

방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 안정된 네트워크 기반의 이동성 관리 기술

정회원 이성근*, 이경희*, 홍강운*, 엄태원*, 종신회원 이현우*,
정회원 류원*, 종신회원 박진우**

A Fault-tolerant Network-based Mobility Management Scheme for Supporting Multi-media Services

Sung-kuen Lee*, Kyoung-hee Lee*, Kang-woon Hong*, Tai-Won Um* *Regular Members*,
Hyun-woo Lee* *Lifelong Member*, Ryu Won* *Regular Member*, Jinwoo Park** *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 유무선 통합 환경에서 안정된 방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 네트워크 기반의 이동성 관리 기술을 제안하고, 시스템 구현을 통한 성능 분석 결과를 제시한다. 제안된 방식은 네트워크 기반의 이종 액세스 네트워크간 이동성 제어 기술인 AIMS(Access Independent Mobility Service) 기술에서, 액세스 네트워크에 접속된 MN(Mobile Node)들의 안정된 위치 관리 및 핸드오버 제어를 위하여 MN의 네트워크 접속 및 접속 해제 감지를 통한 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 제안한다. 또한, AIMS 시스템에서 신뢰성 있는 안정된 이동성 제어 메시지 전달을 위해서 이동성 제어 메시지의 재전송 기능 그리고 MN들에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하기 위한 이동성 제어 노드간의 Heartbeat 메시지 전송 기능을 제안한다. 제안된 방식은 AIMS 시험 네트워크 구현 연구를 통하여 기능 검증 및 성능 분석을 수행하였다.

Key Words : Handover, Network-based mobility, Fault-Tolerance, Message Retransmission, Heartbeat Message

ABSTRACT

In this paper, we propose the fault-tolerant network-based mobility management scheme for supporting multimedia services of broadcasting & communications convergence in fixed mobile convergence (FMC) networks. The proposed scheme is based on AIMS (Access Independent Mobility Service) which is developed for the mobility support among heterogeneous access networks. To support stable location management and handover control for a MN, the proposed scheme supports stable management of binding information by sensing network attachment and detachment of a mobile node (MN). In addition, the proposed fault-tolerant (FT) AIMS supports a function of message retransmission for the support of handover control message and a function of heartbeat message transmission for the support of stable access network environments to a mobile node. We evaluate and analyze the performance of the proposed scheme through the implementation of AIMS system test-bed.

* 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT핵심기술개발사업 및 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였습니다 [2008-S-006-02, 유무선 환경의 개방형 IPTV(IPTV 2.0) 기술개발 및 2008-F015-02, 서비스 가용성을 위한 이동성 관리 기술 연구].

* 한국전자통신연구원 방통통신융합연구부분 방통컨버전스연구부 융합서비스네트워킹연구부 (food2131@etri.re.kr)

** 고려대학교 전자공학과 통신 네트워크 연구실 (jwpark@korea.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-12-636, 접수일자 : 2009년 12월 29일, 최종논문접수일자 : 2010년 2월 16일

1. 서 론

정보 통신 기술의 발전과 디지털화의 진전으로 기존 대중매체와 방송 및 통신 서비스간의 구분이 모호해지고 소비자의 욕구가 다양화 및 고도화됨에 따라, 방통융합 서비스 산업이 가속화되고 이에 따른 신규 서비스 시장 창출에 대한 기대가 증가하고 있다. 이러한 시점에서 언제 어디서나 사용자가 원하는 방통융합 서비스를 최적의 품질로 끊김 없이 제공하기 위한 차세대 방통융합 미디어 서비스 기반 기술 연구에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 기반 기술들 중의 주요 핵심 사항 중의 하나는 다양한 유무선 이종 액세스 네트워크간을 이동하는 사용자에게 서비스의 연속성 및 품질을 보장하는 IP기반의 안정된 이동성 지원 기술 개발이다. 이를 위해서는 유무선 통합 환경에서 사용자들에게 이종 네트워크간 끊김 없는 서비스를 제공하기 위한 고속의 핸드오버 지원 기술이 필요하다. 또한, 이와 더불어 사용자들에 대한 안정된 위치 관리 및 핸드오버를 지원하고, 사용자들에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하는 기술 개발이 필요하다.

IP 기반의 이동성 제어 기술은 IETF를 중심으로 단말 기반의 이동성 제어 기술인 MIP(Mobile IP)^[1,2]가 개발된 이후에 FMIP(Fast Handover MIP)^[3,4]와 HMIP(Hierarchical MIP)^[5,6] 등이 제안되었다. 대표적인 단말 기반의 이동성 제어 기술인 MIP는 이동 단말과 HA(Home Agent) 기반의 중앙 집중식 위치 관리 및 핸드오버 관리의 특징을 가진다. 그러나 이러한 특징으로 인하여 MIP는 단말의 이동성 제어 관련 오버헤드 증가, 긴 핸드오프 지연시간, 터널링 부하 및 비효율적 삼각 라우팅 등과 같은 문제점을 가진다. 최근에는 이러한 단말 기반의 이동성 제어 기술들에 대한 단점들을 극복하기 위하여 네트워크 기반의 이동성 제어 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 기술의 주요 핵심 사항은 네트워크 내의 이동성 지원 노드들이 단말을 대신하여 이동 단말에 대한 이동성 제어를 대신 수행함으로써 단말의 기능 변경을 최소화하고 빠른 핸드오버 지원을 제공하는 것이며, 대표적인 방식으로는 IETF의 PMIP(Proxy MIP)^[7,8] 기술, ETRI의 AIMS(Access Independent Mobility service)^[9,10] 기술 등이 있다.

IETF 기반의 PMIP 기술은 Localized Mobility Management (LMM) 도메인으로 정의되는 영역에서 네트워크 기반의 단말 이동성을 제공하기 위한 제어 구조 및 프로토콜을 제시한다^[7,8]. PMIP는 이동 단말

의 요구사항을 최소화하고 빠른 핸드오버 처리를 제공하는 네트워크 기반의 이동성 제어 방식의 장점을 지닌다. 그러나 PMIP는 사전에 설정된 관리 도메인의 제한된 영역에서 지역적 이동성 관리를 제공하기 때문에, NGN과 같이 다양한 액세스 기술이 통합된 대규모의 유무선 통합네트워크에 적용하기 위해서는 확장성(Scalability) 및 광역 이동성 지원 방안 등에 대하여 추가적으로 보완되어야 할 사항이 존재하며, 현재 3GPP, WiMax Forum 등에서 IETF의 표준 PMIP를 확장한 적용 구조 및 절차 표준을 개발 중에 있다.

한국전자통신연구원(ETRI)에서 제안된 네트워크 기반의 이동성 지원 방식인 AIMS 기술은 다양한 액세스 기술을 포함하는 유무선 통합 네트워크 환경을 고려하여 단말의 이종 액세스 네트워크간 핸드오버를 지원하는 네트워크 기반의 이동성 제어 기술이다^[9,10]. AIMS 기술은 PMIP과 동일하게 이동성 제어를 위한 단말 요구 기능을 최소화하면서 IEEE 802.21 MIH(Media Independent Handover) 기술을 이용하여 단말에게 빠른 이동성을 제공할 수 있다. 또한, AIMS 기술은 지역적 이동성 관리 기술인 PMIP과 달리 이종 네트워크 통합 환경에 직접 적용할 수 있는 제어 구조 및 프로토콜을 제공하며, 이종 액세스 네트워크가 중첩된 환경에서 사용자의 선호도 및 네트워크의 상태 정보를 기반으로 액세스 접속 제어를 수행하는 네트워크 선택 절차 기능을 제공할 수 있다. 그러나 AIMS 기술이 유무선 통합 환경에서 QoS가 보장된 안정된 방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 빠른 이동성 지원 기술과 더불어 안정된 이동성 관리 기술이 필요하다. 이러한 기술을 위해서는 유무선 통합 네트워크에서 사용자의 위치 관리 및 핸드오버 제어를 안정적으로 지원하는 기능이 필요하며 더불어, 사용자에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하는 기능이 필요하다^[1,7,11-15].

본 논문에서는 유무선 통합 환경에서 안정된 방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 네트워크 기반의 이동성 관리 기술을 제안하고, 시스템 구현을 통한 성능 분석 결과를 제시한다. 제안된 방식은 네트워크 기반의 이종 액세스 네트워크간 이동성 제어 기술인 AIMS(Access Independent Mobility Service) 기술에서, 액세스 네트워크에 접속된 MN들의 올바른 위치 관리 및 핸드오버 제어를 위하여 MN의 네트워크 접속 및 접속해제 감지를 통한 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 제안한다. 또한, AIMS 시스템에서 신뢰성 있는 안정된 이동성 제어 메시지 전달을 위해서 이동성 제어 메시지의 재전송 기능 그리고 MN들에게

안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하기 위한 이동성 제어 노드간의 Heartbeat 메시지 전송 기능을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본 논문의 2장에서는 네트워크 기반의 이동성 지원 기술인 AIMS 시스템의 구조 및 특징에 대하여 기술한다. 3장에서는 본 논문에서 제안된 안정된 네트워크 기반의 이동성 지원 방안 (FT-AIMS)의 MN의 네트워크 접속 해제 감지 및 바인딩 정보 삭제 기능, 이동성 제어 메시지 재전송 기능 그리고 Heartbeat 메시지 전송 기능에 대하여 기술한다. 4장에서는 제안된 FT-AIMS 방식의 프로토타입 시스템 구현, 성능분석 및 토의에 대하여 기술하고, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 네트워크 기반의 이동성 제어 기술

본 장에서는 네트워크 기반의 이중 액세스 네트워크간 이동성 제어 기술인 AIMS (Access Independent Mobility Service) 기술^{9,10)}에 대하여 구조, 특징 그리고 이동성 지원 방안에 대하여 기술한다.

2.1 AIMS 시스템의 구조 및 특징

AIMS 시스템은 코어네트워크 내에 위치하는 이동성 제어 서버(MICS: Mobility Information Control Server), 각 액세스 네트워크에 위치하는 핸드오버 제어 에이전트(HCA: Handover Control Agent), MN에 대한 무선 링크 연결을 제공하는 접속점(PoA: Point of Attachment) 그리고 액세스 네트워크간을 이동하는 단말(MN: Mobile Node)로 구성된다 (그림 1).

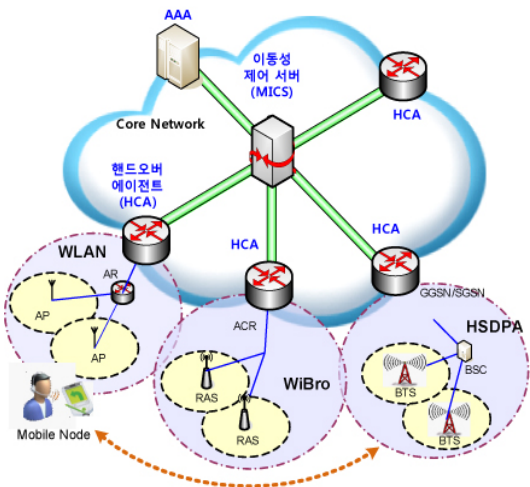


그림 1. AIMS 시스템 구조도

AIMS 시스템에서 MICS는 다양한 액세스 네트워크(AN: Access Network)를 연결하는 IP 코어 네트워크 내에 위치하며, MN에 대한 위치 바인딩 정보(L2 ID, HoA, CoA 등)와 MN와 통신하고 있는 CN에 대한 데이터 IP 터널링 정보를 관리한다. 또한, MICS는 MN에게 최적의 네트워크에 접속할 수 있도록 IEEE 802.21 MIH 기술을 이용한 IS (Information Server) 기능을 수행한다. HCA는 각 액세스 네트워크와 IP 코어 네트워크를 연결하는 게이트웨이 라우터상에서 동작하며, MN이 액세스 네트워크에 접속한 것을 인지하면 MN에 대한 정보를 HCA에 등록 및 관리하고, MN에 대한 위치 정보를 추가하여 MICS에게 위치 등록 및 갱신을 수행한다. 또한, MN이 통신하고 있는 CN에 대한 위치 정보를 MICS로부터 획득하여 데이터 전송을 위한 IP 터널링 설정 및 변경 기능을 수행한다.

MN이 액세스 네트워크에 접속하기 위한 접속 포인트인 PoA는 MN에 대한 링크 설정 및 접속 인증을 수행하고, MN의 L2 ID 정보를 자신이 속한 액세스 네트워크의 HCA에 전달함으로써 HCA가 MN에 접속 상황을 인지하도록 하는 기능을 수행한다. 네트워크 기반의 이동성 제어 기술인 AIMS 시스템에서 MN에 추가로 요구되는 기능은 없다. 그러나 부수적으로 MN이 다중 액세스 네트워크가 중첩된 환경에서 최적의 네트워크에 접속하기 위해서는 MIH와 같은 서비스를 이용하여 주변 액세스 네트워크를 감지 및 탐색하여 최적의 네트워크에 접속할 수 있는 기능이 필요하다.

2.2 초기접속 절차

AIMS 시스템에서 MN의 초기 접속 절차는 그림 2와 같다. MN이 PoA를 선택하여 L2 링크 설립 절차를 수행하면, PoA에서는 MN에 대한 인증 절차가 수행된 후에 MN에 대한 MIH Link Up 이벤트가 발생한다. PoA는 네트워크 기반의 L3 등록 절차를 개시하기 위한 위치 보고(Location Report) 메시지를 HCA로 전달하고, MN에게 Cashed RA 메시지를 전달한다. MN는 RA 메시지를 수신하여 게이트웨이를 설정하고, HCA는 MICS로 MN에 대한 위치 등록(Location Registration) 메시지를 전송한다. 위치 등록이 완료되는 HCA는 MN가 사용할 IP 주소(HoA: Home-of-Address)를 할당함으로써 초기 접속 절차가 완료되어 MN이 외부 노드와 통신이 가능한 상태가 된다.

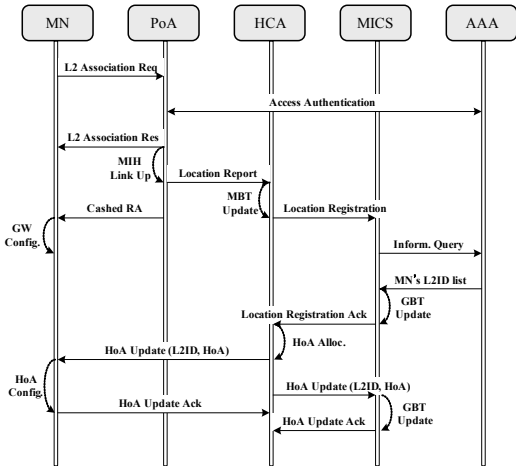


그림 2. MN의 초기 접속 절차

2.3 핸드오버 절차

AIMS 시스템에서 MN의 핸드오버 절차는 그림 3과 같다. 그림 3은 MN과 CN이 통신중인 경우에 대하여 핸드오버에 따른 데이터 전송 제어 절차를 함께 보여준다. MN가 현재 접속한 PoA의 신호세기가 임계치 이하로 감소되는 경우, MN에서는 MIH Link Going Down 이벤트가 발생하고 MICS의 IS와의 통신을 통해 이동할 액세스 네트워크를 결정한다. MN는 결정된 액세스 네트워크에 접속하는 절차를 수행하며, 초기 접속 절차와 동일하게 L2 링크 설립, 위치 보고, 위치 등록 과정이 진행된다. 그러나 초기 접속 절차와 달리 MN은 초기 접속 시 HoA를 할당 받았기 때문에, 별도의 HoA 할당 과정 없이 HCA에서 MN의 HoA에 대한 라우팅 정보를 추가하는 것으로 핸드

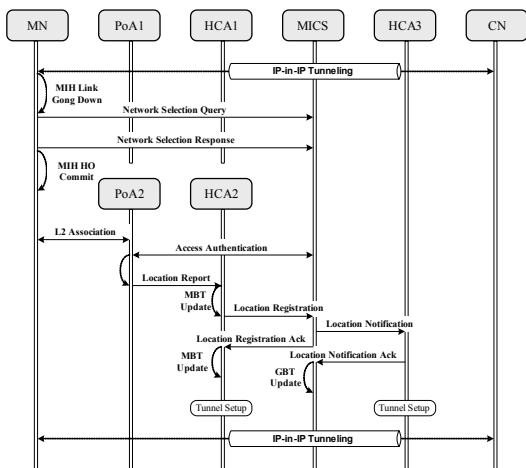


그림 3. MN의 핸드오버 절차

오버 절차가 완료된다.

III. 안정된 네트워크 기반의 이동성 지원 방안

본 장에서는 유무선 통합 환경에서 안정된 방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 2장에서 기술한 AIMS 시스템 기반의 안정된 이동성 관리 기술 (FT-AIMS: Fault-Tolerant AIMS)을 제시한다.

3.1 MN의 네트워크 접속 및 접속 해제 감지 기능

FT-AIMS 기술은 유무선 통합 환경에서 액세스 네트워크에 접속한 MN의 올바른 위치 관리 및 핸드오버 제어를 위하여 MN의 네트워크 접속 및 접속해제 감지 기능을 제공한다. 이러한 기능을 기반으로 AIMS 시스템의 이동성 제어 노드(HCA, MICS)들은 MN에 대한 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 수행한다.

AIMS 시스템은 신속한 핸드오버 처리를 위하여 MIH 계층(L2.5)를 통해 전달되는 L2 핸드오버 관련 이벤트를 기반으로 네트워크 기반의 L3 핸드오버 절차를 수행한다. MN이 액세스 네트워크에 접속하여 초기 접속 또는 핸드오버를 수행하는 절차(그림 2, 그림 3)에서 PoA에서는 MN에 대한 MIH_Link_Up 이벤트를 기반으로 MN의 네트워크 접속을 감지하고 이러한 정보를 HCA에게 통지하여 MN에 대한 위치 관리 및 핸드오버를 제어한다. 또한, 이러한 기능과 더불어 AIMS 시스템은 PoA에서 MN에 대한 MIH_Link_Down 이벤트를 기반으로 MN의 네트워크 접속 해제 감지 기능을 제공한다. 그림 4는 MN이 네트워크 접속을 해제하는 절차를 보여준다. MN이 PoA와 네트워크 접속 해제 절차를 수행하면, 해당 PoA에서는 MN에 대한 MIH_Link_Down 이벤트가 발생하고, PoA는 HCA에게 MN가 네트워크 접속을 해제하였다는 Location Report 메시지를 전달한다. 이러한 메시지를 수신한 HCA는 일정 기간 동안 기다린 후, MN의 네트워크 접속 해제를 인지한다. HCA는 MN에 대한 바인딩 정보를 삭제한 후에 MN의 네트워크 접속 해제를 알리는 Location Deregistration 메시지를 MICS에게 전송한다.

AIMS 시스템의 HCA는 액세스 네트워크에 접속한 MN들에 대하여 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 수행하기 위하여, MN의 바인딩 엔트리에 대한 타이머 기능을 활용하여 MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차를 수행한다. MN이 주기적으로 네트워크의 노드 (HA: Home Agent)에게 자신의 네트워크 접속 상태를 갱신하는 MIP(Mobile IP) 방식과 달리, 네트워크

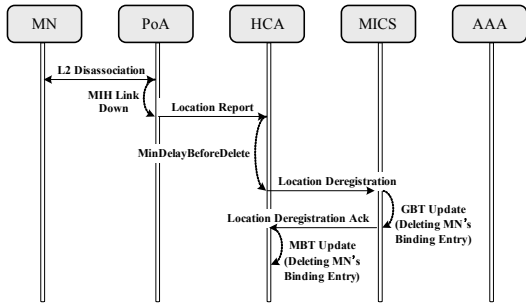


그림 4. MN의 네트워크 접속 해제 절차

기반의 이동성 제공 방식인 AIMS 시스템은 네트워크에서 MN의 네트워크 접속 상태를 확인하여 바인딩 엔트리를 관리하는 기능이 필요하다. 따라서, AIMS 시스템은 MN이 네트워크에 접속되어 있는지를 확인하는 네트워크 접속 확인 절차를 수행한다. MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차는 액세스 네트워크에 따라 다양한 방식으로 구현될 수 있으며, 현재 유무선 통합 환경을 고려하는 AIMS 시스템에서는 액세스 네트워크에 독립성을 유지하기 위하여 HCA가 MN에게 ICMP Echo Request/Response 메시지를 사용하는 방식을 활용한다. MN에 대한 바인딩 엔트리의 타이머가 완료된 경우, HCA는 MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차를 수행하며, MN이 네트워크에 접속된 경우 MN에 대한 바인딩 정보를 갱신한다. 만일, MN이 네트워크에 접속되지 않은 경우, HCA는 MN에 대한 바인딩 엔트리를 삭제하고 MICS에게 MN에 대한 Location Deregistration 메시지를 전송하여 MICS에서 MN에 대한 바인딩 정보를 삭제하는 절차를 수행한다 (그림 5).

AIMS 시스템은 MN이 핸드오버를 수행하는 과정에서 이동성 제어 노드(HCA)의 안정되고 신속한 바인딩 정보 갱신을 위하여 MN에 대한 네트워크 접속 해제 요청 절차를 수행한다 (그림 6). MN이 새로운

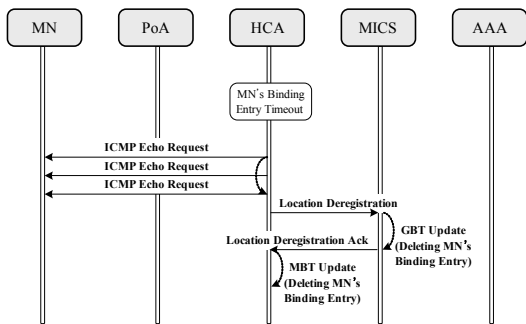


그림 5. MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차

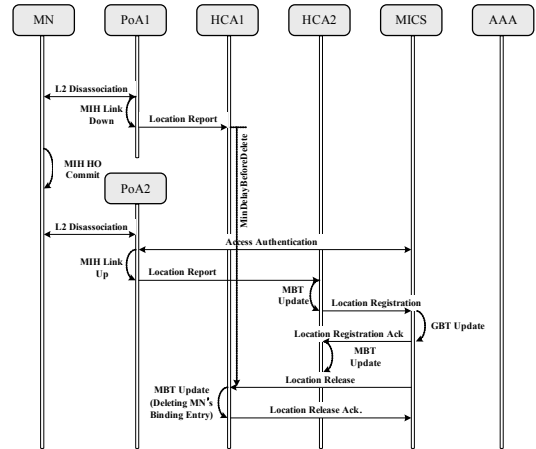


그림 6. MN이 핸드오버를 수행하는 경우, 네트워크 접속 해제 요청 절차

액세스 네트워크에 접속하면, 해당 HCA는 MICS로 MN에 대한 Location Registration 메시지를 전송한다. MICS는 해당 MN에 대한 바인딩 정보를 갱신하는 동시에, MN가 이전에 접속되었던 HCA에게 Location Release 메시지를 전송한다. 이에 따라, 이전 HCA는 MN에 대한 바인딩 엔트리를 신속하고 정확하게 삭제할 수 있다. 이러한 기능은 MN이 핸드오버를 수행하기 이전에, 이전 PoA의 MIH_Link_Down 이벤트로부터 발생하는 네트워크 접속 해제 절차와 더불어 AIMS 시스템에서 MN에 대한 올바른 바인딩 정보를 관리하기 위한 주요 기능으로 동작한다.

3.2 이동성 제어 메시지 재전송 기능

FT-AIMS 기술은 안정된 핸드오버 제어 및 이동성 서비스를 제공하기 위하여 이동성 제어 노드들(PoA, HCA, MICS)간의 이동성 제어 메시지의 재전송 기능을 제공한다. 메시지의 재전송 기능은 AIMS 시스템에서 이동성 지원 노드간의 일시적인 메시지 손실에 대하여 이동성 제어 메시지를 재전송함으로써, 신뢰성 있는 안정된 이동성 제어 메시지 전달 기능을 제공하여 AIMS 시스템에게 안정성과 신뢰성을 제공할 수 있다.

이동성 제어 메시지를 재전송하는 기능은 AIMS 시스템의 모든 노드에서 수행이 되며, 메시지 재전송 절차는 그림 7의 왼쪽 그림과 같다. 이를 위해서, 이동성 제어 메시지를 전송하는 송신 노드는 메시지에 대한 타이머를 설정하여 메시지 전송 결과를 판별할 수 있는 기능이 필요하며, 메시지 전송 실패 시 메시지 재전송을 수행하는 기능을 수행한다. 메시지 재전송 과정은 메시지 재전송 간격과 최대 재전송 횟수를 고

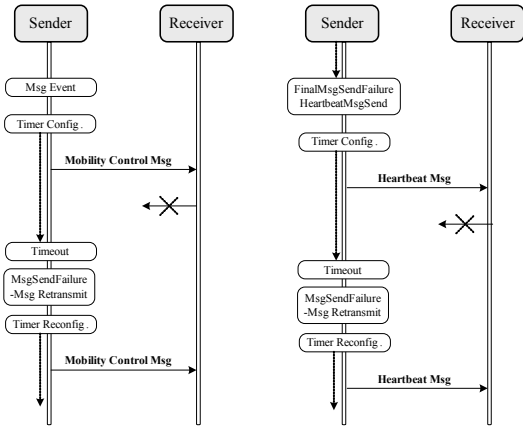


그림 7. 이동성 메시지 재전송 및 Heartbeat 메시지 전송 절차

려하여 수행된다.

또한, AIMS 시스템에서 이동성 제어 노드간의 신뢰성 있는 이동성 메시지 전달을 위해서 이동성 메시지의 유효성을 검증하는 기능을 수행한다. 이동성 메시지의 일시적인 손실로 인하여 메시지 재전송이 발생하는 경우, 메시지를 수신한 수신 노드는 이 메시지에 대한 유효성을 검증하는 과정이 필요하다. 이에 따라, AIMS 시스템에서는 이동성 제어 메시지에 Timestamp 정보를 추가하여 해당 메시지에 대한 유효성을 검증하는 절차를 수행한다. 즉, 해당 메시지의 시간 정보와 바인딩 엔트리에 존재하는 시간 정보를 비교하여 메시지의 유효성을 검증한다. 이러한 절차를 통하여 이동성 제어 노드(MICS)는 신뢰성 있는 안정된 바인딩 정보를 유지 및 관리할 수 있다. 이를 위해서 AIMS 시스템은 MICS를 중심으로 HCA들간의 시간을 동기화하는 작업을 주기적으로 수행한다.

3.3 Heartbeat 메시지 전송 기능

FT-AIMS 기술은 MN들에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하기 위하여 이동성 제어 노드(HCA, MICS)간의 Heartbeat 메시지의 전송 기능을 제공한다. 즉, AIMS 시스템에서 이동성 제어 노드들은 이웃 노드들과 Heartbeat 메시지를 주고 받음으로써, 주변 노드 또는 링크에 대한 상태 정보를 획득하고 이를 기반으로 MN들에게 안정된 네트워크 접속 환경을 제공할 수 있다.

AIMS 시스템에서 수행되는 Heartbeat 메시지 전송은 이동성 제어 메시지 전송 실패가 최종적으로 발생하는 경우에만 수행된다(그림 7). 이는 네트워크의 자원 효율을 고려하여, 불필요한 Heartbeat 메시지 전송을 제거함으로써 효율적으로 네트워크 연결 상태

및 환경을 감지할 수 있다. 만일, 송신 노드가 Heartbeat 요청 메시지를 송신한 후 상대 노드로부터 응답 메시지를 수신하면, 송신 노드는 전송 실패한 이동성 제어 메시지의 재전송을 시도한다. 그러나, 송신 노드가 Heartbeat 요청 메시지의 응답 메시지를 수신하지 못하면 Heartbeat 메시지의 재전송 과정을 수행한다. 즉, AIMS 시스템에서 MICS가 특정 HCA에게 이동성 제어 메시지 전송을 최종 실패하는 경우, MICS는 해당 HCA에게 Heartbeat 메시지를 전송한다. Heartbeat 메시지 전송이 실패하는 경우에는, Heartbeat 메시지 재전송 과정이 수행되며 메시지 재전송 간격 및 최대 재전송 횟수를 고려하여 수행된다. MICS가 최종적으로 Heartbeat 메시지 전송 실패를 감지하게 되면, MICS는 해당 HCA와 링크 또는 노드 실패(Failure)가 발생한 것으로 가정하고 HCA에 접속된 모든 MN에 대한 바인딩 정보를 삭제한다. 또한, 이러한 정보를 IS (Information Server)에게 통지하여, 추후에 다른 MN가 해당 HCA 네트워크에 접속하지 않도록 안정된 네트워크 접속 환경을 제공한다. 이와 마찬가지로, 만일 HCA가 MICS에게 최종적으로 이동성 제어 메시지 전송 실패를 감지하게 되면, HCA는 MICS로 Heartbeat 메시지를 전송하는 과정을 수행한다. HCA가 최종적으로 Heartbeat 메시지 전송 실패를 감지하면, HCA는 다른 MICS로 연결을 시도하거나 또는 이동성 지원 기능을 해제하여 MN들을 다른 네트워크에 접속하도록 유도하여 안정된 네트워크 접속 환경을 제공한다. 또한, 이러한 과정을 통하여 HCA가 특정 PoA에 대하여 링크 또는 노드 실패를 감지하게 되면, 이러한 정보를 IS에게 통지하여 추후에 다른 MN가 해당 PoA에 접속하지 않도록 하는 안정된 네트워크 접속 환경을 제공한다.

IV. 시험네트워크 구성 및 성능분석

본 장에서는 FT-AIMS 시험네트워크 구성 및 프로토타입 시스템 구현에 관련된 내용을 기술하고 분석한다.

4.1 시험네트워크 구성

그림 8은 FT-AIMS 프로토타입 시스템 구현 및 기능 검증을 위한 시험 네트워크의 구조를 나타낸다. AIMS 시험 네트워크에서는 다양한 무선 액세스 네트워크를 실제로 구축하는데 한계를 가짐으로 무선랜(WLAN)의 AP를 가지고 3G(HSDPA)의 BS 그리고 WiBro의 RAS를 대체하고, 각각의 액세스 네트워크

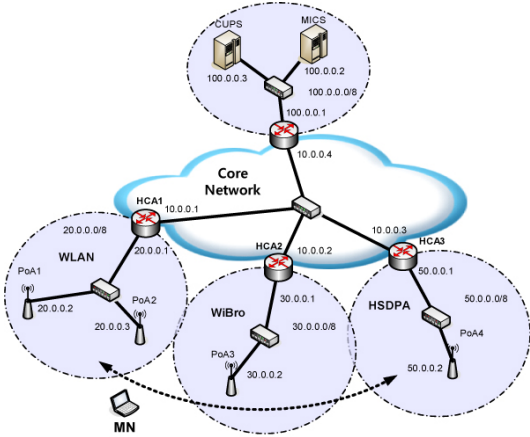


그림 8. FT-AIMS 시스템 시험네트워크 구성도

의 특성들(무선 링크의 대역폭, 패킷 손실을 및 접속 지연 시간 등)을 반영하여 MN들에 핸드오버 환경을 제공하기 위한 핸드오버 에뮬레이션 및 모니터링 시스템 (HANE: Heterogeneous Access Network Emulator)을 개발하였다 (그림 9). 특히, HANE 시스템은 사전에 준비된 이종네트워크간의 핸드오버 시나리오에 따라 MN에 대하여 주변의 AP 시그널 파워를 조정함으로써 MN가 실제로 핸드오버를 수행하는 것과 같은 효과를 제공하는 기능을 수행한다.



그림 9. 이종 액세스 망간의 핸드오버 에뮬레이션 & 모니터링 (HANE) 시스템

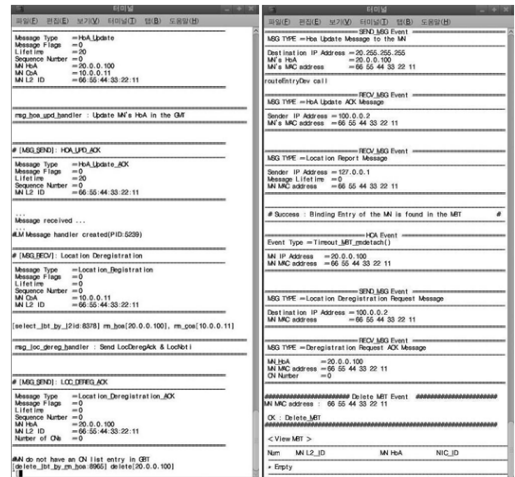
4.2 시험 네트워크에서의 성능분석 및 검증

그림 8과 같이 FT-AIMS 시험 네트워크에서 사전에 준비된 핸드오버 시나리오에 따라 본 논문에서 제안된 기능들에 대한 시험을 수행하였다. 먼저, AIMS 시스템에서 MN이 정상적으로 네트워크 접속 해제를 수행하는 경우, PoA에서 MIH_Link_Down 이벤트가

발생하고, PoA는 HCA로 MN의 네트워크 접속 해제를 통보한다. 이에 따라, HCA는 MN에 대한 바인딩 정보를 삭제하고, MICS로 위치 등록 해제 메시지 (Location Deregistration)를 전송함으로써 MICS에서 MN에 대한 바인딩 정보가 삭제되는 것을 확인할 수 있다. 그림 10은 MN의 네트워크 접속 해제 절차 과정을 보여주며, 그림 10.a는 HCA 노드에서 메시지 처리 과정 그리고 그림 10.b는 MICS 노드에서 메시지 처리 과정을 보여준다. 따라서, 이러한 FT-AIMS 시스템의 MN에 대한 네트워크 접속 및 접속해제 감지 기능을 통하여 이동성 제어 노드의 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 제공할 수 있다.

만일 MN이 비정상적으로 종료되어 PoA에서 MIH_Link_Down 이벤트가 발생하지 않는 경우, HCA에서 MN에 대한 바인딩 엔트리의 시간이 종료된다. 이에 따라, HCA는 MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차를 수행한다. HCA가 MN의 네트워크 접속 해제를 감지하는 경우, HCA는 MN에 대한 바인딩 엔트리를 삭제하고 MICS에게 MN에 대한 Location Deregistration 메시지를 전송하여 MICS에서 MN에 대한 바인딩 정보를 삭제하는 절차를 수행하는 것을 시험을 통하여 확인할 수 있다. 이는 FT-AIMS 시스템의 MN에 대한 네트워크 접속 확인 절차를 통해서 이동성 제어 노드의 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 제공할 수 있다.

MN이 핸드오버를 수행하는 경우, 해당 HCA는 MICS에게 Location Registration 메시지를 전송한다.



(a)

(b)

그림 10. MN의 네트워크 접속 해제 절차 과정 ((a) HCA 노드에서 메시지 처리과정, (b) MICS 노드에서 메시지 처리 과정)

MICS는 MN가 접속했던 이전 HCA에게 MN에 대한 네트워크 접속 해제를 요청하는 절차를 수행한다. MICS로부터 Location Release 메시지를 수신한 이전 HCA는 MN에 대한 바인딩 엔트리를 삭제하는 것을 시험을 통하여 확인할 수 있다. 이러한 FT-AIMS의 MN에 대한 네트워크 접속 해제 요청 절차는 이동성 제어 노드의 안정되고 신속한 바인딩 정보 관리 기능을 제공할 수 있다.

그림 11은 FT-AIMS 시스템에서 이동성 제어 노드 간의 메시지 재전송 및 Heartbeat 메시지 전송 과정을 보여준다. 이러한 기능 시험을 위해서, AIMS 시스템의 이동성 제어 노드간의 메시지 손실 및 링크(또는 노드) 실패 환경을 인위적으로 발생시켰다. 그림 11.a에서 보듯이, AIMS 시스템에서 메시지의 재전송 기능은 이동성 지원 노드 간의 일지적인 메시지 손실에 대하여 메시지 재전송을 수행함으로써 신뢰성 있는 안정된 이동성 제어 메시지 전달 기능을 확인할 수 있었다. 또한, 그림 11.b에서 보듯이, 이동성 메시지 전송 실패 후 노드간의 Heartbeat 메시지 전송을 통하여 MN들에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하는 것을 확인할 수 있었다.

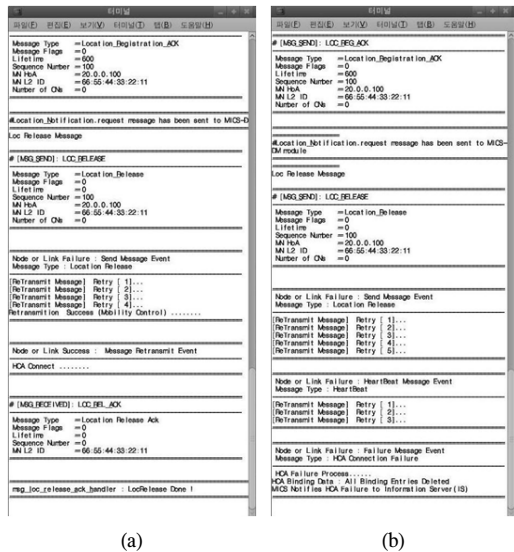


그림 11. 이동성 제어 노드간의 메시지 재전송(a) 및 Heartbeat 메시지 처리 과정(b)

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 유무선 통합 환경에서 안정된 방통융합 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 네트워크

기반의 이동성 관리 기술(FT-AIMS)을 제안하였다. 제안된 방식은 액세스 네트워크에 접속된 MN들의 올바른 위치 관리 및 핸드오버 제어를 위하여 MN의 네트워크 접속 및 접속해제 감지를 통한 안정된 바인딩 정보 관리 기능을 제공한다. 또한, AIMS 시스템에서 신뢰성 있는 안정된 이동성 제어 메시지 전달을 위해서 이동성 제어 메시지의 재전송 기능 그리고 MN들에게 안정된 액세스 네트워크 접속 환경을 제공하기 위한 이동성 제어 노드간의 Heartbeat 메시지 전송 기능을 제공한다. 제안된 방식은 FT-AIMS 시험 네트워크 구현을 통하여 기능 검증 및 성능 분석을 수행하였다.

현재, 본 논문에서 제안된 안정된 이동성 관리 기술에 대해서 다양한 시나리오를 고려하여 정량적 또는 정성적인 분석을 통한 성능 분석을 수행하고 있다. 향후 연구로는, 이러한 분석 결과를 기반으로 기존 기술과의 우수성을 입증할 예정이다. 또한, 다수의 MICS 노드가 존재하고 MICS 노드가 노드 또는 링크 실패가 발생하는 환경을 고려한 연구가 필요할 것이라 생각된다. 또한, HCA 노드의 백업 시스템이 구축되어 있는 환경에서 HCA 노드 또는 링크 실패가 발생하는 환경을 고려하여 AIMS 시스템에서 네트워크의 신뢰성 및 안정성을 제공할 수 있는 기술에 대한 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [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," RFC5213 on IETF, Aug. 2008.
- [8] R. Wakikawa and S. Gundavelli, "IPv4 Support

for Proxy Mobile IPv6,” Internet Draft on IETF, Sep. 2009.

- [9] 류원, 이경희, 김봉태, 박성수, “유무선 통합네트워크에서의 품질보장형 이동성 관리 기술 구현 연구,” Telecommunications Review, 제18권 4호, pp.624-638, 2008년8월
- [10] 홍강운, 이경희, 류원, 김봉태, 최준근, “네트워크 기반 이동성 제어 구조와 네트워크 적용을 위한 고려사항,” 한국통신학회지(정보와통신), 제26권 제2호, pp.44-52, 2009년1월
- [11] R. Ghosh and G. Varghese, “Fault-Tolerant Mobile IP,” Technical Report WUCS-98-11, Washington Univ., Apr. 1998.
- [12] B. Chambless and J. Binkley, “HARP: Home Agent Redundancy Protocol,” Internet Draft on IETF Oct. 1997.
- [13] R. Wakikawa, “Home Agent Reliability Protocol,” Internet Draft on IETF, Jul. 2009.
- [14] J. H. Lee, H. J. Lim and T. M. Chung, “Heartbeat Mechanism for Local Mobility Anchors in Proxy Mobile IPv6,” Internet Draft on IETF, Aug. 2007.
- [15] V. Devarapalli, R. Koodli, H. Lim, N. Kant, S. Krishnan and J. Laganier, “Heartbeat Mechanism for Proxy Mobile IPv6,” Internet Draft on IETF, April 9, 2009

이 성 근 (Sungkuen Lee)

정회원



2004년 2월 고려대학교 전기전
자전파공학과 공학학사
2009년 3월 고려대학교 전자공
학과 공학박사
2009년 3월~현재 한국전자통
신연구원 방송통신융합연구
부분 방통컨버전스연구부 융
합서비스네트워킹연구팀 연
구원

<관심분야> 이동성 관리 기술, IPTV, 무선통신공학

이 경 희 (Kyoung-hee Lee)

정회원



1999년 광운대학교 전자계산학
과 학사
2000년 한국정보통신대학교 공
학부 석사
2006년 한국정보통신대학교 공
학부 박사
2006년 3월~현재 한국전자통
신연구원 통신연구원 방송통신융합연구부분 방
통컨버전스연구부 융합서비스네트워킹연구팀 선
임연구원

<관심분야> NGN, IPTV, 이동성 관리, QoS.

엄 태 원 (Tai-Won Um)

정회원

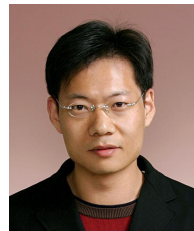


1999년 2월 홍익대학교 전기전
자공학과 공학사
2000년 8월 ICU 공학부 공학
석사
2006년 2월 ICU 공학부 공학
박사
2006년 2월~현재: 한국전자통
신연구원 방송통신융합연구부분 방통컨버전스 연
구부 융합서비스네트워킹연구팀 선임연구원

<관심분야> IPTV, 이동성제어, 광인터넷

홍 강 운 (Kang-woon Hong)

정회원



1996년 한양대학교 컴퓨터공학
과 학사
1998년 한양대학교 컴퓨터공학
과 석사
1998년~2000년 (주)콤텍시스
템기술연구소 주임연구원
2000년~현재 한국전자통신연
구원 방송통신융합연구부분 방통컨버전스연구부
융합서비스네트워킹연구팀 선임연구원

<관심분야> Mobility Management, Mobile IPTV, P2P

이 현 우 (Hyun-woo Lee)

중신회원



1993년 한국항공대학교 항공
전자공학과 학사
1995년 한국항공대학교 대학원
정보통신공학과 석사
2005년 한국항공대학교 대학원
정보통신공학과 박사

1995년~현재 한국전자통신연구
원 방송통신융합연구부분 방통컨버전스연구부 융
합서비스네트워킹연구팀 팀장

<관심분야> 서비스 제어기술, 통신망 연동, 트래픽
혼잡제어

박 진 우 (Jinwoo Park)

중신회원



1979년 2월 고려대학교 전자공
학과 공학학사
1987년 11월 버지니아 공대
공학박사
1988년 3월~1989년 2월 명지
대학교 전자공학과 교수
1989년 3월~현재 고려대학교
전자공학과 교수

<관심분야> Wireless IP networks, optical networks,
IP mobility management

류 원 (Ryu Won)

정회원



1983년 부산대학교 계산통계학
과 학사
1988년 서울대학교 계산통계학
과 석사
2002년 성균관대학교 정보공학
과 박사

2002년 3월~현재 한국전자통
신연구원 방송통신융합연구부분 방통컨버전스연
구부 부장

<관심분야> IPTV, 이동성, 이종망간 핸드오버, 유
무선 연동, BcN