

주 제

BcN에서의 Mobile IPv6 도입방안

한국전자통신연구원 이순석, (주)씨에스티 박종계

목차

I. 서론

II. 표준화 동향

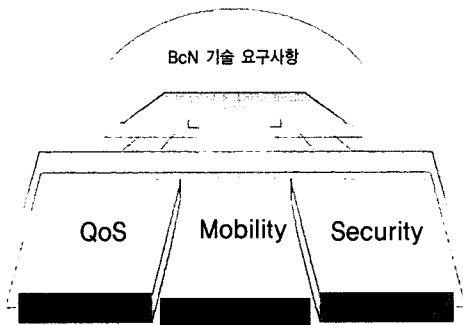
III. Mobile IPv6 특징 및 동작 절차

IV. Mobile IPv6 제한사항

V. 결론

I. 서론

국내에서 추진하고 있는 BcN[1]은 기술적인 관점에서 QoS, Mobility, Security를 이슈로 다루고 있다. 특히 현재 국내 BcN에서는 이동성이 추가된 네트워크로 진화하기 위하여 이동성에 관련된 다양한 기술들에 대해서 연구를 추진하고 있다.



(그림 1) BcN의 기술적인 이슈

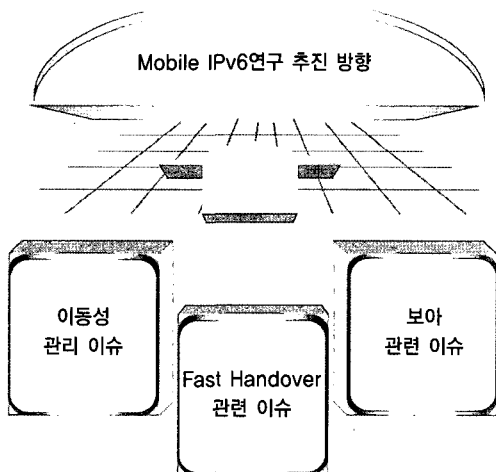
BcN의 궁극적인 목적인 All-IP 기반의 네트워크에서 사용할 Mobile IP[2]에 대한 관심이 높아지고 있다. 이동성에 관련된 기술은 크게 2가지로 분류할 수 있다. 이동통신망에서 사용하고 있는 Simple IP 기반의 이동성 기술과 IP 기반으로 이동성을 제공하는 Mobile IP이다. 본고에서는 BcN 망의 이동성을 제공할 Mobile IP에 대한 분석 및 문제점을 분석하여 향후 BcN의 망에 적합한 이동성 연구 방향에 대해서 제시하기로 한다.

II. 표준화 동향

IP 기반의 네트워크 환경에서 이동성을 제공하는 Mobile IP는 초창기에는 Mobile IPv4[3] 기반으로 시작하였으나 지금은 Mobile IPv6 기반으로 연구를 많이 진행하고 있다. Mobile IPv6는 Mobile IPv4에

비하여 효과적으로 이동성을 지원하고 월등한 확장성을 지니고 있다. 주요 특징으로는 이웃 탐색(Neighbor Discovery) 기능[4]과 주소 자동설정(Address Auto-configuration) 기능[5]을 이용하여 이동 단말이 이동하였을 때 자동으로 자신의 위치 정보를 구성할 수 있도록 하였으며, 자신이 이동한 위치 정보를 필요한 노드들에게 알릴 수 있도록 새로운 목적지 옵션(Destination Option)을 정의함으로써, IPv4에서는 존재해야만 했던 일부 시그널 메시지와 에이전트를 제거하였다. 또한 이동 경로를 최적화(Route Optimization)를 위한 프로토콜이 기본적으로 제공된다.

이러한 Mobile IPv6의 기능을 좀 더 개선하고자 표준화 기구들에서는 좀 더 많은 연구들이 진행되고 있다. 표준화 기관인 IETF에서 추진되고 있는 Mobile IPv6의 방향성은 크게 3가지로 분류할 수 있다.



(그림 2) IETF Mobile IPv6 연구 방향

이동성 관리에 대한 연구 주요 이슈는 다음과 같다. Mobile IP의 기본 구조는 단말이 서브넷을 변경

하는 경우 항상 홈망에 있는 홈 에이전트에 현재 위치에 대한 등록을 수행하여야 한다. 만일 이동 단말이 홈 망에서 먼 거리에 위치한 경우 이러한 등록 방식은 긴 등록 시간을 유발하며 망에 불필요한 트래픽을 유발시킬 수 있다. 마이크로 이동성 기술은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 각 지역 도메인이 지역 이동성 에이전트를 가지며 지역 내의 이동성은 지역 이동성 에이전트가 처리한다. 따라서 마이크로 이동성은 홈 에이전트나 상대 노드에 대해 지역적인 이동성을 숨겨주게 되며 이로 인해 등록 시간 단축 및 시그널링 감소 효과를 얻을 수 있다.

마이크로 이동성을 구현하기 위해 제안된 방법으로는 계층적인 Mobile IP 구조를 이용하거나 게이트웨이를 두고 게이트웨이 하부에 Mobile IP와는 독립적인 지역 이동성 프로토콜을 운용하는 방법이 있다. 계층적 Mobile IP 방식의 예로는 Mobile IPv4에서의 Mobile IPv4 Regional Registration[6], Mobile IPv6에서의 Hierarchical Mobile IPv6 mobility management[7]가 있다. 독립적인 지역 이동성 프로토콜을 이용하는 방법은 글로벌한 이동성은 Mobile IP를 이용하지만 지역 이동성에서는 이동성 관리에 더 효율적인 호스트 기반 라우팅을 이용하는 방법으로 Cellular IP[8] 등을 예로 들 수 있다.

Fast Handover에 대한 연구 주요 이슈는 다음과 같다. Mobile IP는 넓은 분야에 적용을 위하여 하부 링크 계층에 대해 독립적으로 설계되었다. 이러한 설계 방법은 IP 계층과 링크 계층간의 분리를 가능케 해주는 장점이 있으나 핸드오버 시 지연에 관해서는 불리하게 작용될 수 있다. 즉, IP 계층에서의 Mobile IP 등록은 링크 계층에서의 핸드오버가 완료된 이후에나 수행 가능하므로 필연적인 지연을 유발하는 요인이 된다. 이렇게 발생된 지연은 VoIP와 같은 실시간 서비스에서는 치명적인 문제점으로 작용할 수 있다. 따라서 이러한 지연을 줄이기 위한 방법에 대한

연구가 빠른 핸드오버 방법이라는 이름으로 진행되고 있다. 빠른 핸드오버 방법에서는 링크 계층의 핸드오버 시작을 알리는 2 계층 트리거를 이용한다. 즉, 이동 단말이나 라우터가 핸드오버의 시작을 감지하면 이에 대한 정보가 링크 계층에서 핸드오버 트리거 신호로 발생되며 이 신호를 이용하여 IP 계층에서의 핸드오버에 필요한 작업을 핸드오버 이전에 미리 수행하는 방법이다. 대표적인 빠른 핸드오버 방법으로는 Mobile IPv4에서의 Low Latency Handoffs in Mobile IPv4 [9], Mobile IPv6에서는 Fast Handovers for Mobile IPv6 [10]를 들 수 있다.

보안에 대한 연구 주요 이슈는 다음과 같다. Mobile IPv6는 IPv6에 기반으로 단말에 이동성을 제공하기 위해 새롭게 정의된 프로토콜로서 이동성은 단말의 이동전 주소인 홈주소(Home Address)와 이동 후에 새롭게 설정된 임시주소(Care-of-Address)의 처리에 의해 이루어진다. 특히, 상위계층 프로토콜에 대해 투명성을 제공하기 위해 홈 주소와 임시주소를 Binding 하여 서로 연계시키는 구조로 설계되어 있다. Mobile IPv6에서 이러한 바인딩 관련 정보는 네트워크의 효율성과 안전성에 매우 중대한 영향을 끼친다. 바인딩 정보에 대한 보안 메커니즘이 없다면 공격자는 쉽게 IPv6 패킷의 목적지를 변경할 수 있으며, 따라서 바인딩 관련 정보에 대한 악의적 사용은 심각한 보안 문제를 발생시킬 수 있다. 결국, 이러한 문제점을 극복하고 보다 효율적이고 안전한 주소 생성 및 바인딩 처리를 위해 홈 에이전트, 이동노드, 대응노드 사이에는 여러 가지 보안 메커니즘이 사용되어야 한다. 특히 최근에는 Mobile IPv6의 보안 문제에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다 <표 1>은 Mobile IPv6에서 보안항목과 관련되어 수행된 주요 연구 항목들을 나타낸 것이다.

<표 1> Mobile IPv6 보안 연구 추진 현황

항 목	내 용
IPSec	Mobile IPv6에서는 이동성으로 발생하는 문제점을 극복하기 위해 홈 에이전트와 이동노드 사이의 보안 프로토콜로서 IPSec을 사용하고 있다. IPSec은 이동단말과 홈 도메인의 홈 에이전트 사이에 설정된 보안연계를 통하여 메시지를 인증할 수 있다. 이러한 메시지는 바인딩 갱신(Binding Update) 및 바인딩 응답(Binding Acknowledgement) 메시지, RR 관련 메시지(HoTI, HoT), 프리픽스 정보를 포함한다. 현재 보안연계 설정은 수동설정을 필수로 하고 IKE와 같은 자동 설정은 선택으로 지원하는 방안
RR(Return Routability)	RR 프로토콜은 이동노드와 대응노드 사이에서 바인딩 갱신 및 바인딩 응답 메시지를 인증하기 위해서 사용되는 보안연계를 생성
AAA	IPsec만을 사용하는 경우 이동단말과 홈 도메인의 홈 에이전트간에 보안연계를 설정하고 메시지를 인증할 수 있지만 이동단말이 로밍을 하는 경우, 즉 방문망에서 이동 서비스를 받고자 하는 경우에 이동단말은 방문망에서 네트워크에 접속할 수 있는 권한을 인증 받아야 한다. 그러나 IPSec에서는 ISP 도메인 A에 등록된 이동단말이 다른 도메인 B로 이동했을 때, 이동한 망에서는 이동단말이 정말로 도메인 A에 등록된 단말인지를 판단할 수 없다. 이러한 경우에는 ISP 사이에 서로 인증, 권한검증 및 과금 등의 정보를 교환할 수 있는 방법이 있어야 하며, 그러한 문제의 해결 방법으로 논의되고 있는 것이 AAA 인 프라를 활용하는 방안

III. Mobile IPv6 특징 및 동작 절차

Mobile IPv6는 IPv6 주소체계하의 네트워크에서 이동성 지원을 위한 프로토콜로서, IPv6 기반의 애플리케이션을 탑재한 모바일 기기가 이동하는 중에 기기가 속해있는 서브넷(Subnet)이 바뀌게 되면, 그 기기가 가지고 있는 IPv6 주소가 바뀌어야 하고, 그 결과로 현재 진행중인 애플리케이션 세션(application session)이 끊어지게 된다. Mobile IPv6 프로토콜은 이러한 주소의 변경을 애플리케이션 단으로부터 감추어 줌으로써 문제를 해결하고자 하는 것이다.

Mobile IPv6는 Mobile IPv4에 비해 향상된 주요 특징들을 제공한다.

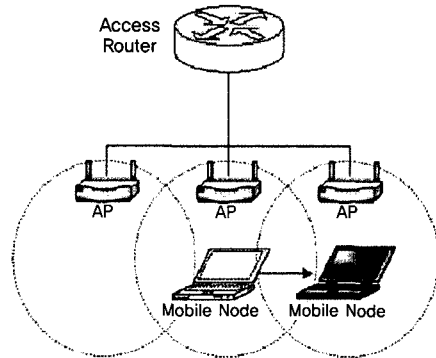
- 경로최적화 기능 : Mobile IPv4에서는 선택적인 기능이었던 경로최적화 기능이 Mobile IPv6에서는 기본적인 기능으로 통합되어 제공된다. 경로최적화 기능을 사용하여 상대노드와 이동노드로 직접 경로를 지정할 수 있으며 이를 통해 삼각 라우팅 문제를 제거할 수 있다.
- 인그레스 필터링 기능 : 이동 노드는 전송할 패킷의 IP 헤더에 있는 발신 주소에 자신의 CoA(Care of Address) 주소를 사용하기 때문에, 패킷은 인그레스 필터링 라우터를 정상적으로 통과할 수 있다.
- FA(Foreign Agent) 제거 기능 : 주소 자동설정과 같은 IPv6의 향상된 특징을 사용하여 로컬 라우터에서 필요로 하는 특별한 지원을 이용하지 않고도 홈 위치로부터 멀리 떨어진 모든 위치에서 동작할 수 있다.
- 노드 이동 발견 기능 : 이동 노드가 현재 위치에 있는 디폴트 라우터와 통신할 수 있도록 양방향 확인 가능하다. 라우터가 전송한 패킷이 이동노드에 도달하고 있고, 이동 노드가 전송한 패킷이 라우터에 도달하고 있는지에 대해서 확인하는 기능을 제공한다.
- 다양한 옵션헤더를 활용할 수 있는 기능

Mobile IPv6는 이동성 지원에서 가장 중요한 Seamless 핸드오버 제공을 목표로 하고 있다. Seamless 핸드오버의 가장 중요한 요소들은 Smooth와 Fast이며, Smooth는 패킷의 손실 없이 제공되는 것을 의미하며, Fast는 Low Latency를 말한다. 핸드오버는 MN의 네트워크 접속지점이 변경될 때 즉 MN이 기존의 네트워크에서 새로운 네트워크로 이동을 처리하는 프로세스를 말하며, 현재의 IP 기반의 이동성 제공 방식들은 이동 중에 연결된 어플리케이션의 세션에 많은 손상을 발생시키고 있다. 핸

드오버의 종류는 크게 네트워크 계층 제어 방식과 서비스 연속성 제어 방식으로 분류할 수 있다.

네트워크 계층 제어 방식에 따른 분류는 L2에서의 이동에 따라 발생하는 Horizontal Handover와 L2와 L3의 이동에서 발생하는 Vertical Handover로 나눌 수 있으며, 서비스 연속성 제어 방식에 따른 분류는 새로운 링크를 설정하기 전에 기존의 모든 링크를 끊어버리는 Hard Handover와 새로운 링크를 설정하기 전에 최소한 하나의 링크는 유지하는 방식인 Soft Handover로 분류할 수 있다.

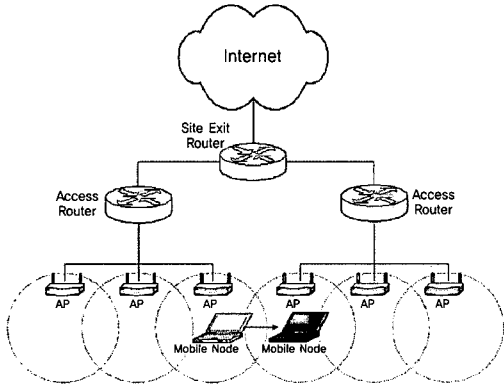
Horizontal Handover는 무선랜에서 많이 적용되는 방식으로 AP들 사이에서 단말 노드가 이동할 경우 발생한다. (그림 3)은 Horizontal Handover에 대한 예시를 나타낸 그림이다.



(그림 3) Horizontal Handover 예시

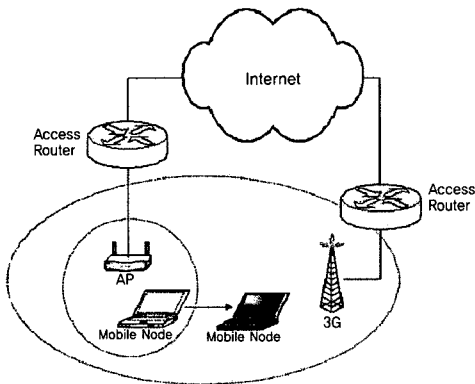
Horizontal Handover는 IP의 이동성은 발생하지 않고 일반적으로 L2의 이동성만을 다루기 때문에 Mobile IPv6 통신에서는 방해가 발생하지 않는다. Vertical Handover는 크게 2가지의 형태로 분류할 수 있다. 한 사업자내에서의 Access Router들 간의 Handover, 이 기종 망 또는 타 사업자와의 연동을 위하여 필요한 핸드오버로 분류할 수 있다. (그림 4), (그림 5)은 Vertical 핸드오버 종류에 따른 예시를

나타낸 그림이다.



(그림 4) 동일한 사업자에서의 Vertical Handover 예시

(그림 4)와 같이 동일한 Service Provider에서 제공될 경우에는 상위 계층 정보(AAA, QoS)와 같은 상태 정보의 변경은 일어나지 않으므로 다른 경우에 비해서 전체적인 핸드오버의 Latency는 가장 적다.

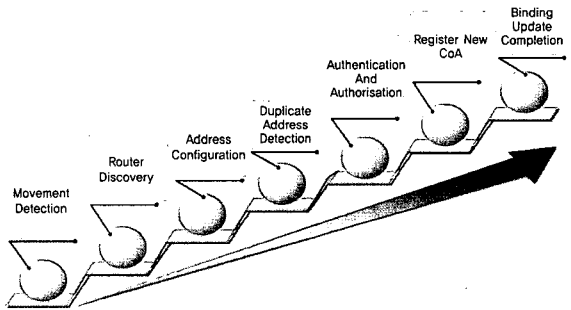


(그림 5) 이 기종 망간의 연동에 따른 Handover 예시

(그림 5)는 다른 사업자인 무선랜과 이동통신망 사이에서 이동할 경우에는 단말 노드의 트래픽이 다른 망으로 나가기 위하여 상위 계층 정보(AAA, QoS) 상태 정보의 변경이 발생하므로 전체적인 핸드

오버의 Latency는 증가한다.

위와 같은 핸드오버의 Latency를 최소화하기 위하여 Mobile IPv6는 Handover Process를 최적화하였다. Mobile IPv6의 핸드오버 프로세스는 (그림 6)에서 나타내고 있다.



(그림 6) Mobile IPv6 Handover Process

Mobile IPv6의 처리절차를 보며 IPv6의 주소 자동설정 기능과 유사한 점이 있지만 차별화되는 기능을 크게 2가지로 나타낸다.

- 이동노드가 새로운 네트워크로 이동에 대한 탐지 기능
- 홈 에이전트와 상대노드에게 이동노드가 새로운 위치 정보 전송 기능

Mobile IPv6의 핸드오버 절차는 7개로의 프로세스로 이루어져 있으면 각 프로세스에 대한 설명은 다음과 같다.

- Movement Detection : 이동노드 Neighbour Unreachability Detection을 동작하여 이동성 여부를 확인하는 기능 (이동노드가 패킷을 보내지 않을 경우 Neighbour Unreachability Detection은 동작하지 않으므로 이동 했을 경우

에는 New Router의 unsolicited router advertisement를 통해서만 단말노드가 이동한 것을 감지)

Router Discovery : 새로 이동한 라우터로부터 RA(Router Advertisement)를 수신하여 처리하는 기능 (새로운 라우터는 정기적으로 모든 노드의 멀티캐스트 주소로 RA 전송)

Address Configuration : 이동노드가 새로운 네트워크에서 사용할 주소를 생성하는 기능 (IPv6의 주소 생성 방법은 Stateful Address Configuration와 Stateless Address Configuration이 있음)

Duplicate Address Detection : 이동노드가 새로운 IPv6 네트워크에 도착했을 때 링크 상에서 주소의 유일성을 검증하는 기능 (이동노드가 DAD를 수행하기 전까지 New COA를 사용할 수 없음. 일반적으로 DAD는 Local과 Global에서 2번 발생하나 Latency 문제를 최소화하기 위하여 DAD와 Router Discovery를 병렬적으로 수행)

Authentication And Authorization : 이동노드에 대하여 인증 및 사용권한을 부여하는 기능 (새로운 IPv6 네트워크에 이동한 노드가 적절한 사용자인지 아닌지에 대하여 처리해주는 과정)

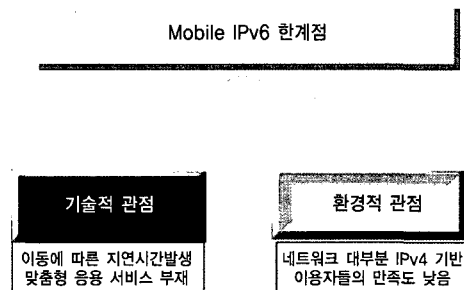
Register CoA : Address Configuration를 통하여 생성된 주소를 등록하는 기능 (Mobile IPv6는 네트워크에서 사용하는 주소(CoA)와 어플리케이션에서 사용하는 주소(HA)가 분리되어 있음)

Binding Update : 이동노드의 이동한 위치 정보에 대해서 홈 에이전트와 상대 노드에게 알려주는 기능 (이동 노드는 상대 노드에게 보내는 Binding Update를 통해 인증절차에 대해서 확인)

Mobile IPv6는 Mobile IPv4에 비하여 IPv6 주소 공간이 증가하여 이동노드에서 peer-to-peer service 이용가능하게 하였고, Stateless Autoconfiguration을 사용하여 DHCP와 FA가 필요 없는 구조상의 단순성을 제공하였다. 특히 라우팅 최적화를 이용하여 트라이 앵글 문제를 해결하여 효율적인 라우팅 제공이 가능하고, 기존의 Mobile IPv4에서 발생하였던 Ingress Filtering 문제를 Mobile IPv6의 헤더를 활용하여 해결하였다. 이외에도 Mobile IPv6는 Mobile IPv4에 비하여 많은 이동성에 장점을 가지고 있지만 현재의 Mobile IPv6을 사용하던 사용자들이 요구하는 이동성 서비스를 제공하기에는 한계가 있다.

IV. Mobile IPv6의 제한사항

현재의 WiBro와 같은 이동성을 제공하는 서비스에 Mobile IPv6를 도입하기에는 기술적인 관점과 환경적 관점에서의 한계가 있다. (그림 7) Mobile IPv6 도입의 한계성에 대해서 나타낸 그림이다.



(그림 7) Mobile IPv6의 제약사항

환경적인 관점에서 보면 지금 대부분의 통신사업자 및 사내망들이 IPv4 기반으로 구성되어져 있으므로

로 IPv6로 변경하기에는 비용적인 측면과 시간적인 측면에 많은 제약이 발생한다. Mobile IPv6는 IPv6 기반으로 동작하므로 네트워크에서 제공하지 않을 경우에는 거의 사용이 불가능하다. 그러므로 현재의 네트워크 인프라 현황을 고려하며 Mobile IPv6에는 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.

기술적인 관점에서 보면 Mobile IPv6는 이동성을 제공하기 위하여 많은 프로세스가 필요하다. 특히, FA를 제거하는 대신 주소 자동설정 기능을 도입하였으나 이동노드가 주소를 생성하고 주소에 대한 유일성을 검증하기 위하여 많은 시간이 소요된다. 이동시에 (그림 6)에서 나타낸 것과 같이 복잡한 프로세스를 처리하여야 하므로 현실적으로 실시간 서비스에 도입하기에는 한계가 있다. <표 2> WiBro에서 이동에 발생하는 최대 지연시간에 대해 나타낸 것이다.

<표 2> 실시간 서비스 제공을 위한 핸드오버에 따른 요구 사항

항 목	핸드오버 시간 핸드오버 과정에서 패킷 전달이 단절되는 시간
기지국(셀)내 선택한 핸드오버	100ms 이하
기지국(셀)간 핸드오버	100ms 이하
주파수간 핸드오버	위 2개 항목의 결과 값을 준수

자료출처 : CST의 IPv6 개발 방향

V. 결 론

본고에서는 BcN의 3대 주요 기술 중 이동성에 관하여 분석하였다. 기존의 이동성을 제공하는 기술과 Mobile IPv6의 특징에 대한 비교 분석을 통하여 Mobile IPv6의 장점을 나타내었다. Mobile IPv6는 기존 이동성 기술의 문제점인 High Latency를 어느 정도 해결하였으나 현재의 인프라 상황 및 WiBro 서비스에 적용하기에는 기술적인 한계가 있다. 보안성 측면에서는 IPsec이 이동단말이 다른 망으로 이동할

경우에, 이동한 망에서 이동단말이 정체성을 파악하는데 한계가 있고 이동성 측면에서는 IP 주소를 등록하고 설정하는데 지연시간이 많이 발생하므로 WiBro에서 요구하는 핸드오버 지연시간을 만족할 수 없다. 마지막으로 WiBro의 축진 및 확산을 위하여 고품질 서비스를 제공하여야 하는데 Mobile IPv6에는 서비스별 차별화된 품질을 보장할 수 없다. 그러므로 BcN에 적합한 이동성 기술 개발을 위한 요구사항은 다음과 같다. 기존의 인프라, 즉 IPv4 기반에서 Mobile IPv6를 적용할 수 있어야 하며 Mobile IPv6에서 기술적인 한계로 발생하는 Latency를 최소화하기 위한 중앙 집중형의 이동성 관리 플랫폼이 필요하다. 향후 이동성 기술 개발은 Mobile IPv6의 장점을 최대화하여 현재의 인프라에 적용할 수 있는 Enhanced Mobile IPv6의 형태로 발전되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 정보통신부, “광대역통합망(BcN) 구축 기본 계획 II” 2006, 6
- [2] IETF RFC 3775, D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, “Mobility Support in IPv6”, June 2004
- [3] Perkins, C., Ed., “IP Mobility Support for IPv4”, RFC 3344, August 2002.
- [4] Narten, T., Nordmark, E., and W. Simpson, “Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)”, RFC 2461, December 1998.
- [5] Thomson, S. and T. Narten, “IPv6 Stateless Address Autoconfiguration”, RFC 2462, December 1999
- [6] Eva Gustafsson, Annika Jonsson, Charles

- E. Perkins, “draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-11.txt”, March 2002
- [7] IETF RFC 4160, H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, L. Bellier “Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management”, August 2005
- [8] Andras G. Valko, Andrew T. Campbell, “draft-valko-cellularip-00.txt”, January, 1999
- [9] K. El Malki, “draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-11.txt”, October 2005
- [10] IETF RFC 4068, R. Koodli, “Fast Handovers for Mobile IPv6”, July 2005



이순석

1988년 성균관대학교 산업공학과 공학사
 1990년 성균관대학교 산업공학과 공학석사
 1993년 성균관대학교 산업공학과 공학박사
 1993년 ~ 2002년 한국전자통신연구원 선임연구원
 2002년 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 2005년 ~ 현재 한국전자통신연구원 광대역통합망

연구단 BcN설계팀 팀장

관심분야 : 차세대 네트워크 및 서비스 아키텍처, 네트워크 진화 전략, 네트워크 구조 및 최적설계, 트래픽 엔지니어링, 네트워크 및 통신시스템 성능평가



박종계

2000년 송실대학교 컴퓨터학부 학사
 2002년 송실대학교 컴퓨터통신 석사
 2001년 ~ 2002년 송실대학교 사이버 대학 시스템 개발
 2002년 ~ 현재 (주)씨에스티 사업개발실 서비스 개발팀장

2004년 ~ 2004년 BcN 표준모델전담반 위원

관심분야 : VoIP, BcN QoS, IPv6, Mobile IP