

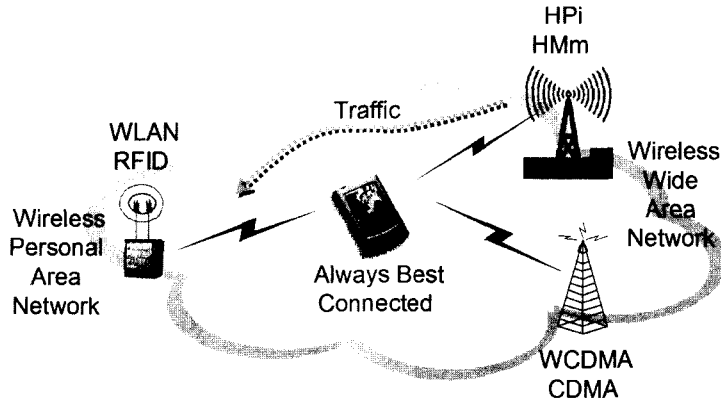
1. 서론

이동통신 서비스가 급격히 발전함에 따라 이동통신을 통한 회선 (circuit) 이용률은 점차 포화상태에 다다르고 있으며, 대신 인터넷 접속과 같은 데이터 서비스의 수요가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 초기 이동통신 시스템은 데이터 서비스의 경우 간단한 메시지 전달을 주로 하는 단문데이터 서비스 위주였으나 차세대 이동통신 시스템은 대용량의 멀티미디어 서비스가 가능한 고속 데이터 서비스로 진화해 갈 것으로 예상된다. 또한 차세대 이동통신 시스템은 [그림 1]에서 보는 바와 같이 무선 접속 시스템 및 단말기의 종류 관계없이 모든 종류의 서비스를 언제 어디서나 최적의 전송률로 이용할 수 있는 것을 목표로 하고 있으며, 특히 단일한 새로운 망의 출현에 의한 서비스 제공보다는 IP 기반 이동성 지원에 의해 서로 상이한 기존 망간의 끊김 없는 연동이 보다 현실적인 차세대 이동통신의 요구사항으로 떠오를 것이 전망된다¹⁻³⁾.

이와는 별도로 유선을 통한 초고속 인터넷 접속 서비스가 확산됨에 따라 무선 상으로도 유선 인터넷과 비슷한 수준의 고속 데이터 서비스에

대한 수요가 발생하였고, 이를 위해 무선랜 (wireless LAN)과 같은 기술 개발이 활발히 진행되어 왔으며 무선랜 서비스의 활성화로 인하여 사용자들은 유선에서의 인터넷과 동일한 수준의 멀티미디어 서비스를 무선 상으로도 제공할 수 있게 되었다. 특히 무선랜 서비스는 이동통신을 통한 데이터 서비스와는 달리 유선 인터넷 서비스와 동일한 IP 기반 네트워크를 통해 인터넷에 접속할 수 있게 되어 유무선 접속 환경에 상관없이 동일한 이동 단말기를 통해 같은 형상의 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 향후 IEEE 802.11a/g, 802.16e 계열의 시스템 혹은 HIPERLAN/2 계열의 시스템을 통해 54Mbps 이상의 고속 데이터 전송이 가능하게 될 것으로 전망되고 있다. 그러나, 이러한 무선랜 서비스는 높은 데이터 전송률과 저렴한 가격에도 불구하고, 제한된 전파반경으로 인하여 hot-spot 지역 및 기업과 가정 내 등 일부 지역으로 서비스가 한정됨에 따라 언제 어디서나 중단 없는 데이터 서비스를 원하는 가입자의 요구를 수용하기에는 이미 한계를 드러내고 있다⁴⁻⁵⁾.

이동통신 서비스와 무선랜 서비스가 지향하는 IP 기반 기술의 특징들을 통하여 이들 시스



(그림 1) 차세대 이동통신에서의 서비스 연속성

템간의 상호보완적인 연동이 가능하며 이를 통한 서비스의 연속성 (service continuity)을 보장하는 방안에 대한 관심이 증가하고 있다. 이를 위해 IP 기반 기술을 이용하여 사용자가 이동 중에 무선 접속 망 (radio access network)이 변경되는 경우에도 연속적인 서비스를 가능하게 하는 이동성 관리 기술에 대한 연구 개발이 요구된다. 또한 이와 같이 상이한 망간의 IP 기반 서비스 연동은 이동통신의 All-IP 네트워크 진화와 관련하여 B3G (Beyond Third Generation) 및 무선 인터넷 발전에 중요한 기술적 이슈로 부각되고 있다⁶⁻⁹⁾.

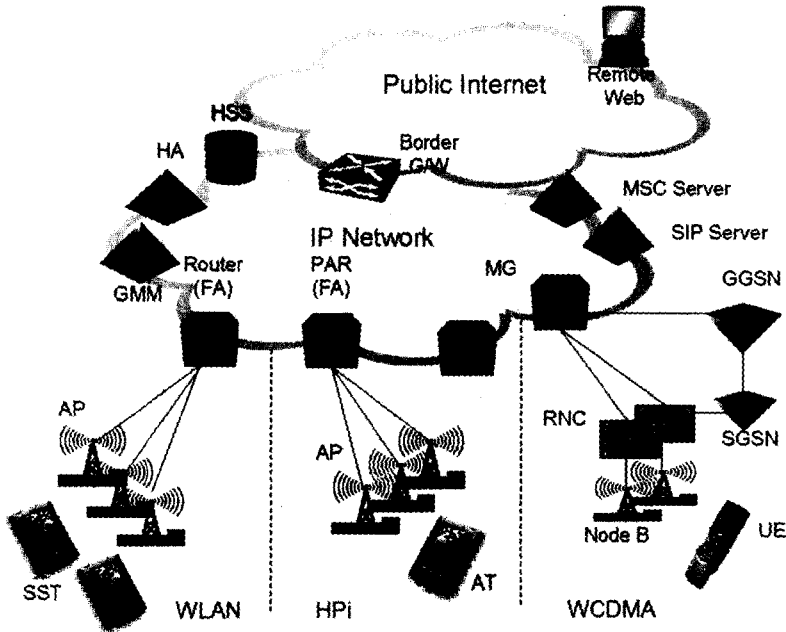
본 고에서는 차세대 이동통신 시스템에서 IP 이동성을 지원하기 위한 IP 기반의 네트워크 프로토콜에 대한 기술 개요를 논하고 이를 기반으로 하여 서비스 연속성을 보장할 수 있는 요소 기술인 고속 핸드오버 (fast handover) 및 이종 시스템간 핸드오버에 대하여 기술하고자 한다.

II. 차세대 이동통신을 위한 IP 이동성 기술

1. Mobile IP 기반 이동성 지원

초기 이동통신 시스템은 음성 트래픽 위주였기 때문에 음성 통화를 위한 별도의 프로토콜을 바탕으로 서비스를 제공하였다. 따라서 핸드오버는 이동통신망 내의 셀 간이나 MSC (Mobile Switching Center)사이의 핸드오버로 국한되었다. 그러나 데이터 트래픽에 대한 수요가 급격히 증가하여 유선망 서버로의 접속이 빈번해짐에 따라 핸드오버는 단순히 셀이나 MSC 사이의 핸드오버뿐만 아니라 상위 계층 (layer)에서의 이동성에 대한 고려도 필요하게 되었다. 더욱이 이동통신망의 모든 요소들이 [그림 2]와 같이 IP 기반 구조로 전환되어 가고 있기 때문에 IP 계층에서의 이동성에 따른 핸드오버 문제는 매우 중요한 고려대상이 되었다. 지금까지 IETF에서는 이동 단말기(호스트)의 이동성을 지원하기 위해 Mobile IP를 규격화했으며, 현재 mobileip WG과 seamoby WG을 통해 이동성 지원을 보다 향상시키기 위한 표준화 활동을 수행하고 있다.

Mobile IP는 HA (Home Agent)와 CoA (Care-of-Address)라는 개념을 이용해 이동 중인 단말기로 착신되는 패킷은 HA를 거쳐



〈그림 2〉 IP 이동성 기술을 적용한 차세대 이동통신 시스템 구조

CoA까지 터널링 (tunneling)을 통해 전달되도록 함으로써 단말기의 이동성을 지원하는 기법이다. CoA는 기존 IP에서의 단말기 주소와 달리 단말기의 위치 정보를 포함하고 있는 주소로 단말기가 이동함에 따라 달라질 수 있다. IPv4의 경우 호스트가 방문망에 있을 때 연결되어 있는 라우터에 FA (Foreign Agent)라는 기능이 있어 이 FA의 주소를 대개 CoA로 설정하여 HA에 등록하며, IPv6의 경우 이동 단말기가 방문망에서 auto-configuration을 통해 획득한 주소를 co-located CoA로 설정하여 HA에 등록하는 방식을 선택하고 있다.

그러나, 지금까지의 Mobile IP 기술은 주로 유선 인터넷 접속 환경에서의 이동성 제공에 초점이 맞추어져 있었기 때문에 빈번한 이동성을 자동적으로 처리할 수 있는 끊임 없는 (seamless) 핸드오버가 지원되기에는 많은 제

약을 지니고 있다. 특히 음성 등 실시간 서비스를 무선 인터넷 환경에서 제공하게 될 경우 핸드오버로 인한 지연과 패킷 손실 등에 대한 요구사항은 보다 높아질 것이며, 따라서 효과적인 핸드오버를 지원할 수 있는 IP 기술은 더욱 중요성을 더할 것으로 예상된다.

2. Session IP 기반 이동성 지원

차세대 이동통신 시스템은 기존 유선 네트워크에서 진화되어온 인터넷 텔레포니 (Internet Telephony, VoIP)와 같은 음성과 영상 전송 기술을 포함하는 인터넷 서비스들을 포괄하고 있다. SIP(Session Initiation Protocol)는 VoIP 서비스를 제공하기 위해, 통신하고자 하는 상대방을 찾아 단말기간의 호 설정, 호 정보 수정, 호 해지 등의 기능을 제공하는 응용 계층

(application layer)의 호 제어 프로토콜이다. SIP는 단순성, 범용성, 확장성, 모듈성 등의 특성으로 인하여 VoIP 분야뿐만 아니라 정보가전, 화상회의 및 제 3세대 통신 시장을 주도하는 IMT-2000, 3GPP (Third Generation Partnership Project), NGN (Next Generation Network) 관련 연구 기관에서도 경쟁적으로 SIP을 도입하고 있다.

IP 네트워크에서 호스트의 이동성을 지원하고자 할 때, 가장 쉽고 계층화된 방법은 앞서 언급한 IP 계층에서 이동성을 지원하는 Mobile IP를 사용하여 상위 계층에 투명한 핸드오버를 제공하도록 하는 것이다. 그러나 Mobile IP의 경우 삼각 경로설정 (triangular routing)에 의한 지연 및 캡슐화에 따른 부하 (encapsulation overhead)와 같은 결점으로 인해 지연에 민감한 응용에는 부적합한 것으로 알려져 있다. 따라서 지연에 민감한 VoIP 서비스를 받는 단말기의 경우 SIP에 이동성 기술을 부여하여 서비스 연속성을 보장할 수 있는 방안이 대한 연구가 필요하다.

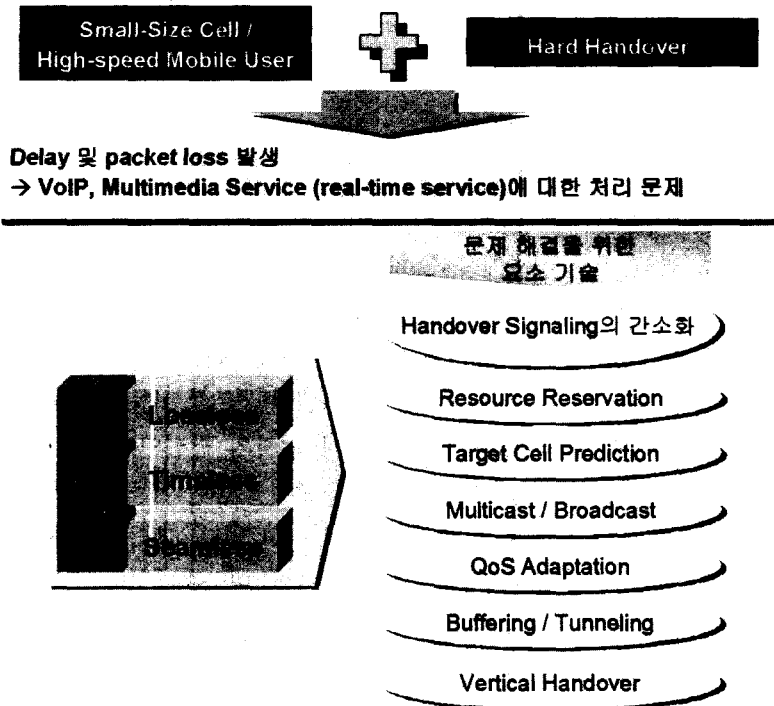
SIP에서 이동성을 지원하기 위한 중요한 이슈들로 기존의 SIP를 확장하거나 Mobile IP에 기반 하는 방안이 제시되고 있다. 전자의 방법은 실시간 이동통신을 위한 응용 계층의 접근을 취하고 있다. 이동 단말기가 외부 네트워크로 이동하면, 대상 이동 단말기는 SIP redirect 서버로부터 이동 단말기의 주소를 얻을 수 있다. 이 방법은 응용 계층에서 이동성 처리를 수행함으로써 Mobile IP에서 요구되었던 터널링을 제거하였다. 그러나, 네트워크 계층에서 이동성을 제공하지 않는 이런 접근 방법은 SIP에 독립적인 응용 계층에 또한 이동성을 제공해주지 못한다. 그 외에 SIP 클라이언트 (client)가 신규 IP

를 얻는데 사용하는 프로토콜인 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)를 지원하지 않는 이동통신망에서는 SIP의 이동성 지원이 근본적으로 불가능하다는 점이다. 따라서 전자의 방법은 향후 All-IP 추세와 함께 Mobile IP가 지원되면서 그 의미를 상실하게 되었고 Mobile IP와의 조화의 필요성이 대두되었다. 또한 SIP 자체의 확장을 통한 이동성 지원은 해당 애플리케이션에만 적용되는 것으로 인터넷의 근본적 이동성 제공과는 독립된다. 따라서 후자의 방법인 Mobile IP에 기반 하는 SIP 수정을 통한 이동성 제공에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 그러나 현재 정의된 SIP 기능은 차세대 이동통신 시스템의 이동성 지원에 요구되는 모든 사항을 만족시키지 못하고 있다. 따라서 SIP에 대한 확장이 계속적으로 이루어지고 있는 상태이며 특히 이동통신망에서의 인터넷 서비스 품질 향상에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있다.

III. IP 기반 이동통신 시스템에서의 서비스 연속성을 위한 요소 기술

1. 고속 핸드오버(fast handover)

차세대 이동통신 시스템은 고속의 이동 중에도 정지 상태와 동일한 초고속의 멀티미디어 통신이 가능해야 함을 전제로 하고 있다. 초고속의 전송률을 요구하는 다수의 사용자들 시스템에서 수용하기 위해서는 셀의 크기를 더욱 더 줄여서 무선 자원의 재사용성을 증대 시켜야 한다. 즉 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경 (마이크로-셀의 경우 반경 100m, 피코-셀인 경우 반경 30m로 추정됨)이 더욱 작아져야 한



〈그림 3〉 고속 핸드오버(fast handover)를 지원하기 위한 요소 기술

다. 이런 환경에서 문제가 되는 점은 셀의 반경이 더욱 더 작아지고 이동 단말기 (mobile terminal)가 고속화되어 집에 따라 빈번한 핸드오버가 발생하게 되어 망의 부하가 급격히 증가하기 때문에 고속의 이동 단말기를 위한 보다 빠른 이동성 처리가 요구된다는 것이다. 따라서 잦은 핸드오버로 인한 전체 시스템에서 과부하와 성능저하 등의 이동성 관리기능에 대한 문제점을 고려해야 한다. 따라서 차세대 이동통신 시스템은 마이크로/피코-셀 환경에서 고속으로 이동하는 단말기가 끊김 없는 (seamless) 서비스를 받을 수 있도록 지원하기 위해서는 [그림 3]과 같이 고속 핸드오버(fast handover)를 지원하기 위한 요소 기술이 필요하다.

기존의 3G 셀룰러 환경에서는 수분에 한번씩 핸드오버가 일어난다. 이와 달리 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경이 더욱 작아지는 차세대 이동통신 시스템에서는 핸드오버의 수가 증가하고 핸드오버 간 시간 간격이 줄어들며 이동 단말기의 이동 속도에 따라 수십 초, 수초에 한번씩 핸드오버를 일으킨다. 즉, 핸드오버 수행 시간 (handover processing time)이 더 작아진다. 이에 따라, 이전 기지국과 신호 감쇠 때문에 통신할 수 없는 상황임에도 핸드오버를 완료하지 못하는 상황 발생하게 되고 핸드오버가 실패할 수도 있다. 부연하면, 이동 통신망의 최근 진보로 인한 셀 반경의 축소로 마이크로-셀에서 피코-셀 환경으로 변하고 있는 시점에서 기

존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코 셀 환경에서 이동 단말기가 고속으로 이동할 때, 핸드오버 지연(handover delay)에 의하여 연결 서비스가 절단되는 문제점을 보완하기 위하여 무시간 핸드오버(timeless handover)가 보장되어야 한다. 이를 구현하기 위한 요소 기술로는 핸드오버 신호(handover signaling) 절차 간소화 기술, 위치 예측(location prediction) 기술 등이 있다.

또한 이런 초고속의 멀티미디어 서비스를 수용하기 위하여 이동 단말기가 셀 간 이동으로 핸드오버를 일으킬 때 사용자가 원하는 QoS(Quality of Service)를 만족시켜야 한다. 왜냐하면 멀티미디어 서비스는 음성 서비스와는 달리 매우 짧은 시간의 통화 중단으로 인한 패킷의 손실과 전달 지연은 사용자 정보에 치명적인 손실을 초래할 수 있기 때문이다. 따라서 고속의 이동 중에도 정지 상태와 동일한 초고속의 멀티미디어 통신이 가능해야 함을 전제로 한다. 따라서 유선 망과 대등한 QoS를 보장하기 위하여 무손실 핸드오버(lossless handover)가 보장되어야 한다. 핸드오버가 자주 발생하지 않는 기존의 3G 환경에서는 단말기의 핸드오버 시 이전 셀에 남겨진 데이터가 타겟 셀로 이관되지 못하더라도 QoS에 미치는 영향이 미비했다. 반면에 이동 단말기의 이동 속도에 따라 수십 초, 수초에 한번씩 핸드오버를 일으키는 피코-셀 환경 하에서는 수초마다 남겨진 데이터가 발생할 수 있으며, 이를 기존과 같이 무시한다면 핸드오버 시 수신하지 못하고 이전 셀에 남겨진 데이터는 QoS에 많은 영향을 미치게 된다. 이를 억제하기 위한 요소 기술로서, 자원 예약(resource reservation), 멀티캐스트/브로드캐스트(multicast/broadcast), QoS 조정(adap-

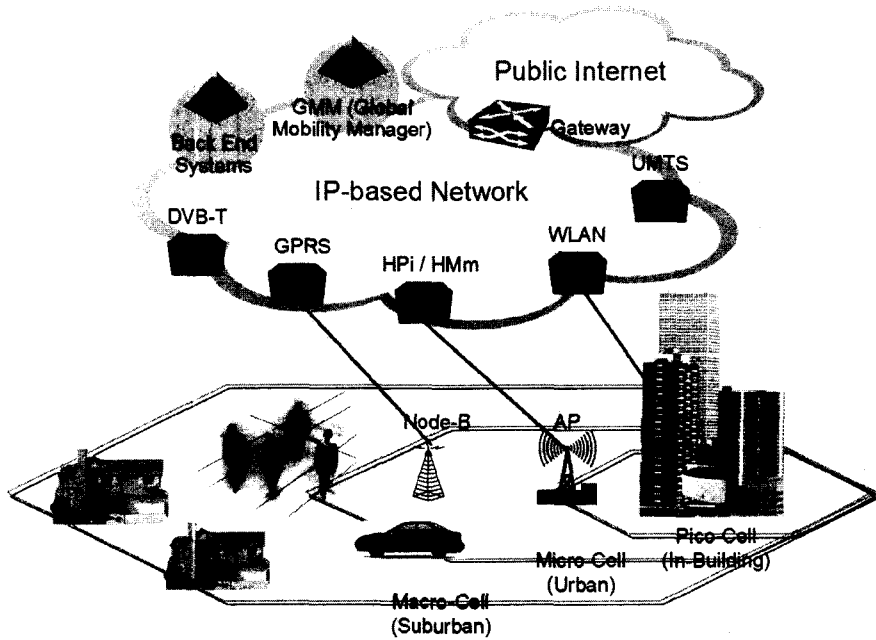
tation) 그리고 버퍼링/터널링(buffering/tunneling) 등이 있다.

고속 핸드오버는 기본적으로 핸드오버 과정을 빨리 수행하는 것을 의미하지만 근본적으로는 사용자가 핸드오버로 인해 서비스 중단을 느낄 수 없도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 셀 간의 핸드오버 과정의 빠른 수행뿐만 아니라 IP 영역에서의 이동이 일어난다면, Mobile IP 핸드오버 과정까지 포함한 전체 핸드오버 과정의 빠른 수행과 사용자가 서비스 중단이나 성능 저하를 느낄 수 없도록 하는 모든 종류의 알고리즘을 포함해야 한다.

2. 계층적 이종 시스템간 핸드오버 (Inter-system Handover)

차세대 이동통신 시스템의 개발 목표 중 하나는 다양한 유무선 환경과 접속 기술들을 공통된 인프라에서 이용하기 위한 유비쿼터스(ubiquitous) IP 기반 시스템 개발이다. 이를 위해 사용자에게 이종 기술 방식과 이종 대역의 주파수를 갖는 계층적 무선망들간 핸드오버를 지원할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다. 또한 이를 통해 유선, 무선 및 위성환경에서 단말기 또는 사용자 접속카드로 음성, 데이터, 영상 등을 포함하는 멀티미디어 서비스와 이를 전세계적으로 제공할 수 있는 글로벌 로밍의 실현을 목표로 하고 있다.

[그림 4]가 나타내는 바와 같이 차세대 이동통신시스템은 독립적으로 존재하는 것이 아닌 기존의 802 계열의 무선랜이나 블루투스(bluetooth) 등을 기반으로 하는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 뿐만 아니라 3G 혹은 4G 이동통신 시스템과의 원활한



〈그림 4〉 계층적 구조를 갖는 차세대 이동통신 시스템

연동을 의미하는 것이다. 이는 단일한 무선 접속 망을 모든 지역을 커버할 수 있도록 설치하는 것이 아니라 hot-spot 영역 위주로 고속 데이터 통신을 지원하고, hot-spot 영역 외의 지역에는 기존의 시스템과의 연동을 통해 어느 지역에서든 하나의 이동 단말기로 최적의 서비스를 제공하기 위함이다.

따라서 단말기가 다중 무선 통신 시스템들이 계층적으로 혼재되어 있는 환경을 이동하면서 seamless 서비스를 위하여 계층적 이종 시스템 간의 핸드오버에 대한 지원이 필요하며 이러한 계층적 이종 시스템간 핸드오버를 이루기 위해서는 다중모드 (multi-mode) 및 다중밴드 (multi-band)를 지원하는 이동 단말기의 개발이 필요하고 또한 다중 무선 통신 시스템간의 계층 구조 (overlaid architecture)에 대한 연

구도 필수적이다.

현재 WCDMA와 GSM/GPRS와의 듀얼모드 (dual-mode) 이동 단말기 및 두 시스템간의 핸드오버는 이미 실용화되어 있으며 향후에는 개방형 단일 하드웨어 플랫폼상에 객체지향 구조 응용 소프트웨어를 다운로드 함으로써 이동 단말기 구조자체의 유연성을 제공하여 무선 시스템 통합을 가능하게 하는 SDR (Software Defined Radio) 기술이 그 역할을 대치할 것으로 예상된다.

IV. 결론

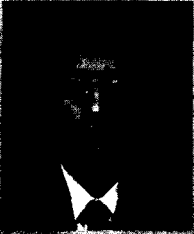
All-IP를 기반으로 하는 차세대 이동통신 시스템에서 이동 단말기에 대한 이동성 지원은 커다란 이유가 되고 있다. 따라서 본 논고에서는

차세대 이동통신 시스템에서 필요성이 대두되고 있는 IP 이동성을 문제를 살펴보고 이동성 지원 방안에 관하여 논하였다. 또한 IP 기반 이동통신 시스템에서 서비스 연속성을 위한 요소 기술로서 고속 핸드오버, 계층적 이종 시스템간 핸드오버 지원 방안 등에 대하여 논하였다. 상위의 기술들이 차세대 이동통신 시스템의 기술적 요구에 어떻게 적용될 지는 확신할 수 없는 상황이지만, 향후 차세대 이동통신 시스템은 이종 시스템과 연계되어 서비스 될 것이 확실시됨으로 끊김 없는 (seamless) 서비스 제공이라는 기술적인 문제는 차세대 이동통신 시스템에서 반드시 해결해야 할 과제이며 이를 해결하기 위한 노력이 유무선 네트워크 통합 관점에서 진행되어야 한다.

참고문헌

- Mobility Management for PCS Network”, In Processing of IEEE INFORCOM’ 99, pp. 1377-1384, 1999.
- [7] T. Liu, P. Bahl, and I. Chlamtac, “Mobility Modeling Location Tracking, and Trajectory Prediction in Wireless ATM Networks,” IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 16, No. 6, pp. 922-936, 1998.
- [8] J. C. Lee, B. Y. Ryu and J. H. Ahn, “Estimating the Position of Mobiles by Multi-Criteria Decision Making,” ETRI Journal, Vol. 24, Num. 4, pp. 323-327, Aug. 2002.
- [9] ETRI, “Broadband Mobile Communications Towards A Converged World”, ITU/MIC Workshop On Shaping The Future Mobile Information Society, SMIS/05, 19 February 2004.
- [1] Yu Cheng and Weihua Zhuang, “Diffserv Resource Allocation for Fast Handover in Wireless Mobile Internet,” IEEE Communication Magazine, pp. 130-136, May 2002.
- [2] AbdulRahman Aljadhari and Taieb F. Znati, “Predictive Mobility Support for QoS Provisioning in Mobile Wireless Environments,” IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 19, No. 10, pp. 1915-1930, Oct. 2001.
- [3] W. C. Y. Lee, “Smaller cells for greater performance,” IEEE Commun. Mag., pp. 19-23, Nov. 1991.
- [4] M. Ergen, S. Coleri, B. Dundar, A. Puri, J. Walrand, and P. Varaiya, “Position Leverage Smooth Handover Algorithm”, IEEE ICN 2002, Atlanta, August 2002.
- [5] C.L.Tan, S.Pinkand K.M.Lye. “A Fast Handoff Scheme for Wireless Networks”, ACM/IEEE WoW-MoM, 1999.
- [6] B.Liang and Z. J. Hass, “Predictive Distance-Based

저자소개



이봉한

2000년 서울대학교 전기계산학과 박사
 2000년 - 현재 한국전자통신연구원(ETRI) 선임
 연구원(사범) 부장



김현욱

1998년 아주대학교 정보통신공학과 학사
 2001년 포항공과대학교 정보통신공학과 석사
 2001년 - 현재 한국전자통신연구원(ETRI) 연구원



송봉국

1985년 중앙대학교 통신공학과 박사
 1986년 - 1988년 벨지움 Bell Telephone 파견 근무(Systems 12002호기 599 개) (M)
 1989년 - 1990년 ITU SG XV WP-5 Rapporteur (CCSF) (M)
 1997년 - 1998년 ITU-T SGXVWP3 Editor (MT 2000 LAGANAO)
 1997년 - 2000년 TTA SC786(3-230) 무선 프로토콜 연구단 학장
 2002년 - 현재 ETRI 이동통신연구단 차세대이동통신연구팀장 (차세대이동통신연구부)