

Mobile IPv6 프로토콜용 하드웨어 모듈의 설계

황보 훈⁰, 이정태
부산대학교 컴퓨터공학과
(hhwangbo⁰, jtlee)⁰@pusan.ac.kr

Design of Hardware Module for Mobile IPv6

Hoon Hwangbo⁰, Jung-Tae Lee
Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

노트북, PDA와 같은 이동 단말의 대중화와 무선통신 기술의 발전에 따라 이동성에 대한 요구가 급증하고 있다. 이에 최근에는 차세대 프로토콜인 IPv6를 기반으로 이동성을 지원하는 Mobile IPv6에 대해 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 연구실에서 그 동안 IPv6의 성능을 향상시키고 운영체제가 없는 환경에서 수행할 수 있도록 IPv6를 하드웨어로 구현하였다. 따라서 본 논문에서는 이미 구현된 TCP/IPv6 칩을 기반으로 Mobile IPv6를 설계하였다.

1. 서론

이동 단말 기술의 발전과 더불어 무선 통신 환경의 개선에 따라 단말의 이동성 지원이 기본적으로 요구되고 있다. Mobile IP[1]는 이러한 이동성 지원을 위한 프로토콜로서, 단말이 이동할 때 IP 주소를 변경하지 않고 지속적인 통신을 가능하게 하는 기능을 제공한다. 그러나 기존의 Mobile IPv4는 주소 영역의 제한과 인그레스(Ingress) 필터링 적용시 로밍 문제 및 Triangular Routing 등의 문제점을 가지고 있다. 이에 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6[2]를 기반으로 기존의 Mobile IPv4의 단점을 극복하고 부가적인 보안 서비스를 제공하는 Mobile IPv6에 대한 표준화가 활발히 진행 중이다[3].

현재까지 Mobile IPv6의 구현 사례로는 MIPL(Mobile IPv6 for Linux)[4], MSR Mobile IPv6[5], KAME[6] 등이 있다. 그러나 이러한 소프트웨어 Mobile IPv6 모듈은 특정 운영 체제에서만 동작하므로 운영 체제에 종속적이며 성능 면에서 한계가 있다. 이러한 이유로 기존의 Mobile IPv6 모듈은 운영체제를 탑재하지 않는 소규모 기기에서 이식할 수 없다는 단점이 있다. 이에 본 연구실에서는 IPv6를 하드웨어로 구현하였고, 이를 토대로 본 연구에서는 Mobile IPv6 모듈을 설계하였다.

Mobile IPv6의 단말은 MN과 CN으로 구별할 수 있으며 본 논문에서는 MN에 대한 하드웨어 모듈을 설계하였으며, CN은 MSR Mobile IPv6를 이용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 관련 연구에서는 Mobile IPv6의 개요와 동작 원리에 대해 설명하고, 본론에서는 하드웨어 Mobile IPv6의 전체 모듈과 각 모듈의 세부 설계에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

2.1 Mobile IPv6 의 개요

Mobile IPv6는 Home Agent(HA), 홈 망(Home Network), 외부 망(Foreign Network) 및 Care of Address(COA) 등 Mobile IPv4의 개념을 기반으로 하며, IPv6에 의해서 새롭게 정의된 NDP(Neighbor Discovery Protocol), 주소자동 설정 기능(Address Autoconfiguration) 및 라우팅 경로 최적화 기능(Routing Optimization) 등의 향상된 부가 기능을 제공하는 이동성 프로토콜이다.

이를 위해 Mobile IPv6에 새롭게 정의한 메시지들은 4개의 Destination Options과 4개의 새로운 ICMPv6 메시지가 있다.

Destination Options은 IPv6 노드들이 MN의 바인딩 정보를 동적으로 알아내고 저장하기 위해 사용하는 메시지들로서, BU(Binding Update) 메시지, BA(Binding Acknowledgement) 메시지, BR(Binding Request) 메시지 및 홈 어드레스(Home Address) 옵션이 있다. BU 메시지는 MN이 HA와 Correspondent Node(CN)에게 자신의 COA를 알리기 위한 메시지이고, BA 메시지는 MN의 BU 메시지에 대한 HA의 응답 메시지이다. BR 메시지는 CN이 MN에게 BU 메시지를 요구할 때 전송되며, 홈 어드레스 옵션은 MN의 Home Address를 알리기 위한 옵션이다.

Mobile IPv6의 관련된 ICMPv6 메시지에는 Home Agent Address Discovery Request/Reply 메시지와 Mobile Prefix Solicitation/Advertisement 메시지가 있다. Home Agent Address Discovery Request/Reply 메시지는 MN이 외부 망으로 이동해 있는 동안 홈 망이 재구성되어 HA가 바뀌는 경우 MN이 동적으로 HA의 주소를 알아내기 위한 메시지이다. Mobile Prefix Solicitation/Advertisement 메시지는 네트워크 경로 재설정과 주소 설정을 위해 MN에서 사용되는 메시지이다[3].

2.2 Mobile IPv6 의 기본 동작

Mobile IPv6의 기본 동작을 순차적으로 보면 다음과 같다[3][7].

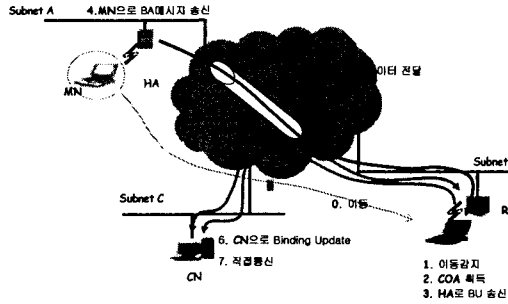


그림 1. Mobile IPv6의 기본 동작

MN이 홈 망(Subnet A)에서 외부 망(Subnet B)으로 이동한다(0). 이동한 후 MN은 IPv6의 NDP에 의해 자신이 다른 망으로 이동하였음을 감지한다(1). 이동이 감지된 후에는 주소 자동 설정 기능을 통해 외부 망의 HA를 통해 COA를 부여 받는다(2). 이렇게 부여된 COA를 BU 메시지를 통해 HA와 CN에게 전달한다(3). HA는 BU 메시지에 대한 응답으로 BA 메시지를 MN으로 전송하고, 바인딩 정보를 유지한다(4). MN의 홈 어드레스를 목적지로 하는 데이터그램에 대하여 COA를 목적지로 하도록 터널링하여 MN으로 라우팅한다(5). 터널링 된 패킷을 받은 MN은 패킷을 전송한 CN이 바인딩 정보를 갖고 있지 않다고 판단하고 그 CN으로 BU를 전송하여 COA를 알린다(6). CN은 BU 메시지를 통해 얻은 COA로 MN과 직접 통신한다(7).

3. Mobile IPv6 의 하드웨어 설계

Mobile IPv6의 전체 모듈의 구조를 보면 그림 2와 같다.

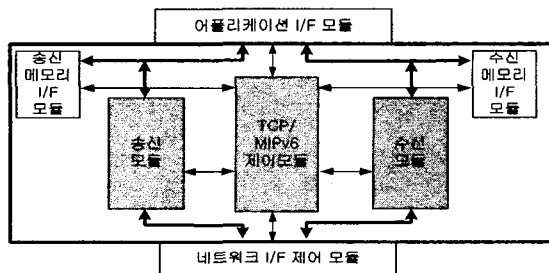


그림 2. MIPv6 MN의 전체 블록도

그림 2 에서와 같이, 전체 모듈은 인터페이스 모듈, TCP/MIPv6 제어 모듈, 송신 모듈 및 수신 모듈로 구성되어 있다. 인터페이스 모듈은 어플리케이션 I/F 모듈, 수신 메모리 I/F 모듈, 송신 메모리 I/F 모듈, 송신 메모리 I/F 모듈 및 네트워크 I/F 제어 모듈[8]로 구성되어 있는데 이는

본 연구실에서 구현된 TCP/IPv6 전용칩의 해당 모듈을 그대로 사용한다[9][10].

TCP/MIPv6 제어 모듈은 송신 모듈, 수신 모듈 및 각 인터페이스 모듈을 제어하는 기능을 수행하는 것으로서 Mobile IPv6 의 MN 기능을 구현하기 위해서 송신할 메시지를 지정하는 tx_mode를 표 1과 같이 추가하였으며, 생성할 패킷의 Checksum 계산부분을 확장하였다.

표 1. MN을 위한 tx_mode(TCP/MIPv6 제어모듈)

tx_mode	분류	기능
TXM_BU	Destination Options	Binding Update 생성 모드
TXM_HA	Options	Home Address 옵션 생성 모드
TXM_HADR	ICMPv6	Home Agent Discovery Reply 생성 모드
TXM_IMPS		ICMP Mobile Prefix Solicitation 생성 모드

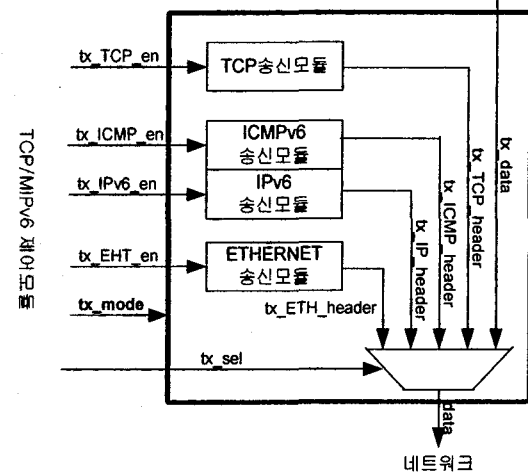
송신 모듈에서는 표 2에 정리한 메시지를 추가 하였다.

표 2. 송신 모듈의 부가 메시지

메시지	분류	주요 필드
Binding Update	Destination Options	Option Type(198), Option Length, AHSD, Sequence, Lifetime
Home Address		Option Type(201), Option Length, Home Address
Home Agent Discovery Request	ICMPv6	Type(150), Code(0), Checksum, Identifier
ICMP Mobile Prefix Solicitation		Type (152), Code(0), Checksum

이를 위한 송신 모듈의 구성은 그림 3과 같다.

어플리케이션



네트워크

그림 3. 송신 모듈의 구성도

송신 모듈은 ETHERNET 송신 모듈, IPv6 송신 모듈, ICMPv6 송신 모듈 및 TCP 송신 모듈로 구성되어 있다. TCP/MIPv6 제어 모듈의 tx_mode에 따라

각 프로토콜의 송신 모듈 별로 해당 패킷들을 Ethernet 헤더, IPv6 헤더, ICMPv6 헤더, TCP 헤더 순서대로 패킷을 생성하여 네트워크로 전달한다.
 한편 수신 모듈에서 새롭게 추가한 메시지의 종류는 표 3과 같다.

표 3. 수신 모듈의 부가 메시지

메시지	분류	주요 필드
Binding Acknowledgement	Destination Options	Option Type(7), Option Length, Status, Sequence, Lifetime, Refresh
Binding Request		Option Type(8), Option Length
Home Agent Discovery Reply	ICMPv6	Type(151), Code(0), Checksum, Identifier, Home Agent Address
ICMP Mobile Prefix Advertisement		Type (153), Code(0), Checksum

이를 위한 수신모듈의 구성은 그림 4 와 같다.
 어플리케이션

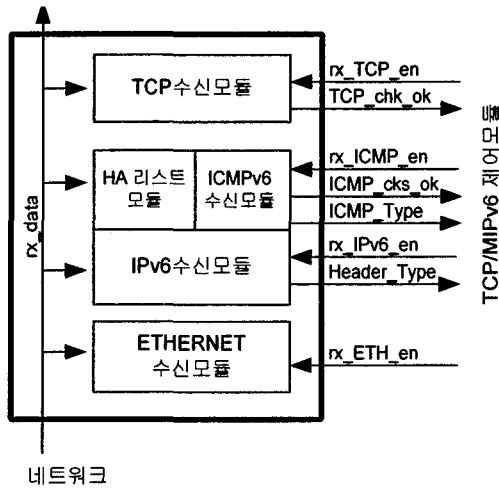


그림 4. 수신모듈의 구성도

수신 모듈은 ETHERNET 수신 모듈, IPv6 수신 모듈, ICMPv6 수신 모듈, TCP 수신 모듈 및 HA 리스트 모듈로 구성된다. HA리스트 모듈은 새로 추가된 모듈로써 MN의 홈 에이전트 리스트들을 관리한다. 그리고 표 3에서 제시한 ICMPv6

메시지들을 분석하기 위해서 ICMPv6 수신 모듈의 ICMP_Type을 확장하였고, Destination Options을 분석하고 처리하기 위해서 IPv6 수신모듈의 Header_Type을 확장하였다.

수행 과정을 보면, 네트워크로 받은 패킷을 ETHERNET 수신 모듈, IPv6 수신모듈, ICMPv6 수신 모듈, TCP 수신 모듈 순서대로 패킷을 분석하여 데이터를 어플리케이션으로 넘겨준다.

이동감지 후 BU 메시지를 전송하는 경우를 보면, 수신 모듈로부터 받은 메시지를 분석하여 RA 메시지인 것을 ICMP_Type 신호를 통해 TCP/MIPv6

제어 모듈로 보낸다. TCP/MIPv6 제어 모듈은 HA 리스트의 현재 홈 망의 홈 어드레스 prefix와 수신 받은 RA 메시지의 prefix를 비교하여 다르면 다른 망으로 이동하였음을 알 수 있다. TCP/MIPv6 제어 모듈에서 이동을 감지 하게 되면 tx_mode를 TXM_BU로 설정하며, 송신 모듈에서는 BU 메시지를 생성시킨다. 이 때 송신 모듈에서 새로운 prefix와 하드웨어 주소를 합쳐서 새로운 COA를 생성한다. 생성된 COA는 IPv6 송신 모듈에 넘겨지며 IPv6 송신 모듈은 IPv6 헤더의 소스 주소 필드를 COA로 설정하고 이를 네트워크로 전송한다.

4. 결론 및 향후 방향

이동 단말 기술의 발전과 무선 통신 환경의 개선에 따라 단말의 이동성 지원이 기본적으로 요구되므로 Mobile IPv6 개발이 중요하다. 그러나 Mobile IPv6는 특정 운영 체제를 기반으로 하는 소프트웨어로만 구현되어 있다. 본 연구실에서 IPv6를 하드웨어로 구현하였으며, 이에 본 논문에서는 이를 토대로 Mobile IPv6를 하드웨어로 설계하였다. Mobile IPv6의 모듈은 제어 모듈, 송신 모듈 및 수신 모듈로 구성하였다.

앞으로 수행해야 할 과제는 설계한 내용을 기반으로 구현하는 것이며, Mobile IPv6의 규격이 계속 변경되는 실정이므로 지속적인 연구를 통해 변화된 규격을 설계와 구현에 반영해야 한다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support", IETF RFC 2002, October 1996
- [2] S.Deering and B.Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", IETF RFC 2460, December 1998
- [3] D.Johnson and C.Perkins, "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt, July 2001
- [4] MIPL Mobile IPv6 for Linux, <http://www.mipl.mediaplo.com>
- [5] Microsoft Mobile IPv6 Implementation, <http://research.microsoft.com/programs/europe/projects/MIPv6.asp>
- [6] KAME Project, <http://www.kame.net>
- [7] IPv6 포럼 코리아, "Mobile IPv6 개발동향", 기술문서 2001-005
- [8] 이정태, 김길련, 최창식, "TCP/IP-NIC간 접속을 위한 하드웨어 인터페이스 모듈의 설계 및 구현", JCCI98 논문집 2권, pp605-609, 1998
- [9] 이정태 외 9명, "USB카메라용 인터넷어댑터 설계" 연구 결과 보고서, 2001
- [10] 진교홍, "고속실시간 통신을 위한 TCP/IP 프로토콜의 하드웨어 설계 및 구현", 부산대학교 박사학위논문, 1997