

모바일 IP에서 Fast Handoff를 위한 SNMP 정보 기반 계층 라우팅 메커니즘

(SNMP Information based Hierarchical Routing Mechanism for Fast Handoff in Mobile IP)

류상훈[†] 박수현^{**} 이이섭^{***} 장한이[†] 백두권^{****}
(Sang-Hoon Ryu) (Soo-Hyun Park) (Ee-Sub Lee) (Hani Jang) (Doo-Kwon Baik)

요약 mobile IP는 단순히 이동성을 지원하는 것만을 목표로 제안되었고 새로운 네트워크로의 연결만을 보장해주고 있다. Hierarchical MIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)를 이용하여 시그널링을 줄여주고 Fast Handoff를 향상시켜주고 있지만 여전히 핸드오프 후의 QoS는 보장하지 못한다. Mobile IP의 QoS는 이동환경에서 멀티미디어서비스나 실시간 서비스 제공 시 매우 중요시되는 문제로, 핸드오프에 의한 지연과 밀접히 연관되어 있다. 본 논문에서는 이러한 핸드오프 지연 문제를 해결하기 위해, 액티브 네트워크에서의 정보기반 라우팅에 키워드 관리 방법을 추가한 SNMP 정보기반 계층 라우팅을 제시하고, 이를 이용하여 핸드오프 지연을 최소화하는 Fast Handoff 기법을 제시한다. 또한 기존 핸드오프 방법과 제시한 기법을 모델링한 후 NS-2를 사용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과는 제시한 기법이 핸드오프 지연을 최소화시켜 QoS를 향상시켰음을 입증한다.

키워드 : SNMP, 액티브 네트워크, 정보 기반 계층 라우팅, Hierarchical MIPv6, 핸드오프 지연, QoS, Fast Handoff, NS-2

Abstract Mobile IP has been designed only to maintain communications as mobile devices move from a place to a place, so it does not guarantee Quality of Service (QoS). Hierarchical MIPv6 improved QoS somewhat using Mobility Anchor Point(MAP), but QoS guarantee problem still remains. QoS in mobile IP is important to provide multimedia and real-time applications services in a mobile environment, and QoS is closely related to handoff delay. Therefore, handoff delay problem is actively studied as a main issue in mobile IP research area to guarantee QoS. In this paper, we suggest SNMP Information-based routing that adds keyword management method to Information-based routing in an active network in order to resolve such a problem. Suggested QoS controlled method and existing handoff method, simulations are carried out with NS-2 for performance evaluation. The results of simulations show an improvement on handoff delay, and consequently the QoS improvement.

Key words : SNMP(Simple Network Management Network), Active Network, Information-based Hierarchical Routing, Hierarchical MIPv6, Handoff Delay, QoS(Quality of Service), NS-2(Network Simulator 2)

1. 서론

[†] 비회원 : 고려대학교 컴퓨터학과
shryu@software.korea.ac.kr
hani@software.korea.ac.kr

^{**} 정회원 : 국민대학교 비즈니스IT학부 교수
(corresponding author)
shpark21@kookmin.ac.kr

^{***} 정회원 : 삼성SDS 유니플로우
eesub@software.koear.ac.kr

^{****} 종신회원 : 고려대학교 컴퓨터학과 교수
baik@software.korea.ac.kr

논문접수 : 2003년 7월 21일
심사완료 : 2003년 11월 24일

1.1 연구 배경 및 목적

mobile IP는 현재 인터넷에서 이동성을 지원하기 위한 표준 프로토콜이다. mobile IP는 기본적으로 이동노드의 홈 네트워크에 HA(Home Agent)라는 라우터(Router)를 두고 이 HA에 이동 노드가 자신의 CoA(Care of Address)를 등록해서, HA가 이동노드로 향하는 패킷을 등록된 이동 노드의 CoA로 전달하는 방식으로 동작한다[1]. 따라서 핸드오프(Handoff)시 항상 HA를 통해 라우팅 되는 삼각 라우팅 문제(triangle routing problem)가 발생한다.

IP의 다음 버전인 IPv6에서는 삼각 라우팅 문제에 대한 라우팅 최적화 방법인 바인딩 캐시(binding cache)를 프로토콜의 일부로 내장하여 삼각 라우팅 문제를 완화시키고 네트워크 로드와 지연을 상당히 감소시킬 수 있도록 하였다. 더욱이 Hierarchical MIPv6에서는 MAP(Mobility Anchor Point)의 개념을 도입하여 지역적으로 시그널링의 RTT를 줄여주고 있지만, MH가 다른 MAP로 이동할 경우 CN(Correspond Node)이 핸드오프 후 MH(Mobile Host)경로 변화를 인지할 수 있도록, 바인딩 업데이트(Binding Update) 메시지를 보내야 하므로 여전히 BU 메시지가 HA와 CN에게 전송되어 멀티미디어 어플리케이션에 부담을 더욱 가중시킨다[2].

특히 mobile IP는 단순히 이동성을 지원하는 것만을 목표로 제안되었기 때문에, 새로운 네트워크로의 연결만을 보장할 뿐, 핸드오프 후의 QoS는 보장하지 못한다. mobile IP에서 처리율(throughput)이나 지연 시간, 에러율 같은 QoS 특성은 이동 환경에서 멀티미디어 서비스나 실시간 서비스 제공 시 매우 중요시되는 문제이다[3]. 특히 실시간 서비스의 핵심 요구사항은 패킷 지연에 관한 것으로, 핸드오프 지연과 밀접히 연관되어 있다. 이에 따라 이동 환경에서 QoS를 보장하기 위해, 핸드오프에 의한 지연 문제는 주요 이슈로서 활발히 연구되고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, 선행 연구로 액티브 네트워크에서의 정보기반 라우팅에 키워드 관리 방법인 Keyup프로시저를 추가한 SNMP 정보 기반 라우팅을 제시하고, 이를 이용하여 프로토콜 표준화 없이 핸드오프 지연을 최소화하는 빠른 핸드오프기법을 제시한다. 또한, 노드들이 계층을 이루고 있는 네트워크 토폴로지에서는 BU 메시지와 데이터가 동일한 루트로 전송되는 확률이 높으므로, 계층 라우팅을 적용하여 전송 홉(hop) 수를 줄여주어 QoS를 향상시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제시한 기법에서 사용한 요소 기술에 대해 기술한다. 3장에서는 제시한 SNMP 정보기반 라우팅에 대해 설명한다. 4장에서는 SNMP 정보기반 라우팅을 이용해 핸드오프의 지연을 최소화하는 기법을 설명한다. 5장에서는 라우팅 컨버전스 시간을 설정하여 기존 핸드오프 기법과 함께 제시한 기법에서 필요한 요소를 모델링한다. 6장에서는 NS-2를 사용한 시뮬레이션 방법과 시뮬레이션 결과를 설명하고 비교평가 한다. 마지막으로 7장에서는 연구 성과와 향후 과제에 대해 설명한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 제시한 기법에서 기본이 되는 요소 기술에 대해 설명하고, 신뢰성 있는 시뮬레이터인 NS-2에 대해 기술한다.

2.1 Hierarchical MIPv6

계층적(Hierarchical) MIPv6 구조는 MAP(Mobility Anchor Point)이라는 새로운 기능을 도입하여 MH와 HA 동작에 약간의 확장을 도입하나 CN의 동작은 영향을 받지 않는다. MAP 개념의 도입으로 액세스 라우터 간의 핸드오프로 인한 지연을 최소화시킬 수 있다. 또한 MAP에서 바이캐스팅(bicasting)을 추가함으로써 핸드오프로 인한 패킷 손실을 최소화시킬 수 있는 고속 핸드오프(fast handoff)를 가능케 하며 무선 인터페이스 상에서의 최상의 노력(best effort) 서비스의 성능을 향상시킨다. MIPv6와 같이 이 방법은 하부 액세스 기술에 독립적이며 다른 타입의 액세스 망 내 또는 둘 간의 고속 핸드오프를 가능케 한다.

또한 MAP 개념을 이용함으로써 무선 인터페이스 상의 MIPv6에 의해서 생성되는 시그널링(signaling)을 줄여주는데 이는 MH가 MAP 도메인 내의 3 계층 액세스 점(Access Point)를 변경할 때 하나의 지역적 BU(Binding Update)를 수행하는 것만을 필요로 하기 때문이다.

MAP은 자신이 서비스하고 있는 MH를 대신하여 모든 패킷을 수신하고 인캡슐레이션(Encapsulation)하여 이를 MH의 현재 주소로 직접 포워드 한다. MH는 지역적(Regional) MAP에 등록하기만 하면 된다. 이것은 MH의 이동성이 MH와 통신하고 있는 CN에 투명하도록 해준다. MAP은 또한 AR간의 고속 핸드오프를 수행하기 위하여 사용될 수도 있다.

MH가 RcoA(Regional Care-of-Address)를 이용할 때 MAP은 MH에 대하여 기본적으로 지역적 HA로써 동작한다. MAP의 도메인 경계는 부착된 MH에서 MAP 정보를 관리하는 AR에 의해서 정의된다. MAP의 동작모드(alternative CoA 또는 Local HA)의 제어는 네트워크 관리자의 선택 사항이다.

MAP의 개념은 단순히 MIPv6 프로토콜의 확장이다. 그러므로 MIPv6가 구현된 HMIPv6의 MH는 MAP를 사용할 것인지 표준 MIPv6를 사용할 것인지를 선택할 수 있다. 또한 MH는 어느 순간에 MAP을 사용하는 것을 중단할 수 있다. 이는 MH에서 또는 네트워크 운용 측면에서 높은 융통성을 제공한다[4].

그림 1은 하나의 WAN과 두개의 Region Network로 이루어져 있다. Region 1은 서비스를 제공하는 라우터인 HA와 MH가 있으며, Region 2는 하나 이상의 MAP로 구성되어 있다. WAN에 있는 CN이 MH에게 패킷을 보내고 있을 동안에, MH는 Region 1에서 Region 2로 이동하고 있다[5].

MH가 다른 링크로 이동한 후에 CN으로부터 패킷을 받기 위한 순서는 다음과 같다.

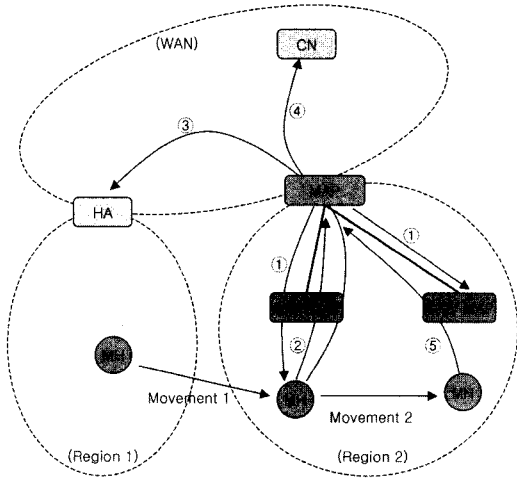


그림 1 Hierarchical MIPv6에서 MH가 다른링크로 이동

- ① 새로운 영역의 라우터인 MAP는 자신의 링크 안에 있는 모든 노드에게 RA(Router Advertisement) 메시지를 멀티캐스트한다. 만약 다른 링크로 이동한 MH가 RA를 받지 못했다면, CoA를 얻기 위해 RS(Router Solicitation) 메시지를 멀티캐스트한다.
- ② MH는 MAP에게 자신의 위치와 CoA를 알려주기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 보내고 MAP은 BU Ack 메시지를 MH에게 보낸다.
- ③ MH는 HA에게 새로운 CoA를 알려주기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 보내고 HA는 MH에게 BU Ack 메시지를 보낸다.
- ④ MH는 CN에게 새로운 CoA를 알려주기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 보내고 CN는 MH에게 BU Ack 메시지를 보낸다.
- ⑤ 계층 구조를 가진 Region2에서 MH가 AR1에서 AR2로 이동하였을 경우, MH는 자신의 위치 정보를 MAP에게만 전달하고 MAP은 MH에게 BU Ack 메시지를 보낸다.

2.2 액티브 네트워크

액티브 네트워크는 중간에 있는 노드에서 패킷에 포함된 프로그램의 실행이 가능하도록 한 네트워크이다. 따라서 기존 네트워크에서 노드는 단순히 데이터를 전송을 목적으로 패킷의 헤더 정보만을 처리하는데 비해, 액티브 네트워크에서는 사용자가 노드의 기능을 특성화시킬 수 있으므로, 사용자 중심의 네트워크 구성이 가능하게 된다. 이에 따라 액티브 네트워크는 표준화 작업 없이 빠른 속도로 새로운 서비스들이 전개되도록 한다[6].

스위치나 라우터가 전달 받은 패킷에 대해 수행할 네트워크 프로그램을 로딩하여 처리하는 기법은 다음과

같이 크게 3가지로 나눈다.

- 분리 방식 : 프로그램들이 이미 스위치나 라우터에 상주되어 있는 경우이다. 노드는 수행되기를 원하는 프로그램 식별자와 필요한 데이터를 저장한 패킷을 전송한다. 스위치나 라우터는 프로그램 식별자에 해당하는 프로그램을 로딩하여 전달받은 데이터를 프로세싱한다. 결과물로 얻어진 변형된 데이터는 다음 연결자에게 전송된다.
- 통합/캡슐 방식 : 스위치나 라우터는 프로그램을 저장하지 않고, 각 노드가 프로그램과 데이터를 실은 패킷을 전달한다. 스위치나 라우터는 전송받은 프로그램과 데이터를 자신의 실행 환경에서 수행한 다음, 얻어진 데이터를 연결된 다음 스위치나 라우터에게 전달한다.
- 혼합 방식 : 패킷 전달 과정에서 발생하는 지연이나 분실에 따른 비효율성을 제거하기 위하여 위의 두가지 방식을 이용한다. 노드들이 공통적으로 사용하는 프로그램은 미리 스위치나 라우터에 이식하고, 각 노드의 특정 프로그램은 패킷에 실어 전송하는 방법이다.

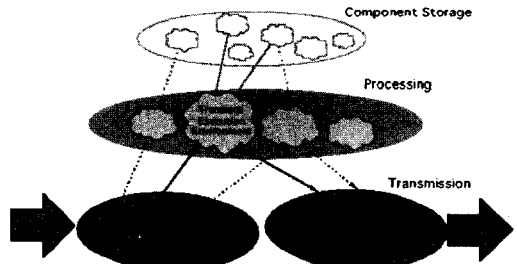


그림 2 액티브 네트워크 구조[8]

프로그램과 데이터를 함께 전달하는 통합/캡슐 방식은 기존 네트워크와도 상호 운영될 수 있다[7]. 즉 패킷이 액티브 노드에 들어왔을 때, 일반 패킷인지 스마트 패킷인지를 구분하여, 스마트 패킷일 경우 그림 3과 같

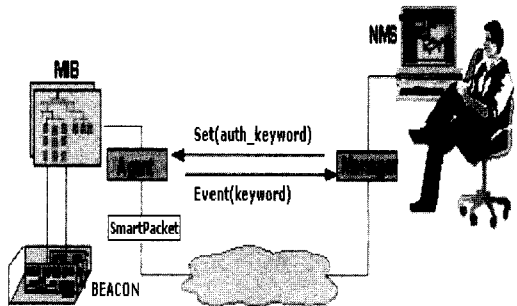


그림 3 비콘에 SNMP PDU를 통한 auth_keyword 통보

이 노드 OS(운영체제)의 임시 실행 환경(transient execution environment)으로 디스패치(dispatch)하여 그 결과를 스케줄러에 따라 다른 노드로 전송하거나 액티브 노드에 할당된 자원 저장소인 컴포넌트 저장소에 저장한다[8].

2.2.1 액티브 라우팅

기존 네트워크에서 사용자의 데이터는 라우터에 내재된 라우팅 프로토콜에 의해 정해진 경로에 따라 전송되지만, 액티브 네트워크에서는 사용자가 전송한 스마트 패킷(Smart Packet)의 내용에 따라 선택적인 라우팅이 가능하다. 즉, 사용자는 스마트 패킷에 라우터 내의 상주 루틴을 호출할 수 있도록 하는 메소드를 넣어 라우팅 테이블을 선택적으로 수정할 수 있으며, 또한 사용자가 직접 정의한 라우팅 메소드를 넣어 액티브 노드에서 디폴트 라우팅 메소드를 오버라이드(override)하게 함으로써, 사용자가 정의한 라우팅 프로토콜에 따라 경로를 설정할 수 있다[9]. 따라서 정보기반 라우팅과 같은 새로운 라우팅 전략을 구현할 수 있다.

2.3 정보기반 라우팅

정보기반 라우팅은 스마트 패킷을 효율적으로 보내기 위한 비콘 라우팅(Beacon Routing)[10]을 기반으로 한다. 비콘은 스마트 패킷을 어떻게 라우팅할 것인지에 대한 정보를 전달하는 선택된 특정 액티브 노드이며 전통적인 라우터처럼 동작한다. 액티브 노드는 하나 이상의 비콘에 연결되어 있으며, 스마트 패킷 내의 메소드를 바탕으로 목적지까지 전송되도록 한다. 비콘은 전송 경로를 결정하기 위해 특정 정보를 브로드캐스트하고 목적지 주소와 연관된 비콘에 링크를 설정한다. 비콘 라우팅은 브로드캐스트하는 정보에 따라 지리적 위치 라우팅, 토폴로지 라우팅, 정보기반 라우팅으로 나뉜다. 비콘 기반 라우팅은 IP 주소 대신 브로드캐스트하는 정보를 기반으로 라우팅하기 때문에, 호스트가 이동하여도 최적 경로 설정이 가능하게되므로 이동 환경을 위한 전략 수립에 매우 효과적이다.

정보기반 라우팅에서 액티브 노드는 비콘에 보내는 키워드에 기반해 비콘을 선택할 수 있다. 따라서 액티브 노드에 연결된 비콘은 고정될 필요가 없다. 즉 스마트 패킷에 따라 액티브 노드는 비콘을 변경할 수 있다. 이는 곧 패킷이 통과하는 경로를 특정 범위로 한정되게 하므로, 어플리케이션 서비스를 좀 더 선택적으로 전송할 수 있어 효율적이다. 특히 리거시(legacy) 라우터가 공존하는 이중환경에서는 비콘을 포함한 액티브 노드 사이에서만 전송이 이루어지기 때문에 패킷의 프로세싱 시간을 없앨 수 있다.

3. SNMP 정보기반 라우팅 매커니즘

본 장에서는 삼각 라우팅 문제를 해결하고 HA와 CN으로 향하는 BU의 RTT를 줄여주어 빠른 핸드오프와 핸드오프 지연을 향상하기 위해 Keyup 프로시저와 Keyrout 프로시저로 구성된 SNMP 정보기반 라우팅 매커니즘을 제시한다. 제시한 매커니즘은 비콘 기반 라우팅의 기본 가정을 따른다. 즉 비콘은 특정 액티브 노드이며, 각 액티브 노드는 하나 이상의 비콘에 연결되어 있다. 비콘은 전송 경로를 결정하기 위해 특정 정보를 브로드캐스트한다. 인접 노드의 라우팅 테이블 정보는 스마트 패킷을 통해 전달될 수 있다.

또한 그림 5에서 어플리케이션 패치(patch) 배포 서비스 제공자(소스)가 어플리케이션 패치가 필요한 고객(목적지 1, 2)의 정확한 IP 주소를 알지 못하더라도, 연결된 비콘에 키워드(MS_Defense)를 보내면, 원하는 다수의 고객에게 어플리케이션 패치가 전송되는 것으로 상황을 설정한다.

3.1 Keyup 프로시저(Keyword Update Procedure)

정보기반 라우팅에서 브로드캐스트(broadcast)하는 키워드는 소스노드와 목적지 노드사이에서 통일되어야만 정확한 전송이 이루어질 수 있다. 따라서 본 절에서는 키워드 정보가 중앙에서 관리되도록 하는 Keyup프로시저를 제시한다.

Keyup 프로시저는 키워드 업데이트 프로시저로서, 기존 망 관리 시스템의SNMP(Simple Network Management Protocol)를 응용한 것이다. 따라서 MIB(Management Information Base)로의 접근은 SNMP PDU(Protocol Data Unit)를 통해 이루어지며[9], 중앙에서의 키워드 관리를 위해, 변경된 MIB와 같은 정보를 저장하는 mirrorMIB를 매니저에 추가하였다.

그림 5의 Keyup 프로시저 절차는 다음과 같다.

① 액티브 노드(Source, Destination1, 2)는 필요한 키워드를 생성하고 이를 스마트 패킷으로 비콘에 전달한다.

② 비콘은 매니저에 그림 4처럼 Event(keyword), 즉 Event 1.3.1.2.1.4.20.1.6메시지를 보냄으로써 키워드 인증을 요청한다.

③ 매니저는 키워드의 인증 후, 인증된 키워드를 그림 3의 Set(auth_keyword), 즉Set 1.3.1.2.1.4.20.1.6 메시지를 보내서, 그림 4와 같이 비콘의 MIB의 ipAddrTable에 추가하고, 이를 ipRouteTable에도 Set 1.3.1.2.1.4.21를 통해인증된 키워드를 추가한다. 비콘의 변경된 MIB와 같은 정보를 가지도록, 매니저의 mirrorMIB도 업데이트한다.

액티브 노드의 키워드 변경 시에는 다시 Keyup 프로시저를 통해 변경된 키워드를 매니저로 전송하게 함으로써 키워드에 대한 정보가 중앙에서 관리되도록 한다.

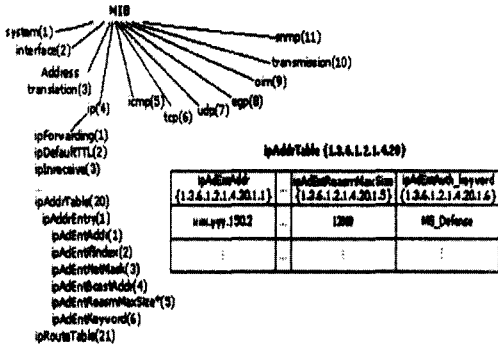


그림 4 MIB의 ipAddrTable에 auth_keyword 추가

3.2 Keyrout 프로시저(Routing procedure by Keyword)

그림 6의 Keyrout 프로시저는 Keyup 프로시저를 통해 인증된 키워드를 통한 라우팅 경로 설정 프로시저로서, 다음과 같은 절차를 가진다.

- 1) 액티브 노드 1-비콘 1-비콘 4-액티브 노드 3의 링크 설정
 - ① 비콘은 키워드를 생성하고 인증을 요청한 액티브 노드(소스, 목적지 1, 2)에 링크를 설정한다.
 - ② 소스인 액티브 노드 1으로부터 키워드를 받은 비콘 1은 Keyup 프로시저를 통해 키워드를 인증한 후, 인증된 키워드를 인접한 비콘에게 브로드캐스트한다.
 - ③ 브로드캐스트된 키워드를 받은 비콘 4는 목적지 1인 액티브 노드 3과의 링크 정보를 인지하고 비콘 1과 비콘 4사이에 링크를 설정한다. 따라서 액티브 노드 1-비콘 1-비콘 4-액티브 노드 3의 링크가

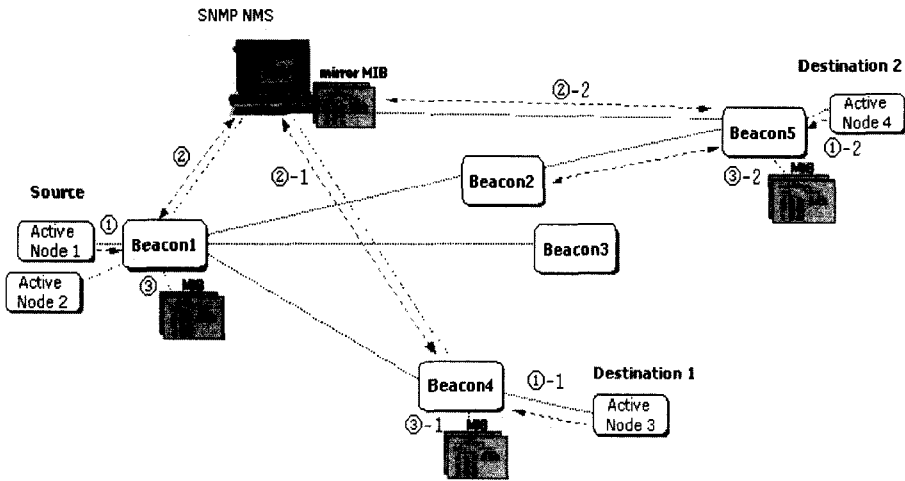


그림 5 Keyup 프로시저

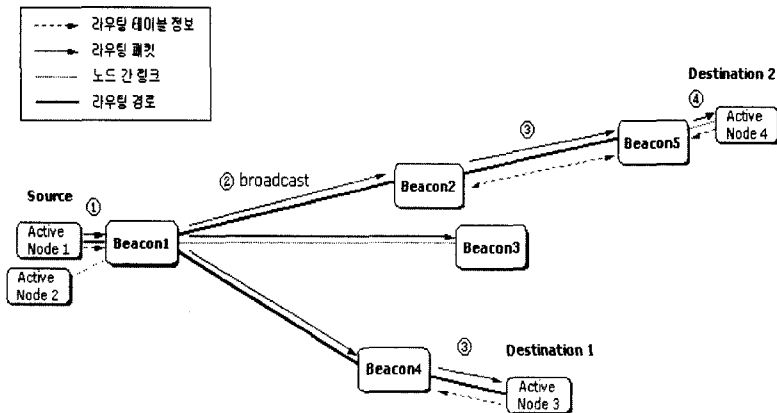


그림 6 Keyrout 프로시저

구성되고, 구성된 라우팅 경로를 따라 소스부터 목적지 1까지 데이터가 전송된다.

2) 액티브 노드 1-비콘 1-비콘 2-비콘 5-액티브 노드 4의 링크설정

위의 (1)-①~(1)-②를 통해 브로드캐스트된 키워드를 받은 비콘 2는 인접 한 비콘 5의 라우팅 테이블 정보를 교환할 수 있다. 따라서 비콘 2는 비콘 5에서 액티브 노드 4가 요청한 키워드가 Keyup 프로시저를 통해 비콘 5의 MIB 내 ipRouteTable에 추가되었음을 인지하고, 비콘 2과 비콘 5사이에서 링크를 설정한다. 따라서 액티브 노드 1-비콘 2-비콘 5-액티브 노드 4의 링크가 구성되고, 구성된 라우팅 경로를 따라 소스부터 목적지 2까지 데이터가 전송된다.

3.3 SNMP 정보기반 계층 라우팅

MH가 소프트 핸드오프 할 때, CN에서 MH까지 계층적으로 구성된 중간 노드들의 라우팅을 변경하면서 패킷을 보내게 된다. 이때, SNMP 정보 기반의 계층 라우팅을 이용하여, 중간에 라우터를 특정한 액티브 네트워크인 비콘으로 설정하여 놓음으로써, 핸드오프가 연속적으로 일어날 때 삼각 라우팅 문제를 해결하고 RTT를 줄여주므로 네트워크의 부하와 트래픽을 낮출 수 있다.

그림 7을 보면 MH가 HA의 영역에서 R1(Router 1)

의 영역으로 이동하고 있을 때, CN에서 MH로 패킷을 전송하기 위한 MH의 BU(Binding Update) 과정을 보여주고 있다. MH가 R1의 영역으로 이동하여 HA와 CN에게 BU를 수행하게 된다. HA와 CN은 BU를 받은 후 BU Ack를 보낸다. HA까지 BU를 완료하기 위해 패킷이 MH->R1->B1->HA->B1->R1->MH의 경로로 왕복을 해야 하고, CN까지 BU를 완료하는 과정은 MH->R1->B1->B3->R3->CN의 경로를 거치므로 1RTT/2을 가지게 된다. 따라서 MH가 계속해서 다른 영역으로 이동하게 되면 1RTT/2는 다른 영역에서 또 발생하게 되므로 계속적으로 네트워크에 부하를 주게 된다. 본 논문에서 제시하는 액티브 네트워크인 비콘을 이용하면 MH에서 보내는 BU가 HA와 CN까지 도달할 필요가 없이 B1(Beacon 1), B2(Beacon 2), B3(Beacon 3)의 Binding Cache에 있는 라우팅 테이블에 갱신이 이루어진 후 BU Ack를 MH에게 보낸다. 즉, HA의 영역에서 R1의 영역으로 이동한 MH가 BU를 보내면, B1의 Binding Cache에서 라우팅 테이블이 갱신되어 B1에서 HA로 패킷을 보내는 것이 아니라 R1으로 보내게 된다. 이 경우의 BU 경로는 MH->R1->B1이므로, MH->R1->B1->B3->R3->CN에 비해 RTT를 줄인 것을 볼 수 있다. 또한 MH가 R1의 영역에서 R2

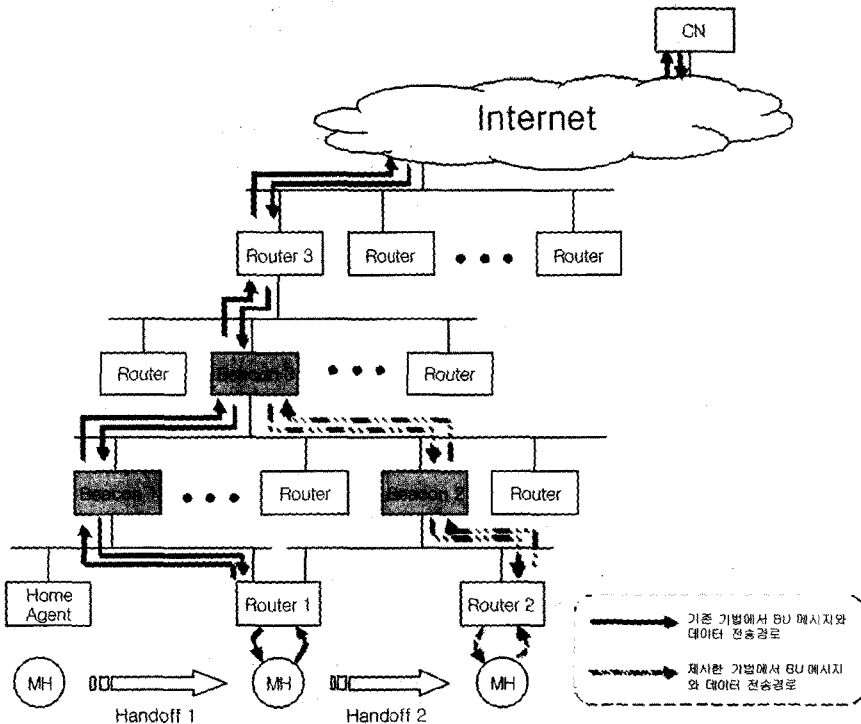


그림 7 Active Node인 Beacon을 이용한 Binding Update

(Router 2)의 영역으로 이동한 후 BU를 CN에게 보낸
 면, B3는 BU를 받아서 자신의 Binding Cache에 있는
 라우팅 테이블을 갱신한 후 패킷을 R1로 보내는 것이
 아니라 R2로 보낸다. 따라서, MH->R2->B2->B3의
 경로까지만 BU가 수행되므로 중간에 노드가 많으면 많
 을수록 효율적임을 알 수 있다.

이를 수식으로 일반화하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

L을 총 계층 홉 수라 하고, M을 핸드오프 수라 하자.

첫 번째 핸드오프가 일어나고 난후, MH에서 CN까지
 BU 메시지가 도달하기까지는 총 L 홉 수 만큼의 Tint
 (Traversing time over internet)을 가지게 된다. 하지만
 SNMP 정보기반 계층 라우팅 메커니즘을 적용한 후에는
 BU 메시지가 B1까지만 도달하면 최적의 계층 라우팅을
 하게 되므로 (L-1) 홉 수 만큼을 절약할 수 있다.

CN에서 MH까지 거치는 중간 노드들 중에 정보기반
 라우팅을 하는 액티브 노드인 비콘을 설정하여 놓음으
 로써, MH가 HA에서 다른 지역으로 이동한다 하더라도
 중간에 위치한 비콘들이 CN에서MH까지 이르는 가장
 효율적인 경로를 키워드를 기반으로 설정하여 패킷을
 MH까지 전달하게 된다. 이러한 기법은 이동 노드가
 SNMP에서 제공하는 키워드만 알고 있다면 CN로부터
 패킷을 어디서나 받을 수 있다는 장점이 있다.

또한, Hierarchical MIPv6에서 사용되는 MAP과 다
 른 점은 MAP은 지역적으로 자신의 영역에 있는 라우
 터들과 이동 노드를 관리하고 빠른 핸드오프를 지원해
 주지만, 액티브 노드는 범용적으로 SNMP로부터 키워드
 를 받아서 이 키워드를 중심으로 전달되기 때문에 패킷
 의 프로세싱 시간을 줄여준다. 그리고 액티브 노드는 자

신의 바인딩 캐시에 BU를 받아서 수정하고 저장하므로,
 HA와 CN에게 BU를 보낼 필요를 없애 주지만, MAP
 는 MAP의 관리하에 있는 지역적인 영역을 벗어나면
 MH가MAP, HA, CN에게 차례로 보내주어야 한다.

4. SNMP 정보기반 계층 라우팅을 이용한 소 프트 핸드오프 지연 향상 기법

본 장에서는 SNMP 정보 라우팅을 이동환경으로 확
 장한, 아래와 같은 핸드오프 지연 향상기법을 제시한다.
 그림 8에서 유선 노드는 액티브 노드 또는 비콘이며,
 BS(Base Station)는 하나의 비콘에만 연결되어있음을
 가정한다.

- ① BS는 주기적으로 광고 메시지(advertisement)를
 MH에게 보낸다.
- ② MH가 홈네트워크를 떠나 다른 네트워크로 들어가
 면, MH는 이동한 네트워크의 BS 역할을 하는 기본
 라우터로부터 광고 메시지를 받는다. MH는 일정시
 간 후에도 광고 메시지를 받지 못하면, 간청메시지
 (solicitation)를 통해 라우터에게 광고메시지 송신을
 요구한다.
- ③ MH는 수신한 광고 메시지의 네트워크 프리픽스
 (network prefix)를 보고 이동 여부를 판단한다.
- ④ 이동을 감지한 MH는 라우터에게 키워드를 스마트
 패킷을 통해 전송한다.
- ⑤ 라우터는 키워드를 받으면 연결된 비콘 2로 키워드
 를 전달한다.
- ⑥ 키워드를 전달받은 비콘 2는 Keyrount 프로시저를 통
 해 같은 키워드를 가진 인접한 비콘 1에게 키워드를

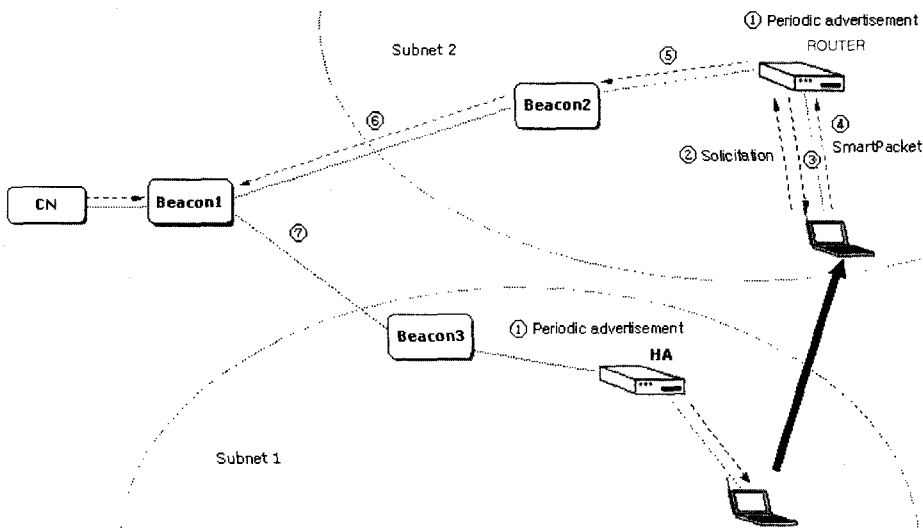


그림 8 SNMP 정보기반 라우팅을 이용한 핸드오프 지연 해결 기법

전달한다.

- ⑦ 비콘 1은 키워드를 받으면, 기존 데이터 전송 경로인 비콘 3과의 링크를 삭제하고, 스마트 패킷을 전송한 비콘 2로 링크를 설정한다.

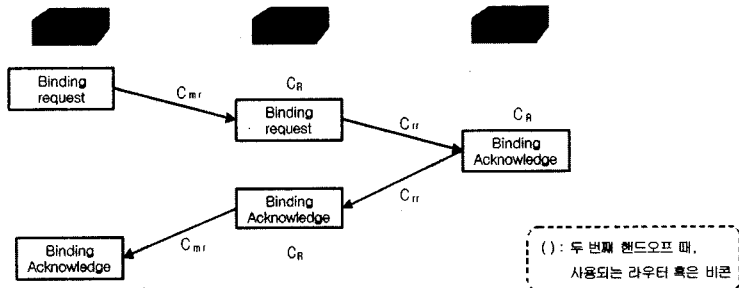
따라서 CN-비콘 1-비콘 3-ROUTER-MH에서, 새롭게 설정된 경로인CN-비콘 1-비콘 2-FOUTER-MH로 데이터가 전송된다.

5. SNMP 정보기반 계층 라우팅을 이용한 소프트웨어 핸드오프 지연 향상 기법 모델링

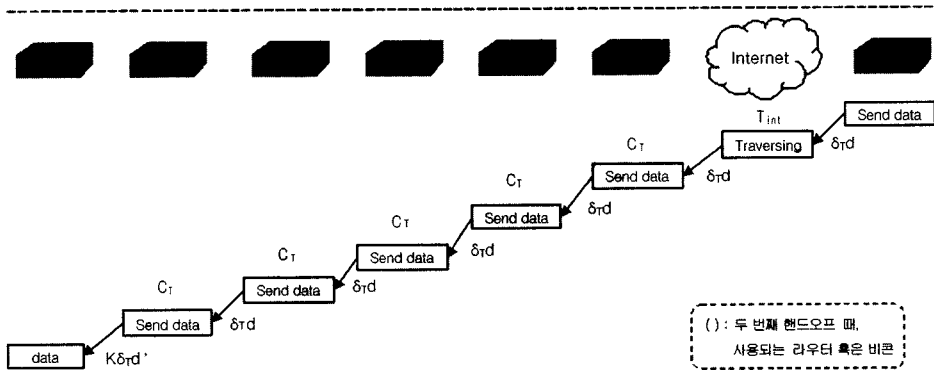
mobile IP 환경에서 멀티미디어 스트리밍 시스템의 성능 분석 결과 QoS에 민감한 시스템에서 라우팅 컨버전스 시간(mobile routing convergence time)이 성능을 결정하는 주요 요소임을 알 수 있다[3]. 본 장에서 모든 라우터들이 동일한 네트워크정보를 가질 때까지 걸리는 시간을 의미하는 라우팅 컨버전스 시간을 이동 노드에서 이동 후 주소 간청(solicitation)에서부터 새로운 주소로 패킷을 받을 때까지 걸리는 시간으로 설정하고, 이 시간동안 영향을 미치는 요소로 핸드오프 지연에 따른 패킷 손실을 가져오는 주소 등록 비용, 새로운 CoA로의 데이터 전송 비용, 터널링 비용, 비콘 프로세싱 비용을

설정하여 모델링한다. 환경 설정은 다음과 같다.

- 이동 노드는 랜덤 이동 모델(random walk mobility model)이다.
- 위치 업데이트는 이동 기반 스키마(movement-based schema)에 기반한다.
- 네트워크 토폴로지는 그림 7과 같이 설정한다.
- 라우터에서 계산되는 프로세싱 비용(processing cost)은 C_A 이다.
- 비콘에서 계산되는 프로세싱 비용은 C_B 이다.
- A노드와 B노드 사이의 전송 비용(transmission cost)은 C_{AB} 이다.
- 전송 비용은 소스와 목적지 사이의 거리에 비례(비례상수 δr)한다.
- 유선에서 노드사이의 거리는 모두 d 로 같다고 가정한다.
- BS과 MH(Mobile Host)사이의 거리는 d' 이다.
- 이동노드의 이동율(mobility rate)은 λ_m 이다.
- 패킷의 도착율(arrival rate)은 λ_a 이다.
- 라우터에서 새로운 CoA로 계산되는 프로세싱 비용은 C_T 이다.
- 인터넷을 통과하는 비용(Traversing cost over inter-



(a) MH에서 HA로 바인딩 업데이트



(b) CN에서 MH로 삼각 라우팅

그림 9 Hierarchical MIPv6에서 HA로 바인딩 업데이트 프로세스 모델링

net)은 T_{int} 이다.

5.1 바인딩 업데이트 비용

Hierarchical MIPv6에서 시그널링 문제를 해결하기 위해 바인딩 업데이트 메시지를 두 곳으로, 즉 HA와 CN으로 보낸다. 제일 먼저 HA로 보내고 패킷이 HA에 의해 터널링 되어 오면, 이 때 비로소 CN으로 바인딩 업데이트 메시지를 보낸다. HA에 BU가 등록 후의 패킷과 CN에 BU가 등록된 후의 패킷을 모두 고려해야 함을 알 수 있다.

5.1.1 Mobile IPv6

(1) HA에서 R1으로 첫 번째 핸드오프

MH가 HA에서 R1의 영역으로 이동하였을 때, HA에게 바인딩 업데이트 메시지를 보낸다. 그림 12(a)를 보면 MH에서 HA로 바인딩 업데이트 비용은 다음과 같다.

$$3C_A + 2C_{mr} + 2C_r$$

이 비용은 MH에서 MAR로 CoA 등록 비용과 같다.

$$3C_A + 2C_{mr} + 2C_r$$

그림 10(a)를 보면 CN으로 바인딩 업데이트 메시지를 보낼 때 발생하는 비용은 다음과 같음을 알 수 있다.

$$2C_A + 2C_B + C_{mr} + C_{rb} + C_{bb} + C_{br} + C_{ri} + C_{ic} + T_{int} = 2C_A + 2C_B + C_{mr} + 5C_{rb} + T_{int}$$

(단, $C_{rb} = C_{bb} = C_{br} = C_{ri} = C_{ic}$)

이에 따라 Hierarchical MIPv6에서 첫 번째 핸드오프가 일어났을 때, 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.

$$8C_A + 2C_B + 5C_{mr} + 9C_{rb} + T_{int} \quad (\text{단, } C_{rb} = C_{rr})$$

(2) R1에서 R2로 두 번째 핸드오프

그림 9(a)와 그림 10(b)을 보면 두 번째 핸드오프가 일어났을 때, 라우터 혹은 노드는 팔호 속에 있는 라우터나 노드로 바뀌게 된다. 이것은 Hierarchical MIPv6에서 일어나는 소프트핸드오프는 첫 번째나 두 번째 핸드오프때 발생하는 바인딩 업데이트 비용이 같다는 것을 의미한다. 따라서 R1에서 R2로의 핸드오프가 일어났을 때, 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.

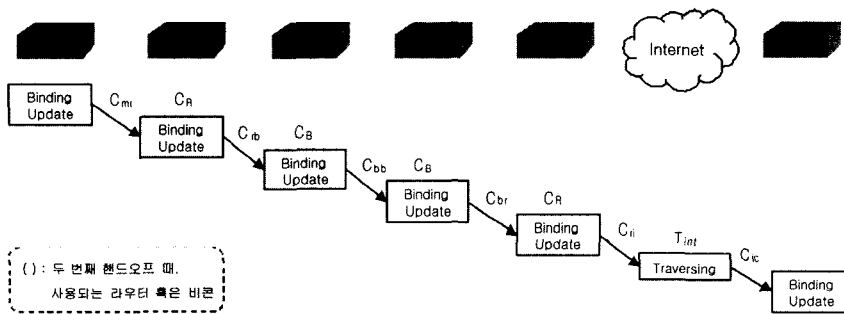
$$8C_A + 2C_B + 5C_{mr} + 9C_{rb} + T_{int}$$

(3) 소프트 핸드오프 때, 바인딩 업데이트 비용

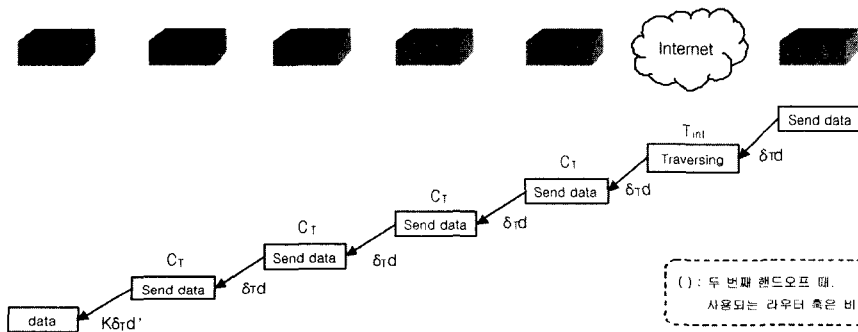
두 번에 걸쳐서 일어나는 핸드오프로 인해 발생하는 바인딩 업데이트 총 비용은 다음과 같다.

$$\text{Binding Update cost/movement} = 2(8C_A + 2C_B + 5C_{mr} + 9C_{rb} + T_{int})$$

① 유선 링크로 연결된 라우터나 비콘들 사이의 평균거리를 d 로 두면, 전송 비용은 평균 거리 d 에 비례하



(a) MH에서 HA로 바인딩 업데이트



(b) CN에서 MH로 삼각 라우팅

그림 10 Hierarchical MIPv6에서 CN으로 바인딩 업데이트 프로세스 모델링

므로, C_{rb} 는 다음과 같다.

$$C_{rb} = \delta_{rd}$$

② 무선 링크로의 전송 비용은 일반적으로 유선 링크에 서보다 높다. 무선 링크로의 전송 비용을 유선 링크 전송 비용보다 k 배 높다고 가정하면, C_{mr} 는 다음과 같다.

$$C_{mr} = k\delta_{rd}'$$

따라서 평균 바인딩 업데이트 비용/이동(average registration cost/movement)은 다음과 같다.

$$2(8C_A + 2C_B + (5d + 9kd')\delta_T + T_{int})$$

MH의 이동률(mobility rate)이 λ_m 이므로, 주소 등록 비용 비용은 다음과 같이 결정된다.

$$Reg_{mip} = \lambda_m [2(8C_A + 2C_B + (5d + 9kd')\delta_T + T_{int})]$$

5.1.2 SNMP 기반의 계층 라우팅

(1) HA에서 R1로의 첫 번째 핸드오프

그림 11(a)에서 제시한 프로시저는 MH가 바인딩 업데이트 메시지를 HA에게 보내지 않고 CN에게 포워드 한다. 그러면 그 중간에 있던 비콘이 바인딩 업데이트 메시지를 받고 자신의 바인딩 캐시를 갱신한 후에 바인딩 응답 메시지를 MH에게 보낸다. 따라서 바인딩 업데이트 비용은 다음과 같다.

$$2C_A + C_B + 2C_{mr} + 2C_{rb}$$

(2) R1에서 R2로의 두 번째 핸드오프

두 번째 핸드오프가 일어나면 첫 번째 핸드오프가 일 어났던 높이보다 한 단계 높은 곳에 있는 비콘에서 바 인딩 업데이트 갱신이 일어난다. 그림 12(a)를 살펴보면 바인딩 업데이트 비용이 다음과 같다.

$$2C_A + 3C_B + 2C_{mr} + 2C_{rb} + 2C_{bb}$$

$$= 2C_A + 3C_B + 2C_{mr} + 4C_{rb} \quad (\text{단, } C_{rb} = C_{bb})$$

(3) 소프트핸드오프 때, 바인딩 업데이트 비용

따라서 평균 바인딩 업데이트 비용/이동(average binding updatecost/movement)은 다음과 같다.

$$2(2C_A + 2C_B + 2C_{mr} + 3C_{rb})$$

MH의 이동률(mobility rate)이 λ_m 이므로, 등록 비용 은 다음과 같이 결정된다.

$$Reg_{mip} = \lambda_m [2(2C_A + 2C_B + (3d + 2kd') \delta_T)]$$

5.2 핸드오프 지연과 패킷 손실

긴 핸드오프 지연은 높은 패킷 손실률을 가져오며 이 는 네트워크 처리율을 감소시킨다. 패킷의 도착률 (arrival rate)를 λ_a 라 하고, 패킷의 도착은 MH의 이동 속도와 무관하다고 가정하면, 기존 mobile IP에서 패킷 손실은 다음과 같다.

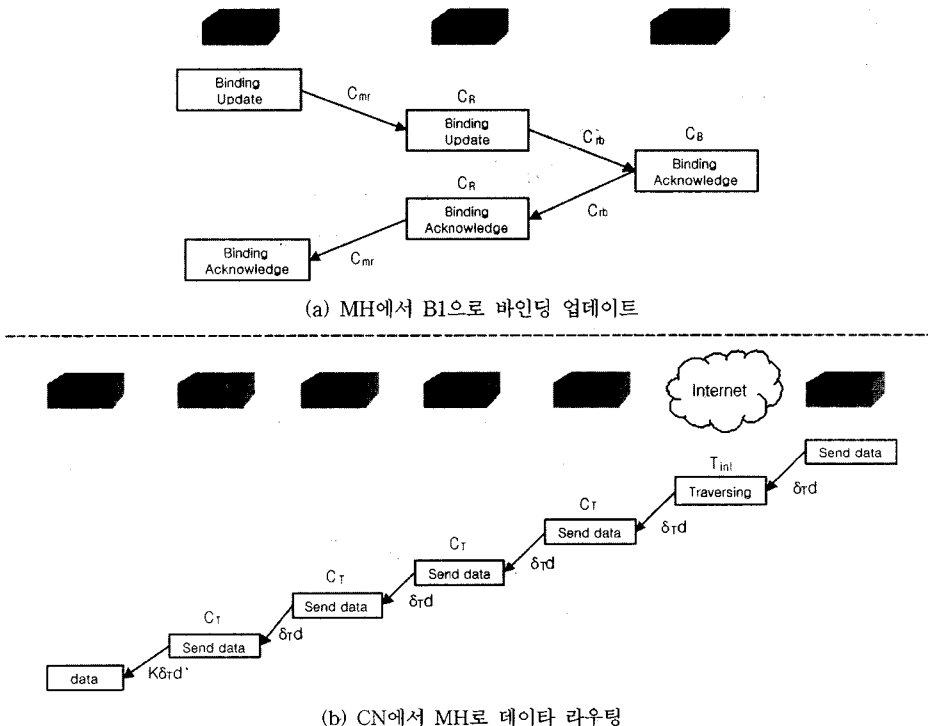


그림 11 SNMP 정보기반 다계층 라우팅을 이용한 첫 번째 핸드오프 프로세스 모델링

평균 패킷 손실/시간(average number of packet drop/unit time)

$$= \lambda_a \lambda_m [2(8C_A + 2C_B + (5d + 9kd') \delta_T + T_{int})]$$

반면, 제시한 기법에서 패킷 손실은 다음과 같다.

평균 패킷 손실/시간

$$= \lambda_a \lambda_m [2(2C_A + 2C_B + (3d + 2kd') \delta_T)]$$

기존 기법과 제시한 기법에서 평균 패킷 손실/시간을 비교해 보면, 제시한 기법에서 패킷의 손실이 적음을 알 수 있다. 제시한 기법에서는 기존 기법보다 중간 라우터와 비콘을 더 적게 거치므로 메시지와 데이터의 전송 거리도 짧아졌고 계층 구조를 가진 토폴로지에서도 인터넷 전송 비용(T_{int})이 제외됨으로 더욱 효율적으로 패킷을 목적지까지 전송한다. 이것은 제시한 기법에서 중간 노드들에서 경로를 최적화시켜주고 CN까지의 바인딩 업데이트 전송비용을 줄여주므로 트래픽을 감소시켜 주어, 패킷의 손실을 적게 해 준다.

5.3 새로운 CoA로 데이터 전송

본 절에서는 이동 노드의 이동 후 CA부터 새로운 CoA로 데이터를 보내는 비용($Cost_{trans}$)을 수식화한다. 기존 mobile IP에서 비용($Cost_{trans}$)은 삼각 라우팅되는 데이터 전송 경로에서의 비용과 데이터 터널링 비용과 최적화된 경로의 합이다. 제시한 기법에서는 첫 번째 패

킷을 보낼 때 필요한 비콘 프로세싱 비용과 최적화된 라우팅 경로에서의 데이터 전송 비용의 합이다.

그림 9(b)와 그림 10(b)의 기존 기법에서 전송비용은 다음과 같다.

$$Cost_{trans} = M(C_T + \delta Td) + N(4C_T + 5\delta Td + k\delta Td' + T_{int})$$

단, $M \geq 1, N \geq 1$ (M 은 핸드오프 수, N 은 패킷 수)

그림 11(b)와 그림 12(b)의 제시한 기법에서 전송 비용은 다음과 같다.

$$Cost_{trans} = N(4C_T + 5\delta Td + k\delta Td' + T_{int})$$

단, $N \geq 1$ (N 은 패킷 수)

위의 기존 기법에서의 전송비용을 보면, 첫 번째 데이터는 삼각 라우팅이 되며 CN까지 바인딩 업데이트를 수행하는 Hierarchical MIPv6 기법에서는 전송 경로의 비용($Cost_{trans}$)이 M 과 N 에 비례해 증가할 것이라는 것을 알 수 있다. 하지만 제시한 기법에서는 첫 번째 패킷에 대해서만 비콘 프로세싱하고, 이후 핸드오프와 터널링 비용 없이 N 이 증가하면서 최적화된 경로로 패킷을 전송한다.

MH가 지속적으로 핸드오프를 하면서 데이터를 받을 경우, Hierarchical MIPv6 기법에서는 핸드오프 수 만큼 전송 비용을 증가시키지만 제시한 계층 라우팅 기법

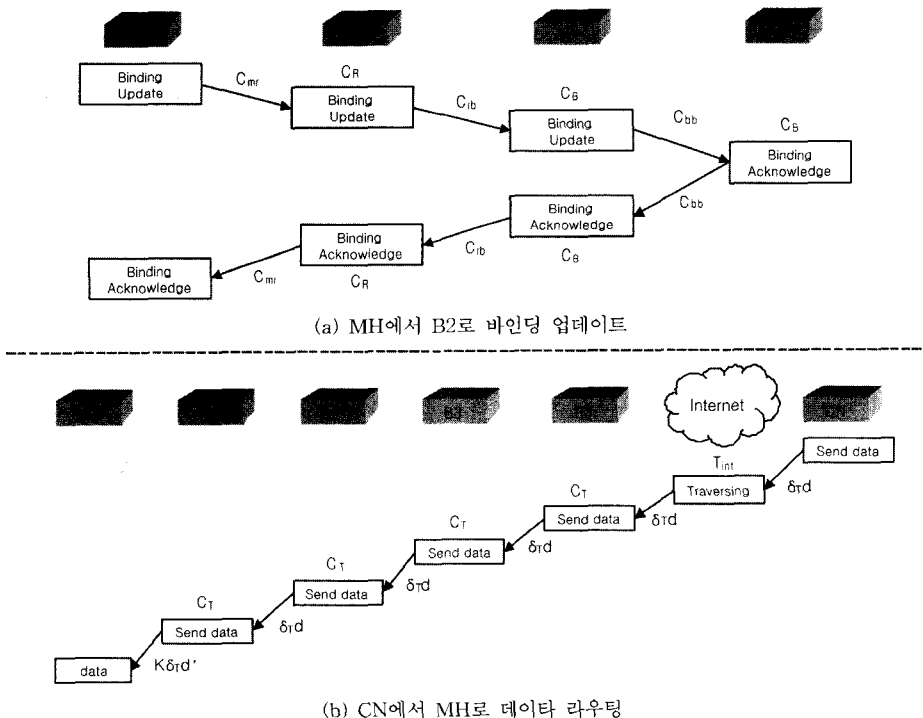


그림 12 SNMP 정보기반 다계층 라우팅을 이용한 두 번째 핸드오프 프로세스 모델링

에서는 핸드오프 수에 영향을 받지 않는다. 따라서, 패킷 손실/시간과 전송 비용을 살펴보면, 제시한 기법이 기존 기법보다 훨씬 비용을 감소시키므로 더욱 효율적임을 알 수 있다.

6. NS-2 시뮬레이션

본 장에서는 5장에서 모델링한 기존 기법과 제시한 기법을 NS-2를 사용해 시뮬레이션 한다. 성능평가 환경은 표 1과 같다.

표 1 시스템 사양과 환경

Hardware	Pentium-IV 1.6Ghz CPU
Operating System	FreeBSD 4.7
Software	NS-2 2.1b6, Mobiwan, Gnuplot
Programming Language	C++, Otcl, Perl, awk

6.1 NS-2 확장

1) Mobiwan

INRIA PLANETE 팀과 공동으로 개발한 MOTO-ROLA 랩에서 NS-2 확장 코드인 Mobiwan을 구현하였다. Mobiwan은 large Wide-Area Network, Local-Area Mobility, Global-Area Mobility에서 Mobile IPv6를 시뮬레이션할 수 있도록 개발된 툴이며 ns-2.1b6과 연동된다.

현재, Mobiwan은 Mobile IPv6과 Mobile IPv6에서 파생된 simple IPv6을 지원하며, 하나의 셀 안에서 자유로이 이동할 수 있는 Local Mobility와한 셀에서 다른 셀로 이동할 수 있도록 Global Mobility를 지원한다. 또한 무선 기술, 이동, 멀티캐스트가 가능하다. 넓은 지형에 분포되어 있는 노드들을 쉽게 조작하고 구성하며 생성할 수 있는 라이브러리인 TOPOMAN과 GT-ITM에서 NS-2로 바꾸어주는 TOPOGEN을 포함하고 있다.

2) 정보 기반을 이용한 Active Network

TascNets사에서는 PANAMA(Protocol for Active Networking with Adaptive Multicast Application) 프로젝트의 일부로 NS-2에서 액티브 네트워크 시뮬레이션 지원을 위한 패키지를 개발하였다. 그러나 이 패키지는 주로 멀티캐스트와 프로젝트에서 구현한 프로토콜인 AER에 맞춰져 있고, 분류기(classifier)를 변경해야 하기 때문에 일반적인 액티브 네트워크를 시뮬레이션하기 힘들다. 따라서 이에 대한 대안으로 본 논문에서는 일반적인 액티브네트워크를 쉽고 간단히 시뮬레이션하도록 다음과 같은 NS 확장 모듈을 추가한다.

• Asnmp 에이전트

분류기를 변경하지 않고 가능하면 간단히 액티브 네트워크를 시뮬레이션 하기 위해서, 스마트 패킷이 액티

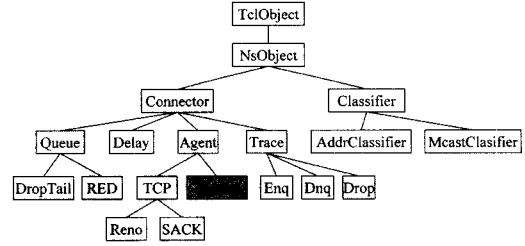


그림 13 Asnmp 에이전트 정의

브 노드 OS의 실행 환경으로 디스패치되어 실행된다는 점에 근거해서 패킷이 액티브 노드로 들어왔을 때 정보 기반의 액티브 노드가 지정해 주는 링크로 패킷을 라우팅하게 해 준다. 이를 위해 Asnmp 에이전트를 정의하고 그림 13과 같이 C++에서 Connector/Agent의 서브클래스(subclass)로 정의한다.

6.2 NS-2 시뮬레이션 시나리오

본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 기존 핸드오프 과정과 본 논문에서 제시한 프로시저의 처리율과 트래픽을 비교하기 위해, 인터넷 프로토콜인 FTP에서의 TCP 패킷의 처리율을 비교대상으로 정하고 어플리케이션 계층에서 Poisson 분포에 따라 지수적으로 증가하는 트래픽을 비교대상으로 정하였다. 제시한 기법과 기존 기법의 차이는 스마트 패킷을 보내기 위해 필요한 Asnmp 에이전트의 유무에 둔다.

시뮬레이션은 이동노드가 이동 전에 인증된 키워드를 받고 통신하고 있는 상태에서 이동만을 하는 상황을 전제한다. 대부분의 경우 이동과 동시에 새로운 인증이 필요한 다른 서버와의 통신을 원하지는 않을 것이다. 따라서 이러한 경우, 이동 전 이미 인증된 키워드를 가지고

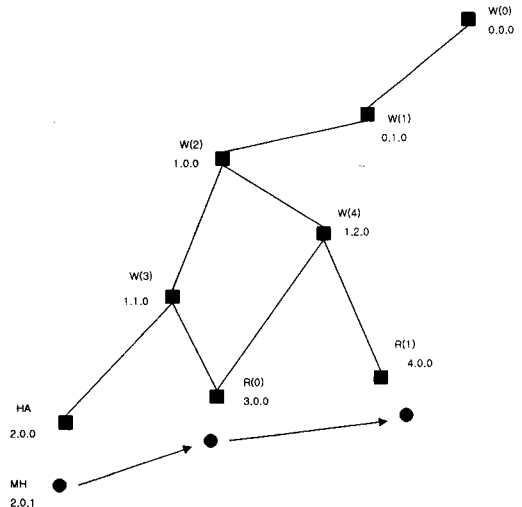


그림 14 시뮬레이션 시나리오

있기 때문에, 이동 후 인증요청 없이 스마트패킷에 키워드를 실어 전송되게 한다. 그림 14는 토폴로지 생성 및 이동 패턴 명세 후의 시뮬레이션 시나리오를 그림으로 나타낸 것이다. 기존 기법에서는 중간 노드인 W(1)와 W(2)는 MAP1과 MAP2로 작동을 하게 되고, 제시한 기법에서는 W(1)와 W(2)가 각각 Beacon1 (Asnmp1)과 Beacon2 (Asnmp2)로 작동을 하게 된다.

6.3 성능 평가

본 논문에서는 성능 평가를 위해 다음 사항에 초점을 두어 추적 데이터 칼럼을 선택을 하였다.

- 처리율 비교
- 트래픽 분석

6.3.1 처리율 비교

그림 15는 시뮬레이션 동안 CN과 이동노드 간 TCP 패킷 처리율을 보여준다. Hierarchical MIPv6는 이동노드가 HA에서 새로운 MAP의 영역에 있는 기본 라우터로 이동하는 동안, BU는 HA와 CN에게 양쪽으로 등록되어야 하고 이동노드가 CN으로 바인딩 업데이트 메시지를 두 노드 사이의 N 홉 수만큼 패킷을 보내야 하지만 본 논문에서 제시한 SNMP 정보기반 라우팅은 HA와 CN으로 BU 메시지를 보내지 않기 때문에 Hierarchical MIPv6를 이용했을 때보다 TCP 처리율 향상이 있음을 확인할 수 있다.

또한 MAP의 영역 안에서 MH가 이동한다 해도 MAP까지만 BU를 보내기 때문에, 이 안에서 일어나는 BU의 전송 홉수는 정보기반 계층 라우팅과 동일하다. 하지만 정보기반 계층 라우팅의 경우는 키워드를 중심으로 패킷이 전송되기 때문에 액티브 노드 안에서 프로세싱 시간이 MAP에서의 IP기반의 전송을 위한 프로세싱 시간보다 효율적이다.

그림 15를 보면 20 sec 전후에 MH가 HA에서 새로운 MAP의 영역 안으로 이동했을 때, BU 메시지와 핸드오프 지연으로 인해 HMIPv6의 처리율은 증가하고

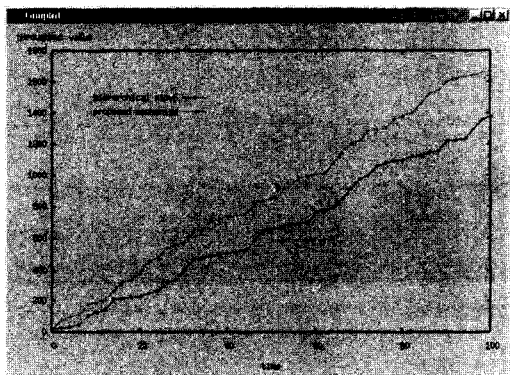


그림 15 throughput 비교 결과

BU 메시지를 최소화한 SNMP 정보기반 계층 라우팅의 처리율은 감소함을 알 수 있다. 동일한 MAP의 영역 안에서 MH가 BS를 바꿀 경우는 처리율이 비슷하지만, 80 sec 전후에 MH가 또 다른 MAP의 영역으로 이동했을 때, 핸드오프 지연으로 인해서 두 처리율의 격차가 벌어진다.

6.3.2 트래픽 분석

인터넷의 빠른 발전과 멀티미디어 어플리케이션 확산은 IP 네트워크에서 지속적으로 증가하는 트래픽을 발생시킨다. 중간에 있는 노드에서 지속적으로 증가하는 패킷들을 처리하면서 생기는 트래픽이 제한한 기법에서 감소되는 것을 볼 수 있다. 이동노드와 CN까지, 또한 이동노드와 HA까지의 바인딩 업데이트 메시지로 인한 네트워크 부하를 줄여주므로 Hierarchical MIPv6에 비해 SNMP 정보기반 계층 라우팅 기법이 트래픽 감소를 보여준다. 이는 이동 후 새로운 CoA를 받은 후부터 액티브 노드와 정보기반의 라우팅을 이용하여 전송 경로를 최적화하였으며 빠른 패킷 처리로 지연 시간이 줄어들면서 트래픽이 감소한 결과이다.

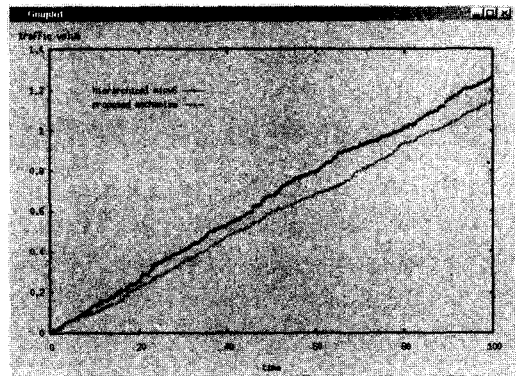


그림 16 traffic 비교 결과

그림 16에서도 마찬가지로 20 sec 전후에 MH가 HA에서 새로운 MAP의 영역 안으로 이동했을 때, BU 메시지와 핸드오프 지연으로 인해 HMIPv6와 SNMP 정보기반 계층 라우팅의 트래픽의 간격이 벌어짐을 알 수 있다. 동일한 MAP의 영역 안에서 MH가 BS를 바꿀 경우는 트래픽이 비슷하지만 80 sec 전후에 MH가 또 다른 MAP의 영역으로 이동했을 때, 핸드오프 지연으로 인해서 Hierarchical MIPv6의 트래픽은 증가하고 제시한 기법의 트래픽은 감소한다.

6.3.3 전체 비교

시뮬레이션을 통해 산출된 데이터를 awk를 이용하여 처리율과 트래픽을 계산하였다. 그리고 시뮬레이션 하는

시간동안 빈번하게 발생하는 데이터들의 전체 값을 비교하여 표 2에 정리하였다.

표 2 HMIPv6와 SNMP 정보 기반 계층 라우팅의 비교

	기존 기법	제안한 기법	비교 (향상)
Throughput	1398.938	1601.102	12.10 %
Traffic	1.26716	1.128152	10.97%

표 2에서 볼 수 있듯이, 처리율은 기존 기법보다 제안한 기법에서 202.164 Byte/ms만큼을 더 처리함으로써, 전체적으로 12.10%가 향상되었다. 트래픽에서도 제안한 기법이 0.139008 Byte/ms 만큼 감소시킴으로써, 전체적으로 10.97%가 향상된 것을 알 수 있다. 이것은 MH가 softer handoff를 할 때, 자신의 위치를 알리기 위한 시그널링이 적어지고 그로 인한 데이터의 트래픽과 손실이 작아졌기 때문이다. 또한 Active Node를 이용한 시그널링의 최소화는 MH가 이동하기 전의 홈 에이전트에 게로 보낸 데이터를 다시 MH에게 보내는 작업을 줄여 주므로, 트래픽의 감소와 처리율의 향상을 가져온다.

7. 결론 및 향후 과제

본 연구의 목적은 mobile IP에서 QoS가 보장되지 않는 문제를 해결하는 것이다. mobile IP에서 QoS는 핸드오프 지연과 밀접히 연관되어 있으며, 이동 환경에서 멀티미디어 서비스나 실시간 서비스 제공 시 매우 중요시되는 문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 액티브 네트워크에서의 정보기반 라우팅에 키워드 관리 방법을 추가한 SNMP 정보 기반 계층 라우팅을 제시하였고, 이를 이용하여 핸드오프 지연을 최소화하는 QoS 향상 기법을 제시하였다. 또한 기존 핸드오프 기법과 함께 제시한 기법에서 필요한 요소를 모델링한 후, NS-2를 사용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과, 본 논문에서 제안한 기법은 시그널링 문제와 핸드오프 지연을 해결함으로써 TCP 패킷 처리율을 향상시키고, 어플리케이션 트래픽을 감소시킴으로 Hierarchical MIPv6 기법보다 전체적으로 향상되었음을 확인할 수 있었다. 이는 제시한 기법이 핸드오프 지연을 최소화함으로써, 결과적으로 QoS가 향상되었음을 입증하고 있다.

추후 연구로 현재 논문에서 제시한 기법을 모바일 노드들이 많아 지면서 Ad hoc 환경이 만들어 졌을 때, 다계층의 유선노드와 다계층의 무선노드를 통하여 전달되는 패킷의 QoS 향상을 시뮬레이션을 진행중이다.

참 고 문 헌

[1] 고건영, 김종권, "Mobile IP Improvement for Micro Mobility Support," 한국정보과학회, 추계학술발표,

2001.

- [2] Stefan Schemid, Joe Finney, Andrew Scott, Doug Shepherd, "Active Component Driven Network Handoff for Mobile Multimedia System," Proceedings of the 7th International Workshop on Interactive Distributed Multimedia Systems and Telecommunications (IDMS), October 2000.
- [3] Dan Chalmers, Morris sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environment," IEEE Communication surveys, Second Quarter 1999.
- [4] Hesham Soliman et al., "Hierarchical MIPv6 mobility management," draft-ietf-moblieip-hmipv6-02.txt, Feb. 2001.
- [5] Esko Kupiainen, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management," Feb. 2003.
- [6] D. L. Tennenhouse, J. M. Smith, W. D. Sincoskie, D. J. Wetherall, and G. J. Minden, "A Survey of Active Network Research," IEEE Communications Magazine, Vol. 35, No. 1, pp. 80-86, January 1997.
- [7] D. Scott Alexander, Bob Braden, Carl A. Gunter, Alden W. Jackson Angelos D. Keromytis Gary J. Minden and David Wetherall, "Active Network Encapsulation Protocol (ANEP)," RFC, ANEP documentation, April 1997.
- [8] D. L. Tennenhouse and D. J. Wetherall, "Toward an active network architecture," ACM Computer Communication Review, 26(2):5-18, 1996.
- [9] Amit B. Kulkarni and Gary J. Minden, "Active Networking Services for Wired/Wireless Networks," INFOCOM '99, 1999.
- [10] <http://www.itc.ku.edu/~ananth/845.html>, Beacon Routing in Active Network".
- [11] Mark A. Miller, PE, "Inside Secrets SNMP Managing Internetworks," 삼각형프레스, 1998.
- [12] Yu Wang, Weidong Chen, Joseph S.M.Ho, "Performance Analysis of Adaptive Location Management for Mobile IP," Technical Report 97-CSE-13, Southern Methodist University, 1997.
- [13] "The CMU Monarch Project's Wireless and Mobility Extension to ns," The CMU Monarch Project, August 1999.
- [14] Anil K., Gopinath, "Implementing New Internet Services using an Active Network".

류 상 훈

2002년 고려대학교 이과대학 컴퓨터학과 학사. 2002년~현재 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 석사과정. 관심분야는 무선 이동, 차세대 네트워크, 망 관리



박수현

1988년 고려대학교 이과대학 컴퓨터학과 학사. 1990년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 석사. 1990년~1999년 LG 정보통신 1996년~1999년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 박사. 1999년~2001년 동의대학교 컴퓨터영상 공학부 교수. 2002년~현재 국민 대학교 비즈니스IT학부 교수. 관심분야는 망 관리, 이동통신, 소프트웨어 공학



이이섭

1988년 서강대학교 이공대학 수학과 학사. 1990년 서강대학교 대학원 컴퓨터학과 석사. 1990년~1992년 삼성종합기술원. 1993년~1995년 삼성SDS 정보기술연구소. 1996년~1998년 삼성경영기술대학 정보통신학과. 1999년~현재 삼성 SDS 솔루션개발 센터. 1997년~현재 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 워크플로우, 네트워크, 메타데이터



장한이

2001년 숙명여자대학교 컴퓨터과학과(학사). 2001년~2002년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 석사과정. 2002년~현재 LG 전자. 관심분야는 망관리, 이동컴퓨팅, 차세대 네트워크



백두권

1974년 고려대학교 수학과 석사. 1976년 고려대학교 대학원 산업공학과 석사. 1983년 Wayne State Univ. 전산학과 석사. 1986년 Wayne State Univ. 전산학과 박사. 1986년~현재 고려대학교 컴퓨터학과 교수. 1991년~현재 ISO/IEC FTCl/SC32 국내위원회 위원장. 1989년~현재 한국 정보과학회 이상/평의원. 2002년~현재 한국 시뮬레이션 학회 회장. 2002년~현재 고려대학교 정보통신대학 학장. 2002년~현재 과학기술정보표준위원회 위원장. 관심분야는 메타데이터, 소프트웨어공학, 시뮬레이션, 이동통신