

지역적 이동성 지원을 위한 이동성 관리 방식 구현 및 성능분석

최현덕⁰ 우미애
세종대학교 정보통신공학과
noaidi@cnet.sejong.ac.kr⁰, mawoo@sejong.ac.kr

The Implementation and Performance Analysis of a Mobile-Node-Assisted localized Mobility Scheme

Hyun-duk Choi⁰ Miae Woo
Dept. of Information and Communication Eng. Sejong University

요약

오늘날 무선 통신 기술의 급속한 발전과 이동 단말의 소형화, 고성능화가 실현됨에 따라 이동 중 데이터 통신이 가능하도록 하기 위해서는 이동 단말의 이동성을 효율적으로 관리하는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 IETF에서 개발한 Mobile IPv6를 기반으로 지역적 이동성 기능을 제공하기 위하여 이동 노드의 기능을 강화한 방안을 구현하고 실험을 통하여 성능을 분석하였다. 본 논문에서 구현한 방안은 이동 단말이 외부 도메인 내에서 핸드오프 시 바인딩 메시지를 지역 내에서 처리하여 자신의 위치를 갱신하는 시간을 감소시킴으로써 Mobile IPv6보다 패킷 손실을 줄이고 TCP 처리율을 높임을 알 수 있었다.

1. 서론

인터넷 사용자 환경이 유선 접속에서 점차 무선으로 접속하는 경우가 증가하면서 이동성에 대한 사용자의 요구가 늘어나게 되었다. 또한 3G 네트워크가 보급되면서 기존의 서킷 스위칭 방식에서 패킷 스위칭 방식으로 바뀌게 됨에 따라 앞으로 휴대전화, PDA, 노트북 등 인터넷에 연결될 수많은 이동기기를 수용하기 위해서는 더 많은 IP주소를 필요로 한다. 따라서 128 비트 주소 공간을 가지는 IPv6 도입의 필요성이 활발히 논의되고 있다. IPv6 네트워크에서 이동 호스트에 대한 지속적인 서비스를 지원하기 위하여 IETF에서는 Mobile IPv6[1]를 제안하였다.

본 논문에서는 Mobile IPv6를 기반으로 지역적 이동성 기능을 제공하기 위하여 이동노드의 기능을 강화한 방안인 MONAMYS (MOBILE-Node-Assisted localized Mobility Scheme)[2]을 구현하고 실험을 통하여 성능을 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관련연구로서 Mobile IPv6와 MONAMYS의 개요에 대해 언급한다. 3장에서는 MONAMYS의 구현과정을 기술하고, 4장에서는 Mobile IPv6와 MONAMYS의 성능을 실험을 통하여 분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1. Mobile IPv6 개요

IP 기반 호스트가 새로운 서브넷으로 이동하게 되면 해당 서브넷 망이 맞춰 IP를 변경해야만 한다. Mobile IPv6 (MIPv6)는 IPv6 네트워크에서 이동노드 (Mobile Node; MN)가 이동했을 때 새로운 서브넷에 대한 IP 주소를 자동으로 설정하여 이동성을 지원한다. MIPv6의 기본적인 동작은 이동 발견, 등록, 데이터 전송의 단계로 구성된다. MN이 이동하게 되면 라우터가 주기적으로 해당 서브넷에 전송하는 라우터 광고 (Router Advertisement) 메시지를 수신하고, 이 메시지에 있는 서브넷 프리픽스와 자신의

인터페이스 ID를 결합함으로써 주소를 자동 설정 (auto-configuration)하여 의탁주소 (Care-of Address; CoA)로 사용한다. MN은 홈 서브넷에 있는 자신의 홈 에이전트 (Home Agent; HA)에게 바인딩 갱신 (Binding Update; BU) 메시지를 보내어 자신의 CoA를 알려준다. HA는 캐시에 이 바인딩을 등록하고, MN의 바인딩 유효기간이 만료될 때까지 MN의 홈 주소로 오는 데이터들을 CoA로 터널링 해준다. MN은 상대방 노드 (Correspondent Node; CN)에게 return routability를 이용하여 BU 메시지를 보내 직접 통신할 수도 있다.

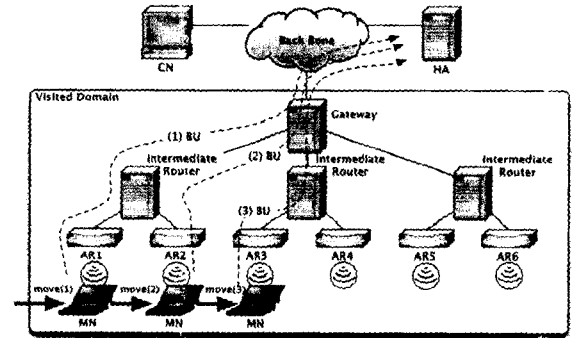


그림 1. Mobile IPv6에서의 바인딩 과정

이러한 이동에 의한 등록 이외에 HA와의 바인딩의 유효기간 (lifetime)이 만료되면 MN은 HA와 다시 바인딩을 해야 한다

2.2. MONAMYS 개요

본 장에서는 본 논문에서 구현한 지역적 이동성 지원을 위한

이동성 관리 방식인 MONAMYS (MOBILE-Node-Assisted localized Mobility Scheme)에 관하여 설명한다.

MONAMYS는 Mobile IPv6에서와 같은 이동 발견 메커니즘과 주소 자동 설정을 사용한다. 지역적 이동성 지원을 위하여 MN은 도메인 간의 이동 시와 동일 도메인 내의 서브넷 간의 이동에 따라 서로 다른 동작을 하게 된다. MN이 새로운 외부 도메인으로 이동하게 되면 Mobile IPv6를 이용하여 자신의 HA에 BU를 전송함으로써 이동사실을 통보하고, 새롭게 연결된 서브넷에서 수신한 라우터 광고 메시지 안에 있는 라우터의 글로벌 유니캐스트 주소를 자신의 캐쉬에 저장하여 추후에 LMA (Localized Mobility Agent)로 사용할 수 있도록 한다. 이후 MN이 외부 도메인 내에서 이동 시에는 자신의 HA 대신 LMA에게 BU를 전송한다. 그림 2에서 이동(1)이 일어나면 HA에 바인딩을 하고 AR1을 LMA로 설정한다. 이동(2)과 이동(3)에서는 LMA로 설정된 AR1으로 바인딩한다

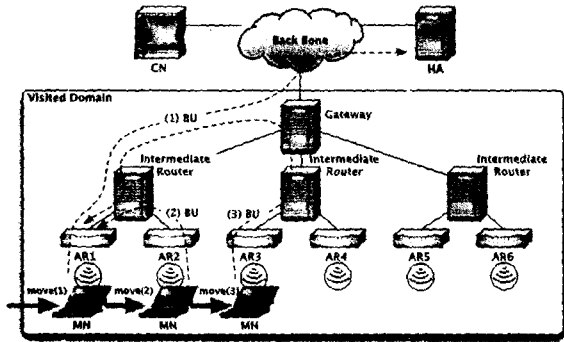


그림 2. MONAMYS에서의 바인딩 과정

MN이 동일한 외부 도메인에 있는 동안 HA와의 바인딩에 대한 유효기간이 만료되면 HA에 BU를 전송하고, 현재 연결된 링크의 AR을 자신의 LMA로 설정한다.

MONAMYS에서는 외부 도메인에 있는 AR은 모두 MN의 LMA로 동작할 수 있다. LMA로 동작하는 AR은 MN이 해당 도메인에서 제일 먼저 연결한 서브넷의 위치나 HA와의 바인딩 유효기간이 만료된 시점에서 연결된 서브넷의 위치에 따라 결정된다. MONAMYS의 동작 수준은 그림 3과 같다.

- A. 이동 발견
 - A.1. 새로운 외부 도메인으로 이동 시
 - A.1.1. HA에 BU전송
 - A.1.2. 현재 서브넷의 AR을 LMA로 설정
 - A.1.3. 선택적으로 이전 서브넷에 있는 AR에 BU 전송
 - A.2. 동일한 도메인 안에서 다른 서브넷으로 이동 시
 - A.2.1. LMA로 BU전송
- B. HA와의 바인딩 정보가 만료되면
 - B.1. HA에 BU 전송
 - B.2. 현재 서브넷에 있는 AR을 LMA로 설정

그림 3. MONAMYS의 동작 수준

3. MONAMYS의 구현과정

본 논문은 MONAMYS를 구현하기 위해 Linux Kernel 2.4.20에서 draft-ietf-mobileip-ipv6-19[3]기반으로 구현된 Mobile IPv6 for Linux[4]의 mip6v-0.9.5.1-v2.4.20를 수정하여 draft-ietf-mcblleip-ipv6-24[1]의 변경된 환경으로 구현한 커널[5]을 수정하였다.

MN이 라우터 광고 메시지를 받으면 mdetect.c에 정의된 mip6v_mn_ra_rcv() 함수가 호출된다. 이 함수는 그림 4에서와 같이 mn.c에 정의된 mip6v_mobile_node_moved() 함수를 호

출하게 되어 있다. 그림 4는 mip6v_mobile_node_moved() 함수가 호출 되었을 때 그림 3의 A 동작을 나타낸다. 그림 4의 주요 함수를 그림 3과 연관 지어 표 1에 나타내었다.

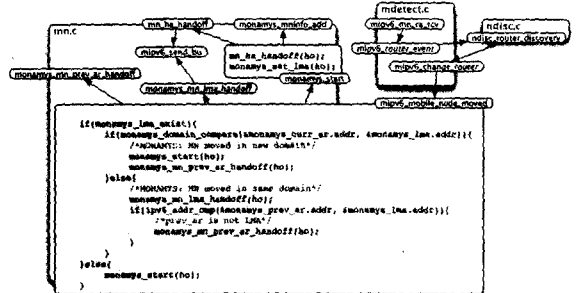


그림 4. MONAMYS에서 MN의 이동 발견 모듈

그림 4의 함수명	설명	그림 3과의 관계
mip6v_mn_ra_rcv	MN이 라우터 광고 메시지를 받으면 호출된다.	A.1, A.2
mip6v_mobile_node_moved	MN 자신이 이동했다는 것을 알고 동작을 취한다.	A
monamys_start	MN이 HA에 BU를 전송 현재 AR을 자신의 LMA로 등록	A.1.1, A.1.2, B.1, B.2
mn_ra_handoff	MN과 HA간의 바인딩을 관리	A.1.1
monamys_mn_lma_handoff	MN과 LMA간의 바인딩을 관리	A.2.1
monamys_mn_info_add	LMA 정보를 mn_info 구조체에 등록	A.1.2, B.2
monamys_mn_prev_ar_handoff	이전 서브넷의 AR에게 BU 전송	A.1.3

표 1. MONAMYS의 주요함수

MN이 HA와의 바인딩에 대한 유효기간은 bu.c의 timehandler() 함수에서 관리한다. HA와의 바인딩에 대한 유효기간이 만료되면 mip6v_monamys_start() 함수를 호출시켜 그림 3의 B.1과 B.2의 동작을 수행하도록 하였다.

4. 성능분석

본 논문은 3장과 같이 MONAMYS를 구현하고, MIPv6와 MONAMYS의 실효를 통한 성능분석을 위해 그림 5와 같은 환경을 구축하였다. 인터넷 백본 망에서의 대역폭을 조절하기 위해 CISCO 라우터 3대를 이용하였다.

MN을 AR1부터 AR4까지 이동시키며 UDP와 TCP 성능을 분석하였다. MN이 한 서브넷에서 잔류하는 시간은 25초로 하였다. 라우터 광고는 draft-ietf-mobileip-ipv6-24에 정의된 라우터 광고 주기로 사용하기 위해 Radvd-0.7.2[6]를 수정하였고, 이를 HA와 AR1, AR2, AR3, AR4에 사용하였다.

MONAMYS는 MN과 HA사이의 바인딩에 관련된 방안이므로 정확한 실험을 위해 CN과의 바인딩 갱신은 사용하지 않았다.

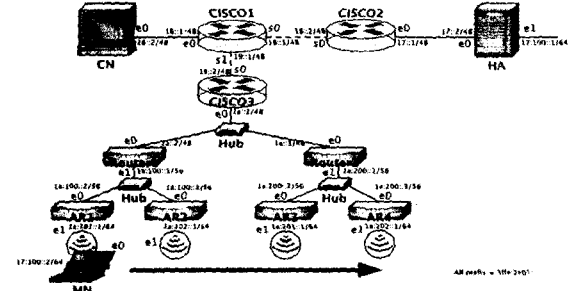


그림 5. 네트워크 구성도

4.1. UDP 성능

UDP 성능분석을 위해서는 패킷생성기인 iperf-1.7.0-linux-2.1[7]을 사용하여 CN에서 MN쪽으로 UDP 데이터그램을 전송 시키며 MN을 이동시켰다. 백본 망에서의 대역폭은 2Mbps로 설정하였고, 외부 도메인 내에서의 대역폭은 모두 10Mbps로 설정하였다. UDP 데이터그램의 크기는 1470Bytes로 하였으며, 전송 비율을 각각 64Kbps, 128Kbps, 256Kbps, 512Kbps로 하여 실험하였다. MN의 핸드오프 시 BU를 하는 도중에 MN이 수신하지 못하는 데이터그램의 수를 그림 6에 나타내었다.

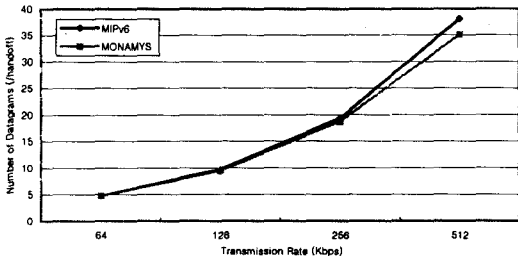


그림 6. 전송비율에 따른 UDP 데이터그램 손실량

전송비율이 64Kbps일 때는 MONAMYS에서의 데이터그램 손실량이 MIPv6에 비해 3.93% 크게 나타났지만, 전송비율이 128Kbps일 때는 2.57% 작게, 256Kbps일 때는 3.10% 작게, 512Kbps일 때는 7.88% 작게 나타났다. MONAMYS에서의 데이터그램 손실량은 MIPv6에 비해 평균적으로 약 5.12% 작게 나타났다.

4.2. TCP 성능

TCP 성능분석을 위해 MN이 CN의 ftp 데몬으로 접속해 데이터를 다운로드 하며 MN을 이동시켰다. 이때 네트워크의 처리율을 분석하였다. 백본 망에서의 대역폭은 56Kbps와 2Mbps 두 가지로 하여 실험하였으며, 외부 도메인 내에서의 대역폭은 모두 10Mbps로 설정하였다.

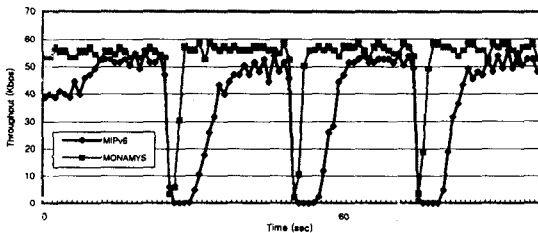


그림 7. 백본 망에서의 대역폭 56Kbps일 때 처리율 비교

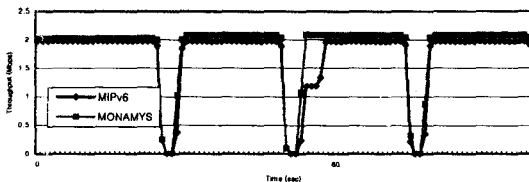


그림 8. 백본 망에서의 대역폭 2Mbps일 때 처리율 비교

MN이 AR1에서 AR4까지 이동하는 100초 동안의 TCP 처리율을 그림 7과 8에 나타내었다. 그림 7은 백본 망에서의 대역폭을 56Kbps로 하였을 때의 결과이고, 그림 8은 2Mbps로 하였을 때의 결과이다. 그림에서 처리율이 급감하는 부분은 MN의 핸드오프 시 패킷을 받지 못하는 시간을 나타내고 있는데, 백본 망에서의 대역폭이 56Kbps일 때와 2Mbps일 때 모두 MONAMYS가 MIPv6보다 패킷을 받지 못하는 시간이 작게 나타남을 알 수 있다.

Bandwidth of Back bone	56 Kbps	2 Mbps
MIPv6	38.04 Kbps	1.72 Mbps
MONAMYS	53.07 Kbps	1.85 Mbps

표 2. 평균처리율

표 2에 백본 망의 대역폭에 따른 평균처리율을 나타냈다. 백본 망의 대역폭이 56Kbps일 때 MONAMYS의 평균 처리율이 MIPv6 보다 평균적으로 약 28.32% 높았고, 2Mbps일 때 약 7.37% 높게 나타났다. 백본 망의 대역폭이 낮으면 낮을수록 MIPv6의 MN이 핸드오프 갭신을 하는데 걸리는 시간이 길어진다. 그러므로 백본 망의 대역폭이 낮을수록 MONAMYS의 더욱 효과적인 성능향상을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 논문은 IPv6 기반 네트워크에서 MN이 외부 도메인 내에서 이동 시 지역 내에서 BU 메시지를 전송하고 처리하는 새로운 지역적 이동성 지원 방안을 구현하고, 실험을 통하여 성능분석을 하였다.

MN이 하나의 링크에서 다른 링크로 핸드오프 마다 홈 서브넷에 있는 HA로 BU를 전송하는 MIPv6와 외부 도메인 내에서 이동 시 각각의 AR에 BU를 보내는 MONAMYS에서 UDP와 TCP의 성능을 비교 분석하였다. 그 결과 UDP에서는 MIPv6에서 MN의 핸드오프 시 발생하는 데이터그램 손실을 줄일 수 있었고, TCP에서는 네트워크의 처리율 면에서 더욱 향상된 성능을 확인할 수 있었다.

MONAMYS는 MN에 추가적인 동작만으로 구현될 수 있기 때문에 다른 도메인 사이에 완벽하게 상호 작용할 수 있어 MN이 어떤 도메인으로 이동하든지 도메인 내에서 지역적인 이동성 지원을 사용할 수 있다.

참고문헌

- [1] D. B. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, " Mobility Support in IPv6," Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt, Jun. 2003.
- [2] Miae Woo, " A Mobile-Node-Assisted Localized Mobility Support Scheme for IPv6," LNCS 2662, pp. 623-632, 2003.
- [3] D. B. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, " Mobility Support in IPv6," Internet draft (work in progress), draft-ietf-mobileip-ipv6-19.txt, Oct. 2002.
- [4] MIPL Mobile IPv6 for Linux, <http://chasey.hut.mediapoli.com/>
- [5] 한정준, 최현덕, 우미애, " Mobile IPv6에서 Key Management Mobility Capability 구현 ", 2003년도 하계 종합학술발표대회, 한국통신학회, 2003. 7.
- [6] Linux IPv6 Router Advertisement Daemon (radvd), <http://v6web.litech.org/radvd/>
- [7] DAST Distributed Applications Support Team, " Iperf Version 1.7.0 ", March, 2005. <http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>