

Virtual Home Agent 를 고려한 Mobile IP 핸드오프 성능 개선 방안

이병문*, 이재기*
*동아대학교 컴퓨터공학과
e-mail : lbn710@chollian.net

Performance Improvement Method of Handoff considering Virtual Home Agent in Mobile IP

Byoung-Moon Lee*, Jae-Kee Lee*
*Dept. of Computer Engineering, Dong-A University

요 약

표준 Mobile IP(MIP)에서는 기본 구조에 따른 성능상의 문제점들이 제기되어 왔으며 이를 해결하기 위해 MIP 확장을 통한 성능 개선 기법들이 연구되어 왔다. 핸드오프에 따른 성능 저해 요소를 분석하여 라우팅 최적화, 등록 및 전송 지연, 데이터 패킷 손실률을 개선하기 위해 본 논문에서는 Foreign Agent(FA)내에 Virtual Home Agent(VHA) 기능을 추가함으로써 Home Agent(HA)의 Mobile Host(MH)에 대한 이동 관리 역할 분담, 빠른 등록, FA의 효율적인 버퍼 이용이 가능한 방안을 제안하였다.

1. 서론

인터넷과 이를 구성하고 있는 네트워크 장치들은 과거의 예측을 벗어나 급속도로 빠른 성장을 보이고 있다. 특히 이동기기의 다양한 발전으로 네트워크간 이동성 지원 요구가 증가되었지만, 기존 인터넷 프로토콜(IP)의 제한된 구조로는 이동성 지원이 불가능하였다. 표준 인터넷 IP 구조에서는 통신 중에 한 노드가 이동하게 될 때 IP 주소(Network Prefix)변경이 불가피하다. 따라서, 기존의 인터넷 구조에서 진정한 광역 이동성(Global Mobility)을 지원하기 위해서는, 이동 호스트의 IP 주소 변경 없이 진행 중인 통신을 유지해야 필요가 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서, IETF에서는 기존의 IP를 확장하여 네트워크 계층에서의 이동성을 지원하는 MIP를 제안하게 되었다.

표준 MIP에서는 2개의 에이전트(HA, FA)와 터널링 메커니즘을 통해서 MH의 이동성을 지원한다[1]. 표준 MIP의 기본 구조에는 이동 검출, 등록지연과 같은 요인에 따른 성능상의 문제점들이 제기되고 있다. 본 논문에서는 MIP의 성능 저하 요소를 분석하고 이를 개선하기 위한 방안을 제시하였다. 특히, 라우팅 문제와 데이터 손실을 해결하기 위해 라우팅 최적화 기법

을 수정 및 확장하였다. 또한, 확장의 한 방법으로 VHA를 지원하여 바인딩 정보와 데이터의 라우팅 경로 개선을 통해 핸드오프 성능을 향상시키고자 한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 표준 MIP의 성능에 영향을 미치는 인자와 문제점을 분석한다. 3장에서는 관련 연구들과 문제점을 소개하고, 4장 핸드오프의 성능 개선 방안을 제안한다. 5장에서는 기존 방안과 제안 방안을 비교하고, 끝으로 결론 및 향후 연구 과제에 대해서 기술한다.

2. 표준 MIP 문제점

표준 MIP에서는 핸드오프가 발생할 때 몇 가지 성능상의 문제를 가지고 있다. 첫째, MIP의 터널링 구조는 부분적인 최적화 라우팅 경로를 통해 터널링 되는 삼각(Triangle) 라우팅 문제를 발생시킨다[2]. 이는 Correspondent Host(CH)에서 MH로 전송되는 패킷들이 항상 HA를 통해서 FA로 터널링 되는데, 이때 MH가 CH와 가까운 위치에 있을 때는 최적화 되지 못한 전송 경로를 가지며 이는 데이터 전송 지연의 요인이 된다. 둘째, MH의 이동으로 핸드오프 수행 중 등록 지연으로 인해 이전 위치 정보로 전송되는 패킷들이

발생하게 된다. 이 패킷들은 잘못된 라우팅으로 인하여 손실이 발생하거나 재전송되어야 하는 문제가 나타난다. 특히, FA와 HA간의 위치적인 거리가 멀어질수록 등록 지연은 증가하고 패킷 손실도 커지게 된다[3].

2.1 MIP 성능 개선시 고려 사항

MIP의 성능을 개선하기 위해서는 성능에 영향을 주는 요인들을 분석해 볼 필요가 있다. 표준 MIP의 동작은 The Agent advertisement process, The registration process, The data forwarding process의 3 가지 과정으로 나눌 수가 있다. 에이전트 광고 주기는 MH의 이동 검출 시간에 민감하며[4], 등록 과정에서는 등록에 참여하는 HA와 FA간의 거리와 등록 단계, 핏수 등에 영향을 받는다[3]. 데이터 전송 성능은 앞의 두 단계에서 언급된 요소와 라우팅 최적화에 의존하게 된다. 이러한 성능 인자들은 서로에게 영향을 주고 받는 특성을 가지고 있으므로 일반적인 상황에서 전반적인 성능개선을 이루기는 쉽지가 않다. 따라서 본 논문에서는 성능 개선을 위한 제안 방안에서 고려해야 할 사항을 4 장에서 기술한다.

3. 핸드오프 성능 개선 관련 연구 및 문제점 분석

3.1 라우팅 최적화

라우팅 최적화는 CH와 MH가 서로 가까운 위치에 있는 상황을 전제로 한다. 표준 MIP의 확장을 필요로 하며 삼각 라우팅 문제를 해결하기 위해 라우팅 최적화 기법이 제안되었다[2]. 여기서는 CH가 바인딩 정보를 관리하는 캐쉬 기능을 가지고 있어서 직접 FA로 전송이 가능하여 삼각 라우팅 문제를 해결하고 있다. 이 제안 문제점은 핸드오프가 발생하게 되면서 새로운 FA(nFA)에 대한 바인딩 정보 업데이트시 역 삼각 라우팅이 발생하게 된다. 이러한 등록 정보의 라우팅 지연은 잘못된 라우팅 전송으로 패킷 손실을 발생시킨다.

3.2 유연한 핸드오프

MIP, IMHP[2]확장과 패킷 손실 문제를 개선하기 위해 FA에 대한 버퍼링 메커니즘을 사용하는 유연한 핸드오프(Smooth Handoff) 방안이 제시 되었다[5][6]. 핸드오프 수행시 새로운 위치 등록지연으로 인해 oFA로 터널링되는 패킷들을 드롭하지 않고 버퍼에 저장을 한다. 그리고 적절한 시기에 MH로 재터널링함으로써 패킷 손실 문제를 해결하고 있다. 그러나 이 제안에서는 oFA에 버퍼링되는 패킷을 HA와 MH간의 등록인증이 완료되기 전까지는 MH로 바로 재전송하지 않아 전송시점에 문제가 있다[5]. 따라서, oFA가 MH로부터 인증된 등록해제 메시지를 받기까지의 지연은 곧 버퍼링 되는 패킷의 증가로 버퍼 크기와 평균 패킷 전송 지연 증가의 요인이 될 수가 있다.

3.3 에이전트 기반의 핸드오프 개선 기법

이 기법은 바인딩 정보를 관리하는 에이전트를 추가하여 라우팅 문제를 제거하고 MH의 위치 등록 정보를 효율적으로 관리하기 위해 제안 되었다[7][8].

CH와 HA간의 경로에 캐쉬 기능을 가진 Mobility Agent(e.g. Mobile routes)를 추가하고 바인딩 정보를 포함하는 ICMP 패킷을 이용한다. CH에서 MH로 향하는 패킷을 HA 이전에 MA가 인터셉트하여서 직접 MH로 전송을 하게 된다[7]. 이와 유사한 방식으로 라우팅 최적화를 위해 요구되는 캐쉬 기능을 CH와 가장 가까운 곳에 캐쉬 에이전트 기능을 가진 라우터를 제공함으로써 이동성 정보가 고속의 네트워크에서 처리 되도록 하였다[8].

4. VHA 서비스를 고려한 핸드오프 개선 제안 방안

4.1 제안 방안에서의 고려 사항

본 논문에서 제안하는 성능 개선 방안은 등록 시간에 관련된 사항에 초점을 맞추고 있다. 이 요인에 대한 개선을 통하여 데이터 전송 성능 향상을 이루고자 한다. 제안 방안에서 고려되어야 할 환경 조건은 다음과 같다.

- 1) FN내에 FA가 하나만 존재하는 환경과 MH와 CH간의 통신은 일대일 통신을 가정한다.
- 2) CH가 MH와는 가까운 위치에 있으며 HA와는 거리가 먼 상황을 전제로 한 환경 조건을 따른다.

4.2 핸드오프 시간에 대한 고려 사항

핸드오프 시간은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_H = T_D + T_R$$

T_H : 핸드오프 시간
 T_D : 이동 검출 시간
 T_R : 등록 시간

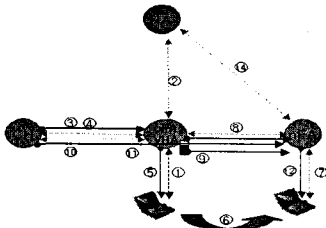
성능에 영향을 주는 인자를 성능 인자라 정의한다. 여기서의 T_H 의 성능 인자는 (T_D, T_R)로 볼 수 있다. MIP의 성능은 T_H 의 감소와 데이터 전송에 대한 라우팅 경로를 최적화 함으로써 개선될 수 있다. 4.2에서 고려한 T_H 는 $\Delta(T_D, T_R)$ 변화에 영향을 받는다. 본 논문에서는 T_R 에 대한 성능 인자에 초점을 맞추어서 기술한다.

4.3 제안 방안 구성

본 논문에서는 MIP에서 데이터 전송 시 발생하는 삼각 라우팅 문제를 해결하기 위해 IMHP에서 제안한 라우팅 최적화 기법[2]을 수정 및 확장하였다. 또한 MH가 새로운 FA(nFA)로 이동할 경우 등록 지연으로 인한 패킷 손실 문제를 해결하기 위해 버퍼링 메커니즘을 적용한 유연한 핸드오프를 지원한다[5][6]. 그리고 관련 연구[7][8]처럼 특정한 이동성 관리 에이전트를 CH와 가까운 곳 외부에 따로 추가하는 구조와는

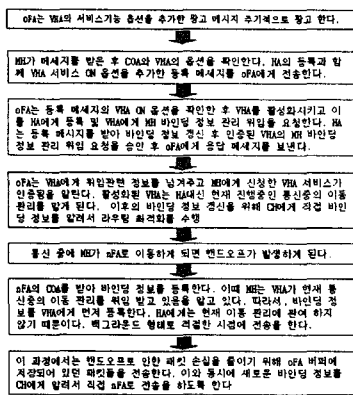
다르다. 제안 방안에서는 FA에 VHA 기능을 추가하고 현재 통신이 진행 중인 MH의 이동정보를 HA대신에 관리하게 하여 등록 처리를 효율적으로 하도록 한다. FA와 HA사이에는 공유된 보안기가 있다는 가정하에서 MH와 FA 및 HA와 VHA간의 인증을 위한 등록 키를 설정할 수 있도록 한다. FA에서 지원하는 VHA는 실제 HA와 동일한 기능을 하며, 라우팅 테이블에 VHA ID를 추가하여 이 정보로서 각각 서로 다른 MH의 통신을 구분하도록 한다[9].

4.4 제안 방안 동작 절차



[그림 1] VHA를 고려한 제안 방안 동작 절차

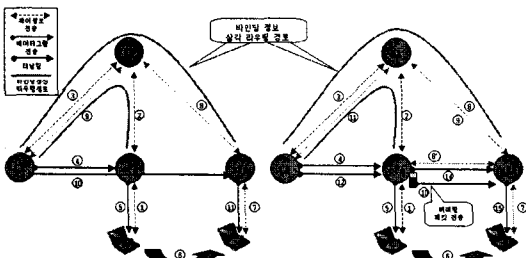
[그림 1]에서 나타내는 제안 방안의 세부 동작 절차는 다음과 같다.



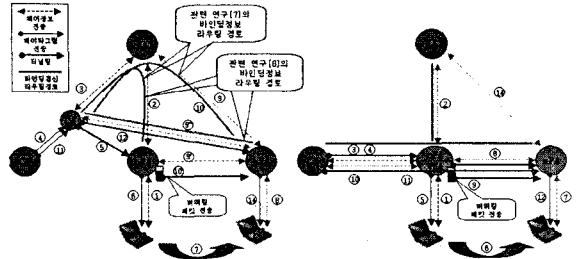
5. 제안 방안 비교 분석

5.1 동작 절차 분석

T_R 은 MH가 이동하여 핸드오프가 발생했을 때 새로운 바인딩 정보를 등록하는데 걸리는 시간을 말한다.



a) 라우팅 최적화 [2] b) 유연한 핸드오프 [3][4]



c) 에이전트 기반의 핸드오프 개선 방안 [7][8] d) VHA를 고려한 핸드오프 개선 방안

[그림 2] 기존의 라우팅 최적화 방안(a,b,c)과 제안 방안의 동작 절차 및 바인딩 정보 흐름도

이때, T_R 을 증가시키는 등록지연(d_R)을 효과적으로 제거함으로써 전체 T_H 을 감소시키고 핸드오프 성능을 개선할 수가 있다. 여기서 d_R 은 T_R 의 성능 인자이다. d_R 은 HA와 FA간의 등록 메시지 교환으로 발생하게 되며 에이전트간 거리에 영향을 받는다. 이는 바인딩 정보의 라우팅 경로 거리가 길어지면 d_R 도 증가하게 됨을 알 수 있다. MH가 이동하였을 때 새로운 바인딩 정보의 라우팅 경로 거리를 B로, 각 에이전트 간의 거리를 D_{A-B} (A와 B와의 거리)로 정의한다. [표 1]은 [그림 2]에서 각각의 B를 MH의 이동별로 나타내었다.

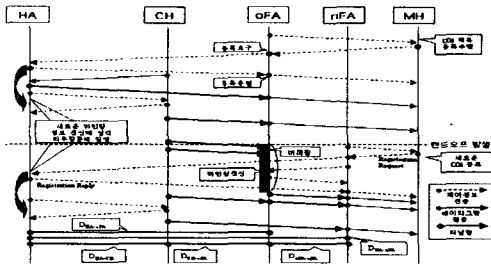
MH 이동 단계	HA → oFA 단계	oFA → nFA 단계 (비퍼팅 패킷 전송을 위해서 oFA에게 바인딩 정보 전송 거리도 포함)
기본 최적화 방안[2][3] Smooth Handoff[5][6]	$B_{HAoFA} + D_{oFAHA} + D_{oFAoFA}$	$B_{oFAoFA} + D_{oFAoFA} + D_{oFAoFA}$ (FD) $B_{oFAoFA} + D_{oFAoFA} + D_{oFAoFA}$ (FF[6])
제이전트 기반의 핸드오프 개선 방안[7][8]	$B_{HAoFA} + D_{oFAHA} + D_{oFAoFA}$	$B_{oFAoFA} + D_{oFAoFA} + D_{oFAoFA}$ (FD) $B_{oFAoFA} + D_{oFAoFA} + D_{oFAoFA}$ (FF)
VHA 고려한 핸드오프 개선 방안	$B_{HAoFA} + D_{oFAHA} + D_{oFAoFA}$	$B_{VHAoFA} + D_{oFAoFA}$
분석	$D_{oFAHA} > D_{oFAHA} > D_{oFAHA}$ $\therefore B_{HAoFA} > B_{HAoFA} > B_{HAoFA}$	1. B_{oFAoFA} [7]: 바인딩 정보의 라우팅 경로 > 비 삼각 리우팅 문제 1) 바인딩 정보의 전송지연으로 oFA의 비퍼팅 패킷 전송 2) 전체 패킷 전송지연 증가, 비최소 오버헤드도 인한 패킷 손실 발생가능 2. B_{oFAoFA} [6]: oFA-CA, nFA-oFA: 2번에 걸친 바인딩 정보 전송 2. B_{VHAoFA} : nFA > VHA > oFA: CH의 등록 수행과 바인딩 정보 라우팅 경로 최적화 가능 1) nFA > VHA: 빠른 등록 절차 수행 (D _{oFAoFA}) 2) VHA > oFA: 새로운 바인딩 정보 전송 3) $D_{oFAHA} + D_{oFAHA} + D_{oFAoFA} > D_{oFAHA} + D_{oFAoFA} + B_{HAoFA}$ oFA 전송되는 패킷 감소 > 사용되는 비퍼 크기 감소

[표 1] 이동 단계별 바인딩 정보 전송 거리 분석표

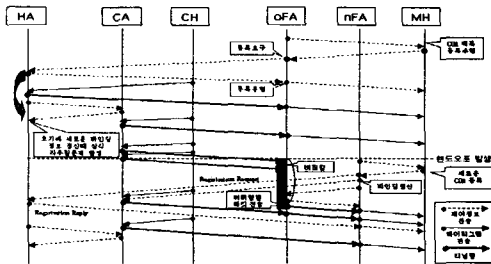
이처럼 oFA에 방문한 MH가 현재 진행중인 통신을 완료하기 전까지는 VHA에서 등록 과정을 분담함으로써 nFA와 oFA의 VHA간의 거리 단축과 함께 등록지연을 감소시킬 수가 있다. [그림 2]와 [표 1]에서 제안 방안의 바인딩 정보 흐름 개선을 확인할 수가 있다.

5.2 타이밍 다이어그램 분석

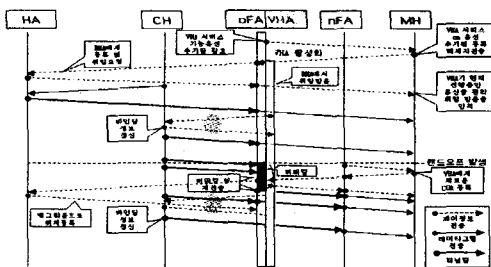
관련 연구에서 바인딩 정보와 버퍼링 패킷의 전송 타이밍을 [그림 3]과 [그림 4]에서 볼 수 있다. 제안 방안에서 버퍼링된 패킷의 전송시점들 [그림 5]에서 볼 수 있다. MH의 이동 등록을 위한 Registration request 메시지를 nFA를 통해 oFA의 VHA로 등록한다. 등록이 수행되는 순간 패킷을 터널링하여 MH로 전송을 한다. 따라서, 빠른 등록이 수행되어 버퍼링된 패킷을 신속하게 MH로 전송할 수 있고 전체 평균 패킷 전송지연과 비퍼 크기를 감소시킬 수 있다.



[그림 3] Smooth Handoff 타이밍 다이어그램



[그림 4] 에이전트 기반의 핸드오프 타이밍 다이어그램



[그림 5] VHA 고려한 제안 방안 타이밍 다이어그램

또한, [그림5] 에서 볼 수 있듯이 초기에 HA와의 인증 정보를 이용해 VHA에서 인증된 등록을 수행한다. 그리고 MH의 이동 정보는 oFA의 VHA에서 관리하며 이동정보 변경을 CH에게 직접 알림으로써 바인딩 정보 전송에 대한 라우팅을 초기에 최적화 하여 바인딩 정보 등록 지연을 줄이게 된다. 이는 데이터 전송에 대한 삼각 라우팅 현상도 초기에 개선함으로써 전송 경로의 최적화를 이룰 수 있다. 다만, HA에 대한 등록 정보 갱신은 현재 통신중인 CH 이외의 다른 CH와의 다음 통신을 위해서 필요하다. 따라서, MH의 바인딩 정보를 nFA를 통해서 백그라운드로 HA에게 전송하여 다음 CH와의 통신을 위한 이동 등록을 수행한다.

6. 결론 및 향후 과제

핸드오프의 성능 개선을 위해서 등록을 위한 바인딩정보와 데이터 전송의 라우팅 최적화를 개선하고자 VHA 서비스 기능을 추가하는 방안을 제시하였다. 이 방안은 성능 개선을 위해서 표준 MIP와 라우팅 최적화 기능의 확장과 수정을 필요로 한다. 하지만 제안 기법에서는 이동 노드의 바인딩 정보 등록에 대한 경

로 개선을 가짐으로써 지연으로 인한 성능 저하를 감소시켰다. MH의 이동 정보 관리 에이전트가 고정호스트가 됨으로써 발생하는 문제점을 VHA 서비스 기능 추가로써 해결할 수가 있다. VHA는 MH가 방문하는 FA에 위치하기 때문에 MH와 가까운 위치에 존재하여 이동관리를 수행한다. 따라서 자연스럽게 등록 지연 유발 요인인 HA와 FA간의 거리차를 감소시킬 수 있다. 그리고 nFA에 VHA 서비스가 가능하다면, 이에 대한 이동 관리 위임이 가능한 구조를 가지도록 하여 유연하게 VHA의 위치를 선택할 수 있도록 확장할 수 있을 것이다.

향후 과제로는 본 논문의 제안 방안과 기존 방안과의 성능 검증 비교가 이루어져야 할 것이다. 그리고 이동성을 지원하는 네트워크내에 다수의 FA와 MH가 존재하는 환경에서 FA의 부하분산 및 VHA의 적절한 서비스 위치를 고려한 실험 및 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, " IP mobility Support ", IETF RFC 2002, Oct. 1996.
- [2] A. Myles, D. Johnson, C. Perkins, "A mobile host protocol supporting route optimization and authentication" Selected Areas in Communications, IEEE Journal on , Volume: 13 Issue: 5 , Page(s): 839-849, Jun. 1995.
- [3] Chu-Sing Yang, Kun-da Wu, Chun-Wei Tseng " Support an Efficient Connection for Mobile IP" Database and Expert Systems Applications, 1998. Proceedings. Ninth International Workshop on, Page(s): 514 - 519, 1998.
- [4] LIU Yu, YE Min-hua, ZHANG Hui-min "The Handoff Schemes in Mobile IP" The 57th IEEE Semiannual , Volume 1 , Apr, 2003.
- [5] W. Woo and Victor C.M. Leung " Handoff Enhancement In Mobile IP" ICUPC' 96, pp. 760764, Sep. 1996.
- [6] C. Perkins, D. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP" draft-ietf-mobileip-optim-10.txt, Mobile IP Working Group INTERNET DRAFT, 15. Nov. 2000.
- [7] Amit Mahajan, Ben WildRoute, " Optimizations in Mobile IP" . <http://robotics.eecs.Berkeley.edu/~wlr/228a/Projects/mahajan.pdf> Dec. 2000.
- [8] 박성수, 송영재, 조동호 " 이동컴퓨팅을 위한 Mobile-IP 프로토콜에서의 핸드오버 성능개선" , 한국통신학회 논문지 'Vol.21 No.6A' , 99-6.
- [9] Qiang Gao; Acampora, A., A virtual home agent based route optimization for mobile IP, Wire-less Communications and Networking Conference, 2000. WCNC.2000 IEEE Volume: 2, Page(s): 592 - 596, 2000.
- [10] C. Perkins, Kuang-Yeh Wang " Optimized Smooth Handoffs in Mobile IP" , IEEE International Symposium on Computers and Communications, 1999.
- [11] YE Min-hua, WANG Zhe-wei, ZHANG Hui-min, LIU Yu " Performance Analysis of TCP/UDP During Mobile IP Handoffs " 2001 International Conferences on Volume : 2 , 29 Page(s): 724 -729 vol.2, Oct.-1 Nov. 2001.
- [12] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, C. Perkins "Mobile IPv4 Regional Registration" IETF Internet draft Draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-06.txt , Mar 2002.