

차세대 인터넷망에서 이동성 지원시스템 구축

박재완⁰ 이보경
한국산업기술대학교
(jwpark⁰, bklee)⁰@kpu.ac.kr

Mobility Supporting System in the Next Generation Internet

Jae-Wan Park⁰ Bo-Kyung Lee
Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

차세대 인터넷의 기반이 되고 있는 IPv6(Internet Protocol version 6, RFC2460)상에서 이동성(Mobility)을 지원하기 위하여 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 Mobile IPv6에 대한 표준화 작업을 진행 중에 있다. 본 논문에서는 라우터, 홈에이전트와 외부네트워크라우터 등의 접근노드, 대응노드, 이동단말 등의 구성요소를 활용하여 IPv6 상에서 이동성지원시스템을 구축하였으며 구축된 시스템에서 Mobile IPv6 기능 및 성능 평가를 수행하였다.

1. 서 론

전세계적으로 인터넷이 급속도로 보급되고 다양한 인터넷 응용서비스가 등장함에 따라 인터넷 가입자는 폭발적으로 증가하고 있다. 인터넷 인구가 증가함에 따라 신규 IP (Internet Protocol) 주소 수요 급증 등의 요인으로 현재 약 43억 개의 주소 생성이 가능한 32비트 IPv4주소체계로는 이에 대한 대처가 어렵다는 문제가 대두되었다. 현재 인터넷 환경에서 이러한 문제를 해결하기 위하여 NAT (Network Address Translation), CIDR (Classless Inter Domain Routing) 등이 도입되어 사용되고 있으나 이들은 한시적인 해결책으로 제시될 뿐 지속적인 인터넷 인구의 증가로 인한 IP 주소 고갈 문제를 근본적으로 해결할 수는 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 IETF (Internet Engineering Task Force)에서는 128 비트 주소체계를 갖는 IPv6(Internet Protocol version 6, RFC2460)[5] 표준을 제안하였다. IPv6는 주소 부족 문제의 해결 뿐 아니라 품질제어, 보안, 다양한 프로토콜 및 편리한 네트워크 환경설정 등을 용이하게 제공할 수 있어 차세대 인터넷의 기반 기술로 평가되고 있다.

또한 인터넷 사용자가 늘어남에 따라 사용자의 요구 사항도 다양해지고 단말 기술의 발전으로 인한 휴대형 단말의 사용이 늘어나고 있다. 그래서 사용자는 자신의 휴대형 단말을 이용하여 언제 어디서나 항상 인터넷에 접속하여 정보를 송수신하기를 희망한다. 그러나 현재 인터넷 환경에서는 사용자가 장소로 옮겨 새로운 장소에서 인터넷을 사용하고자 할 경우 그곳에서 부여하는 새로운 IP 주소를 할당 받아 자신의 휴대 단말내의 설정을 변경하여야만 접속이 가능하다. 이러한 번거로움을 없애기 위하여 인터넷 환경에 이동성(Mobility)의 개념이 대두되었다. 이는 사용자가 현재 사용하고 있는 인터넷 관련 설정을 바꾸지 않고도 언제 어디서든지 인터넷에 접속할 수 있는 기능을 지원하는 것이다. IPv6 상에서 이동성에 대한 연구가 진행 중에 있으며 IETF에서는 Mobile IPv6[1] 표준화 작업을 진행하고 있다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2001-00222)지원으로 수행되었음.

본 논문에서는 핀랜드 헬싱키 대학에서 개발한 MIPL(Mobile IPv6 for Linux) [2]공개 소스를 이용하여 차세대 인터넷의 기반이 되는 IPv6상에서 이동성 지원 시스템을 구축하였다. 또한 구축된 시스템 상에서 Mobile IPv6 기능 및 성능 테스트를 수행하였으며 성능 테스트는 바인딩 갱신 메시지 발생 횟수, 패킷 사이즈 등의 매개 변수의 변화에 따른 패킷 전송 지연을 측정하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면 제 2장은 이동성 지원시스템에 대한 구성도 및 구성요소 등의 전반적인 내용을 포함하고 있으며, 제 3장은 구축된 이동성지원시스템 상에서 Mobile IPv6의 기능 및 성능을 평가하고 분석하였다. 제 4장에서는 제 3장에서 실시한 기능 및 성능 평가, 분석 결과를 이용하여 본 연구의 결론을 맺고 있으며 앞으로의 연구방향에 대하여 언급하고 있다.

2. 이동성지원시스템[3][4]

이동성지원시스템은 다음의 구성요소를 가지며 이들은 모두 Linux 7.2, kernel version 2.4.17상에서 Mobile IPv6 표준안인 draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt를 준용하여 구현되었으며 MIPL 버전 0.9.1을 이용하였다.

- 라우터
- 접근노드 : 홈에이전트 (Home Agent)
외부네트워크라우터 (Foreign Network Router)
- 대응노드(Correspondent Node)
- 이동단말 (Mobile Node)

2.1 시스템 구성도

이동성지원시스템은 IPv6 및 라우팅 기능을 보유한 라우터 2대, 이동단말의 최초 등록정보 및 현재 위치정보를 관리하는 홈에이전트 1대, 이동단말이 새로운 네트워크에 접속하려고 할 때 자동 주소 설정기능을 갖는 외부네트워크라우터 2대 등 대응노드 1대 및 이동단말로 구성되며 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

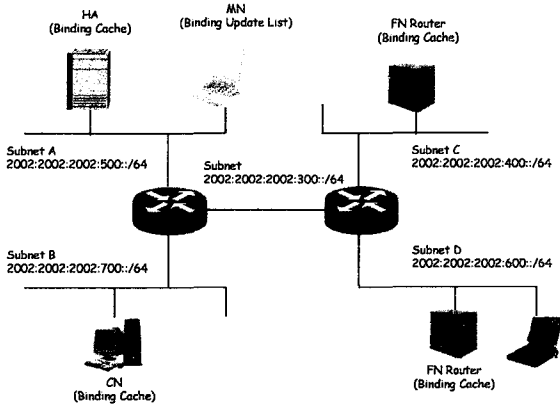


그림 1 시스템 구성도

2.2 시스템 구성요소 및 기능

시스템의 구성 요소중의 하나인 라우터는 IPv6 프로토콜을 지원하고 패킷의 경로를 설정해주는 라우팅 기능을 제공한다. 접근 노드는 홈 에이전트와 외부네트워크 라우터로 구성되는데 이들은 일종의 라우터의 역할도 수행하므로 라우팅 기능을 가지고 있으며 또한 IPv6 및 이동성을 지원하기 위한 기능도 가지고 있다. 홈 에이전트는 이동단말의 최초 등록 정보를 관리하고 이동단말의 홈 네트워크와 현재의 위치에 대한 연결 정보를 갖는 바인딩 캐쉬(Binding Cache)를 가지고 있다. 이동단말이 홈 네트워크를 벗어나 새로운 네트워크를 통하여 인터넷 접속을 시도할 경우 외부네트워크라우터는 이동단말에 자동적으로 IP 주소를 할당해 주어야 한다. 또한 핸드오프 기능을 제공하기 위하여 바인딩 캐쉬를 관리한다. 대응노드는 이동단말로 정보를 전송하는 일종의 호스트이며 홈 에이전트가 가지고 있는 바인딩 캐쉬를 유지하고 있다. 이동단말은 자신의 위치가 변하더라도 홈네트워크와의 연결정보를 유지할 수 있도록 바인딩 갱신(Binding Update) 메시지를 홈 에이전트와 대응노드에 보내며 이들의 목록을 바인딩갱신목록(Binding Update List)에서 관리하고 있다. 표 1은 각 구성요소가 갖는 기능 및 자료구조를 나타낸다.

표 1 구성요소별 기능 및 자료구조

구성요소	기능	자료구조
라우터	IPv6, Routing protocol	
HA	Proxy neighbor discovery IPv6 encapsulation HA addr req/rply	Binding cache
FNR	BU처리 Address autoconfiguration	Binding cache
CN	BU, Home addr option 처리	Binding Cache
MN	IPv6 decapsulation BU 처리 HA addr req/rply	Binding Update list

3. 기능 및 성능 분석

제 2 장에서 구축된 이동성지원시스템 상에서 다양한 테스트를 수행하고 결과를 활용하여 Mobile IPv6 특성을 분석하였다. 테스트는 크게 Mobile IPv6의 기능적인 면과 성능 관점에서 수행되었다. 특히 기능적인 면은 다음의 항목들의 수행 여부를 평가하였으며 모두 정상적인 기능을 수행하였다.

- 이동탐지(Movement Detection)
- 자동 네트워킹(Autoconfiguration)
- 바인딩 관리(Binding Management)
- 핸드오프(Handoff)

이동탐지는 이동단말이 위치를 변경하게 되면 router advertisement 메시지를 통하여 새로운 위치 정보를 알게 된다. 이동단말과 접근노드 사이에는 일정주기로 router advertisement, router solicitation 메시지를 주고 받으며 이동단말은 router advertisement 메시지의 prefix 정보를 받아 이동단말이 가지고 있는 interface ID와 결합하여 새로운 주소 즉 CoA를 형성할 수 있다. 이러한 기능은 IPv6의 자동 네트워킹 기능을 통하여 새로운 주소의 설정이 가능하게 된다. 바인딩 관리를 위하여 홈 에이전트와 대응노드는 바인딩 캐쉬를 관리하고 있으며 이동단말은 바인딩 갱신 목록을 관리하고 있다. 그림 2,3은 각각 시스템에서 실제 관리되고 있는 바인딩 캐쉬와 바인딩 갱신 목록의 내용을 나타낸다.

```

Mobile IPv6 Binding cache
Home Address 2002:2002:2002:500::2
Care-of Address 2002:2002:2002:400:290:8ff:fea3:7321
Lifetime 647
Type 2
    
```

그림 2 바인딩 캐쉬

```

Mobile IPv6 Binding update list
Recipient CN: 2002:2002:2002:500::1
BINDING home address: 2002:2002:2002:500:290:8ff:fea3:7321
care-of address: 2002:2002:2002:400:290:8ff:fea3:7321
expires: 9995 sequence: 4 state: 2
delay: 12 max delay 256 callback time: 7
    
```

```

Recipient CN: 2002:2002:2002:500::1
BINDING home address: 2002:2002:2002:500::2
care-of address: 2002:2002:2002:400:290:8ff:fea3:7321
expires: 986 sequence: 0 state: 1
delay: 3 max delay 256 callback time: 786
    
```

```

Recipient CN: 2002:2002:2002:300::2
BINDING home address: 2002:2002:2002:500::2
care-of address: 2002:2002:2002:400:290:8ff:fea3:7321
expires: 986 sequence: 2 state: 1
delay: 1 max delay 256 callback time: 986
    
```

그림 3 바인딩 갱신 목록

성능 관점에서는 다음의 항목을 측정하여 비교 분석하였다. 패킷의 사이즈에 따라 이동단말로의 패킷 전달지연의 변화를 IPv6, Mobile IPv6, Handoff 가 발생될 때의 3가지 경우에 따라서 ping6를 이용하여 측정하였다.

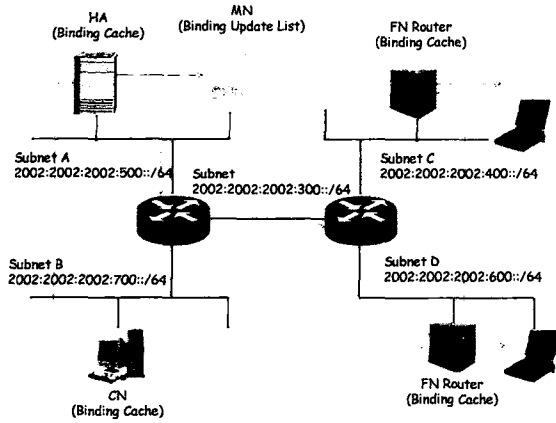


그림 4 성능 평가 경로

그림 4는 성능 평가를 위한 측정 경로를 나타낸다. IPv6에서는 이동성이 지원되지 않으므로 IPv6에서의 패킷 전달 시간은 이동단말이 홈네트워크에 있을 때 이동단말로 패킷이 전달 되는 데 소요되는 시간을 의미한다. Mobile IPv6의 경우는 이동단말에 이동성이 지원되므로 홈네트워크를 벗어나 외부네트워크에 머무르고 있는 이동단말로 패킷을 전달할 때 소요되는 시간으로 IPv6의 경우와 비교 시 바인딩 정보에 따라 캡슐화되는 데 소요되는 시간이 추가된다. 핸드오프 시의 지연은 이동단말이 외부네트워크에서 다른 외부네트워크로 이동 시 소요되는 패킷 전달 시간을 의미한다.

바인딩 갱신메시지 발생 횟수에 따른 패킷 전달시간은 이동단말로 대량의 데이터를 전달하고 있는 동안 이동단말의 위치를 계속 변경하여 바인딩 갱신 메시지를 유발시킨다. 이때 바인딩 갱신메시지의 발생 빈도수를 변경하면서 이동단말로의 패킷 전달시간을 측정할 수 있는데 그 결과 바인딩 갱신 횟수가 증가할수록 패킷의 전달지연은 급격히 증가한다. 그림 5는 각각 패킷사이즈 또는 바인딩 갱신 메시지 발생 횟수 대비 패킷 전달지연을 나타낸다.

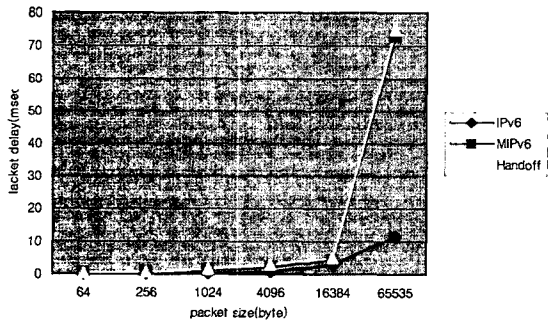


그림 5 패킷 전달 지연

4. 결론

제 3 장에서 언급되어진 것처럼 MIPL은 Mobile IPv6 표준안으로 진행되고 있는 draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt에 따라 기능들이 구현되어졌으며 기본적인 기능들이 정상적으로 동작됨을 알 수 있다. 그러나 MIPL에는 제대로 기능 구현이 되어있지 않기 때문에 몇 가지 문제점이 지적되고 있다. 예를 들면, 이동단말이 동일한 홈에이전트 또는 대응노드에 다수의 home address를 등록하는 것이 불가능하다. 이는 hash list가 동일한 키 값을 갖는 다수의 항목을 지원하지 못하기 때문이다. 또한 홈에이전트와 대응노드가 시작될 때 터널의 개수가 고정되어 있으며 임의로 터널의 개수를 증가시킬 수 없고, 이동단말과 대응노드 사이에 동적으로 키 값을 할당할 수 없다. 시그널링 옵션의 piggybacking은 패킷이 piggybacking 기능을 위하여 일정 양의 공간을 확보한 경우에만 수행이 가능하다. 향후 본 연구와 관련하여 이들 기능을 추가적으로 구현할 필요성이 있으며 MIPL의 개발자인 헬싱키 대학에서도 활발하게 보완 작업 중이다.

성능 분석 결과에 따르면 이동단말이 이동함에 따라 바인딩 갱신 메시지를 발생시키는데 메시지의 발생 횟수가 많으면 많을수록 패킷 전달 지연은 급격히 증가한다. 이러한 현상은 이동단말로 패킷을 전달하는 동안 핸드오프가 자주 발생되는 경우에 주로 나타나는데 이동단말이 발생시키는 바인딩 갱신 메시지를 줄임으로써 패킷의 전달 지연을 줄일 수 있다. 즉 이동단말이 언제 바인딩 정보를 갱신 할 것 인지가 패킷 전달 지연 관점에서 하나의 관건이 된다고 할 수 있다. 그래서 본 연구와는 별도로 바인딩 갱신 발생 횟수를 줄이기 위하여 어떠한 네트워크 구조를 수립할 것인지 또는 언제 갱신을 할 것인지 등 관련된 기법들에 대한 연구가 진행중이다.

앞으로 본 시스템에 추가 기능이 더 개발되고 성능이 안정화가 된다면 향후 관련 연구- 바인딩 갱신 메시지를 줄이기 위한 새로운 네트워크 구조 및 프로토콜을 제시-를 수행하는데 시범 망으로 활용이 가능하다고 본다.

참고 문헌

- [1] D.Johnson and C. Perkins, "Mobility Support in IPv6", draft-ietf-mobileip-ipv6-15.txt, July 2001.
- [2] MIPL Mobile IPv6 for Linux Homepage <http://www.mipl.mediapoli.com>
- [3] 이경진, 이승윤, 김용진, "mobile IPv6 개발 동향", IPv6 포럼 코리아 기술문서 2001-005, 2001
- [4] 이경진, 이승윤, 김용진, "IPv6 라우터 및 호스트 설정 방법", IPv6 포럼 코리아 기술문서 2001-004, 2001
- [5] S.Deering and R.Hinden, "Internet Protocol, Version 6(IPv6)", RFC 2460, December 1998