

# 객체지향개념을 도입한 Mobile IP 의 설계 및 구현 (1)

채동현<sup>0</sup>, 손동우, 마영식, 안순신  
고려대학교 전자공학과 네트워크연구소  
hsunhwa@dsys.korea.ac.kr

## A Design and Implementation of Mobile IP Architecture using Object-Oriented Concept (1)

Donghyun Chae<sup>0</sup>, Dongwoo Sohn, Youngsik Ma, Sunshin An  
Dept. of Electronic Engineering, Korea University

### 요 약

최근 무선 통신 기술의 발달과 휴대용 컴퓨터의 소형화, 수요증가에 따라 휴대용 컴퓨터에서의 통신은 차차 우리 생활에 없어서는 안될 요소가 되어가고 있으며 IP 기반에서의 Mobility 제공을 그 목적으로 하는 Mobile IP 기술은 차세대 인터넷 망의 핵심기술이 될 전망이다. 이에 본 논문에서 Mobile IP Protocol을 Mobile Node를 중심으로 객체지향 개념을 도입하여 설계, 구현한다

### 1. 서론

최근 무선 통신 기술의 발달과 휴대용 컴퓨터의 소형화, 수요증가에 따라 휴대용 컴퓨터에서의 통신은 차차 우리 생활에 없어서는 안될 요소가 되어가고 있으며 폭증하는 인터넷 사용자에게 의해 차세대 통신망은 Packet Data 통신을 기반으로 하는 All IP로 갈 전망이다. 이에 IP기반에서의 Mobility 제공을 그 목적으로 하는 Mobile IP[1] 기술은 차세대 인터넷 망의 핵심기술이 될 전망이다.

이에 본 연구에서는 IETF의 Mobile IP Protocol을 설계, 구현하는 것을 그 목적으로 한다. IETF의 Mobile IP Protocol은 Mobile Node, Home Agent, Foreign Agent의 세 가지 기본 요소로 이루어져 있는데 본 논문에서는 Mobile Node의 설계 및 구현을 중심으로 설명할 것이며 Agent 쪽 설계 및 구현은 다른 논문에서 다룰 예정이다.

2장에서는 IETF의 Mobile IP Protocol에 대해서 간략하게 설명하고 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 Mobile Node의 설계 및 구현에 대해서 살펴보고 테스트 베드를 구축, 구현한 것을 실행 시켜 본다. 4장에서 향후 연구 과제를 살펴본다.

### 2. Mobile IP 개요

#### 2.1 Protocol의 기본 동작원리

IETF의 Mobile IP (RFC 2002)는 IPv4망에서 IP transparency를 제공하기 위한 protocol로 이동컴퓨터가 항상 자신의 IP 주소로 인터넷에 연결이 가능하도록 해준다.

Mobile IP는 Agent Discovery, Registration, Routing의 세 가지 기능 요소로 이루어져 있다.

#### ① Agent Discovery

Home Agent와 Foreign Agent는 주기적으로 Agent Advertisement Message를 자신의 서브넷에 Broadcast하고 Mobile Node는 수신하여 현재 위치를 확인하고 Registration작업에 들어간다.

#### ② Registration

Mobile Node는 Registration Request Message를 Home Agent (Foreign Agent를 경유)에게 보내고 Home Agent는 자신의 Binding Table에 Mobile Node의 현재 위치를 기록하고 Registration Reply Message를 Mobile Node에게 보낸다. Registration이 성공적으로 수행 되면 Mobile Node는 Foreign Network에서 자신의 고유 IP 주소로 통신이 가능하게 된다.

#### ③ Routing

Mobile Node가 Foreign Network에 있을 경우 Home Agent는 Mobile Node로 향하는 Packet을 가로채어 Foreign Agent로 Tunneling 시켜주며 Foreign Agent는 이 Packet을 De-tunneling 시켜 Mobile Node에게 Forwarding 시킨다. Foreign Network에 있는 Mobile Node는 또는 다른 Router를 이용하여 Packet을 보내게 된다.

### 2.2 관련연구

지난 수년간 여러 연구단체에 의해 Mobile IP가 설계, 구현되어 왔다.

Stanford University의 MosquitoNet Mobile IP[2]는 현재 linux kernel 2.2.x에서 동작하는 2.0.2beta version까지 개발되었다. MosquitoNet은 RFC 2002에 비해 Foreign Agent의 기능이 취약한 대신에 co-located 상태를 보장했다.

National University of Singapore의 Mobile IP[3]는 kernel level에서의 구현이며 현재 Linux상에서 동작하는 Mobile IPv4와 Mobile IPv6가 있으며 Win95에서 동작하는 Window Version도 있다.

### 3. Mobile IP Design & Implementation

본 연구에서는 RFC 2002를 기반으로 다음 세 가지 요소의 구현을 그 목표로 하였다.

- Mobile Node(MN): 휴대용 컴퓨터로 항상 자신의 IP 주소를 이용해 통신한다.

- Home Agent(HA): Home Network에 있는 Router로 Mobile Node로 향하는 Packet을 Care-of-Address로 Tunneling 시켜준다.
- Foreign Agent(FA): Mobile Node에게 Care-of-Address를 제공하고 Home Agent에서 온 Packet을 De-tunneling 시켜 Mobile Node에 보내준다.

### 3.1 Basic Strategy

그림1에서 보는 바와 같이 Mobile Node의 System Architecture는 Agent Discovery를 수행하는 Agent Discovery Management 부분과 Registration을 수행하는 Registration Management 부분, 그리고 기타 부수적인 작업을 수행하는 System Management 부분으로 나누어 설계하였다.

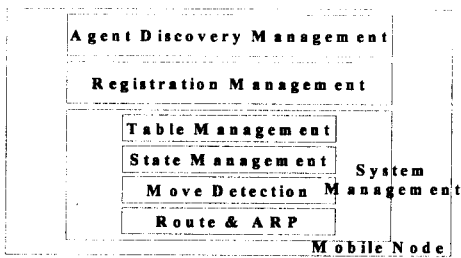


그림 1 Mobile Node System Architecture

그림1의 네모박스 하나하나가 하나의 모듈이 되며 각 모듈의 기본 설계 개념도는 그림2와 같다.

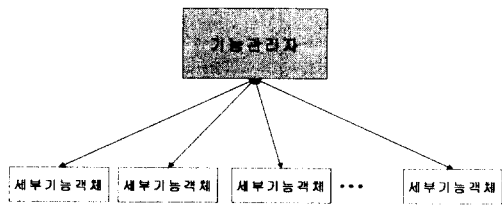


그림 2 설계의 기본 개념도

기능 관리자 객체는 각 모듈의 세부 기능 객체들이 수행하는 작업을 일괄 관리하는 역할을 하게 된다.

### 3.2 모듈별 Software 구조

#### 3.2.1 Agent Discovery Management

그림 3은 Agent Discovery Management 모듈의 설계도이다.

PacketReceiver는 linux의 packet socket을 사용하여 Data Link Layer에서 Agent Advertisement Message를 받는다. Agent Advertisement Message를 2 계층에서 받는 이유는 Foreign Agent의 Hardware 주소를 얻기 위한 것으로 Mobile Node가 Foreign Link에서 통신을 하기 위해서는 꼭 필요한 작업이다.

PacketReceiver를 통해 받은 Agent Advertisement Message는 AgentAdvAnalyzer를 통해서 해석 된다.

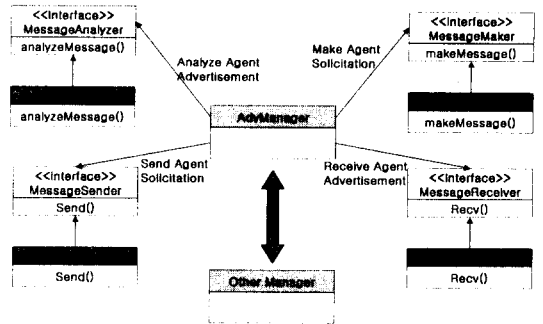


그림 3 Software Design of Agent Discovery Management

이때 Registration 작업이 필요한 경우에는 그림 3에서 보는 바와 같이 Other Manager, 이 경우 RegManager(그림 4)를 통해서 Registration을 수행하게 된다. Agent Advertisement Message를 받을 수 없을 경우 Agent Solicitation을 보내게 되는데 AgentSolMaker를 통해서 만들어 ICMPSender를 통해 Broadcast하게 된다. 이런 일련의 작업은 AdvManager가 관리한다.

#### 3.2.2 Registration Management

그림4는 Registration Management 모듈의 설계도이다.

Move Detection이 일어난 경우 Registration을 하게 되는데 Registration Request Message는 RegReqMaker를 통해 만들어진 후 UDPSender를 통해서 Home Agent(Foreign Agent를 경유)로 보내어진다. 반대로 Home Agent에서(Foreign Agent를 경유) 보내온 Registration Reply Message는 UDPReceiver가 받으며 RegReplyAnalyzer에 의해 해석된다. 이런 일련의 작업들은 RegManager에서 관리하게 되며 필요할 경우 Other Manager에게 메시지를 보낸다.

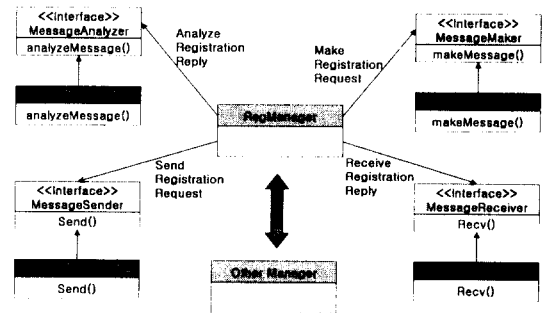


그림 4 Software Design of Registration Management

위에서 본 Agent Discovery Management와 Registration Management의 기본 설계도는 공통적으로 Message 해석을 위한 MessageAnalyzer, Message를 만들기 위한 MessageMaker를 인터페이스로 세부 Analyzer와 Maker 객체를 사용하게 된다. 이런 모델은 Home Agent와 Foreign Agent의 설계에도 공통적으로 사용되었다.

#### 3.2.3 System Management

그림 5는 System Management 모듈의 설계도이다.

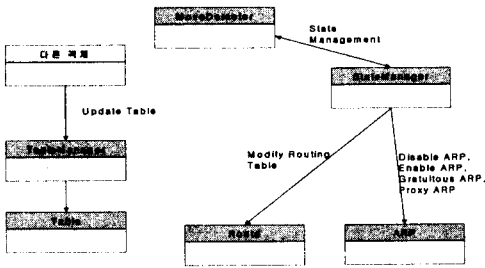


그림 5 Software Design of System Management

MoveDetector에 의해 Move Detection이 이루어지며 StateManager에 의해 Mobile Node의 State가 관리 된다. Mobile Node는 Home State, Foreign State, co-located State, Unknown State, Non-Interface State의 다섯 가지 State를 가진다.(표1 참조)

State	상태 설명
Home State	MN이 Home Network에 있는 상태
Foreign State	MN이 Foreign Network에 있는 상태(FA가 존재)
Non-Interface State	MN이 Foreign Network에 있는 상태(FA가 존재하지 않음)
Unknown State	알 수 없는 상태
Non-Interface State	Active Interface가 없는 상태

표 1 Mobile Node 의 상태

StateManager는 State의 변화에 따라 Routing Table을 고치고 ARP 작업을 수행한다.

Mobile Node의 각 Table은 IETF의 RFC 2006(The Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIPv2)[4]를 참조, 보완하여 만들었으며 각 Entry는 아래 표2와 같다.

Table	용도
Class MIPSecAssocEntry	Security Association Information
Class HomeAgentEntry	Home Agent Information
Class RegReqEntry	Current Registration Information
Class LocalMAEntry	Mobile Agent Information of Current Link
Class mnState	Mobile Node's State Information

표 2 Table of Mobile Node

각각의 Entry는 Linked-List에 의해 Table로 만들어지며 Iterator를 통해 참조된다. 그림 4에서 보이는 바와 같이 다른 객체들은 TableManager를 통해서 Table을 업데이트 할 수 있다.

### 3.3 Implementation Result

구현은 Linux Kernel 2.2.14에서 객체지향 언어인 C++을 사용하여 이루어졌다.

그림 6는 TestBed를 구축한 모습이며 Home Agent(163.152.33.127), Foreign Agent(163.152.27.62), Mobile Node(163.152.33.126) 모두 Linux 2.2.14 platform이며 자체 구현한 Mobile IP Protocol이 탑재 되어 있다.

그림 7은 Mobile Node가 동작하는 모습이다.

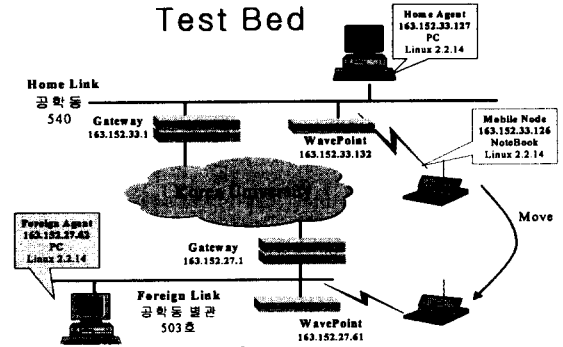


그림 6 TestBed

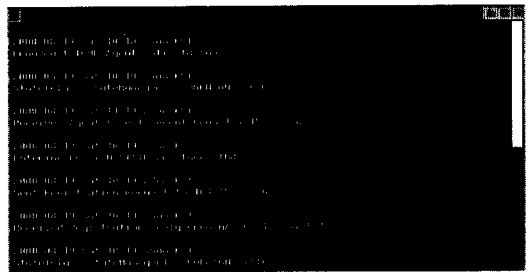


그림 7 Mobile Node의 동작화면

### 4. 결론 및 향후 연구과제

이상으로 Mobile IP Protocol을 IETF의 RFC 2002 에 맞게 설계, 구현한 것을 Mobile Node를 중심으로 살펴보았다. 객체지향 개념을 적용하여 추가 기능의 구현이 용이하다는 장점이 있으나 Kernel Level에서의 Mobile IP Service가 제공되지 않는 단점이 있다. 향후 연구과제로는 Route Optimization의 구현, Security의 보강, VPN에서의 Mobile IP 구현, Fast Handoff의 구현 등이 있다.

### 5. Reference

- [1] C. Perkins, IP Mobility support, Internet RFC2002, October 1996
- [2] M.G Baker, X.H.Zhao, S.Cheshire, J.Stone, Supporting mobility in MosquitoNet, Proceedings of the 1996 USENIX, San Diego, CA, January 1996, pp.1-13
- [3] K.C.Chua, Y.Z.Li, C.C.Foo, On a Linux implementation of mobile IP and its effect on TCP performance.
- [4] D. Cong & M. Hamlen, C. Perkins, The Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIPv2, Internet RFC2006, October 1996