

고속화 도로에서의 효율적인 IP 이동성 지원 방안

A Support Method for Efficient IP Mobility in a Driveway

김명조

(광운대학교 전자통신공학과, 석사과정)

박영충

(전자부품연구원, 연구원)

민상원

김복기

(광운대학교 전자통신공학과, 조교수)

목 차

I. 서 론

II. IP 이동성 제공을 위한 기술

1. Mobile IPv4
2. Mobile IPv6
3. Fast Handoff 와 HMIPv6
4. NeighborCasting Handoff

5. NEMO

III. 고속화도로에서의 IP 이동성 지원방안

1. IP 이동성 제공을 위한 환경
 2. 고속화 도로에서의 효율적인 IP 이동성 제공 방안
- #### IV. 결론 및 향후 과제

I. 서 론

사회 경제 규모가 확대, 고도화됨에 따라 차량 및 교통수요가 급격히 증가하고 이에 따라 많은 문제점이 발생하게 되었다. 그러나 이러한 교통문제에 대한 과거의 교통정책 즉, 공급 측면에서의 시설투자 사업과 수요측면에서의 수요관리 정책은 실효성을 거두기 힘이 들어지면서 새로운 방안을 추가로 모색하게 되었다. 이에 따라 기존 시설의 효율성 증대를 목적으로 하는 정보, 통신, 전자 기술을 결합한 지능형 교통시스템인 ITS (Intelligent Transport Systems)가 각광받게 되었다[1].

지능형 교통시스템은 도로와 차량 등 기존 교통의 구성 요소에 첨단 전자, 정보, 통신 기술을 적용시켜 교통시설을 효율적으로 운영하고, 통행자에 유용한 정보를 제공하여 안전하고 편리한 통행과 전체 교통체계의 효율성을 기하도록 하는 교통부문의 정보화 사업이다. 지능형 교통시스템은 도로건설, 교통, 통신, 전기, 전자, 자동차 등의 하드웨어와 운영기법, 정보처리기법 등의 소프트웨어가 결합되어 다양한 형태의 서비스로 나타나며 이는 운전자, 보행자, 교통시설 운영 관리자 등에 제공되어 통행이나 운영 관리에 다양한 혜택을 준다.

ITS 사업은 도로 등 교통체계 기반 시설에 전자, 통신 등의 광역적인 인프라의 구축을 통해 서비스가 가능한 사업이며 여러 분야의 기술과 시스템이 통합 연계되어 서비스가 제공되는 분야이다. 따라서 자체적인 네트워크 구축이나 기존의 네트워크와의 상호 연동은 ITS 사업에서 큰 부분을 차지하는 중요한 요소라고 할 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때, ITS 망과 IP 통신망과의 결합은 큰 의미를 갖게 된다.

현재 유무선 통신 서비스는 IP (Internet Protocol) 기반의 서비스로 진화되어 가고 있는 추세이다. 이동 통신 서비스는 이제 IP 기반의 멀티미디어 서비스를 기본적으로 제공하고 있

고, 유선망도 IP 기반망으로 진화하고 있다. 이와 더불어 IP의 이동성을 지원하는 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 차세대 IP 프로토콜인 IPv6에서는 이동성을 기본으로 제공하고 있다. 이러한 상황에서 이동중인 차량에게 IP 서비스를 제공하는 방안을 모색하는 것은 큰 의미가 있는 일이 된다. 이동중인 차량에 IP 서비스가 제공된다면, 차량에 탑승한 승객에게 인터넷 서비스를 제공할 수 있고, 도로 전반에 걸친 정보를 제공할 수 있으며, ITS 네트워크와의 연동을 통해 수많은 부가 서비스를 제공할 수 있게 된다.

따라서 본 논문에서는 고속화 도로에서 효율적으로 IP 서비스의 이동성을 제공하는 방안을 제안 하려고 한다. 고속화 도로는 잠재적 수요자가 풍부하기 때문에 사업자 측면에서의 이점을 제공하는 동시에 도로가 가지고 있는 특성으로 인하여 IP의 이동성을 효율적으로 제공할 수 있는 환경을 제공해준다. 논문의 2장에서는 IP의 이동성을 제공하기 위한 현재의 동향과 그 기술인 mobile IP[2][3]에 대하여 알아보고, mobile IPv6[4]와 효율적인 IP 이동성 지원을 위한 fast Handoff[5][6][7], 그리고 네트워크 전체의 이동성 지원을 위하여 제안된 network mobility[8][9]에 대하여 알아본다. 3장에서는 IP 이동성을 제공할 수 있는 환경에 대하여 제안을 하고, 그러한 환경에서 효율적으로 IP의 이동성을 제공하는 방안을 제안한다[10]. 마지막으로 결론에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 기술한다.

II. IP이동성 제공을 위한 기술

인터넷은 미국에서 군사용 목적으로 6대의 컴퓨터를 연결한 것에서부터 시작하여 현재는 전세계의 사용자를 하나의 네트워크로 묶는 단계에 이르렀다. 또한 TCP/IP 프로토콜을 기반

으로 하는 많은 응용들을 통해 여러가지 형태의 데이터를 주고 받을 수 있으며, 전화망 같은 circuit switching 네트워크도 packet switching 기반의 IP망으로 통합되어가고 있다.

기술의 발전을 통하여 사용자들은 많은 혜택을 누릴 수 있게 되었고, 서비스에 대한 만족은 더 나은 서비스에 대한 요구로 바뀌어 시장에 표출되었다. 이러한 요구에 대응하기 위하여 IETF (Internet Engineering Task Force)의 WG (Working Group)들을 중심으로 하여 기존의 프로토콜을 향상시키는 한편 새로운 프로토콜에 대한 연구가 이루어지고 있다. IP 서비스의 이동성을 제공해주기 위해서 mobile IP WG에서 제안된 mobile IPv4, mobile IPv6, HMIPv6 (Hierarchical MIPv6), fast handoff for MIPv6등이 좋은 예가 될 수 있다. 2장에서는 mobile IP에 대한 기본적인 내용과 mobile IPv6, fast handoff, HMIPv6, NeighborCasting 그리고 IPv6를 확장하여 네트워크 전체의 이동성을 고려한 NEMO (Network mobility)에 대하여 알아보도록 한다.

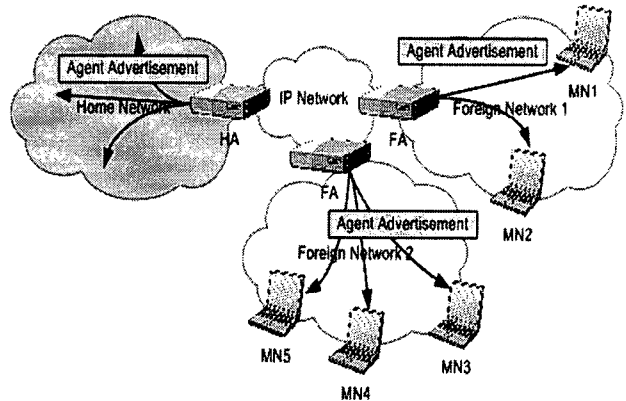
1. Mobile IP

mobile IP란 이동이 가능한 노드가 위치에 상관없이 IP기반의 통신을 제공 받을 수 있게 해주는 프로토콜이다. IPv4에서는 이미 이동성 제공을 위한 표준화가 끝난 상태이며, IPv6를 지원하는 mobile IPv6에 대한 표준화는 활발히 진행 중이다. mobile IPv4에서 사용하는 주요 용어는 다음과 같다.

- MN (Mobile Node) : 이동성을 가지는 노드, 무선 네트워크에 대한 액세스가 가능
- CoA (Care-of-Address) : Foreign network에서 MN이 사용하는 임시의 주소
- Home Address : MN이 가지는 고유한 IP 주소
- CN (Correspondent Node) : MN과 통신하는 상대 노드
- HA (Home Agent) : MN의 home network에서 MN의 이동에 따른 CoA 관리와 MN의 home Address로 들어오는 데이터 패킷을 MN의 CoA로 터널링 해주는 역할을 담당
- FA (Foreign Agent) : Foreign network에 방문중인 MN들에게 CoA를 할당하고, HA로부터 터널링 되어 들어오는 패킷을 디터널링하여 MN에게 포워딩 해주는 역할을 담당

Home network에 있던 이동노드 MN이 foreign network로 이동을 하게 되면, FA를 통하여 임시주소 CoA를 할당받게 되고, 이를 HA에게 알리게 된다. CoA 할당은 mobile IP를 지원하는 Agent들의 Agent Advertisement 과정을 통하여 자신의 이동을 감지한 MN의 요구에 의해서 일어나게 되고, 정상적으로 CoA를 할당받은 MN은 Registration 과정을 통하여 이를 HA에게 알리게 된다. 이러한 등록 과정을 거친 후 HA로 들어온 데이터 패킷들은 터널링을 통하여FA까지 전달이 되고, FA에서 디터널링된 데이터 패킷들은 다시 MN에게 포워딩된다.

그림 1은 mobile IP 네트워크를 개략적으로 보여주고 있다. IP 백본망에 연결된 라우터들은 각각 서브 네트워크를 구성하고 있으며, 5개의 MN들이 두개의 foreign network에 위치하면서, FA의 Agent Advertisement를 통해 CoA를 할당 받기 직전의 모습을 나타내고 있다.



<그림 1> Mobile IP 개념도

2. Mobile IPv6

현재 사용하고 있는 IPv4는 주소 고갈 및 라우팅의 비효율성 등을 포함한 여러가지 문제로 인하여 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6로의 전이가 진행중이다. 이와 함께 mobile IPv6에 관한 연구도 지속되고 있다. mobile IPv6는 mobile IPv4가 가지고 있던 기본적인 이동성 지원을 보장하는 동시에 더욱 효율적인 이동 서비스를 제공해 준다.

mobile IPv4와 mobile IPv6의 차이점을 살펴보면 구성요소 중 mobile IPv4의 FA가 mobile IPv6에서는 제외되었다는 것을 들 수 있다. mobile IPv6에서는 FA없이 이동노드가 직접 HA와 통신하고 HA가 이동노드의 현재 위치를 파악한다. 그리고 mobile IPv4에서와 같이 FA CoA를 이용하여 FA가 터널링된 패킷을 디터널링 하지 않고 HA는 이동노드로 직접 터널링하고 이동노드에서 디터널링이 이루어지기 때문에 FA가 이용되지 않는다.

다음으로 mobile IPv4에서 선택가능한 route optimization이 mobile IPv6에서는 기본기능으로 이용된다. mobile IPv4에서는 이동노드, HA, 인터넷 노드간의 삼각라우팅 문제를 해결하기 위해 route optimization이 이용된다. 그러나 mobile IPv6에서는 인터넷 노드가 기본적으로 이동노드의 현재 CoA를 알고 HA를 거치지 않고 직접 이동노드로 패킷을 전송하므로 기본적으로 route optimization을 지원한다. 다음으로 mobile IPv4에서의 자체적인 보안방법을 이용하는 것과 달리 mobile IPv6에서는 보안이 필요한 모든 메시지에 IPSec(IP Security)를 기본적으로 이용한다. 그리고 mobile IPv4에서는 HA에서 이동노드로 패킷전송시 모두 IP encapsulation 해야하는 것에 비해 mobile IPv6는 라우팅 헤더를 이용해서 전송한다. 그러나 이동노드로 전송된 패킷을 HA가 가로채어 전송할 때는 IP

encapsulation을 이용하게 된다.

이러한 기능 향상에도 불구하고 mobile IPv6에서는 빠른 이동성을 제공해 주기에는 부족한 부분이 많이 있다. 다음 절에서 이를 해결하기 위한 다각적인 노력중 대표적인 것들에 대하여 알아본다.

3. Fast Handoff 와 HMIPv6

mobile IP는 넓은 지역의 느린 이동성 지원을 위해서 설계되었기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말에 대한 실시간 서비스 제공하는 데에는 어려운 점이 있다. 이러한 기능적인 보완을 위하여 IETF에서는 fast handoff에 관한 논의가 이루어지고 있다.

fast handoff에서는 mobile IPv6에서 handoff시 발생할 수 있는 지연이 실시간 또는 지연에 민감한 트래픽에서 받아들일 수 없는 상황인 경우 이러한 지연을 최소화 시킬 수 있는 두가지 방법을 제시한다. anticipated handoff 에서는 MN이 현재 AR (Access Router)에 대하여 L2 연결을 유지하고 있는 동안에 새로운 AR로의 3계층 handoff를 개시하는 방법을 사용하고, tunnel based handoff 에서는 MN이 새로운 AR로 이동하였다 라도 L3 계층에서의 handoff를 미루며 현재의 AR이 MN이 3계층 handoff를 수행할 때까지 이전 CoA를 이용해 MN에게 패킷을 전달하는 방법을 사용한다.

위에서 제시한 두가지 방법 모두 handoff시 발생할 수 있는 패킷 손실과 서비스 지연을 방지하기 위해 제안된 프로토콜들이다. 이들은 handoff 자체만을 위하여 제안된 프로토콜들로서 전체적인 망상황등은 고려하지 않는다. 이와는 약간 다른 접근으로 잦은 handoff 발생시 나타나는 트래픽의 증가를 감소하기 위한 HMIPv6가 있다[11]. mobile IP에서는 매번 핸드오프 시 Binding Update message가 항상 HA로 전달되어야 하기 때문에 지연이 매우 크다는 단점을 가지고 있다. 이러한문제점에 대하여 HMIPv6는 효율적인 해결책을 제시하고 있다.

HMIPv6에서는 MAP (Mobile Anchor Point)을 이용하여, 호스트가 도메인 내에서 이동할 때 HA로 전달되어야 하는 Binding Update를 없애 줌으로써 HA까지 Binding Update를 하는 데에서 오는 불필요한 혼잡 상황을 줄여준다. MAP이 관장하는 서브 도메인 안에서는 MAP이 HA의 역할을 대신 해주게 되고, 이를 통하여 계층적이고 효율적인 handoff가 일어나게 해주는 것이다. 매번 HA에게 전달되어야 하는 Binding Update message의 수를 줄여줌으로써 고속의 L3 handoff의 지원뿐 아니라, HA 부근의 혼잡을 피할 수 있는 장점을 제공하게 된다.

4. NeighborCasting Handoff

이 방법은 이동 호스트가 위치한 BS와 이웃 BS로 handoff 직전부터 이동 호스트의 트래픽을 멀티캐스트 하는 핸드오프 방법이다. NeighborCasting handoff 방법에서는 각각의 BS들이 자신의 이웃 BS에 대한 L2 및 L3 정보를 학습한 후 L2 트

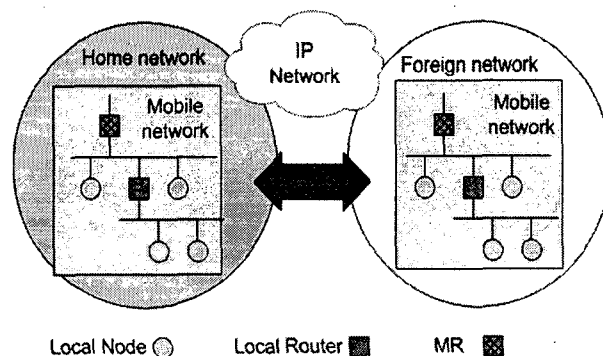
리거가 발생하였을 때, 현재의 BS에게 그 정보를 알려주게 된다. 그 순간부터 BS는 현재 할당 받은 CoA를 통하여 자신에게 오는 트래픽을 이웃 BS들에게 멀티캐스팅한다[12].

이렇게 하면 이동 호스트가 L2 handoff를 끝내고, ARP 과정까지 완료한 직후부터 데이터를 바로 받을 수 있다. 트래픽이 멀티캐스팅되는 시간은 L2 handoff 직전부터 CoA 등록 메시지가 HA에 도달하여 Binding Update가 완료되어 더 이상 기존의 BS로 트래픽이 전송되지 않을 때까지이다. NeighborCasting handoff를 이용하면 멀티캐스트로 인한 일시적 트래픽 증가 현상을 피할 수 없지만, 손실과 지연없는 IP 서비스를 지원 받을 수 있기 때문에, 환경에 따라서 fast handoff의 대안으로 사용할 수 있다.

5. NEMO

network mobility란 IPv6의 확장된 개념으로, 네트워크 전체의 이동성을 지원해주는 프로토콜이다. 이동 단말들이 하나의 작은 네트워크를 이루어 전체적으로 이동하는 상황에서는 개별적인 이동성을 제공하는 것보다 네트워크 전체를 묶어서 이동성을 관리하는 것이 효율적이다. 따라서 NEMO에서는 이동성을 제공하는 라우터 MR (Mobile Router)을 이용하여 MR에 속해있는 모든 단말들의 전체적인 이동성을 제공해 주게 된다.

NEMO는 교통수단에 적용되어 버스, 기차, 비행기등을 타고 하는 승객들에게 IP 기반의 데이터 서비스를 제공할 수 있으며, 개인의 이동차량 네트워크, PAN (Personal Area Network) 등에도 광범위하게 사용될 수 있다. IETF에서는 2002년 NEMO WG를 새롭게 만들어 network mobility 관련 연구를 활발히 진행하고 있다. 그림 2는 기본적인 NEMO를 지원하는 네트워크의 모습을 보여주고 있다. mobile network에 속해있는 여러 단말들은 MR을 통하여 IP 서비스를 받을 수 있다. MR이 자신의 home link에서 foreign link로 접속점을 옮기더라도, MR에 속한 단말들은 이동성에 대한 걱정 없이 지속적인 IP 서비스를 받을 수 있게 된다.



<그림 2> Network mobility의 개념도

NEMO를 효과적으로 제공하기 위해서는 mobile IPv6 뿐만 아니라 효율적인 mobile IPv6를 지원하는 fast handoff나 HMIPv6와 같은 프로토콜이 상호 연계를 이루며 동작해야 한다.

III. 고속화 도로에서의 IP 이동성 지원방안

본 장에서는 mobile IP나 NEMO를 실제 적용할 수 있는 환경을 제시하고, 보다 효율적인 이동성 제공을 위한 방안을 제안하고자 한다. 이를 위하여 제안하는 환경에서는 mobile IPv6, HMIPv6를 지원한다고 가정한다.

1. IP 이동성 제공을 위한 환경

IP의 이동성을 제공하기 위해서는 AP (Access Point)가 반드시 필요하다. 현재 무선랜을 사용하여 L2 계층의 이동성을 제공하는 서비스는 상용화가 되어 있다. IP 계층의 이동성 제공을 위해서는 광범위한 지역에 AP를 설치해 놓고, 그 다음에 AP간의 이동성 제공, AR간의 이동성을 고려하는 것이 순서이다. 하지만 서비스 이용자가 이동할 수 있는 모든 지역에 AP를 설치하는 것이 현실적으로 불가능하다고 볼 때, 사용자의 이동량이 가장 많은 지역에 우선적으로 AP를 설치하는 것이 가장 바람직할 것이다.

이런 상황을 고려해 볼 때, 고속도로나 주요 간선 도로에 AP를 설치하는 것을 우선적으로 생각해 볼 수 있다. 서비스 공급자 측면에서 볼 때 고속화 도로는 잠재적 수요자가 충분히 제공되며, 이동성이 일정한 패턴을 나타내며, 예측 불허의 돌발 상황이 발생하지 않는다는 큰 이점을 가지고 있다. 고속 도로를 통해 이동하는 장거리 승객의 입장에서나 출퇴근길 주요 간선도로에서의 IP 서비스는 상당히 매력적인 아이템이 될 것이다. 일정한 방향의 이동성은 handoff시 새로운 BS를 찾는데 매우 효율적으로 이용될 수 있으며, 셋길이나 교차로가 없는 고속화 도로이기 때문에 handoff 시 고려되는 경우의 수가 단순해진다.

따라서 본 논문에서는 IP의 이동성 제공을 위한 환경으로 고속화 도로를 설정하였다. 다음 절에서는 이러한 환경에서 IP를 제공하는 방안을 제안한다.

2. 고속화 도로에서의 효율적인 IP 이동성 제공방안

mobile IPv6에서는 MN에게 NEMO에서는 MR의 이동성을 제공해주어야 한다. 이들은 모두 Movement Detection을 통하여 자신의 이동을 감지한 후, 해당링크의 Agent를 통하여 CoA를 할당 받고 HA로의 Binding Update 과정을 통해 이동성을 제공받아야 한다. 이러한 상황에서 지연에 민감한 서비스를 보장받기 위해서나, 빠른 이동성을 보이는 MN의 경우에는 지연과 손실이 없는 handoff가 이루어져야 한다. mobile IP의 handoff시에 중요시 되는 두 부분은 여러 개의 인접 BS 중에서 handoff 후보자를 탐색하는 부분과 후보 BS에게 handoff 하는 과정에서 데이터의 손실과 지연 없이 트래픽을 전송하는 부분이다. 이러한 상황을 고려할 때 고속화 도로는 일반적인 도로에 비하여 mobile IP를 제공하기 위한 적절한 조건을 가진 환경이 된다. 일직선으로 뻗어있는 도로를 따라 BS가 늘어서 있는 경우에 handoff는 반드시 앞쪽의

BS가 아니면 뒤쪽의 BS에서 일어나게 된다. 따라서 handoff가 시작된다는 신호인 L2 트리거가 발생하는 경우 handoff 예정지가 될 BS는 단 두 개만이 존재하게 된다. 이러한 상황에서는 미리 handoff가 일어날 수 있는 BS에 대한 정보를 사전에 입력함으로써 새로운 BS를 탐색하는 시간을 줄일 수 있게 되고, 바로 handoff 절차로 들어갈 수 있게 된다. 고속의 이동환경에서 BS를 탐색하는 시간을 줄여주는 것은 안정적인 handoff가 일어나는 기초가 될 수 있다.

새로운 BS의 탐색 과정이 성공적으로 이루어지게 되면 기존의 BS와 새로운 BS로의 인증 과정에 들어가게 된다. 이러한 과정을 거쳐 L2 handoff가 마무리 되면 IP 레벨의 handoff가 일어나게 된다. IP 레벨의 핸드오프 과정에서의 트래픽 지연과 패킷 손실을 보장해주는 프로토콜은 여러가지가 있지만, 라우터에 대한 정보를 미리 학습할 수 있고, handoff가 일어날 가능성이 있는 다음 BS의 숫자가 적으며, 이동 노드의 속도가 고속인 경우를 감안할 때 NeighborCasting handoff가 최적의 프로토콜이 될 수 있다.

fast handoff에서 사용하는 anticipated handoff 나 tunnel based Handoff 방식에서는 L2 링크를 계속적으로 연결한 상태에서 L3 handoff를 완료하거나, 지연에 상관없이 handoff를 수행한 후, 터널을 이용하여 트래픽을 다시 전송받는 방식을 사용한다. 하지만 이동 노드의 속도가 빠른 경우에 이러한 방식은 패킷의 영원한 손실로 이어질 수 있기 때문에 고속화 도로에서 IP의 이동성을 지원하기에는 적절하지 못하기 때문이다.

IV. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 고속화 도로에서 효율적으로 IP의 이동성을 제공 받을 수 있는 방법을 제안하였다. IP의 이동성을 제공 받을 수 있는 적절한 환경으로 고속화 도로를 설정하여, 도로의 특성을 이용한 NeighborCasting handoff 방식을 사용하여 효과적으로 IP의 이동성을 제공 받을 수 있는 방안을 제안하였다.

고속화 도로는 특성상 이동 단말들이 단방향성을 가지며 이동을 하게 된다. 이것은 효율적인 BS 관리와 지연과 손실 없는 IP 패킷의 전송을 제공할 수 있는 적절한 환경이 된다. 이러한 고속화 도로에서는 사전에 handoff가 일어날 수 있는 BS들에 대한 정보를 BS들에게 제공할 수가 있게 된다. 또한 handoff시에 멀티캐스팅 트래픽 전송 방법을 이용하여 손실과 지연없는 데이터 전송을 보장해준다.

이렇게 IP의 이동성이 보장된다면, 차량을 통해 이동하는 이동 단말에게 인터넷을 제공할 수 있으며 인터넷 망을 통하여 교통 상황에 대한 부가 정보를 손쉽게 얻을 수 있다. 또한 새로운 도로 관리 네트워크의 구축없이 IP 망을 이용하여 추가 관리 시스템 망을 구축할 수도 있게 됨으로써, 망관리 측면에서의 효율성을 기할 수도 있게 된다.

향후 이루어질 연구에서는 사전에 입력된 BS의 정보와 NeighborCasting handoff를 이용한 IP 이동성 지원 방안을 시뮬

레이션 할 것이며, 결과의 분석을 통하여 보다 효율적으로 고속화 도로에서 IP 서비스를 받을 수 있는 방안을 모색해 나갈 것이다.

참고문헌

1. 건설 교통부, ITS 지능형 교통시스템, 2002.
2. J. D. Solomon, *The Mobile IP*, PTR Prentice Hall, 1998.
3. C. Perkins et al., "IP mobility support for IPv4," Request for Comments 3344, IETF, August 2002.
4. D. Johnson et al., "IP mobility support for IPv6," draft-ietf-mobileip-mipv6-24.txt, June 2003.
5. P. Jacquet et al., "Fast Handovers for Mobile IPv6," draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-07.txt, IETF, September 2003.
6. 이준원, 민상원, "Mobile IPv6 기반 무선 LAN 망에서의 효율적인 핸드오프 제공 방안," 통신학회 하계학술대회, vol 27, 2003.
7. 이돈수, 민상원, "Fast 핸드오프 기능을 갖춘 Mobile IPv6 망에서의 RSVP를 이용한 자원 할당 연구," 통신학회 하계학술대회, vol 27, 2003.
8. T. Ernst and H. Lach., "Network Mobility Support Terminology," draft-ietf-nemo-terminology-00.txt, IETF, May 2003.
9. V. Devarapalli et. al., "Nemo Basic Support Protocol," draft-ietf-nemo-basic-support-01.txt, IETF, September 2003.
10. 민상원. "유비쿼터스 이동 컴퓨팅 환경에서의 이동성 관리." 한국통신학회지. vol.20, No.5, pp. 83-95.
11. H. Soliman et. al., "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management," draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt, IETF, June 2003.
12. C. Lin Tan and K. Mun Lye, "A Fast anticipated Scheme Wireless Networks," the Second ACM International Workshop on Wireless Mobile Multimedia, 20 August 1999.