는 FA를 만나게 될 수도 있다. 본 논문에서는 이 FA를 공동FA라 부른다. 공동FA는 더 이상 등록요청메시지를 상위로 올려 보내지 않고, HA를 대신하여 등록응답메시지를 보낸다. 이때 이동노드에 대한 LRFA는 변하지 않는다(그림 1-D).

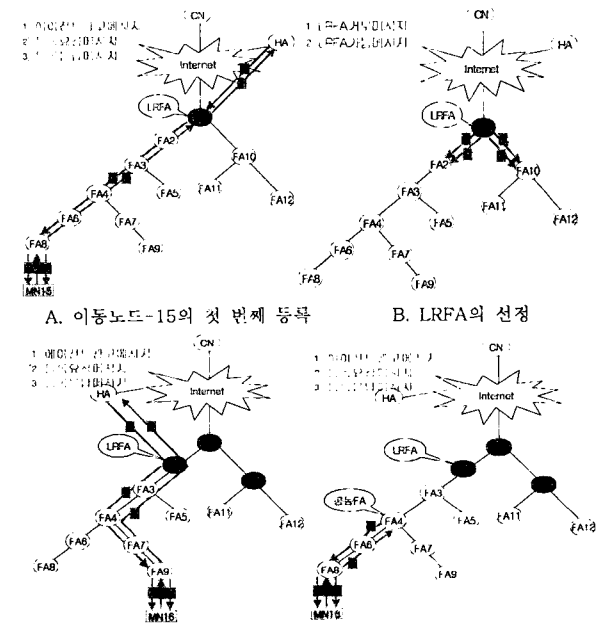
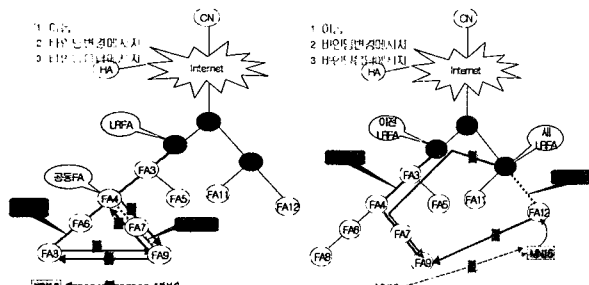


그림 1. LRFA의 분산

등록요청메시지에는 두 가지 추가적인 정보가 포함되어 있다. 하나는 이동노드가 이동하기 전에 LRFA서비스를 해주던 LRFA의 주소이고 또 다른 하나는 이동노드가 이동하기 전에 이동노드에게 물리적인 위치에서 직접 서비스를 해주던 이전 Local FA의 주소이다. 이 주소들은 이동노드가 이동하는 동안 받은 패킷들을 새로운 FA가 전달받을 수 있도록 하는데 이용된다.

Local FA는 이동노드에게 등록요청메시지를 받게되면 이동노드가 이동하기 전에 서비스를 해주던 FA에게 바인딩변경메시지를 보내게 된다. 이 메시지는 이동노드의 이동사실을 이전 FA에게 알려주는 기능을 한다. 이전FA는 바인딩변경메시지를 받으면 이동노드가 이동하는 동안에 들어온 데이터를 현재 Local FA에게 전달해준다[6]. 한편, 등록요청메시지는 트리를 따라 올라가면서 공동FA를 만날 수도 있고, 새로운 LRFA를 만날 수도 있다. 만약 공동FA를 만나면 경우라면 공동FA가 이전패스상의 자식FA에게 바인딩변경메시지를 보낸다(그림 2-A). 새로운 LRFA를 만나는 경우라면 새로운 LRFA가 이전의 LRFA에게 바인딩변경메시지를 보낸다.(그림 2-B). 두 경우 모두에 있어서 바인딩변경메시지는 이동노드가 이동하기 전 패스에 위치하고 있는 FA들에게 이동노드가 이동했다는 사실을 알려주는 역할을 한다. 바인딩변경메시지는 이전패스를 따라 이전FA까지 전달될 것이다. 이전FA는 이미 바인딩변경메시지를 받은 적이 있다면 그 메시지를 무시하고, 그렇지 않다면 현재FA에게 이동노드가 이동하는 동안에 받은 패킷들을 전달해준다. 바인딩변경메시지를 받은 적이 있는 모든 FA들은 이동노드에 대한 패킷이 일정시간동안 없거나 타임이 초과되면 이동노드에 대한 정보를 모두 삭제하게 된다.



A. 공동FA를 만나는 경우 B. 새로운 LRFA를 만나는 경우  
그림 2 바인딩업데이트메시지의 이동

### 3.2 정지패킷제어(Freeze packet control)의 사용

본 논문에서 제안하는 두 번째 기법은 새로운 패스에 갑자기 많은 패킷들이 들어가는 것을 방지하기 위해 정지패킷제어의 사용이다.

그림 3에서와 같이 이동노드의 정보가 이미 등록되어 있는 공동FA는 부모FA에게 정지잠금메시지(Freeze Lock Message)를 보낸다. 이 메시지를 받은 부모FA는 다시 자신의 부모FA에게 즉, 반복적으로 이동노드의 LRFA를 만날 때까지 올라간다. 이동노드의 LRFA가 이 메시지를 받게 되면 최종적으로 상대노드에게 정지잠금메시지를 보내게 된다. 정지잠금메시지는 이동노드에게 들어오는 패킷들을 제어하는데 이용된다. 즉 이 메시지를 받은 모든 FA는 이동노드에게 들어오는 패킷을 자식FA에게 터널링하지 않고 버퍼링을 하기 시작한다.

본 논문에서는 이동노드가 하나의 패스를 획득했을 때 기존에 그 패스를 사용하고 있던 다른 이동노드에게 미치는 영향을 최소화하기 위해 slow-start기법의 일부를 도입한다. 그림 3을 보면 정지잠금 상태에 들어가 있는 공동FA는 새로운 패스를 향해 하나의 세그먼트를 보낸다. 이동노드에 가깝게 위치한 FA가 그 세그먼트를 받았을 때, FA는 세그먼트가 이전의 패스를 통해서 들어왔는지 새로운 패스를 통해서 들어왔는지 판별할 수 있다. 그래서 이전의 패스를 통해 들어온 패킷이면 헤더의 한 비트를 설정한 후 이동노드에게 전달해준다. 이동노드는 비트가 설정된 패킷을 받으면 그 패킷의 ACK을 줄 때에도 비트를 설정해서 FA에게 보낸다. 공동FA는 ACK을 받으면 보낼 수 있는 세그먼트의 수를 두 배로 늘리고 부모FA에게 ACK을

전달한다. 또한 새로운 패스에는 늘린 수만큼의 세그먼트를 전달한다. 공동FA에서부터 LRFA까지 존재하는 모든 FA는 ACK을 받았을 때마다 이와 같이 동작한다. FA들은 또한 버퍼에 쌓인 패킷의 양을 검사한다. 버퍼의 일정한계선 이하로 패킷이 쌓여있는 경우 FA는 잠금해제메시지를 부모FA에게 보낸다. 잠금해제메시지를 받은 FA는 자신의 버퍼도 일정한계선 이하로 떨어졌는지 체크하고 조건에 만족하면 잠금해제메시지를 상위로 올려 보낸다. 즉 이 메시지도 잠금정지메시지처럼 이동노드의 LRFA를 만날 때까지 올라갈 것이고, 이동노드의 LRFA가 이 메시지를 받았을 때 자신의 버퍼도 일정한계선 이하로 떨어지면 상대노드에게 메시지를 전달한다. 상대노드는 ACK을 받을 때마다 보낼 수 있는 세그먼트의 수를 늘리고 있다가 잠금해제메시지를 받게 되면 그 보낼 수 있는 세그먼트의 값만큼 데이터를 보내게 된다. 이로써 새로운 패스에 영향을 미치지 않고 대역폭을 사용하기 때문에 통신성능은 향상될 것이라 기대된다.

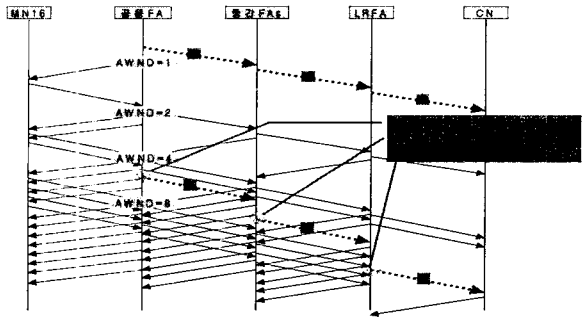


그림 3. 정지패킷제어기법의 사용

### 4. 결론

유·무선네트워크 통신에 있어서 신뢰성 없는 링크와 낮은 속도라는 무선망의 특성으로 인하여 이동노드의 이동성을 제공하고 지속적인 통신이 가능하게 하는 것은 중요하다. 본 논문에서는 이동노드의 빠른 핸드오프를 제공하는 기존 연구를 살펴보고, 빠른 핸드오프만을 제공했을 시 나타나는 문제점인 루트의 부담을 완화하고, 새로운 패스에 갑자기 많은 양의 데이터가 들어오는 것을 방지하기 위한 기법을 제안하였다.

앞으로는 시뮬레이션을 통하여 제안한 기법의 성능을 검증한 후, 기존 연구되었던 기법들과 성능을 비교 분석할 것이다.

### 5. 참고문헌

- [1] Charles E. Perkins, "IP Mobility Support," IETF RFC 2002, 1996
- [2] Charles E. Perkins, "Route Optimization in Mobile IP," IETF Internet draft, 2000
- [3] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," IETF Internet draft, 2001
- [4] H. Omar, T. Saadawi and M. Lee, "Multicast Support for Mobile-IP with the Hierarchical Local Registration Approach," WOWMOM, 2000
- [5] Cheng Lin Tan, Stephen Pink, Kin Mun Lye "A Fast Handoff Scheme for Wireless Networks," WoWMoM, 1999
- [6] Charles E. Perkins, Kuang\_Yeh Wang, "Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP," ISCC 1999