

Cellular IP 망에서 세미 소프트 핸드오프의 개선 방법

현봉호^o 김은석 정재일 김훈기*
한양대학교 전자통신전파공학과
동양 공업 대학 소프트웨어 정보과*

{howdy^o, kes97}@mnlab.hanyang.ac.kr, jijung@hanyang.ac.kr, kimhk@dongyang.ac.kr

An improvement method of semi-soft handoff over Cellular IP networks

Bong Ho Hyun^o Eun Suk Kim, Jae il Jung, Hoon Ki Kim
Dept. of Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

요 약

Mobile IP를 사용하는 이동 단말은 새로운 망으로 이동할 때마다 Home Agent에 등록요구 메시지를 전달해야만 하는데 이는 많은 양의 시그널링 트래픽을 생성 시키고 IP의 특징으로 인하여 일정한 시간 내에 등록할 수 있다는 보장을 받기가 어렵다. 이런 문제를 해결하기 위해서 미시적 이동성 지원 프로토콜이 제안되어 패킷 손실을 최소화 하며 컨트롤 패킷 양을 줄여 네트워크의 대역폭을 효율적으로 활용 할 수 있다.

본 논문에서는 Cellular IP에서 바이캐스팅 방법을 이용하는 세미소프트 핸드오프 방법을 개선하며 패킷 손실과 중복 수신 패킷의 수를 극소화 시킬 수 있는 관리 기법과 핸드오프 지연을 최소화 하여 실시간 서비스를 제공받을 수 있는 방안을 제시한다.

1. 서론

현재의 인터넷 환경은 유선 환경을 중심으로 폭발적으로 증가되어 왔으나 최근에는 무선 환경에서 인터넷의 이용을 지원하는 휴대용 무선 단말이나 무선 모뎀의 수요가 급속하게 증가하고 있으며 이는 현재의 유선 환경에서 제공되는 서비스의 영역으로 그 폭을 확대해 갈 것으로 보이며 이런 유선과 무선 환경의 통합은 사용자들이 언제 어느 곳에 있든지 다양한 멀티미디어 서비스를 계속적으로 받을 수 있도록 할 것이다. 예를 들어 IP 전화나 QoS(Quality of Service)등의 향상된 IP 기술을 무선 환경에 바로 적용하여 사용할 수 있을 것이며 이러한 이동성 문제를 지원하기 위해 제안된 프로토콜이 Mobile IP이다.

Mobile IP는 이동 단말이 다른 위치로 접속 위치를 변경하더라도 계속 접속을 유지 시켜줄 수 있도록 기존의 IP 프로토콜의 기능을 확장한 것이다. Mobile IP는 기본적으로 MH(Mobile Host)가 위치를 변경할 경우마다 HA(Home Agent)에 등록 메시지(Registration Message)를 보냄으로서 위치 변경 사실을 알려주어야 한다[1]. 이는 네트워크 내부에 컨트롤 패킷의 양을 증가시켜 네트워크 부하를 증가시키며 결국 인터넷 성능을 저하시키는 요인이 되며 인터넷의 특성으로 인해 새로운 접속 지점에 대한 등록과정에 걸리는 시간을 보장 할 수 없게 된다. 이로 인해 네트워크 상에서 패킷의 손실이 많이 발생할 수 있고 빈번한 핸드오프가 발생할 경우에는 더욱 문제가 커지게 된다.

이런 Mobile IP가 가지는 근본적인 문제점으로 인하여 네트워크의 이동성 관리 구조를 거시적 이동성(macro mobility)과 미시적 이동성(micro mobility)으로 구분 짓게 되었다.[2][3] 거시적 이동성의 경우는 다른 도메인 간의 이동성을 의미하며 미시적 이동성은 동일 도메인 안에서의 이동을 의미한다. 일반적으로 거시적 이동성은 Mobile IP를 이용하여 해결할 수 있고 미시적 이동성은 미시적 이동성 안에서만 사용되는 프로토콜을 사용한다. 이런 미시적 이동성 프로토콜은 빠른 핸드오프를 위한 패스트 핸드오프(fast handoff)를 사용하는 경우와 데이터

손실을 최소화 하는 세미소프트 핸드오프(semi-soft handoff)를 사용하는 경우로 나눌 수 있다.

2. Cellular IP

Cellular IP 접속망은 여러 BS(Base Station)들로 구성되어 빈번한 핸드오프로 인하여 발생하는 잦은 이동성 관리가 필요한 무선 액세스 네트워크에 적합하도록 최적화된 프로토콜을 말한다. 각 접속망은 게이트웨이 라우터(Gateway Router)라는 Mobile IP에서의 HA나 FA의 역할을 하는 노드를 통해서 인터넷에 연결된다. BS는 MH에게 무선 접속 서비스를 제공하는 이동성 지원기능을 가진 특수목적 라우터이다. 라우팅을 보다 쉽게 하기 위해서 접속망을 트리형식으로 구성한 Cellular IP에서는 MH가 Cellular IP망에 처음으로 접속하면 거시적 이동성 지원을 위해 Mobile IP를 사용하며, 게이트웨이 라우터의 주소를 COA(Care of Address)로 하여 MH의 HA에 등록한다.

2.1 Cellular IP 라우팅

Cellular IP에서의 라우팅은 MH에서 게이트웨이까지의 모든 노드들을 통해서 MH기반의 라우팅이 이루어진다. MH와 게이트웨이 사이의 모든 노드들을 Cellular IP 노드들이라 하며 이 노드들은 무선 네트워크로 다른 것과 연결되어있고 이들 중 하나는 게이트웨이를 통해서 유선 네트워크에 연결된다. 이 노드들은 마치 무선 액세스 포인트처럼 취급되고 업링크 아웃노드와 다운링크 아웃노드들과 연결되어 있다. 컨트롤 메시지를 최소화하기 위해 일반적으로 MH가 보내는 통상적인 데이터 패킷들은 MH의 위치정보를 갱신하는데 사용된다. MH에게 보내지는 데이터 패킷은 이 역경로를 통해서 전송이 되며 Cellular IP 노드들은 이 패킷들을 모니터링하고 갱신한다.

2.2 Cellular IP 세미소프트 핸드오프

세미소프트 핸드오프는 실질적인 핸드오프가 이루어지기 전에 미리 새로운 점점에 핸드오프를 알리는 기법을 말한다. 세

미소프트 핸드오프는 실제 핸드오프 이전에 MH가 새 BS와 잠시 연결을 설정하여, 새 경로설정을 위한 '세미소프트 요청' 패킷을 전송한다. 세미소프트 요청 패킷은 게이트웨이 라우터 방향으로 전송이 되어 새 BS와 기존 BS의 공통 조상 라우터인 크로스오버 노드까지 전달된다. 새 BS와 크로스오버 노드 간 경로상의 모든 라우터들은 세미소프트 요청 패킷이 지나갈 때, 자신의 라우팅 캐쉬에 MH에 대한 새로운 경로정보를 추가한다. 크로스오버 노드가 세미소프트 요청 패킷을 받으면 자신의 라우팅 캐쉬에 해당 MH에 대한 새 경로정보를 추가한다. 이때 MH에 대한 경로 매핑은 기존경로 즉, 이전 BS로 뿐만 아니라 새 BS로의 경로도 동시에 존재한다. 그러므로 MH로 전송중인 패킷들은 크로스오버 노드에서부터 새 BS와 기존 BS쪽으로 바이캐스팅된다. 단, 새 경로로 패킷을 보낼 때는 링크 계층 핸드오프 시간과 망 상황에 따른 패킷유실 등을 고려하여, 크로스오버 노드에서 지연장치를 통과하여 전송한다. MH는 새 BS로 세미소프트 요청 패킷을 보내고, 시스템 차원에서 미리 설정한 '세미소프트 지연(Semisoft Delay)'이 지난 후 실제 핸드오프를 수행한다. 핸드오프시 시그널 수는 하드 핸드오프보다 다소 많지만 데이터의 손실을 최소화하기 위해 사용되고 세미소프트 핸드오프는 하드 핸드오프보다는 TCP와 UDP 성능이 탁월하다. 따라서 본 논문에서는 이 세미소프트에서 미리 설정된 세미소프트 지연 값에 의한 문제점을 극복하고 개선방향을 다루고자 한다.

2.3 Cellular IP Semi-soft 핸드오프 문제점

2.3.1 바이 캐스팅 방안을 사용한 경우 문제점

바이캐스팅 기법을 사용하는 세미소프트에서 패킷을 전송할 경우에 발생하는 문제점에 대해 알아보기 위해 트리 형태 구조로 설명하도록 한다.

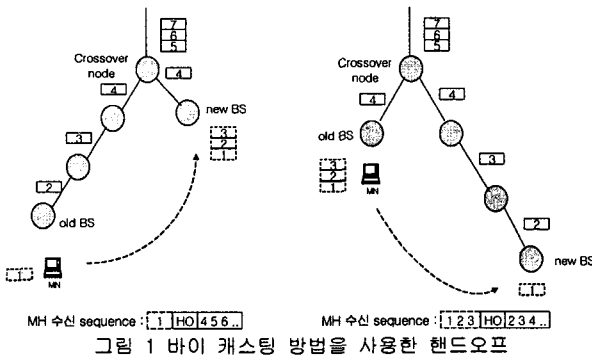


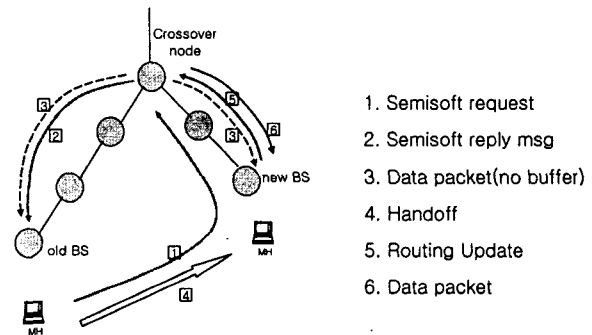
그림 1에서 바이 캐스팅 방법을 사용할 경우 크로스오버 노드에 도착한 패킷은 기존 BS와 새 BS의 양방향으로 전송된다. 이때 그림 1과 같이 네트워크 토폴로지나 네트워크 상태 등의 차이로 인하여 일반적으로 패킷이 기존 BS 또는 새 BS를 거쳐 MH까지 전달되는 시간은 동일하지 않다. 따라서 바이 캐스팅 기법을 사용하여 핸드오프가 진행될 경우 실제 새로운 접속 지점으로 핸드오프가 완료되는 시점에 정확하게 패킷을 수신하고 패킷 손실이 발생하거나 불필요하게 중복되는 패킷을 수신할 수 있다. 이런 경우는 두 경로의 지연시간이 같은 경우, 왼쪽 그림과 같이 짧은 경우, 오른쪽 그림과 같이 긴 경우 3가지로 나눌 수 있다.

가장 이상적인 경우는 핸드오프 이전 경로와 이후 경로로 패킷 전달 지연이 정확히 일치하는 경우이다. 이 경우에는 핸드오프시 패킷 손실 없이 정확하게 패킷을 수신할 수 있다. 왼쪽 그림과 같이 지연시간이 짧은 경우에는 새 BS로 핸드오프시 패킷 손실이 발생할 수 있다. 오른쪽 그림과 같이 핸드오프 이

전 경로를 통한 전달 지연이 이후 경로를 통한 패킷 전달 지연 보다 작은 경우에는 MH는 불필요한 중복 패킷을 수신할 수 있다.

2.3.2 기존에 제안된 LPM 방법과 문제점

이런 문제점을 해결하고자 기존에 제안된 방안(그림 2)은 MH에게 정확한 핸드오프 시점을 알려주는 LPM(Last Packet Marking)방법이 제시되었다. Cellular IP에서와 마찬가지로 MH의 링크계층은 핸드오프가 필요하다는 L2 트리거를 MH의 네트워크 계층에게 전달한다. MH는 직접 새 BS의 정보를 수신하여 세미소프트 요청 패킷을 새 BS를 통해 게이트웨이 쪽으로 보낸다(그림 2의 1단계). 크로스오버 노드가 MH가 보내는 세미소프트 요청 메시지를 받으면 새 BS로의 경로 매칭을 캐쉬에 추가하며 새로운 경로가 설정되었다는 시그널 메시지를 세미소프트 응답 메시지(SPM: Semisoft rePly Message)를 기존 BS쪽으로 보낸다(그림 2의 2단계). 크로스오버 노드는 SPM을 보낸 다음부터 새 경로와 기존경로로 패킷을 바이 캐스팅한다(그림 2의 3단계). 그러므로 새 BS는 SPM 다음부터의 패킷들을 수신하게 된다. MH는 SPM을 수신하면 실제 링크계층 핸드오프를 수행한다(그림 2의 4단계). 핸드오프를 마친 MH는 먼저 라우팅 업데이트를 상위로 전달하여 크로스오버 노드가 바이캐스팅을 중단하도록 한다(그림 2의 5단계). 이런 절차를 거친 후 크로스 오버 노드는 새 BS로만 패킷을 송신하게 된다(그림 2의 6단계). 이런 MH에게 정확한 핸드오프 시점을 알려주는 LPM 방법이 제시되어 데이터의 중복 문제나 손실을 해결하였다[4]. 그러나 위 경우의 문제점은 SPM 메시지의 전송 후 크로스오버 노드가 기존 BS로 패킷전송을 함으로써 불필요한 대역폭을 낭비한다는 점과 MH가 라우팅 업데이트 메시지를 보내기 전에 크로스오버 노드의 지연장치의 지연시간이 매우 짧을 경우에는 지연시간이 적절하게 적용되지 않기 때문에 패킷의 손실을 유발할 수 있고 매우 긴 경우에는 실시간 서비스의 품질을 저하시킬 수 있는 단점이 있다.



이런 문제는 크로스오버 노드가 구체적인 네트워크 토폴로지나 상태에 대한 정보를 가지고 있지 않고 지연시간이 자동으로 설정되지 않기 때문에 발생하는 문제점이다. 이런 경우는 핸드오프 이후 새로 설정된 경로에 추가적인 지연 활동이 필요한지 혹은 필요하지 않은 상황인지를 알 수 없다. 따라서 추가적인 지연시간을 할당하여 해결할 수밖에 없다.

이런 결과로 인해 핸드오프 기간 동안에 발생하는 패킷손실은 TCP 계층을 혼잡제어 상태로 들어가게 할 수 있고 이로 인하여 전송률이 줄어들고 성능을 저하시키는 요인이 된다. 중복되는 패킷의 경우 직접 TCP 계층의 혼잡제어 등의 상태로 들어가게 하지는 않지만 제한된 자원 등을 사용하는 무선 환경에서는 바람직하지 않다.

이런 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 MH와 크로스오버

노드 사이의 각 구간별로 경로 지연 시간을 유지할 수 있도록 해서 크로스오버 노드에게 적절한 시기에 데이터를 전달할 수 있게 하고 크로스오버 노드가 SPM 메시지를 보낸 후 기존 BS에 패킷을 전송하지 않는 방법을 제안한다.

3. 세미소프트 핸드오프에서 향상된 방안

앞에서 언급한 LPM의 방법을 사용하는 바이캐스팅 기법을 사용하면 핸드오프 과정으로 인한 성능 저하를 최소한으로 줄일 수 있지만 핸드오프 전후의 패킷 전달 시간의 차이로 패킷 손실이 발생할 수 있다. 이 문제는 크로스오버 노드에 새로운 경로로 전달되는 패킷에 일정 시간의 지연을 추가로 할당하여 지연시간의 차이를 보상한다면 해결할 수 있다

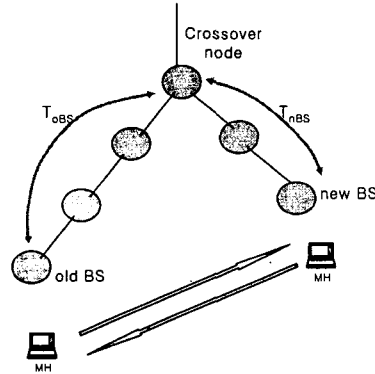


그림 3 바이캐스팅 기법을 사용한 핸드오프

그림 3 경우처럼 지연시간 차이를 표현하면 다음과 같다

$$D = T_{obs} - T_{nbs}$$

위에서 보인 것처럼 크로스오버 노드에서 추가적인 지연시간 (D)을 새로운 경로로 향하는 패킷에 할당함으로써 [5] 새로운 경로로 전달되는 패킷이 짧은 전달시간으로 인해 기존에 제시된 LPM 기법보다 매우 빠르게 전달되어 패킷 손실을 막을 수 있고 이로 인해 실시간 서비스를 요구하는 사용자에게 만족될 수 있다.

각 Cellular IP 노드들은 이동 단말에 대한 위치정보를 유지하기 위하여 위치정보 데이터베이스를 유지하는데 이는 이동단말이 주기적으로 경로 유지 패킷을 보냄으로써 가능하다. 이 패킷의 타임스탬프 필드에는 패킷 생성 시간정보가 담겨 있는데 이로써 노드들은 항상 새로운 T_{obs} 값을 유지할 수 있고 MH는 새로운 경로 설정을 위한 경로 설정 패킷이 발생됨으로써 크로스오버 노드는 T_{nbs} 값을 구하게 된다.

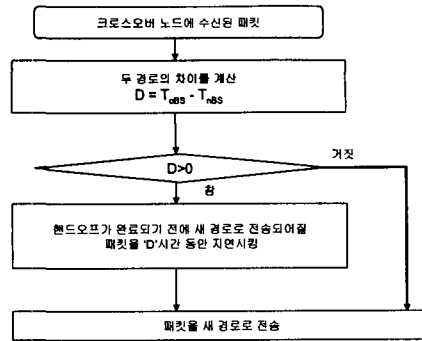


그림 4 크로스오버 노드에서 D값 계산 및 적용 흐름도

다운링크 패킷이 크로스오버 노드에 수신되면 기존 T_{obs} 값과 T_{nbs} 값의 차이를 이용하여 'D'값을 계산한 후 이 값이 양의 값을 가지면 'D'값에 해당하는 지연시간을 새 BS로 향하는 패킷에 추가하여 패킷 손실을 방지하고 LPM보다 더 빠른 패킷 전송이 가능하다. 그렇지 않은 'D'값이 음의 값을 가질 경우에는 'D'값을 추가하지 않고 바로 새 BS에 전달한다.

4. 결론

Mobile IP가 가지는 근본적인 문제에 대해 살펴보고 이러한 문제를 해결하기 위한 미시적 이동성 지원 프로토콜이 Cellular IP와 세미소프트 핸드오프에 대해 살펴보았다. 바이 캐스팅 기법을 사용할 경우 핸드오프 과정 시에 패킷 전달 시간의 차이로 인하여 패킷 손실과 중복되어 수신되는 패킷이 발생할 수 있다. 이런 단점을 최소화 하고자 Cellular IP 노드에 위치관리 데이터베이스를 확장하여 관리하고 크로스오버 노드에서 MH까지의 패킷 전달 시간을 관리할 수 있도록 방안이 제시 되었다. 핸드오프 과정 중에 기존의 경로를 이용하여 패킷 전달에 걸리는 시간과 새로 설정되는 경로를 통해 전달되는 패킷의 전달 시간과의 차이에 해당하는 'D'값을 계산해서 이 값을 기준으로 크로스오버 노드에서는 추가적인 지연시간이 필요한지 여부를 확인하고 적절하게 지연시간을 할당하도록 하여 MH가 패킷을 세미소프트 핸드오프보다 더 빨리 수신할 수 있다. 이는 실시간 특성을 요구하는 트래픽 등의 경우 성능 향상을 얻을 수 있다.

5. 참고 문헌

- [1] Charles Perkins, "IP Mobility Support," Internet RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] Andras G. Valko, "Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Computer Communication Review, Jan.1999
- [3] Andrew T. Campbell, Javier Gomez, Sanghyo Kim, Andras G. Valko, Chieh-Yih Wan, and Zoltan R. Turanyi, "Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP," IEEE Personal Communications, Volume: 7 Issue: 4, pp.42-49, Aug. 2000
- [4] Jong-Deok Kim, Kyung-Ah Kim, Chongkwon Kim, Jae-Yoon Park, "An Enhanced Handoff Mechanism for Cellular IP" Third International Network Conference (INC 2002), July 2002
- [5] Myung-Cheul Jung, Jung-Shin Park, Dong-Min Kim, "Optimized Handoff Management Method Considering Micro Mobility in Wireless Access Network," HSNMC 2002, pp182-186, Cheju Island, Korea, 2002.7