이기종망간 Low-Latency Handoff 에 관한 연구

이환구, 김도형, 김원태, 곽지영, 이경희 한국전자통신연구원

e-mail: {hgllee, kimdh, wtkim, jiyoung, kyunghee}@etri.re.kr

A Study on Low-Latency Handoff for Heterogeneous Networks

Hwan-Goo Lee, Do-Hyung Kim, Won-Tae Kim, Ji-Young Kwak, Kyung-Hee Lee Electronic and Telecommunications Research Institute

요 익

MIP(Mobile IP)는 모바일 노드가 서브넷간에 IP 계층의 핸드오프를 가능하게 한다. Low-Latency Handoff 는 이러한 MIP 에서 등록 절차를 조절함으로써 핸드오프 시간을 줄이고 패킷 loss 를 줄이게 한다. 이기종망간 버티컬 핸드오프에서는 보통 Low-Latency Handoff 가 논외로 되어 있으나 모바일 노드가 고속으로 기존망을 벗어날 경우 Low-Latency Handoff 를 적용하면 패킷 loss 를 줄이는 데에 효과를 보게 된다.

1. 서론

MIP(Mobile IP)는 서브넷간에 IP 계층의 핸드오프에 사용된다. 최근 서울 전역과 수도권 일부 지역으로서비스 영역을 확대한 와이브로에서도 ACR(Access Control Router)간의 핸드오프 시에 MIP 를 사용한다.이러한 MIP 의 등록 절차시의 시간 지연을 줄이고자IETF(Internet Engineering Task Force)에서 LLH(Low-Latency Handoff)에 대한 논의를 활발히 진행하여 이에 대해 2007 년 6월 RFC 4881을 내놓았다.

LLH 는 이기종망간의 버티컬 핸드오프에 대해서는 논외로 하였으나 고속으로 기존망을 벗어나는 MN(Mobile Node)의 패킷 loss 를 줄이는 효과가 있다.

2. 관련 연구

IETF 에서는 최근 MIP 의 핸드오프 시간을 줄이는 LLH 에 대하여 RFC 4881 로 내놓았다.

LLH 는 현재 접속되어 있는 망에서 다른 망으로 옮길 때 L2 계층의 핸드오프가 완료되기 전에 옮겨갈 새로운 망의 정보를 L2 계층으로부터 미리 얻어 MIP의 등록 절차를 미리 혹은 나중에 수행하여 L3 핸드오프의 시간을 줄이는 것이다.

이러한 LLH 는 3 가지 카테고리로 나뉘는데 PRE-REGISTRATION 핸드오프, POST-REGISTRATION 핸드 오프, combined 핸드오프가 그것이다.

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-038-02, 모바일 컨버전스 컴퓨팅을 위한 단말 적응형 임베디드 운영체제 기술] PRE-REGISTRATION 핸드오프는 L2 핸드오프가 완료되기 전에 L3 핸드오프를 시작하는 것으로 네트워크혹은 단말에서 새로운 L2 접속을 맺는 L2-트리거 정보를 받아 이를 이용하여 등록 절차를 미리 수행하는 것이다.

POST-REGISTRATION 핸드오프는 L2-트리거를 이용하여 oFA(old FA)와 nFA(new FA)간에 터널링을 하여임시적으로 패킷을 포워딩한 후 나중에 등록 절차를수행함으로써 단말은 핸드오프로 인한 패킷 loss 에영향을 덜 받게 된다.

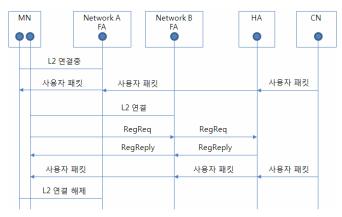
combined 핸드오프는 위 2 가지 핸드오프 방식을 동시에 사용하는 것으로 PRE-REGISTRATION 이 완료되기 전에 L2 핸드오프가 완료된 경우 POST-REGISTRATION을 수행하여 이를 보완하는 것이다.

3. 버티컬 핸드오프에의 Low-Latency Handoff 적용

LLH 는 이기종망간 버티컬 핸드오프에 대해서는 논 외로 하고 있다. 그 이유는 2 개의 네트워크 인터페 이스를 가지고 있다면 새로운 망으로의 MIP(Mobile IP) 등록이 완료될 때까지 기존 망의 연결을 끊지 않 음으로써 패킷 loss를 줄이게 되기 때문이다.

하지만 고속으로 기존망에서 벗어나는 MN 인 경우 LLH 의 combined 핸드오프 방식을 조금 변형하여 적 용하면 패킷 loss를 줄일 수 있게 된다.

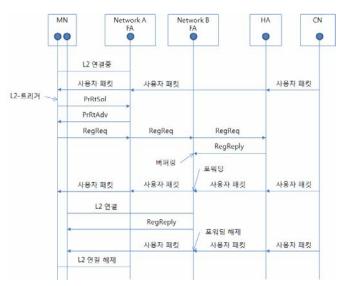
아래 (그림 1)은 이기종망간에서 일반적인 버티컬 핸드오프에서의 MIP 절차를 나타낸다.



(그림 1) 버티컬 핸드오프의 MIP 절차

(그림 1)에서 보듯 MIP 등록 절차(RegReq/RegReply)가 완료될 때까지 MN 이 기존망에 머무른다면 패킷 loss를 상당히 줄일 수 있다. 하지만 MIP 등록 절차 안에 기존망과의 L2 연결이 강제로 해제된다면 이로 인한 패킷 loss는 피할 수 없게 된다.

이에 반해 LLH 를 수정한 아래 (그림 2)와 같은 방식의 핸드오프를 적용한다면 등록 절차에 소요되는 시간이 줄어들어 기존망에서 급히 빠져 나오게 되더라도 이로 인한 패킷 loss를 줄일 수 있게 된다.



(그림 2) 버티컬 핸드오프의 LLH 절차

위 (그림 2)에서 보듯이 Network B 로의 이동에 대한 정보가 L2-트리거에 의해 알려지고 L2 연결이 완료되 기 전에 MIP 등록 절차를 수행함으로써 전체적인 핸 드오프 시간을 단축시키게 된다.

4. 성능 분석

이기종망 사이에서 보통의 MIP 를 사용하였을 경우 핸드오프에 걸리는 시간 T는 아래와 같다.

$$T = T_{L2} + T_{RegReq} + T_{RegRply}$$

T_{L2}	L2 연결에 소요되는 시간	
----------	----------------	--

T_{RegReq}	RegReq(등록 요청) 메시지가 처리되는 시간
T _{RegRnly}	RegRply(등록 완료) 메시지가 처리되는 시간

이에 반해 이기종망 사이에서 LLH 를 사용하였을 경우 핸드오프에 걸리는 시간 T는 다음과 같다.

$$\begin{split} T &= T_{L2} + T_{RegRply|nFA} \qquad (if \ T_{L2} > T_{RegReq|nFA}) \\ T &= T_{RegReq|nFA} + T_{RegRply|nFA} \ (if \ T_{L2} < T_{RegReq|nFA}) \end{split}$$

$T_{RegReq nFA}$	RegReq 메시지가 oFA 에서 nFA 를 거쳐
	처리되는 시간
$T_{RegRply nFA}$	RegRply 메시지가 nFA 에서 MN 으로 전달
	되어 처리되는 시간

보통의 MIP 와 LLH 를 적용했을 경우를 비교하여 보면 아래의 조건을 만족하는 경우 LLH 를 적용하였을 때 전체 핸드오프 시간을 줄일 수 있음을 알게 된다.

$$T_{L2} + T_{RegReq} > T_{RegReq|nFA}$$

즉 새로운 망에 접속하여 nFA 에 등록 요청 메시지를 보내는 시간보다 oFA 를 통하여 nFA 에 등록 요청 메 시지를 보내는 시간이 짧다면 그만큼 핸드오프 시간 을 절감하게 된다.

5. 결론

RFC 4881 의 LLH 는 이기종망간 버티컬 핸드오프에 관해서는 논외로 하고 있으나 LLH 의 combined 핸드오프를 다소 수정하여 버티컬 핸드오프에 적용하면 L2 연결에 시간이 많이 걸리는 경우 전체적인 핸드오프 시간을 단축시켜 고속으로 기존망을 벗어나는 MN의 경우에 있어 패킷 loss를 줄일 수 있게 된다.

참고문헌

- [1] IETF RFC 4881. "Low-Latency Handoffs in Mobile IPv4"
- [2] IETF RFC 3220. "IP Mobility Support for IPv4"
- [3] 우영미. 장영민. "이종망 간의 버티칼 핸드오버 (Vertical Handover) 기술". 2005. 4. 정보과학회지 제 23 권 제 4호
- [4] 공개특허 10-2006-0032091. "무선랜망과 이동통신 시스템에 접속 가능한 듀얼모드단말의 액티브 핸 드오프 시스템 및 방법"