

네트워크 기반 이동성 제어 구조와 망 적용을 위한 고려사항

홍강운 | 이경희 | 류원 | 김봉태 | 최준균*

한국전자통신연구원, 한국정보통신대학교*

요약

본 고에서는 네트워크 기반 이종 액세스 망간 이동성 제어 기술인 AIMS(Access Independent Mobility Service) 기술을 소개한다. AIMS 기술은 제어계층과 데이터전달계층 분리를 통해 신속하고 안정적으로 제어 메시지를 전달하고, I2/I3 연동을 통한 고속 핸드오버를 지원하고, 최단 경로를 통한 데이터 전송을 지원하고, 사용자 선호 및 정책 기반의 접속 액세스 선택을 지원하며 이동성 제어를 위한 단말의 추가 기능을 최소화하는 특징을 갖는 네트워크 기반 이동성 제어 기술이다. AIMS 시스템을 이용하여 수행한 다양한 실험을 통해 얻은 망 적용시의 고려사항을 소개하고 이에 대한 방안을 AIMS 시스템의 개선된 기능으로서 제시한다.

1. 서론

과거에 개인 사용자가 사용하던 휴대 단말은 주로 음성전화 서비스를 이용하기 위한 용도였다. ADSL 인터넷 서비스부터 성장하기 시작한 초고속 인터넷 서비스가 급속히 보급되면서 다양한 멀티미디어 서비스 이용이 확산됐고 그에 따라 개인 휴대 단말은 다양화되기 시작했다. 단말기술의 발전과 함께 음성 서비스를 넘어서 데이터 서비스를 지원하는 등 액세스 기술에서도 혁신이 일어나면서 사용자들은 언제 어디서나 인터넷을 이용하고자 하는 욕구가 증가하고 있다. 액세스 기술이 다양화되고 발전하면서 효율적인 망 이용과

FMC(Fixed Mobile Convergence)와 같은 신규 서비스 창출이 가능한 NGN(Next Generation Network)에 대한 표준화가 활발히 진행되고 있다. NGN은 All-IP 기반의 공통 코어망을 중심으로 다양한 유무선 액세스 망들을 묶는 연동망이라 할 수 있다. 최근 국내외에서 유선 사업자와 이동 사업자 간의 합병이 이루어지고 있는 것도 유무선 액세스 기술 간의 연동을 통한 시너지 효과를 기대하기 때문이다. 시너지에 의한 매출증대는 사용자에게 연동망을 자유롭게 이동할 수 있는 서비스를 제공함으로써 가능하고 그런 서비스를 제공하기 위해서는 이종 액세스 환경에서의 이동성 제어 기술이 필수적이다. 즉, 이종 액세스 망간 핸드오버를 위해 All-IP 기반의 이동성 제어 기술이 지원되어야 한다.

IP 기반의 이동성 제어 기술은 과거 MIP (Mobile IP)[1],[2]가 개발된 이후로 FMIP (Fast Handover MIP)[3],[4]와 HMIP (Hierarchical MIP)[5],[6]가 제안되었으며, 최근에는 망 기반 이동성 제어 기술인 PMIP(Proxy MIP)[7],[8]에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. MIP는 IETF에서 표준화가 되었지만, 위치관리와 핸드오버관리를 HA(Home Agent)에서 중앙 집중 식으로 처리함에 따라 긴 지연시간, 터널링 부하, 비효율적 삼각 라우팅 등의 문제점이 MIP의 활성화를 어렵게 만들고 있다. FMIP은 핸드오버 전에 이전 액세스 망에서 I3 핸드오버 절차를 수행하는 방식을 활용하고 HMIP는 네트워크 상에서 계층적으로 이동성 제어를 수행하는 방식을 활용함으로써 MIP의 단점을 개선하고자 하는 기술이다. PMIP는 망 기반 이동성 제어 기술로서 PMIP의 구성요소가 단말의 대리인으로서 단말의 이동성 제어를 수행한다. 따라서, 이동 단말에는 이동성 지원을 위한 기능이 탑재될 필요가 없

어 망사업자의 이동성 서비스 개발과 망 적용 측면에서 PMIP가 주목을 받고 있다. PMIP의 구성요소로는 LMA(Local Mobility Anchor)와 MAG(Mobile Access Gateway)가 있다. LMA는 MIP에서의 HA와 유사한 기능을 수행하고 MAG는 MIP에서의 FA(Foreign Agent) 위치에서 이동 단말 대신 위치 등록을 수행하고 LMA와의 Tunnel(터널)을 설정한다. 현재 3GPP, WiMAX 포럼 등에서 자체 표준에 PMIP를 수용하기 위한 표준화 작업이 진행 중에 있다.

최근에는 IP 기반 이동성 제어 기술에 대한 연구와 함께 Link 계층과 상위계층 간의 연동을 통해 이종 액세스 통합 제어 및 고속 핸드오버 제어 이슈를 해결하고자 하는 IEEE 802.21 MIH(Media Independent Handover) 표준[10]이 개발 중에 있다. 망에서는 이 기술을 활용함으로써 단말의 핸드오버 상황을 인식하여 이종 액세스 통합망 환경에서 핸드오버에 필요한 기능을 사전에 수행하고 대처할 수 있어 신속한 핸드오버 제어가 가능하다.

본 고에서는 다양한 액세스 기술을 포함하는 유무선 통합망 환경에서 단말의 이종 액세스 망간 핸드오버를 지원하는 네트워크 기반 이동성 제어 기술인 AIMS 시스템을 소개하고, AIMS 시스템을 이용하여 수행한 다양한 실험을 통해 얻은 서비스 적용시의 고려사항과 그 고려사항을 바탕으로 개선된 AIMS의 기능을 제시한다.

본 고의 II장에서는 유무선 통합망 환경에서 단말의 이종 액세스 망간 핸드오버를 지원하는 네트워크 기반 이동성 제어 기술인 AIMS 시스템의 구조와 특징, 그리고 주요 기능에 대한 절차를 기술한다. III장에서는 네트워크 기반 이동성 제어 기술을 망에 적용할 때 고려해야 할 사항들을 살펴보고 고려사항을 바탕으로 개선된 AIMS의 기능을 제시한다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. AIMS 시스템

AIMS 시스템은 앞서 기술한 기존 이동성 제어 기술의 장 단점을 파악하고 NGN 환경에서의 추가 요구사항을 분석하는 과정을 통해 도출된 유무선 통합망 환경에 효율적인 네트워크 기반 이동성 제어 기술이다. 본 장에서는 시스템 구

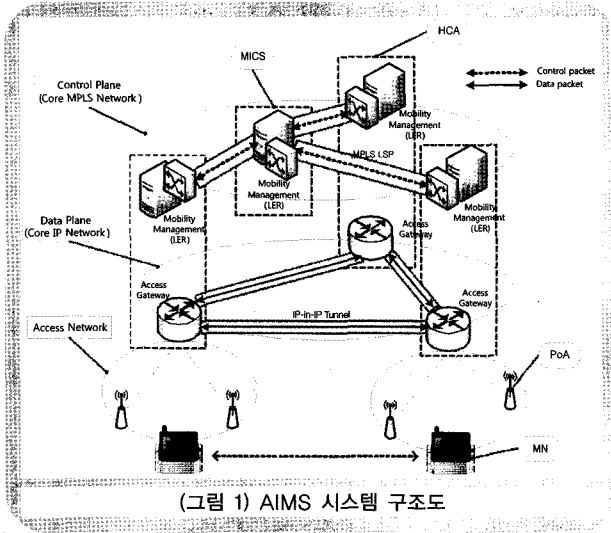
조와 특징, 주요 기능의 절차를 기술함으로써 AIMS 시스템을 자세히 소개한다.

1. AIMS 시스템 구조

AIMS 시스템은 (그림 1)에 나타낸 것과 같이 코어망 내에 위치하는 MICS(Mobility Information Control Server), 액세스 망과 코어망을 연결하는 HCA(Handover Control Agent), 액세스 망간을 이동하는 MN(Mobile Node), 그리고 MN에게 무선링크 연결수단을 제공하는 PoA(Point of Attachment)로 구성된다.

MICS는 다양한 액세스 망을 연결하는 IP 코어 망 내에 위치하며 MN의 L2 ID(MAC 주소), 고정 IP 주소(HoA) 및 현재 위치주소(CoA)간의 바인딩 정보를 관리한다. 그리고 MN이 액세스 망간 핸드오버를 수행하였을 때 MN을 위한 데이터 전달 경로를 조정하기 위해 관련 HCA간 IP 터널 설정을 제어하는 역할을 수행한다. 또한, MICS는 MIH Information 서비스를 제공하는 IS (Information Server)로서 동작하는데, 각 액세스 망의 상태 정보(가용 자원, 비용, 핸드오버 지연 등)를 주기적으로 수집함으로써 복수의 액세스 망이 중첩된 영역에 위치해있는 MN이 최적의 접속망을 선택할 수 있도록 하는 절차를 지원한다.

HCA는 각 액세스 망과 IP 코어 망을 연결하는 게이트웨이 라우터로서 동작하며 MN의 PoA간 L2 핸드오버시 L3 핸드오버 절차가 필요한가를 판단한다. MN의 최초 접속 또는 L3 핸드오버 처리를 위해 RA(Router Advertisement) 메시지[11]를 통해 MN으로 CoA를 전달하고 MN의 L2 ID를 식별자로 사용하여 MICS로 MN의 위치등록을 위해 CoA 등록/갱신 절차를 대행한다. 또한, HCA가 관리하는 영역을 벗어나 외부에 위치한 MN으로 데이터 패킷을 전달하기 위해 그 MN의 현재 위치정보를 MICS에 질의하고, 질의 절차를 수행하는 동안 데이터 패킷을 임시로 버퍼링(Buffering)한다. 질의 절차를 통해 MN의 위치 정보, 즉 대응하는 HCA의 IP 주소가 파악되면, HCA간 데이터 패킷 전달을 위한 IP 터널을 설정하고 패킷을 목적지로 전송한다. MN이 외부 노드와 패킷 송수신 중에 액세스 망간 핸드오버를 수행하는 경우, MICS로부터 MN이 이동했음을 알리는 제어 메시지를 전달받아 관련 IP 터널을 조정한다.



AIMS 시스템에서 PoA는 새로운 MN이 링크를 설립하면 MN의 L2 ID 정보를 자신이 속한 액세스 망을 관장하는 HCA로 전달한다. MN이 새로운 HCA 영역으로 L3 핸드오버를 수행한 후 패킷을 전송하기 위해서는 디폴트 게이트웨이 (default gateway) 설정 변경이 선행되어야 하며 이는 일반적으로 액세스 라우터로부터 전달되는 RA 메시지를 통해 이루어진다. AIMS 시스템에서는 HCA가 주기적으로 전달하거나 PoA로부터의 RS (Router Solicitation) 메시지에 대한 응답으로서 전달하는 RA 메시지를 각 PoA가 저장하여 MN이 L2 접속을 시도했을 때 신속하게 RA 메시지를 전달할 수 있는 RA Caching 기능을 제공한다.

AIMS 시스템은 망 기반의 이동성 제어 기능을 수행함으로써 이동성 제어를 위해 MN에 추가로 요구되는 기능은 없다. 그러나, 다중 액세스 망이 중첩된 환경에서 최적의 통신 환경을 제공하는 망을 선택하기 위해서는 현재 연결된 무선 링크의 상황을 감지하고 접속 가능한 액세스 망을 탐색하는 기능을 가져야 한다. 또한, MICS의 IS에서 관리하는 각 액세스 망의 상태정보를 참조하기 위한 연동 기능이 필요하며, MN은 멀티모드 단말을 가정하므로 MN에 탑재된 다중 액세스 인터페이스를 제어하는 기능이 요구된다. 이러한 기능들은 MIH 서비스를 이용하여 지원될 수 있다.

2. AIMS 시스템의 특징

AIMS 시스템은 상기와 같은 구성요소의 기능을 수행하는

데 있어 다음과 같은 특징을 갖는다.

AIMS 시스템은 이동성 제어 신호를 위한 경로와 데이터를 위한 경로가 분리된 구조를 갖는다. 이동성 제어 신호를 위한 경로로서 MICS와 HCA간 MPLS LSP[12]를 이용하고 데이터를 위한 경로로서 HCA간 IP 터널을 이용한다.

AIMS 시스템은 HCA간 최단 경로를 통해 데이터를 전송한다. 단말 위치에 대한 바인딩 정보를 HCA로 분산시킴으로써 HCA간 직접 데이터 터널링이 가능하며, 터널링된 데이터는 코어 망에서 지원하는 라우팅 프로토콜에 의해서 최단 경로를 통해서 전달될 수 있다.

AIMS 시스템은 L2/L3 핸드오버 절차를 연계하여 신속한 위치 등록과 핸드오버 제어가 가능하다. MN의 신속한 위치 등록을 위해 MN이 액세스 망에 L2 접속하는 단계에서 PoA에서 HCA로 전달하는 LR(Location Report)을 통해 L3 위치 정보 갱신 절차가 개시된다. 따라서, MN이 액세스 망에 접속했음을 PoA의 LR 정보를 이용하여 망 기반으로 신속히 인식하고 MPLS LSP를 이용한 고속의 신호 전달 경로를 이용하여 위치 정보가 변경되었음을 MICS에게 알려준다. 또한, MICS는 LSP를 이용하여 CN(Correspondent Node) 즉 HCA에게 MN의 변경된 위치정보를 즉시 알려 준다.

AIMS 시스템은 네트워크 기반 이동성 제어 방식을 지원한다. MN은 이중 액세스 망간 핸드오버를 하는 경우에 있어서, 핸드오버를 위해 L2 접속 이외에 추가적인 기능을 수행하지 않고 망에서 L3 핸드오버를 수행할 수 있도록 PoA가 LR 메시지를 통해서 핸드오버 제어 절차를 개시하고 필요한 MN 정보(고유 식별자)를 HCA에게 알려준다.

AIMS 시스템은 사용자 선호 및 망 정책에 기반한 액세스 망 접근 제어를 지원한다. MICS에서 코어 망에 접속되어 있는 액세스 망 정보를 관리하고, MN의 핸드오버에 필요한 신호 세기, 응용 서비스 타입, 망 이용률, 지연 등의 정보를 MN에게 제공하여 핸드오버 상황 판단 및 결정에 활용할 수 있다. MN은 현재 접속한 액세스 망을 통해서 핸드오버 대상 액세스 망에 대한 정보를 획득할 수 있으며, L2 핸드오버를 수행하기 전에 MICS에 대해 액세스 망 선택을 위한 질의를 요청할 수 있다. 이러한 기능은 IEEE 802.21 MIH 프로토콜을 통해 제공 가능하다.

AIMS 시스템은 위치 관리 기능과 핸드오버 제어 기능이 분리되어 있다. MN에 대한 위치 관리 기능은 MN이 액세스

망에 접속한 경우에, 자신의 고유 식별자 및 위치 정보를 코어 망에 등록하고, 코어 망에 위치한 이동성 제어 서버에서 MN 위치 정보를 관리한다. 따라서, MN으로 데이터를 전송하기 위해서는 이동성 제어 서버에 MN의 현재 위치를 질의하여 MN의 접속 위치가 파악된 후에 데이터 전송이 이루어진다. 핸드오버 제어 기능은 신속한 제어 신호 처리를 통하여 지연 시간을 최소화 하는 것이 가장 중요하다. 따라서, 각 액세스 망과 코어 망의 접속 게이트웨이 자리에 위치한 HCA에서 처리된다. HCA는 PoA로부터 LR 메시지를 수신하면, L3 핸드오버를 위한 절차가 필요한지를 판단하여 해당 절차를 수행한다.

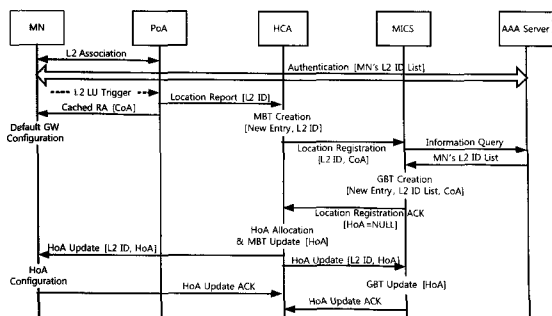
AIMS 시스템은 계층적 단말 이동성 관리를 지원한다. IP 기반의 단말 위치 관리를 위해서, MICS에서 MN의 고정 IP 주소와 위치정보(HCA의 IP 주소)간 바인딩 정보를 관리하여 액세스 망간 이동성을 지원할 수 있고, 액세스 망 내부에서의 이동성 제어에 필요한 위치정보 관리는 HCA에서 수행하므로 계층적으로 이동성 제어가 지원될 수 있다. 그리고, 이러한 계층적 이동성 제어를 통하여 코어 망에서의 제어 신호 부하를 줄이는 효과를 얻을 수 있다.

3. 주요기능에 대한 절차

본 절에서는 AIMS 시스템의 주요기능인 최초 접속제어, 핸드오버제어, 데이터전송제어에 대한 절차를 설명한다.

3.1 최초 접속 절차

(그림 2)는 AIMS 시스템에서 단말이 최초로 망에 접속하여 통신이 가능한 상태가 될 때까지 수행하는 절차를 나타내고 있다.

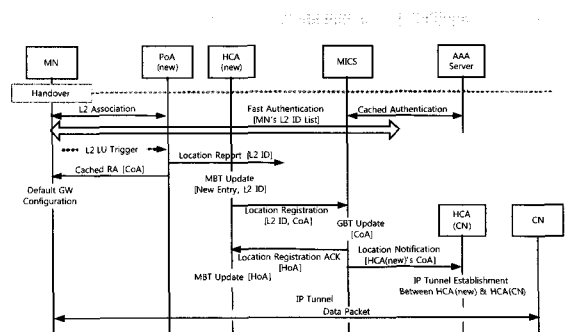


(그림 2) 최초 접속 절차

MN이 망에 접속하는 절차는 최초로 접속하는 절차와 핸드오버에 의해 망에 접속하는 절차로 구분될 수 있는데, MN에 대한 정보가 HCA와 MICS에 처음 생성되느냐 아니면 기존 정보에 갱신을 하느냐에 대한 차이가 있다. MN은 PoA에 대한 Link Association을 수행하고 PoA는 사용자 인증후 MIH Link Up 이벤트시 HCA로는 LR 메시지를 전달하고 MN으로는 RA를 전달한다. MN은 RA를 수신하여 게이트웨이를 설정하고 HCA는 LR 수신후 MICS로 단말에 대한 위치등록 (Location Registration)을 수행한다. 위치등록이 완료되면 HCA가 MN의 IP 주소로 사용할 HoA를 할당하여 전달하는 과정을 끝으로 최초 접속 절차가 완료되어 MN이 외부 노드와의 통신이 가능한 상태가 된다.

3.2 핸드오버 절차

(그림 3)은 단말의 핸드오버시 AIMS 시스템에서 수행하는 절차를 나타내고 있고, MN과 CN이 통신중인 경우에 대해 단말 핸드오버에 따른 데이터 전송 제어 절차를 함께 나타내고 있다.



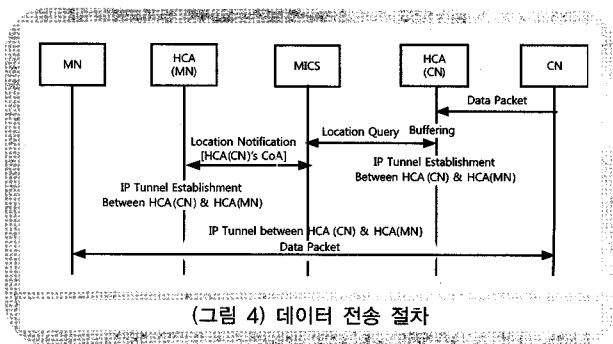
(그림 3) 핸드오버 절차

단말은 현재 연결되어 있는 PoA의 신호세기가 임계치 이하로 감소하는 경우에 핸드오버를 결정하게 되는데, 이 때 MIH Link Going Down 이벤트가 발생하면 MICS의 IS와의 통신을 통해 이동할 액세스 망을 결정한다. MICS로부터 전달받은 이동할 PoA에 대한 정보를 이용하여 접속 절차를 수행한다. 앞서 설명했듯이 MICS에 존재하는 MN에 대한 위치 정보를 갱신한다는 점 외에 Link Association, LR, 위치등록 등의 과정은 최초 접속 절차와 동일하다. 하지만, 최초 접속 절차와는 달리 MN은 최초 접속시 HoA를 할당 받았기 때문

에 별도의 HoA 할당 절차없이 HCA에서 MN의 HoA에 대한 라우팅 정보를 추가하는 것으로 핸드오버 절차가 완료된다.

3.3 데이터 전송 절차

(그림 4)는 MN과 CN이 통신을 하기 위해 AIMS 시스템에서 수행하는 절차를 나타내고 있다.



(그림 4) 데이터 전송 절차

이동 단말이 고정 IP 주소를 사용하는 외부 노드로 데이터를 전달하는 경우는 기존의 라우팅 방법을 따른다. 외부 노드가 이동 단말로 데이터를 전달하는 경우에는 기존의 라우팅 방법으로 데이터를 전달할 수 없으므로, HCA는 데이터를 임시로 버퍼링하면서 해당 이동 단말에 대한 위치정보를 MICS에 질의한다. MICS는 질의결과로서 질의를 요청한 HCA와 이동 단말이 연결된 HCA로 상대 HCA 주소정보를 전달한다. 송신 HCA는 HCA간 IP 터널을 설정하여 버퍼링된 데이터를 Encapsulation하여 송신하고, 수신 HCA는 데이터를 Decapsulation하여 최종적으로 MN으로 데이터를 전달한다. 핸드오버 전에 MN이 외부 노드와 데이터 송수신 중인 경우, (그림 3)에 명시된 절차와 같이 새롭게 설정된 HCA간 터널을 통해 MN과 외부 노드간 데이터 전달은 지속된다.

III. 망 적용을 위한 고려사항

본 장에서는 II장에서 기술한 AIMS 시스템을 이용하여 수행했던 다양한 실험을 통해 얻은 망 적용시의 고려사항과 그에 대한 방안을 제시한다.

1. Tunnel MTU(Maximum Transmission Unit) 와 TCP MSS(Maximum Segment Size)의 불일치

네트워크 기반 이동성 제어 기술에서는 TCP 프로토콜을 이용하는 응용을 지원하기 위해 TCP 가상회선 연결시 결정된 양단간 MSS와 경로상 중간 노드 간의 터널에 대한 MTU가 다를 수 있다는 점을 고려해야 한다. 네트워크 기반 이동성 제어 기술은 이동 단말에 이동성 지원을 위한 기능을 추가할 필요 없이 네트워크에서 단말 이동에 필요한 기능을 수행한다. 이동 단말로 전달되어야 하는 데이터는 네트워크상의 라우터 간 터널링을 통해 전달된다. 데이터 터널링을 위해 몇 바이트의 헤더를 추가함으로써 이동 단말은 단말의 IP 주소와 다른 네트워크에 위치해 있는 경우에도 손쉽게 데이터를 전달받을 수 있다. 하지만, 단말의 지원 없이 경로상의 중간 노드간에 터널링이 설정되는 경우 추가되는 헤더는 응용 계층에 영향을 미칠 수 있다. TCP 프로토콜에서는 가상회선 연결시 양단 간에 송수신할 수 있는 최대 데이터 크기를 결정하게 된다. 단말 기반 이동성 제어 기술에서는 데이터 터널이 이동 단말에서 시작하므로 터널 인터페이스의 MTU와 TCP MSS가 일치한다. 하지만, 네트워크 기반 이동성 제어 기술에서는 경로상의 중간 노드 간에 설정된 터널에 의해 실제 주고받을 수 있는 메시지의 크기는 TCP MSS보다 작게 되고 결과적으로 데이터는 터널 통과시 패킷 분할(fragmentation)이 발생한다. 이러한 현상은 단말에서 Joost[13]와 같은 동영상 스트리밍 서비스를 이용할 때 문제를 일으킨다.

이러한 현상을 해결하기 위해서는 TCP 프로토콜을 이용하는 양단의 응용에서 라우팅 경로상에 터널이 사용되고 있다는 것을 인지해서 MSS값을 조절해야 한다. 그러나, 이를 위해서는 단말에서 추가기능을 필요로 하므로 이동성 제어를 위해 단말에 추가기능을 요구하지 않는다는 네트워크 기반 이동성 제어의 개념에 부합하지 않는다. 대신에 네트워크에서 양단간의 TCP MSS값을 중재하는 기능을 수행할 수 있다. 현재 상용 라우터에는 터널 인터페이스를 통과하는 TCP의 MSS를 터널 MTU값 이하로 조절하는 기능을 포함하고 있고, 이 기능을 활용하여 중재를 위한 별도의 네트워크 요소(Network Element) 없이 이동성 제어 시험망을 구축하여 문제를 해결할 수 있다.

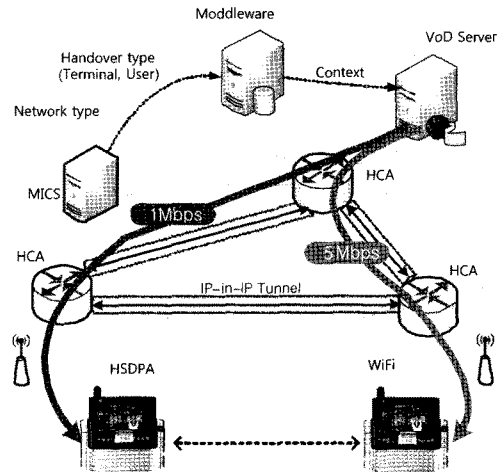
2. 네트워크 환경 적응적인 서비스 제공을 위한 이동성 제어 기술과의 연동

단순한 이동성 서비스 수준 이상의 네트워크 환경 적응적인 서비스를 제공하기 위해서는 응용과 이동성 제어 기술과의 직접적인 연동이 필요하다. 이동성 제어 기술은 단말 또는 개인이 이동하는 경우에도 이동에 따른 네트워크 환경 변화에 대처할 필요가 없도록 하는 기술이라 할 수 있다. 사용자는 사용중인 단말이 현재 어떤 액세스 망에 접속되어 있는가를 고려할 필요없이 이용하던 네트워크 서비스를 계속 이용하기만 하면 된다. 그런 의미에서 이동성 제어 기술은 서비스라기 보다는 기반 기술에 가깝다. 네트워크 서비스를 자세히 살펴보면 계층화된 프로토콜 스택에서 상위 프로토콜이 하위 프로토콜에 프리미티브(Primitive) 서비스를 요청하고 하위 프로토콜은 상위 프로토콜에 서비스를 제공하고 이러한 관계가 순환되어 최상위 응용계층에게 서비스를 제공하게 된다. 그러므로, 이동성 제어 기술이 기존 네트워크 서비스 구조에 최소한의 수정을 해서 네트워크 환경의 변화에 적응하기 위해서는 가능한 한 하위 계층에서 이동성 제어 기술이 제공되어야 한다. 또한, 기술 발전과 사업 전략에 따라 요구되고 있는 이종 액세스 망간 이동성을 지원하기 위해서는 액세스 기술에 독립적이고 공통적인 계층에서 이동성 제어 기술이 제공되어야 한다. 하지만, 이종 액세스 망간 이동시 사용자에게 네트워크 환경 적응적으로 서비스를 제공하기 위해서는 이동에 따른 네트워크 환경 변화에 민감한 응용은 이동성 제어 기술과의 직접적인 연동을 통해 신속하게 적용할 수 있도록 해야 한다.

네트워크 환경 적응적인 서비스는 (그림 5)에서 나타낸 것과 같이 이동 단말에게 액세스 망 환경에 적응적인 스트리밍 서비스를 제공하는 것을 예로 들 수 있다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 사전에 환경 적응적인 콘텐츠가 준비되어야 한다. 환경 적응적인 콘텐츠란 액세스 망을 통해 전달하거나 재생하는데 알맞도록 단일 콘텐츠를 액세스망의 대역폭이나 단말의 성능에 의존적으로 여러 버전을 제작하거나 SVC와 같은 환경 적응적 비디오 코딩 방식으로 제작한 콘텐츠를 말한다.

이제 준비된 콘텐츠를 적용할 환경 정보와 적용 시점에 대한 정보를 얻어야 하는데, 이러한 정보는 이동성 제어 기술과의 연동을 통해 얻을 수 있다. 연동을 통해 현재 단말이 어

떤 액세스 망에 연결되어 있는지, 언제 단말의 환경이 변경됐는지 등을 파악하여 이에 대응할 수 있다.



(그림 5) 환경 적응형 스트리밍 시스템 구성도

3. BBM(Break-Before-Make) 핸드오버 방식에서의 부정 오류(False Negative) 활용

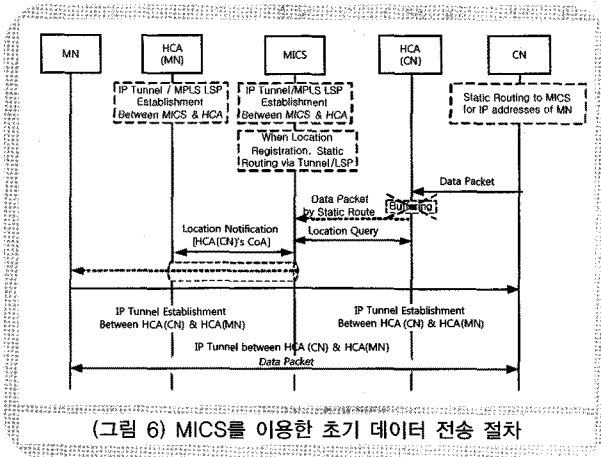
BBM 핸드오버 방식에서 발생하는 부정 오류를 이용한 이동성 제어 기술의 성능 향상을 고려할 수 있다. 이종 액세스 망에서의 이동성 제어 기술에서 핸드오버 방식은 MBB(Make-Before-Break)와 BBM으로 구분할 수 있다. MBB 핸드오버는 2개의 네트워크 인터페이스를 이용하여 새로운 액세스 망에 접속하기 위해 기존 액세스 망과의 연결을 끊기 전에 이동할 액세스 망을 연결하는 방식으로, 데이터 손실을 상당부분 방지할 수 있지만 동시에 여러 액세스 망과 연결해야 하므로 상대적으로 전력소모가 많고 바이캐스팅(Bicasting)에 대한 처리가 요구된다.

BBM 핸드오버는 기존 액세스 망과의 연결을 끊고 새로운 액세스 망에 연결하는 방식으로, 망 간 핸드오버를 순차적으로 수행하기 때문에 핸드오버 지연시간에 따라 데이터 손실이 증가한다. 하지만, 순차적인 망 간 핸드오버 절차를 자세히 살펴보면 연결 단절시 데이터 전달 측면에서 부정 오류가 발생할 수 있다. 즉, 핸드오버 절차 상으로는 연결이 단절된 상태지만 실제로는 데이터 송수신이 가능한 상태가 발생한다는 것이다.

BBM에서 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위해 부정 오류 상

태를 이용할 수 있는데, FMIP에서의 접근방법과 같이 핸드 오버 지연시연을 줄이기 위해 핸드오버 전에 핸드오버 절차를 Proactive 하게 수행하는 방안을 고려할 수 있다.

4. 네트워크 기반 이동성 제어 기술에서의 버퍼링



이동 단말의 위치정보를 관리하는 위치관리 서버를 활용하여 데이터 버퍼링에 따른 성능저하를 줄일 수 있다. 네트워크 기반 이동성 제어 기술은 이동 단말의 지원 없이 동작해야 하고 네트워크 자원의 효율적 이용을 위해 단말의 동작에 후행하여 이동성 제어를 수행한다. 임의의 단말이 이동 단말과 지연없이 통신을 하기 위해서는 이동 단말로 데이터를 전달할 수 있는 터널이 데이터 전달 전에 설정되어 있어야 하지만, 이를 위해 이동 단말이 핸드오버를 할 때마다 데이터 전달을 위한 터널을 미리 생성할 수는 없다.

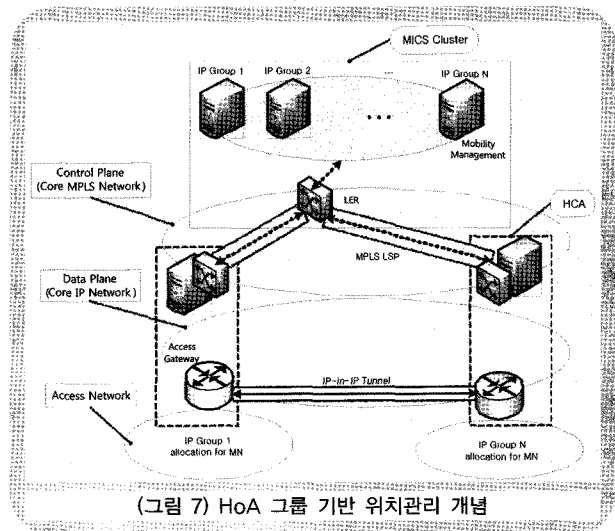
이동 단말이 해당 액세스 망을 잠시 지나쳐가는 것일 수도 있고 이동 단말이 어느 단말과 통신을 할 것인가도 알 수 없으므로 필요할 때마다 동적으로 네트워크 자원을 할당하는 것이 효율적이다. 하지만, 후행적 이동성 제어는 네트워크 자원 할당 시까지 데이터 버퍼링을 요구하므로 부하가 심하고, 버퍼링 동안의 전송지연으로 인해 실시간 응용에 알맞지 않다.

이러한 문제점은 이동 단말로 전달해야 할 패킷에 대해 터널 생성 전까지 정적 라우팅으로 이동성 제어 구성요소 중 이동 단말의 위치정보를 관리하는 요소(MICS)로 데이터를 전달하는 방법을 고려할 수 있다. 이 방법에서는 패킷을

MICS에서 이동 단말이 연결된 HCA로 전달하기 위해 MICS와 HCA간 터널 설정이 별도로 필요하지만, HCA에서 버퍼링 기능을 제거할 수 있고 Y.MPLS-MOB[14] 에서처럼 MICS와 HCA 간 터널로서 LSP를 이용하여 보완할 수 있다. (그림 6)은 MICS를 이용한 개선된 데이터 전송 절차를 나타내고 있다. HCA간 터널 설정 전까지 MIP에서의 방법과 같이 단말의 위치정보를 관리하는 MICS를 통해 데이터를 전송함으로써 버퍼링 기능을 제거할 수 있다. MIP에서의 동일하게 HA 병목현상이 발생할 수 있지만 초기 패킷에 대해 일시적으로 발생하므로 영향은 제한적이다.

5. 중앙집중식 위치관리의 개선

위치관리기능을 분산시킴으로써 중앙집중식의 구조적인 병목현상을 해결할 필요가 있다. 이동성 제어 기술은 위치관리 기능과 핸드오버 제어 기능으로 구성된다. HA에서 위치관리와 핸드오버 제어를 모두 수행했던 MIP 프로토콜과는 달리 네트워크 기반 이동성 제어 기술은 두 기능을 분리하여 계층적인 이동성 제어가 가능하다. 하지만, 이동 단말의 위치 정보는 중앙집중식으로 관리되기 때문에 전체적인 절차가 MIP 프로토콜 보다 개선되었음에도 MN의 핸드오버시 위치 정보에 기반한 핸드오버 제어 기능이 집중되는 구조적인 문제점을 갖고 있다.



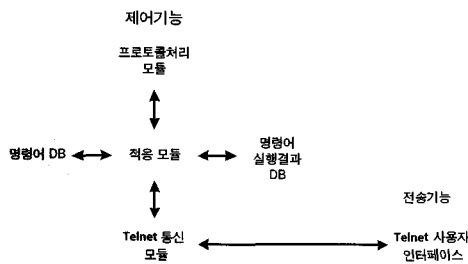
이러한 문제점은 각 액세스 망을 관장하는 HCA 에서 MN 이 통신중인 외부 단말에 대한 관리를 수행함으로써 해결할 수 있다. 또한, (그림 7)에서와 같이 MN에 할당되는 HoA 주소를 IP 영역별로 그룹화하고 각 그룹별로 위치관리를 수행하는 개별 MICS를 사용하여 작업량을 분산 시킬 수 있다.

6. 기존 망 교체의 어려움

이동성 제어 기술을 기존 망에 적용하기 위해서는 많은 어려움이 발생할 수 있다. 그 중에서 이동성 제어 기술에 대한 Killer Application이 명확하지 않은 상황에서 사업자의 기존 망을 교체해야 한다는 점이 사업자가 이동성 제어 기술을 적용하는데 있어 주저하게 만드는 이유가 될 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 이동성 제어 기술은 이동성 제어 메시지를 처리하는 프로토콜과 함께, 이동 단말로 데이터를 전달하기 위해서 일반적이지 않은 데이터 포워딩 기능을 포함하므로, 서버 1~2대를 망에 추가해 프로토콜을 처리하게 하는 것만으로 이동성 서비스를 제공할 수는 없다. 또한, 이동 단말의 IP 할당방법 등과 같은 기존의 네트워크 접속 방식과의 호환성도 고려되어야 한다.

하게 이동성 제어 기능은 위치등록 패킷과 핸드오버 제어 패킷을 처리하는 제어 기능 (Control Plane)과, 터널링과 패킷 라우팅 등을 담당하는 데이터 전달 기능 (Data Plane)으로 분리될 수 있다. Data Plane을 기존 망의 네트워크 요소에서 수행하고 Control Plane을 새로 추가하는 네트워크 요소에서 수행하게 함으로써 이동성 제어 기술을 망에 적용할 수 있다. 이때 기존 장비에 적용이 가능하고 확장이 가능한 제어기능과 데이터 전달 기능간 연동 방법이 필요하다. (그림 8)은 상기 개념에서 텔넷 프로토콜을 이용하여 제어 기능과 데이터 전송 기능이 연동하는 방안을 도식화하고 있다. 이동 단말의 IP 할당방법과의 호환성 측면에서 이동성 제어 절차에서 DHCP[15] 절차를 수용하여 이동 단말에게 HoA를 할당할 수 있다.

각 평면의 기능을 물리적으로 분리하면 평면간 연동을 위해 추가 지연시간이 발생할 수 있지만, 터널 인터페이스와 라우팅 엔트리 적용시 소요 시간에 대해 단일 장비와의 비교 실험 결과에서는 차이가 거의 없음을 알 수 있었다. 이 방안은 시스템의 안정성과 성능 면에서 검증된 상용 장비를 활용할 수 있는 이점도 있다.



(그림 8) 제어기능과 전송기능이 분리된 시스템에서 기능간 연동 구조

기존 망에 대한 교체 부분은 이동성 제어 기능을 제어 기능과 데이터 전송 기능으로 분리하고 각 기능을 물리적으로 다른 네트워크 요소에서 수행하게 함으로써 최소화시킬 수 있다. 라우터는 라우팅 프로토콜을 통해 이웃한 라우터 간에 프로토콜 패킷을 주고받아 패킷 라우팅에 필요한 정보, 즉 FIB(Forwarding Information Base)를 생성하고 라우터에서 패킷을 수신했을 때 FIB를 참조하여 인접한 라우터로 패킷을 송신하는 과정을 통해 패킷을 라우팅하게 된다. 유사

IV. 결 론

본 고에서는 다양한 액세스 기술을 포함하는 유무선 통합 망 환경에서 단말의 이중 액세스 망간 핸드오버를 지원하는 네트워크 기반 이동성 제어 기술인 AIMS 시스템을 시스템 구조와 특징, 주요 기능에 대한 절차 측면에서 소개하고, AIMS 시스템을 이용하여 수행한 다양한 실험을 통해 얻은 망 적용시의 고려사항과 그에 대한 해결 방안을 제시했다. 본 고를 통해 다양한 종류의 이동성 기술의 토대가 될 수 있는 기술로서 AIMS 기술을 소개함으로써 이동성 제어 기술의 개발과 관련 실험과정에서의 경험을 공유하고자 한다.

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원 의 IT핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음 [2008-S-006-01, 유무선 환경의 개방형 IPTV(IPTV 2.0) 기술개발]

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC3344 on IETF, Aug. 2002.
- [2] D. Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC3775 on IETF, Jun. 2004.
- [3] K. El Malki, "Low-Latency Handoffs in Mobile IPv4," RFC4881 on IETF, Jun. 2007.
- [4] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," RFC4068 on IETF, Jul. 2005.
- [5] E. Fogelstroem, A. Jonsson and C. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," RFC4857 on IETF, Jun. 2007.
- [6] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki and L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC4140 on IETF, Aug. 2005.
- [7] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," Internet Draft on IETF, May 2008.
- [8] R. Wakikawa and S. Gundavelli, "IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6," Internet Draft on IETF, May 2008.
- [9] W. Simpson, "IP in IP Tunneling," RFC1853 on IETF, Oct. 1995.
- [10] V. Gupta et al., "Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services," IEEE Draft Standard P802.21/D8.1, Feb. 2008.
- [11] S. Deering, "ICMP Router Discovery Messages," RFC1256 on IETF, Sep. 1991.
- [12] E. Rosen, A. Viswanathan and R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture," RFC3031 on IETF, Jan. 2001.
- [13] "Joost," available at <http://www.joost.com>
- [14] T. Um, S. Choi and J. Choi, "MPLS-Based Mobility and QoS Capabilities for NGN Services," ITU-T Draft Recommendation Y.MPLS-MOB, May 2008.
- [15] R. Droms, "Dynamic Host Configuration Protocol," RFC2131 on IETF, Mar. 1997.

약 력



1996년 한양대학교 컴퓨터공학과 공학사
 1998년 한양대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 1998년 ~ 2000년 (주)콤텍시스템 기술연구소 주임연구원
 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 네트워크연구부
 융합미디어인프라연구팀 선임연구원
 관심분야: Mobility Management, Mobile IPTV, P2P

홍 강 운



1999년 광운대학교 전자계산학과 이학사
 2000년 한국정보통신대학교 공학부 공학석사
 2006년 한국정보통신대학교 공학부 공학박사
 2006년 ~ 현재 한국전자통신연구원 네트워크연구부
 융합미디어인프라연구팀 선임연구원
 관심분야: Mobility Management, IPTV, QoS, NGN

이 경 희



1983년 부산대학교 계산통계학과 이학사
 1988년 서울대학교 대학원 계산통계학과 이학석사
 2002년 성균관대학교 대학원 정보공학과 공학박사
 1989년 ~ 현재 한국전자통신연구원 네트워크연구부
 융합미디어인프라연구팀 팀장
 관심분야: IP-이동성, IPTV, Vertical-handover,
 유무선망연동, BcN

류 원



1983년 서울대학교 전자공학 학사
 1991년 미국 NC주립대학(NCSU) 컴퓨터공학 석사
 1995년 미국 NC주립대학(NCSU) 컴퓨터공학 박사
 1983년 ~ 현재 ETRI 근무(네트워크연구부장)
 관심분야: IP/광 네트워크, FTTH, FMC, Mobile IPTV

김 봉 태



1982년 서울대학교 전자공학 학사
 1985년 한국과학기술원 통신공학 석사
 1988년 한국과학기술원 통신공학 박사
 1988년 ~ 1997년 한국전자통신연구원 책임연구원
 2003년 ~ 현재 개방형컴퓨터통신연구회 이사
 1998년 ~ 현재 한국정보통신대학교 통신공학부 교수
 관심분야: 네트워크 구조 및 프로토콜, NGN, IPv4/IPv6,
 광인터넷, IPTV, 망 트래픽 엔지니어링 및 성능 분석

최 준 관