

이동하는 차량 네트워크에서 멀티캐스팅 지원의 통합 HIP-PMIPv6 핸드오프 기법의 성능분석

길 명 수[†] · 이 승 현^{**} · 정 종 필^{***}

요 약

본 논문에서 제안한 이동성 관리 기법은 PMIPv6(Proxy Mobile IPv6) 네트워크에서 HIP(Host Identity Protocol)과 멀티캐스팅을 기반으로 하며, 사용자는 서로 다른 관리 도메인간의 핸드오프가 허용된다. 이 기법의 주요 장점은 감소하는 시그널링 오버헤드와 패킷 손실을 가지는 두 가지 타입 노드의 도메인간 핸드오프를 가능하게 하는 것이다. 다시 말해서 이 기법은 네트워크 기반 이동성 지원기법인 멀티캐스팅 지원의 PMIPv6와 호스트 기반 이동성 지원방식인 HIP간의 상호작용을 가능하게 한다. 성능평가는 이 기법이 다른 전역적 이동성 관리 프로토콜과 비교하여 핸드오프 지연과 패킷 손실 측면에서 향상된다는 것을 입증한다.

키워드 : HIP, PMIPv6, 멀티캐스팅, 핸드오프

Performance Analysis of Integrated HIP-PMIPv6 with Multicasting Handoff Scheme in Mobile Vehicular Networks

Myungsoo Gil[†] · Seunghyun Lee^{**} · Jongpil Jeong^{***}

ABSTRACT

Our proposed mobility management scheme is based on Multicasting and HIP(Host Identity Protocol) in PMIPv6(Proxy Mobile IPv6) Networks, and allows users to handoff within and across different administrative domains. The main advantage of our scheme is to enable the inter-domain handoff of both types of nodes with a reduced signalling overhead and packet losses. Specifically, the scheme enables the interworking between host-based and network-based mobility support, by means of the interaction between PMIPv6 with Multicasting and HIP. Performance evaluations demonstrate that our scheme improves the handoff latency and packet losses compared to other global mobility management protocols.

Keywords : HIP, PMIPv6, Multicasting, Handoff

1. 서 론

이동하는 차량 네트워크에서 부가장치 요소의 변화, 다른 유형의 네트워크 접근 혹은 다른 관리 도메인의 존재와 상관없는 통신 연속성의 보장과 같은 문제들을 다루는 이동성 지원을 위한 여러 프로토콜(Mobile IP [1], NEMO Basic Support [2], PMIPv6(Proxy Mobile IPv6) [3], HIP(Host Identity Protocol) [4])들이 IETF에서 표준화되었다. 그러나 각각의 프로토콜이 개별적으로 이동하는 차량 네트워크에서

배포되었을 때 이들을 동적으로 이동하는 차량 시나리오에 적용하기에는 부족함이 있다.

이 기법은 멀티캐스팅을 지원하는 PMIPv6과 HIP간의 상호작용 측면에서 호스트 기반 이동성 지원과 네트워크 기반 이동성 지원간의 상호작용을 가능하게 한다. 관리 도메인 내에서 위치 업데이트의 효율적인 전달과 효율적으로 이동성 네트워크에 있는 노드들을 클러스터링하는 것이 목표이다. 동시에 이 기법은 노드가 다른 도메인으로 이동할 때 끊임없는 통신을 허용하고 패킷의 전역적 중단장치간 라우팅에 변화가 발생한다.

이동성을 지원받기 위해 차량 라우터에 의존하는 레거시(Legacy) 노드와 자신의 이동성을 관리할 수 있는 HIP이 이용 가능한 노드 등의 두 가지 노드가 고려된다. 첫 번째 타입은 항상 같은 MR(Mobile Router)에 연결되어 이동하는 컴퓨터를 나타낸다. 그것은 또한 다른 도메인간의 이동성

※ 본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0024695).

† 준 회 원 : 성균관대학교 정보통신대학원 석사과정

** 정 회 원 : 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정

*** 정 회 원 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수(교신저자)

논문접수 : 2011년 6월 20일

수정일 : 1차 2011년 8월 1일

심사완료 : 2011년 8월 7일

지원을 위한 차량의 MR에 의존하는 승객의 종단장치를 나타낸다. 두 번째 타입은 자신의 이동성을 지원하는 승객의 종단장치이다. 원활한 통신을 유지하면서 하나의 MR에서 다른 MR로 그들의 연결을 이동할 수 있거나, 하나의 MR에서 하나의 다른 AR(Access Router)로 그들의 연결을 이동할 수 있다. 이것은 심지어 이동 중에 다른 관리 도메인으로 내리는 경우에도 제공된다.

Hybrid HIP-PMIPv6 [5]의 확장 개념으로, 제안기법은 PMIPv6 네트워크에서 HIP과 멀티캐스팅을 기반으로 한다. 그리고 도메인간 핸드오프에서 시그널링 오버헤드를 감소시킨다. 성능평가에서 제안기법은 다른 전역적 이동관리 프로토콜보다 더 나은 성능의 핸드오프 지연 및 패킷 손실을 보여준다.

이 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 이동성 제공의 주요 표준 기법들과 멀티캐스팅 적용에 대해 간단히 기술한다. 3장에서는 제안한 기법을 기술한다. 4장에서는 성능 분석을 기술한다. 5장은 좀 더 심도 있는 관점을 가지고 이 논문을 결론 내린다.

2. 관련 연구

이 장은 이동성 제공의 주요 표준에 대한 간략한 설명을 제공하고, 차량 시나리오에 대한 이들 표준의 적용 및 확장 등을 기술한다.

PMIPv6 [3]는 MIPv6(Mobile IPv6)같은 호스트 기반의 이동성 관리 접근에 비해 몇 가지 이점을 갖는다. 먼저 네트워크가 MN(Mobile Node)을 대신해 시그널링을 수행하기 때문에 MN은 어떠한 시그널링에도 관여할 필요가 없다. 따라서 PMIPv6는 통신시 시그널링 오버헤드를 감소시키고 리소스를 효율적으로 이용한다. 또한 PMIPv6는 MN의 어떠한 수 정도 필요하지 않으므로 다양한 형태의 서비스를 제공할 수 있다. 결국 PMIPv6는 네트워크 트래픽을 효율적으로 제어하여 네트워크 제공자들이 네트워크를 쉽게 관리할 수 있게 한다. 그러나 PMIPv6는 호스트 전역 이동성을 지원하지 않는다는 단점도 가지고 있다. PMIPv6는 지역적 도메인에서 MN에게 네트워크 기반의 이동성관리 지원을 제공하기 위해 설계되었기 때문에 도메인간 이동의 경우 문제가 발생한다.

근거리를 이동하는 시나리오에서 HIP의 시그널링 오버헤드를 줄이는 기법은 [7]에 설명된다. MN의 로컬 IP주소를 전역적 라우팅 IP주소로 변환하는 LRVS(Local Rendezvous Server)를 소개한다. 도메인간 핸드오프에 대해서 MN은 오직 LRVS 에만 IP주소의 변경을 알린다. 도메인간 핸드오프에 대해서 MN은 먼저 새로운 LRVS에 등록 한 다음, 패킷의 임시 라디렉션에 대해서는 기존 LRVS를 사용한다. 마지막으로 새로운 LRVS는 MN을 대신해서 CN(Correspondent Node)에게 위치 업데이트를 보낸다.

[8],[9]는 네트워크 계층의 이동성 프로토콜과 HIP의 조합을 보여준다. HarMoNy [8]는 NBS(NEMO Basic Support)에서 사용된 HIP에게 이동성 네트워크 지원을 제공하는 의

미로써 전역 이동성 지원을 제공하는 것을 목표로 한다. [9]는 HIP과 PMIPv6의 결합을 통해 더 적은 시그널링 오버헤드를 가지는 근거리의 이동성 기법을 가능하게 하는 것이다. 그러나 이 기법은 비상 시스템에만 적합하며 오직 HIP이 이용 가능한 노드만 지원한다.

Hybrid HIP-PMIPv6 [5]는 두 가지 타입 노드의 도메인간 핸드오프에서 시그널링 오버헤드를 줄여준다. 구체적으로 이 기법은 네트워크 기반 이동성 지원 방식인 PMIPv6와 호스트 기반 이동성 지원 방식인 HIP간의 상호작용을 가능하게 한다.

[10]의 PMIPv6 멀티캐스팅에 대하여 제안된 여러 기법은 터널 컨버전스(Tunnel Convergence)로 불리는 문제와 MLD(Multicast Listener Discovery) query/report에 의해 발생하는 핸드오프 지연문제를 해결하기 위하여 PMIPv6의 LMA(Local Mobility Anchor)로부터 분리된 멀티캐스트 라우터 기능을 제안한다. MN이 새로운 네트워크로 이동할 때 oMAG(old MAG)는 nMAG(new MAG)에게 MN_ID와 현재 MAG의 IP주소 및 멀티캐스트 IP주소를 포함한 컨텍스트 전송메시지를 전달할 것이다. 그러면 nMAG는 서브넷 도메인내의 같은 그룹에 가입한 수신 노드가 있는지 확인할 것이다. 이런 경우가 아니라면 nMAG는 멀티캐스트 라우터에게 MLD report를 보내서 그 그룹에 가입한다.

[11]은 PMIPv6 멀티캐스팅에 대한 빠른 핸드오프에서 PMIPv6 기반의 이동성 멀티캐스팅 기법을 향상시키기 위한 기법을 제안한다. 이 기법은 oMAG와 MN에게 멀티캐스트 데이터를 전송하기 위한 양방향 터널을 설정하기 위해 멀티캐스트 컨텍스트(Context) 정보를 지속적으로 필요로 하는 nMAG간의 양방향 터널을 명시해서 핸드오프 지연과 패킷 손실을 줄일 수 있다. 이 컨텍스트 정보는 MN_ID를 포함한다.

[12]의 멀티캐스트에 대한 PMIPv6 확장에서 MAG는 MLD 프락시(Proxy)로써 동작한다. MN이 nMAG에 연결될 때마다 nMAG는 oMAG에게 컨텍스트 전송 정보를 요청한다. oMAG는 nMAG에게 MN 프로파일을 전송하기 위해 컨텍스트 전송 프로토콜을 사용할 수 있다. nMAG는 LMA에게 PBU-M(Proxy Binding Update for Multicasting)을 보내서 MN을 대표해서 멀티캐스트 채널을 신청한다. LMA는 PBA(Proxy Binding ACK)로 nMAG에게 응답한다. 만약 PBA 메시지의 상태 필드에 '0'이 들어가 있으면 그것은 PBU가 받아들여졌다는 것을 의미하고, 그러면 nMAG는 LMA로부터 전송된 멀티캐스트 데이터 패킷의 전달을 위해서 LMA와 nMAG간에 멀티캐스트 터널을 설정할 것이다. 이 작업 후에 새로운 멀티캐스트 데이터 패킷을 받기 위해 MN은 nMAG와 MLD query와 report 메시지를 교환할 것이고, 더 나아가 nMAG는 LMA와 MLD report 메시지를 교환할 것이다.

이 논문에서 제안한 기법은 이동성이 낮은 HIP이 이용 가능한 어떤 타입의 노드들이라도 지원한다. 종단장치에 설치되는 네트워크 계층의 이동성 프로토콜은 필요가 없으며 MR을 통해 종단장치로 인터넷 접속을 할 수 있다. 반면에

이미 표준화된 프로토콜 이외에 인프라 측면에서 다른 어떠한 추가사항도 요구하지 않는다.

3. 제안기법

이동하는 차량 시나리오에서 노드에 원활한 인터넷 접속을 제공하기 위하여 이미 설명한 두 가지 카테고리 노드를 나누고 시스템 모델을 다음과 같이 정의한다.

네트워크 측면에서 모든 관리 도메인은 멀티캐스팅을 지원하는 PMIPv6 도메인으로 간주된다. 하나의 노드가 다른 멀티캐스팅을 지원하는 PMIPv6 도메인간에 접속을 할 수 있게 하기 위해 새 도메인에서 L2(Layer 2) 연결 접속을 허가하는 인증 방법이 있다고 가정한다. 도메인은 다음에 나오는 느슨한 연결구조(Loose Coupling Architecture)와 연관된다. 각각의 도메인은 차량/노드에게 접속을 제공하는 RSU(Road Side Units)를 가지며 이러한 RSU들은 AR/MAG으로써 작동한다고 가정한다. 사용자 측면에서 각각의 차량은 외부 네트워크에 연결하기 위해 OBU(On Board Unit)를 가진다.

이 논문에서는 또한 HIP이 이용 가능하거나 프락시 HIP에 숨겨져 독단적으로 위치한 CN과의 통신도 고려한다. DNS와 RVS(Redezvous Server)는 각각 FQDN(Full Qualified Domain Names)를 HI(Host Identities)로 변환하고, HI를 IP주소로 변환하는데 유용하다.

3.1 초기화

MR이 처음으로 멀티캐스팅을 지원하는 PMIPv6 도메인에 들어갈 때 새로운 연결을 위한 PMIPv6에서 정의된 일반적인 단계는 다음과 같다. MR은 홈네트워크 프리픽스(Prefix) 즉, PMIPv6 도메인안에서 영구적인 프리픽스를 포함하는 RA(Router Advertisement)를 받는다. 한편 이동하는 차량의 로컬 네트워크를 사용하는 로컬 노드에 대하여 MR은 로컬 통신용으로 만들어진 전역적 주소설정을 감안한 로컬 IPv6 유니캐스트 프리픽스를 지속적으로 광고한다.

한번 PMIPv6 초기화가 완료되면 MR은 HIP이 이용 가능한 로컬 노드를 확인한다. 모든 로컬 노드들에게 기회(Opportunistic) 모드(즉, 목적지 호스트 ID가 NULL로 설정)에서 I1-type 메시지를 보낸다. 표준에 따라 오직 HIP이 이용 가능한 노드만이 R1-type 혹은 알림 패킷인 그 메시지에 응답한다. 레거시 노드는 Type 3 ICMP 메시지로 응답한다.

각 레거시 노드에 대해서 MR은 프락시 HIP로써 동작한다. 노드당 하나의 호스트 ID를 생성하고 노드의 IP주소를 포함하는 로컬 캐시에 그것을 저장한다. 이 시점에서 레거시 노드는 인터넷에 대한 접속을 초기화할 것이다. 반면에 각각의 HIP이 이용 가능한 노드에 대해 MR은 [7]과 유사한 mMAG(mobile MAG)로 동작한다. 이런 이유로 MR은 HIP이 이용 가능한 노드를 등록하기 위해 LMA에게 PBU를 보내고 LMA는 할당된 네트워크 프리픽스에 대한 정보를 되돌려 보낸다. 다음으로 MR은 유니캐스트 메시지로 HIP이 이

용 가능한 노드에게 그 프리픽스를 알린다. IP주소를 설정한 후 HIP이 이용 가능한 노드는 인터넷 접속을 시작할 것이다.

외부 노드에서 차량의 로컬 노드로 통신을 초기화할 수 있게 MR은 각각의 레거시 노드를 대신하여 RVS와 DNS에게 업데이트 메시지를 보낼 것이다. HIP이 이용 가능한 노드의 경우 초기화 단계 동안 오직 RVS에게 보내는 업데이트 메시지만이 필요하다.

3.2 종단간 통신

레거시 노드가 인터넷에서 서버 혹은 CN과 통신하려면 먼저 CN의 IP주소를 얻기 위해 DNS 쿼리를 보낸다. 프락시 HIP과 유사하게 MR은 이 쿼리를 가로채고 자신의 주소로 패킷의 소스 주소를 변경한다. DNS로부터 응답이 도착하면 MR은 패킷을 검사하고 CN과 관련된 정보(즉, 호스트 ID와 IP주소)를 저장한다. 그러면 응답 패킷은 레거시 노드로 전달된다.

레거시 노드에서 CN으로 첫 번째 데이터 패킷이 수신되면 MR은 CN과 HIP 기본교환을 시작한다. 이것은 MR과 CN 간의 SA(Security Association)를 수립하는 네방향 핸드셰이크이다(즉, 노드의 HI, MR의 IP, CN의 HI, CN의 IP간의 연결). 각각의 발신되는 패킷에 대해서 MR은 그 패킷의 소스 주소로써 자신의 IP를 가지고 IP헤더를 제거하고 새로운 ESP SA 헤더를 생성한다. 각각의 수신되는 패킷에 대해서 MR은 로컬 캐시안에 연결정보를 저장한다. 그러면, 패킷의 ESP 캡슐화는 제거되고 레거시 노드에게 패킷이 전달된다.

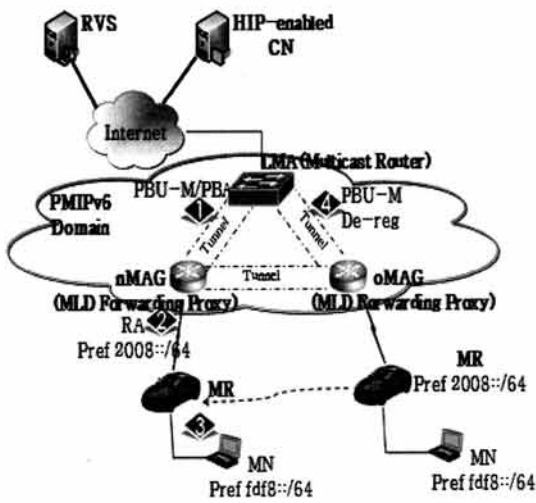
반면에 통신은 각각의 노드에 의해 자체적으로 관리되는 HIP이 이용 가능한 노드로부터 시작된다. 첫 번째 데이터 패킷을 전송하기 전에 노드는 노드의 HI, 노드의 IP, CN의 HI, CN의 IP와 연결되면서 CN과 HIP 핸드셰이크를 수행한다. 패킷은 IPSec ESP로 캡슐화되고 보내지는 SA를 통해서 전달된다. MR은 ESP-protected 패킷을 받을 때 패킷에서 확인된 목적지 주소를 보고 올바른 방향으로 간단하게 전달한다.

3.3 도메인내 핸드오프

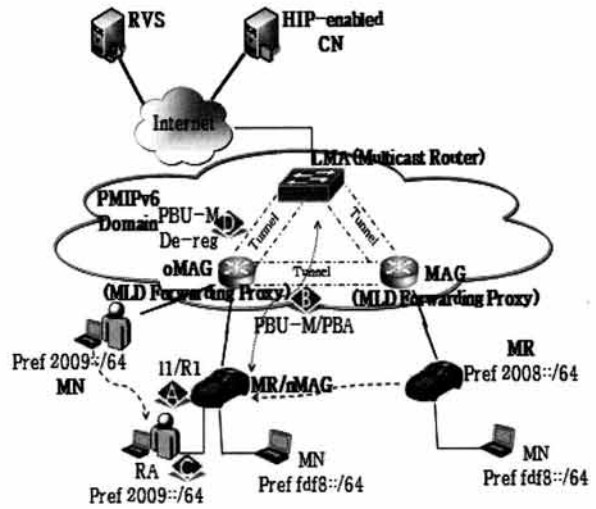
도메인내 핸드오프는 동일한 PMIPv6 도메인 내부에 새로 부가된 장치와의 연결 움직임을 포함한다. MN의 두 가지 타입에 대한 도메인내 핸드오프 절차는 (그림 1)에 설명한다.

3.3.1 레거시 노드

레거시 노드를 제공하는 차량이 같은 도메인내에서 새로운 MAG로 연결할 때 핸드오프가 발생한다. 그 결과 새로운 MAG가 연결을 감지하고 PMIPv6에서 정의된 연결에 대한 정상적인 시그널링을 가지고 진행되도록 PMIPv6의 기능이 활성화된다(그림 1-1). 그런 다음 MAG는 MR에 동일한 프리픽스를 알리므로(그림 1-2), MR은 네트워크 계층에서 어떠한 변경 사항도 인지하지 않는다. 레거시 노드는 동일하게 광고된 유일한 로컬 프리픽스를 받고(그림 1-3), 네트워크 계층에서 어떠한 변경 사항도 인지하지 않는다. MR의



(그림 1) 도메인내 핸드오프에서 레거시 노드 시그널링



(그림 2) 도메인내 핸드오프에서 HIP이 이용 가능한 노드의 시그널링

IP주소는 변하지 않은 채로 남아있고 MR은 프락시 HIP으로써 동작하는 동안 HIP 세션의 어떠한 업데이트도 필요하지 않다. 등록 취소 메시지는 연결 끊김이 감지되자마자 oMAG에서 LMA로 보내진다(그림 1-4).

3.3.2 HIP 이용 가능 노드

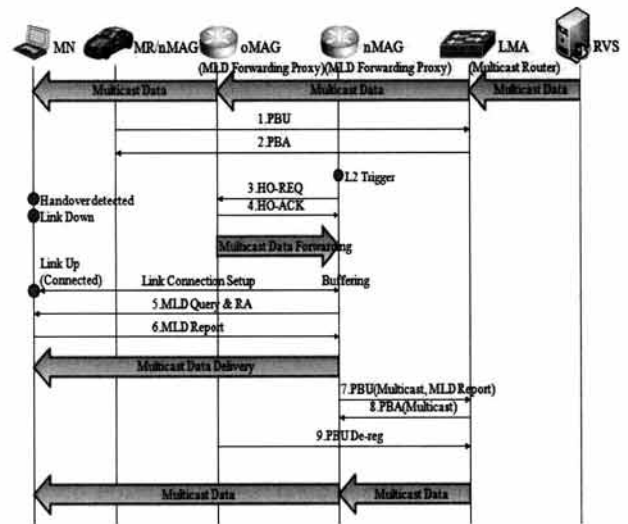
도메인내 핸드오프가 HIP이 이용 가능한 노드에 대해 발생하는 경우는 노드가 위치하는 차량이 새로운 MAG로 연결을 이동시킬 때와 노드 자체가 새로운 MAG로 연결을 이동시킬 때이다. 이러한 경우 시그널링은 레거시 노드의 도메인내 핸드오프와 동일하다. 그 결과 HIP이 이용 가능한 노드는 네트워크 계층에서 연결의 변화를 인지하지 않는다.

다른 경우는 노드가 새로운 MR로 연결을 이동시킬 때이다. 노드가 HIP이 이용 가능한 노드라면 새로운 MR은 처음으로 그 연결을 확인한다(그림 2-A). 그런 다음 새로운 MR은 mMAG으로써 동작하고 동일한 네트워크 프리픽스 광고에서 발생하는(그림 2-C) 새로운 연결에 대하여 LMA에게 신호를 보낸다(그림 2-B). 노드의 네트워크 계층이 변하지 않았기 때문에 어떤 HIP 세션도 업데이트되지 않았다. 등록 취소 메시지는 연결 끊김이 감지되자마자 oMAG에서 LMA로 보내진다(그림 2-D).

3.3.3 oMAG에서 패킷 전달을 통한 멀티캐스팅

nMAG는 L2 트리거를 사용하여 핸드오프를 감지하며, 그 후 oMAG에게 HO-REQ(Handoff Request) 메시지를 보낸다. oMAG는 nMAG에게 HO-ACK(Handoff Acknowledgement) 메시지를 보냄으로써 MN의 멀티캐스트 정보를 보낸다. HO-ACK 메시지는 MN_ID와 멀티캐스트 그룹 주소를 포함한다. nMAG는 또한 oMAG에게 멀티캐스트 데이터 패킷 전달을 요청한다. oMAG와 nMAG간에 터널이 설정되고 멀티캐스트 데이터 패킷은 oMAG에서 nMAG로 전달된다.

새로운 링크 연결이 설정된 후 nMAG는 MN에게 MLD query와 RA를 보낸다. MN은 nMAG에게 MLD report를 돌



(그림 3) oMAG에서 nMAG으로의 패킷 전달

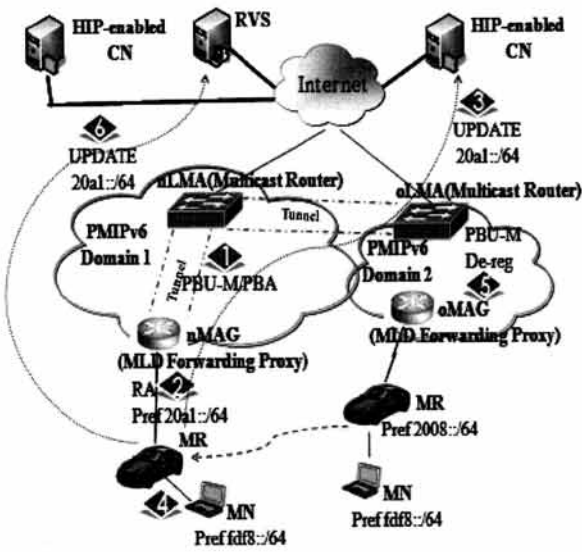
려보내고 멀티캐스트 데이터 패킷은 MLD report 후에 MN에게 전송된다. nMAG는 MN을 대표해서 멀티캐스트 채널에 가입하고 멀티캐스트 주소 및 MLD report와 함께 LMA에게 PBU를 전송한다. LMA는 nMAG에게 PBA 메시지를 돌려 보내고, 새로운 멀티캐스트 터널이 멀티캐스트 데이터를 전달하기 위해 LMA와 nMAG간에 설정된다.

3.4 도메인간 핸드오프

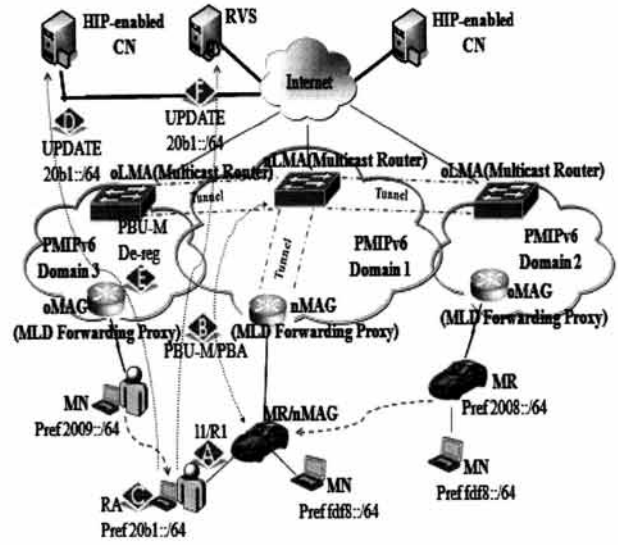
도메인간 핸드오프는 다른 PMIPv6 도메인과의 연결 움직임을 포함하고 있다. 두 가지 타입 노드에 대한 도메인간 핸드오프 과정은 (그림 4)과 (그림 5)에 설명한다.

3.4.1 레거시 노드

3.3.1절에서 설명한 내용과 매우 유사하다. 단지 nLMA (new LMA)가 처음으로 MR을 등록하는 차이점을 가지고 있으며 새로운 도메인에서 교환되는 연결 시그널링이 있다



(그림 4) 도메인간 핸드오프에서 레거시 노드의 시그널링



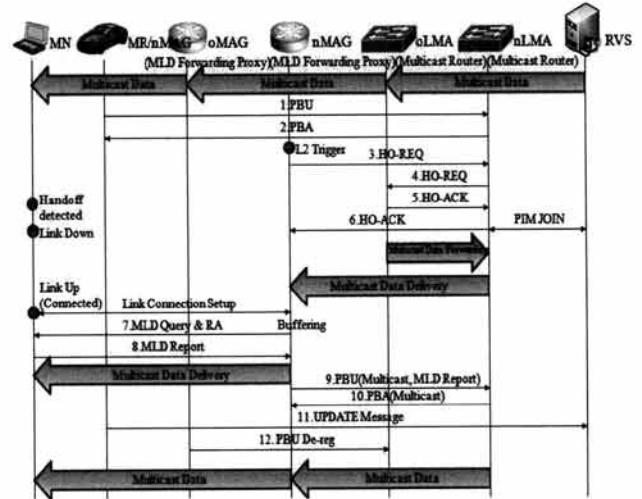
(그림 5) 도메인간 핸드오프에서 HIP이 이용 가능한 노드의 시그널링

(그림 4-1). MAG는 MR에게 새롭게 할당된 네트워크 프리픽스를 광고한다(그림 4-2). 이 시점에서 MR은 네트워크의 변화를 감지하고 레거시 노드의 HIP 통신에 대한 프락시로써 업데이트를 진행한다. 각각의 연결에 대해 MR은 로케이터(Locator)로써 새로운 MR의 IP를 나타내는 CN에게 업데이트 메시지를 보낸다(그림 4-3). 비록 로케이터에 할당된 주소로 피어(Peer)의 도달가능성을 확인할 수 없더라도 CN이 새로운 로케이터를 사용하도록 Credit 기반의 인가 메커니즘 [13]을 사용한다. CN이 업데이트 패킷을 받은 직후 양측은 적극적인 통신을 위해 새 IP주소 사용을 시작한다. 실제로 새 주소의 확인은 나중에 MR과 CN간에 교환된 두 개 이상의 업데이트 패킷을 가지고 완료되지만 현재 통신의 연속성에 영향을 주지는 않는다. 레거시 노드는 동일하게 광고된 유일한 로컬 프리픽스를 받고(그림 4-4), 등록 취소 메시지는 연결 끊김이 감지되자마자 oMAG에서 LMA로 보내진다(그림 4-5). 덧붙여 핸드오프가 MR에 대해 발생하면 MR는 CN이 그들의 새로운 위치로 통신을 할 수 있도록 하기 위해 RVS로 업데이트 메시지를 보낼 것이다 (그림 4-6).

3.4.2 HIP 이용 가능 노드

3.3.2절에 설명한 내용은 HIP이 이용 가능한 노드의 도메인간 핸드오프에 적용된다. 그러나 이 경우 새로 부가된 장치는 다른 PMIPv6 도메인에 속한다.

만약 노드가 다른 PMIPv6 도메인에 있는 MAG로 이동한다면 시그널링은 레거시 노드의 도메인간 핸드오프에 대하여 설명한 것과 동일하다. 유일한 차이점은 노드 자신에 행한 HIP 세션 업데이트다. 다른 한편으로 만약 노드가 다른 PMIPv6 도메인에 있는 MR로 이동한다면, MR은 그 연결을 확인하고(그림 5-A) 새로운 연결에 대하여 LMA에게 신호를 보낸다(그림 5-B). MR은 한번 노드에 새로운 프리픽스를 광고하고 노드가 그것으로 새로운 IP를 설정하고(그림 5-C), 각각의 활성화된 연결에 대해 업데이트 메시지를



(그림 6) 도메인간 LMA 핸드오프

보낸다(그림 5-D). 등록 취소 메시지는 연결 끊김이 감지된 후 oMAG에서 LMA로 보내진다(그림 5-E).

덧붙여 핸드오프가 HIP이 이용 가능한 노드에 대해 발생하면 HIP이 이용 가능한 노드는 CN이 그들의 새로운 위치로 통신을 시작할 수 있도록 하기 위해 RVS로 업데이트 메시지를 보낼 것이다(그림 5-F).

3.4.3 LMA간 멀티캐스트 핸드오프

제안기법은 이동성 멀티캐스팅 환경안에서 도메인간 LMA 핸드오프를 고려한다. nMAG는 핸드오프를 발견하고 nLMA에게 HO-REQ를 보낸다. nLMA는 이 메시지를 받은 후에 oLMA에게 HO-REQ 메시지를 보낸다. oLMA는 nLMA에게 MN의 멀티캐스트 정보를 돌려보낸다. HO-ACK 메시지는 MN_ID와 멀티캐스트 그룹 주소를 포함한다. nLMA는 RVS에게 PIM(Protocol Independent Multicast) 결합 메시지를 보내고, 또한 oLMA로부터

HO-ACK 메시지를 받은 후에 nMAG에게 HO-ACK 메시지를 보낸다. nMAG는 또한 멀티캐스트 데이터 전달을 nLMA에게 요청한다. 터널은 oLMA와 nLMA간 뿐만 아니라 nLMA와 nMAG간에도 설정된다. 그런 이유로 멀티캐스트 데이터 패킷은 oLMA에서 nLMA로, 그리고 nLMA에서 nMAG로 전달된다. 새로운 링크 연결이 설정된 후에 nMAG는 MN에게 MLD query와 RA 메시지를 보낸다. MN은 nMAG에게 MLD report를 돌려보낸다. 이제 멀티캐스트 데이터 패킷은 MN에게 직접 전달될 것이다.

nMAG는 MN을 대표해서 멀티캐스트 채널에 가입하고 멀티캐스트 주소 및 MLD report와 함께 LMA에게 PBU를 전송한다. LMA는 nMAG에게 PBA 메시지를 돌려보내고 멀티캐스트 터널은 LMA에서 nMAG로 상응하는 멀티캐스트 데이터를 전달하기 위해 LMA와 nMAG간에 설정된다.

4. 성능 평가

4.1 핸드오프 지연

핸드오프 지연시간의 수치가 성능평가 분석에 사용된다. 핸드오프 지연시간은 기존 위치에서의 통신 단절로부터 새로운 위치에서 데이터 패킷의 송신/수신을 재개할 수 있는 순간까지 흐른 시간이다. 이 분석에서 전역 이동성 지원을 제공하는 네 가지 프로토콜(MIPv6 [1], HIP [4], Novaczki's [7], Hybrid [5] 기법)과 제안기법을 비교한다. 하지만 도메인간 핸드오프를 지원하지 않는 [6]에서 설명된 기법과의 양적 비교는 포함하지 않는다.

[14]에 제시된 것과 유사한 방법으로 핸드오프 지연에 영향을 미치는 다른 요인들을 수량화하였다. 일반적으로 핸드오프 지연은 L2 핸드오프 지연, 새로운 장소에서의 움직임 탐지 지연, IP주소 구성, 위치 등록 시간의 합계로써 계산된다.

$$\text{핸드오프지연} = L2 \text{ 핸드오프 지연} + \text{움직임 탐지 지연} + \text{IP주소구성} + \text{위치 등록}$$

이러한 요소들을 나타내기 위해 <표 1>과 같은 표기를 사용한다.

<표 1> 매개변수 정의

| 표기 | 설명 |
|------------|--------------------------|
| T_{L2HD} | L2 핸드오프 지연 시간 |
| $t_{A,B}$ | 노드 A에서 노드 B까지 패킷이 이동한 시간 |
| α | 프로세싱 시간 |

또한 움직임 탐지 지연으로 RS(Route Solicitation)/RA 메시지의 송신/수신 시간을 사용한다. 이 분석에서 움직임 탐지 지연은 오직 호스트 기반의 이동성 프로토콜에 영향을 미친다. 추가적으로 IP주소가 변경되거나 DAD(Duplicate

Address Detection) 메커니즘이 활성화될 때 HIP에서의 SA 키교체를 고려하지 않는다.

MIPv6는 새로운 CoA(Care of Address)가 할당될 때 HA(Home Agent)에게 위치의 변경을 업데이트할 노드를 필요로 한다. 그러나 MIPv6는 또한 CN에게 직접 변경 사항을 알려줄 수 있는 노드가 최적화되었다고 정의한다. 덧붙여 MIPv6에는 도메인 개념이 없다. 그러므로 핸드오프 지연은 다음과 같이 계산한다.

$$T_{HD}^{MIPv6} = T_{L2HD} + 2 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR}) + 2 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,CN}) + \alpha_{CN}$$

노드가 같은 도메인안의 새로운 AR과 연결될 때 오직 LRVS에서 새로운 위치를 업데이트한다. 다른 한편으로 도메인간 핸드오프에 대해서 노드는 새로운 도메인의 LRVS와 HIP 핸드셰이크를 해야만 한다. 게다가 새로운 도메인으로 들어오는 패킷을 리다이렉트(Redirect)하기 위해 기존 LRVS를 업데이트한다. 그 결과 계산은 다음과 같다.

$$T_{HDintra}^{NOV} = T_{L2HD} + 2 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR}) + (t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,LRVS}) + \alpha_{LRVS}$$

$$T_{HDinter}^{NOV} = T_{L2HD} + 2 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR}) + \alpha_{nLRVS} + 4 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,nLRVS}) + \alpha_{oLRVS} + (t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,CN})$$

HIP이 이용 가능한 노드가 새로운 IP를 설정하자마자 MR과의 연결을 이동시키면 HIP는 이 정보를 가지고 CN을 업데이트할 필요가 있다. HIP는 관리 도메인의 개념을 고려하지 않는다. 따라서 핸드오프 지연은 다음과 같이 계산한다.

$$T_{HD}^{HIP} = T_{L2HD} + 2 \times (t_{MN,MR} + t_{MR,AR}) + (t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,CN}) + \alpha_{CN}$$

Hybrid HIP-PMIPv6 [5]에서 HIP이 이용 가능한 노드에 대한 도메인내 핸드오프와 도메인간 핸드오프 지연은 다음과 같이 계산된다.

$$T_{HDintra}^{HYBRID} = T_{L2HD} + 2t_{MN,MR} + 2(t_{MR,AR} + t_{AR,LMA}) + \alpha_{LMA} + t_{MN,MR}$$

$$T_{HDinter}^{HYBRID} = T_{HDintra}^{HYBRID} + 2t_{MN,MR} + t_{MR,AR} + t_{AR,CN} + \alpha_{CN}$$

제안기법에서 HIP이 이용 가능한 노드에 대한 도메인내, 도메인간 핸드오프는 (그림 1), (그림 2), (그림 4), (그림 5)에서 표시된 시그널링에 따른다. $t_{MR,AR}$ 과 $t_{AR,LMA}$ 는 멀티캐스팅 지원의 제안기법에서는 제거된다. 따라서 HIP이 이용 가능한 노드에 대한 핸드오프 지연은 다음과 같이 계산한다.

$$T_{HDintra}^{HYBRID-Mlticast} = T_{L2HD} + 2t_{MN,MR} + \alpha_{LMA} + t_{MN,MR}$$

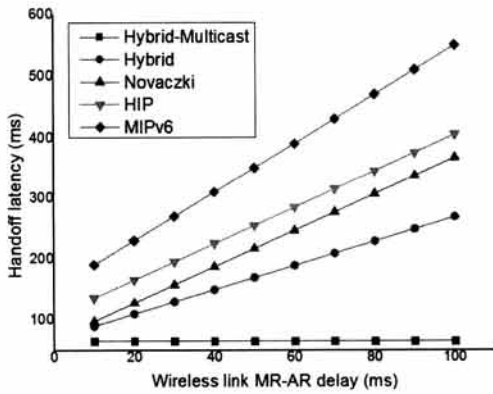
$$T_{HDinter}^{HYBRID-Mlticast} = T_{HDintra}^{HYBRID-Mlticast} + 2t_{MN,MR} + t_{AR,CN} + \alpha_{CN}$$

4.2 수치결과 및 논의

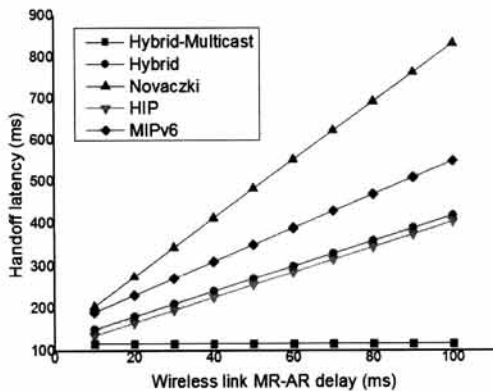
수치결과에 사용되는 값은 다음과 같다. $T_{L2HD} = 50ms$, $t_{MN,MR} = 5ms$, $t_{AR,LMA} = 2ms$, $t_{AR,LRVS} = 2ms$, $t_{AR,CN} = 40ms$, $t_{oMAG,nMAG} = 10ms$, $t_{oLMA,nLMA} = 50ms$, $\alpha = 0.5ms$, $\lambda = 50packets/sec$ (G.729를 사용하는 VoIP에 대한 UDP 트래픽), $t_{MR,AR} = 10ms$ 에서 $100ms$ 까지 다양하다. 손실된 패킷의 예상 수치는 다음과 같이 계산된다.

$$P_{HD} = T_{HD} \times \lambda .$$

도메인내 핸드오프에 대해서 (그림 7)에서 (a)는 모든 기법이 높은 지연의 액세스 네트워크의 영향을 받는다 하더라도 HIP-PMIPv6 멀티캐스팅 기법은 다른 기법보다 우수한 결과를 만든다는 것을 보여준다. 이것은 주로 노드 혹은 MR이 같은 PMIPv6 도메인 내부에서 이동하고 있을 때 같은 네트워크 프리픽스가 할당되기 때문이다. 또한 멀티캐스팅 통신이 적용되었기 때문에 MR-AR 지연시간이 증가하



(a) 도메인내 핸드오프

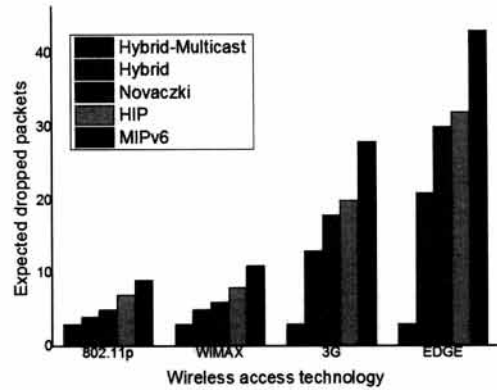


(b) 도메인간 핸드오프

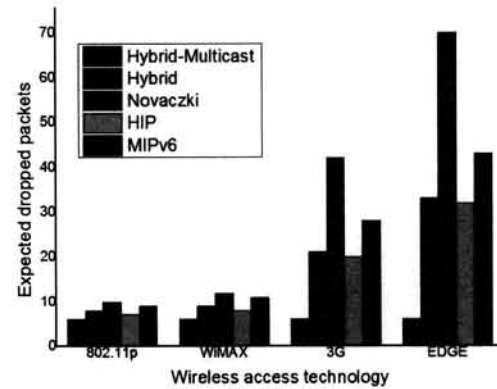
(그림 7) 이동성 관리 기법간의 핸드오프 지연 비교

는 것과 관계없이 일관된 핸드오프 지연을 보여준다. 다른 기법에 비해서 앵커(Anchor) 포인트는 다른 네트워크에 위치하기 때문에 위치 업데이트는 총 지연시간 증가에 중요한 역할을 한다.

도메인간 핸드오프 경우, (그림 7)에서 (b)는 다른 기법보다 더 나은 제안기법의 성능을 보여준다. 기본 HIP이 모든 노드의 HIP 이용 가능성을 요구하는 반면, 제안기법은 레거시 노드와 HIP이 이용 가능한 노드에 대한 서비스를 제공하기 위해 하나의 MR을 사용하는 장점을 가지고 있다. 앞서 설명한 것처럼 MR-AR 지연시간 증가와 상관없이 일관된 핸드오프 지연을 보여준다. 추가적으로 제안기법은 MR-AR 지연시간이 증가할수록 다른 기법에 비해 월등한 성능을 보여준다.



(a) 도메인내 핸드오프



(b) 도메인간 핸드오프

(그림 8) 이동성 관리 기법간의 손실 패킷 예상수치 비교

손실되는 패킷 수를 분석하기 위해 네 가지 서로 다른 무선 액세스 기술이 비교된다. 이 방법으로 도메인내 핸드오프와 도메인간 핸드오프 기술을 분석할 수 있다. 이 무선 액세스 기술들에 대해 선택된 지연시간은 다음과 같다.

802.11p = 10ms, WiMAX = 16ms, 3G = 100ms, EDGE = 180ms.

(그림 8)에 (a)는 도메인내 핸드오프에서 제안기법이 다른 기법에 비해 더 낮은 손실 패킷수를 가진다는 것을 증명한다. (그림 8)에 (b)는 도메인간 핸드오프에도 제안기법이

다른 기법에 비해 월등하다는 것을 보여주고 있다. 대표적인 실시간 응용이며 수요가 많은 통신기술인 VoIP에 제안 기법이 적용될 수 있을 것이다.

5. 결 론

이 논문에서는 핸드오프의 경우 원활한 인터넷 접속을 하기 위한 새로운 상호 연동 멀티캐스팅을 지원하는 HIP-PMIPv6 기법을 제안하였다. 기존 Hybrid HIP-PMIPv6에 멀티캐스팅을 접목시켜 핸드오프 지연과 패킷 손실을 줄이는 것이 핵심이다. 이를 위해 이동하는 차량 네트워크 환경에서 기존의 다른 이동 관리 프로토콜과의 비교를 통해 제안 기법이 더 좋은 성능을 나타내는 것을 보여주었다. 앞으로 핸드오프 지연시간을 더 줄일 수 있도록 제안한 방법을 확장할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 6275, July 2011. [Online]. Available: www.ietf.org/rfc/rfc6275.txt

[2] S. Gundavelli, G. Keeni, K. Koide and K. Nagami, "Network Mobility (NEMO) Management Information Base," IETF RFC 5488, April, 2009. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc5488.txt>

[3] A. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008. [Online]. Available: tools.ietf.org/html/rfc5213

[4] R. Moskowitz, P. Nikander, P. Jokela, Ed, and T. Henderson, "Host Identity Protocol," IETF RFC 5201, April, 2008. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc5201.txt>

[5] Sandra L. Cespedes and X. Shen, "An Efficient Hybrid HIP-PMIPv6 Scheme for Seamless Internet Access in Urban Vehicular Scenarios," IEEE Globcom 2010, pp.1-5, December, 2010.

[6] I. Soto, C. J. Bernardos, M. Calderon, A. Banchs, and A. Azcorra, "Nemo-enabled Localized Mobility Support for Internet Access in Automotive Scenarios," IEEE Commun. Mag. - [Topics in Automotive Networking], Vol.47, No.5, pp.152 - 159, 2009.

[7] S. Novaczki, L. Bokor, and S. Imre, "Micromobility Support in HIP: Survey and Extension of Host Identity Protocol," in IEEE MELECON, pp.651 - 654, 2006.

[8] S. Herborn, L. Haslett, R. Boreli, and A. Seneviratne, "HarMoNy - HIP Mobile Networks," in IEEE 63rd VTC 2006-Spring., Vol.2, pp.871 - 875, 2006.

[9] G. Iapichino, C. Bonnet, O. del Rio Herrero, C. Baudoin, and I. Buret, "Combining Mobility and Heterogeneous Networking for Emergency Management: a PMIPv6 and HIP-based

Approach," in IWCMC '09, pp.603 - 607, 2009.

[10] Seil Jeon and Younghan Kim, "Mobile Multicasting Support in Proxy Mobile IPv6," IETF Internet Draft, draft-sjeon-multimob-mms-pmip6-02, March 4, 2010.

[11] M.Hui, H.Deng and D.Liu, "Fast Handover for Multicast in Proxy Mobile IPv6," IETF Internet Draft, draft-hui-multimob-fast-handover-03, July 11, 2011.

[12] H. Asaeda, P. Seite and J. Xia, "PMIPv6 Extensions for Multicast," IETF Internet Draft, draft-asaeda-multimob-pmip6-extension-06, July 12, 2011.

[13] A. Gurtov, "Host Identity Protocol (HIP): Towards the Secure Mobile Internet," John Wiley & Sons Ltd, 2008.

[14] K.-S. Kong, W. Lee, Y.-H. Han, M.-K. Shin, and H. You, "Mobility Management for All-IP Mobile Networks: Mobile IPv6 vs. Proxy Mobile IPv6," IEEE Wireless Commun., Vol.15, No.2, pp.36 - 45, 2008.



길 명 수

e-mail : scienkil@skku.edu
 2011년 성균관대학교 정보보호학과(석사)
 관심분야: 이동통신시스템, 유비쿼터스
 컴퓨팅, 시스템 보안, 네트워크
 보안



이 승 현

e-mail : lshyun0@skku.edu
 2006년 성균관대학교 컴퓨터학과(석사)
 2008년~성균관대학교 정보통신공학부
 컴퓨터학과 박사과정수료
 관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 에이전트
 시스템, 미들웨어, 이동통신
 시스템



정 종 필

e-mail : jpjeong@ece.skku.ac.kr
 1997년 성균관대학교(공학사)
 2003년 성균관대학교 정보통신공학부
 (공학석사)
 2008년 성균관대학교 정보통신공학부
 (공학박사)

관심분야: Mobility Management, Proxy Mobile IPv6, IEEE 802.16e, Seamless Handover, IPTV, NGN, Home Networking IMS, Networking, IMS, Network Security