

이동 컴퓨팅 환경에서 이동 예측기법을 이용한 Smooth Handoff 기법

이재용⁰, 엄영익
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부
{jyaeyong, yieom}@ece.skku.ac.kr

Scheme of Smooth Handoffs Using Move Prediction in Mobile Computing Environments

Jae-Yong Lee⁰, Young Ik Eom
School of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

이동 컴퓨팅 환경이란 사용자가 어떤 장소로 이동하더라도 동일한 환경에서 네트워크 서비스를 끊임없이 제공받을 수 있는 환경을 말하며, Mobile-IP는 이러한 환경이 가지는 특성들을 고려한 네트워크 프로토콜이다. 그러나 이 프로토콜도 이동 노드의 빈번한 핸드오프시 위치 등록과정에서 반드시 홈 에이전트를 거쳐야 하므로, 네트워크 자원과 서비스 지연을 초래하는 단점을 가진다. 본 논문의 제안 기법은 Mobile-IP 환경에 이동 예측기법을 이용하여, 이동 노드의 움직임을 추적하여 이동 방향을 예측하고 이동 노드가 핸드오프를 수행하기 전에 사전 등록(pre-registration) 과정을 두어 문제점이었던 등록과정의 지연과 패킷의 손실의 지연을 줄이고자 한다.

1. 서 론

최근 들어, 정보통신 분야의 발전으로 많은 이용자들이 이동 컴퓨팅 환경을 사용하고 있으며, 이를 지원하기 위한 연구가 IETF (Internet Engineering Task Force)를 중심으로 이루어져, Mobile-IP가 제시되었다[1,2]. 이러한 환경은 이동 노드를 통하여 언제, 어디서든지 인터넷을 사용할 수 있으며, 단순히 이동 노드를 이동한 후에 네트워크에 접속할 수 있을 뿐만 아니라 접속한 상태에서 노드의 이동성을 지원할 수 있게 됨을 의미한다.

이러한 연구에도 불구하고 현재 Mobile-IP는 몇 가지 문제점을 지니고 있다. 그 중의 하나는 이동 노드가 CoA (Care-of-Address)를 변경할 때마다 반드시 홈 에이전트에게 등록을 해야 하는 점인데, 이때 만약 이동 노드의 빈번한 핸드오프시 방문한 네트워크와 홈 네트워크가 거리가 멀다면 등록 과정에서 패킷의 전송지연과 손실, 재전송에 따른 부하의 문제점을 안고 있다.

본 논문에서 제안하는 기법은 Mobile-IP의 지역적 등록 기법을 유지하면서, FVL (Frequently Visited List) Table을 이용한 이동노드의 이동 예측기법을 사용하여, 이동 컴퓨팅 환경에 발생하는 등록과정 지연과 데이터의 지연전송을 효과적으로 관리하는 기법을 제안하고자 한다[3,4].

본 논문의 2장에서는 기존 Mobile-IP에 대한 연구와 동작 원리를 간단히 소개하며, 3장에서는 제안하고자 하는 Mobile-IP 환경에서 이동 노드의 이동 예측 기법을 이용한 Smooth Handoff를 소개하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 다루고자 한다.

2. 관련연구

2.1 Mobile-IP

Mobile-IP 프로토콜의 동작원리는 크게 에이전트 발견(agent

discovery), 등록(registration), 터널링(tunneling)의 3가지 기능으로 이루어진다. 각 에이전트는 접속되어있는 네트워크의 네트워크 주소를 포함한 에이전트 광고 메시지를 일정한 주기로 방송하고 있다. 이동 노드는 에이전트 광고 메시지를 수신하는 것으로, 현재의 네트워크 주소를 파악한다. 만약 이동 노드가 다른 네트워크로 이동하면, 다른 네트워크 주소를 포함하는 새로운 에이전트 광고 메시지를 수신한다. 이것에 의하여 이동 노드는 다른 네트워크에 이동한 것을 검출함과 동시에 외부 에이전트(foreign agent)의 IP 주소를 그 이동 노드의 CoA로 하고 등록 요청 패킷(registration request packet)을 외부 에이전트에게 전송한다. 외부 에이전트는 이 등록 요청 패킷을 홈 에이전트(home agent)에게 전달한다. 홈 에이전트는 등록 응답 패킷(registration reply packet)을 만들어 이동 노드에게 응답하여 등록이 이루어진다. 이렇게 등록이 이루어지면 이동 노드에 전송되는 패킷은 홈 에이전트가 외부 에이전트에게 터널링 해서 전달하고, 외부 에이전트는 이동 노드에게 보내준다.

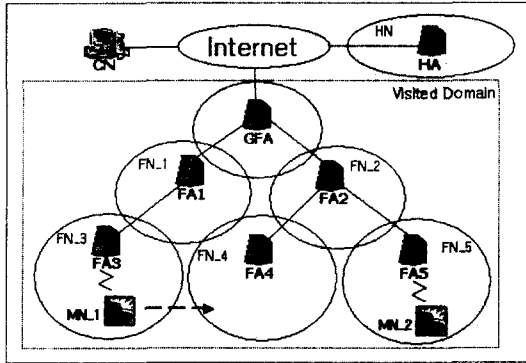
2.2 Mobile-IP의 지역적 등록 기법

Mobile-IP 환경에서 이동 노드는 CoA 변경 시 홈 에이전트에 등록을 해야한다. 이 때, 만약 이동 노드가 방문한 네트워크가 홈 네트워크와 거리가 멀고 이동 노드의 빈번한 이동으로 핸드오프가 자주 발생한다면 등록과정에 대한 지연은 커질 수 있는데, 이러한 지연을 줄이고자, 방문 도메인에서의 등록을 지역적으로 하는 기법이다.

이 기법은 외부 에이전트들의 계층화를 적용하여, 하위 외부 에이전트가 공개적으로 라우터가 가능한 IP주소를 가진 상위 GFA (Gateway Foreign Agent)를 기준으로 트리별로 방문 도메인 (Visited Domain)을 구분한다.

동작원리는 [그림 1]에서 MN_1이 FA3에 처음으로 들어왔을 경우에, MN_1은 <FA3,FA1,GFA>를 포함하는 에이전트 광고 메시지를 받고, 홈 에이전트와 GFA가 바인딩을 형성하는

지역적인 등록 요구 (regional registration request)를 보낸다. 중간 FA1은 GFA와 FA3의 바인딩을 형성한다. FA3에 등록되었던 MN_1이 FA4로 이동할 경우에는 <FA4,FA2,GFA>를 포함하는 에이전트 광고 메시지를 받고 지역적인 등록 요구를 보낸다. 그러나 이전의 CoA중에 GFA가 일치하기에 GFA가 FA2로 바인딩 시키는 원인이 되고, FA2는 GFA와 FA4와 바인딩을 형성한다. FA4는 visitor list에 MN_1을 삽입하게 된다. MN_1은 다른 GFA로 이동 시 홈 에이전트에게 재등록을 해야 하나, 동일한 방문 도메인 내에서 Old FA에서 New FA로 이동 시 기존 Mobile-IP 보다 등록 과정을 최소화 할 수 있다.

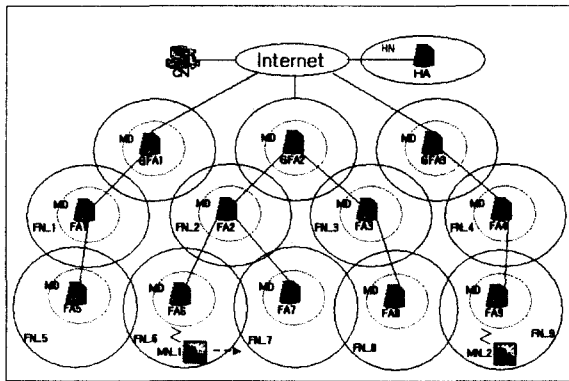


[그림 1] Mobile-IP의 지역적 등록 기법

3 제안기법

3.1 제안기법의 개요

본 논문에서는 Mobile-IP의 지역적 등록 기법을 유지하면서 이동 예측 기법을 적용함으로써, 이동 노드의 움직임을 추적하고, 이동하게 될 방향을 예측하여 이동노드가 핸드오버를 수행하기 전, 이동 노드가 이동하게 될 외부 네트워크에 사전 등록 과정(pre-registration)을 통하여 등록과정의 지연을 줄이고 데이터의 지연전송을 효과적으로 관리하는 기법이다. 본 제안 기법의 필요한 시스템 구조는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 제안 기법의 시스템 구조

3.2 요구사항

제안 기법에 필요한 시스템 구조로써 Mobile-IP 환경에 MD (Mobile Domain)과 FVL (Frequently Visited List) Table을 추가적으로 구성을 하였다[5,6]. MD는 기존 이동 통신망이 다른

망에 비하여 이동 노드의 위치와 이동을 감지 할 수 있는 특성을 고려하여 각 외부 네트워크 안에 외부 에이전트들의 신호의 세기가 일정한 영역으로 구성을 두었다. 이동 노드가 이 영역을 벗어나면 MD는 외부 에이전트에게 이동 예측 기법을 시작하는 메시지를 보낸다.

FVL Table은 이동 노드가 자주 이동한 외부 네트워크의 히스토리 파일이며 [그림 3]과 같이 구성된다.

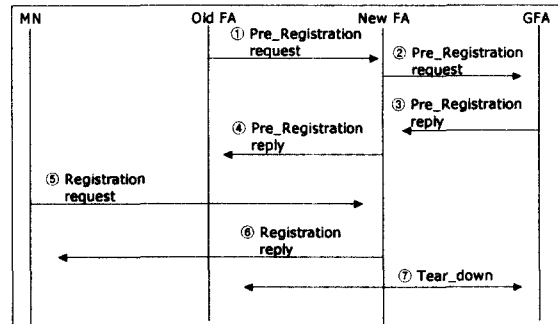
MN	Frequently Visited FA
MNa	FAa, FAb, FAC, ... FAi
MNb	FAk, FAl, FAn, ... FAu
⋮	⋮
MNn	FAw, FAq, FAr, ... FAz

[그림 3] FVL Table

또한 이동 노드가 이동할 확률이 높은 외부 에이전트 순서대로 나열되어 있으며, 방향성 기준으로 저장된 세그먼트에 근거를 두고 있다. [그림 2] 제안 기법의 시스템 구조에서는 FVL Table을 나타내지 않았지만 각 외부 에이전트 내에 내장되어 있다고 가정을 한다. [그림 3]에서 MNa는 FAb 보다 FAa가 먼저 이동할 확률이 높다.

3.3 제안 기법의 동작원리

본 논문에서 제안 기법의 동작원리는 [그림 4]와 같은 수행 과정을 거친다.



[그림 4] 제안 기법의 동작원리

- ① 이동 노드가 MD를 벗어나면 Old FA는 내장되어 있는 FVL Table을 참조, 이동할 확률이 높은 New FA를 찾아서 pre_registration request를 보낸다.
- ② New FA는 먼저 임시로 이동 노드와 New FA의 CoA로 이동 바인딩을 형성하고, 지역적 등록 기법으로 GFA에게 pre_registration request를 보낸다..
- ③ 만약, 이동 노드가 처음으로 GFA의 방문 도메인을 방문한 경우는 홈 에이전트에게 등록을 한다. 현재 GFA의 visitor list 정보에는 packet이 Old FA에서 이동 노드로 가는 경우와 New FA에서 이동 노드로 가는 2가지의 바인딩 정보가 포함되어 있다.
- ④ GFA로부터 pre_registration reply를 받은 New FA는 Old FA에게 data forwarding을 할 목적으로 다시 New FA에게 pre_registration reply를 보낸다.
- ⑤ 이동 노드가 실질적으로 New FA로 이동하면 registration request를 보내서 등록을 요구한다. 그러나 이동 노드의 이전, pre_registration 과정이 있었기 때문에 GFA까지 registration

request가 갈 필요는 없다.

⑥ 이동 노드는 New FA로부터 registration reply를 받고 등록 과정을 마치게 된다. 그러나 아직, GFA와 Old FA의 visitor list에는 이동 노드에 대한 바인딩 정보가 남아있다.

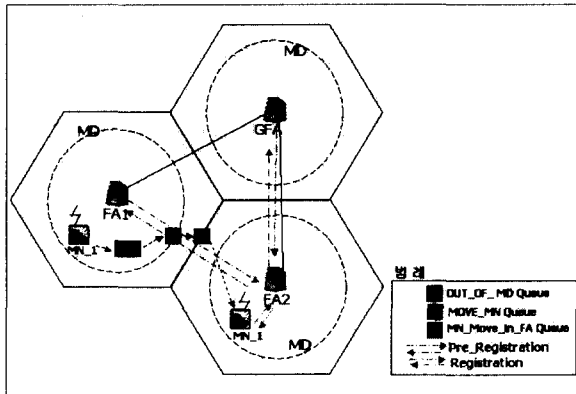
⑦ New FA는 tear-down message를 동시적으로 GFA, Old FA에게 보내어 이동 노드와 Old FA에 대한 바인딩 정보를 지우고 연결을 해제한다.

4. 성능 평가

본 제안 기법에 대한 성능 평가를 위해서 이산 사건 시뮬레이션(even_driven simulation) 도구 중에 하나인 SIMLIB을 사용하였으며, 기존의 기법과 제안된 기법에 대한 트래픽을 적용하여 각 기법들의 핸드오프 시간을 비교하였다[7].

4.1 성능 평가를 위한 모델링

본 제안 기법에 대한 성능 평가를 위한 모델링은 [그림 5]와 같이 MN_1이 FA1에서 현재 등록과정을 마치고 서비스를 받으려고 하는 상태를 시뮬레이션 이벤트의 시작점으로 두고 Move_MN이라는 큐로 서비스 관리를 하게 했다. MN_1이 MD를 벗어나, FVL Table을 이용한 FA1로부터의 이동 예측 서비스를 받기 위해 Out_of_MD라는 큐로 관리를 하게 했으며, FA1에서 사전 등록 과정 (Pre_Registration)을 마친 후 FA2로 이동할 수 있도록 MN_Move_in_FA이라는 큐로 관리를 하게 하였다. 따라서, MN_1의 FA2에서 최종 등록 과정 (Registration)을 마치는 기점을 시뮬레이션 이벤트의 끝점으로 두었다.



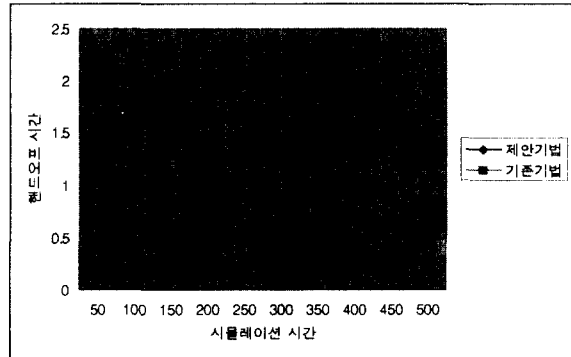
[그림 5] 제안 기법의 등록 과정 모델링

본 제안 기법과 기존 기법에 대한 성능평가를 위해서 몇 가지 가정을 두었다. 먼저, 두 기법 모두 동일하게 이동 노드가 서비스를 받기 위해서 셀에 들어오는 평균 시간을 0.6초, 나가는 평균 시간을 0.8초로 하였다. 제안 기법에서 이동 노드가 MD를 벗어날 때 FVL Table에서 다음 이동할 New FA를 찾을 수 있는 시간을 0.025초 내에 찾을 수 있게 하였고, 시뮬레이션 시간을 50초에서부터 500초까지 각 50초 단위로 두 기법의 핸드오프 시간을 평가하였다.

4.2 성능 분석

본 논문의 제안 기법과 기존 기법의 핸드오프 시간을 비교한 결과로 [그림 6]에서 기존 기법의 핸드오프 시간을 보면 기존 기법보다 줄어들었다는 것을 알 수 있다. 제안 기법이 일정한 핸드오프 시간을 가지는 반면, 기존 기법에서의 핸드오프 시간을 나타내는 그래프 편차가 큰 이유는 이동 노드가 방목하고

있는 외부 에이전트에서 거리가 먼 홈 에이전트에 등록하는 과정에서 지연의 차이 때문에 나타난 것이다. 그러므로 제안 기법의 핸드오프 시간이 기존 기법보다 성능이 나옴을 알 수 있다.



[그림 6] 제안 기법의 성능 평가

5. 결론 및 향후 연구과제

현재는 정보통신 기술의 발전으로 이동 컴퓨팅 환경에 대한 사용자의 요구가 확대되어 가고 있다. 이러한 이동 컴퓨팅 환경을 위해 기존의 Mobile-IP를 그대로 사용하기보다는 최적화 기법들을 적용하기 위한 연구가 필요할 것이다.

본 논문에서는 MD가 이동 노드의 움직임을 인식하여 이동 방향을 예측하고, 외부 에이전트가 사전등록(pre_registration)을 함으로써 등록과정의 지연을 줄이고 데이터의 지연전송을 효과적으로 줄이는 과정을 제안하였다. 향후 연구과제로는 셀 내의 MD영역의 크기에 따라 어느 정도로 효과적인 Smooth Handoff를 가져 올 수 있는지 연구를 할 것이다.

참고문헌

- [1] C. E. Perkins, Mobile IP Design Principles and Practice, Addison Wesley, 1998.
- [2] C. E. Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, October, 1996.
- [3] C. E. Perkins, "Optimized smooth handoffs in Mobile IP," Computers and Communications, 1999. Proceedings. IEEE International Symposium on , 1999, Page(s): 340-346.
- [4] Mobile IP Working Group, "Mobile IP Regional Registration," draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-03.txt, July, 2000.
- [5] Ming-Hsing Chiu, "Predictive Scheme for Handoff Prioritization in Cellular Network Based on Mobile Positioning," IEEE Journal on selected areas in communications, Vol. 18, No. 3, March 2000.
- [6] Chiang Lee, "Improving location management for mobile users with frequently visited locations," Performance Evaluation 43, 2001, pp 15-38.
- [7] A. M. Law and W. D. Kelton, Simulation Modeling and Analysis, 2-ed., Mcgraw-Hill, 1991.