

논문 2009-46TC-1-8

WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 IP 이동성을 제공하는 진보된 공공 안전 통신 시스템의 연구

(Advancing Public Safety Communication Systems by Supporting IP Mobility Based on Environment Integrating WLAN and TETRA Networks)

이 경 혜*, 문 영 성**

(Kyunghye Lee and Youngsong Mun)

요 약

TETRA 시스템은 현재 고속 데이터 전송, 대용량 데이터 전송 지원, 무선 기술 향상에 초점을 맞추어 연구 및 개발되고 있다. 이에 따라 부각된 IP 네트워크 기반 TETRA 시스템은 다양한 네트워크 무선 기술들과의 상호 호환성 제공 및 초고속 무선 데이터 전송 기술 지원에 중요한 발판이 되었다. 현재의 IPv4를 기반으로 한 TETRA 시스템의 향상을 위해서는 IPv6의 도입이 필수적이다. 본 논문에서는 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 IPv6를 도입하였을 때 단말에 IP 이동성을 제공하기 위한 최적의 방안을 제안한다. MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안을 제안하였고, 제안한 방안들의 시그널링 비용과 핸드오버 지연을 측정하고 비교하여 최적화된 방안을 도출하였다.

Abstract

TETRA system has been developed focusing on the supporting high-speed and high-capacity data transfer and improving the wireless technology. Hence, TETRA over IP technology became the important basis for supporting compatibility with various network wireless technologies and high-speed data transfer technologies. For advancing the current TETRA system based on IPv4 network, introduction of IPv6 protocol is necessary. In this paper, we propose an optimized scheme to support IP mobility to IPv6 node when IPv6 protocol is applied to the environment integrated WLAN and TETRA networks. We proposed two scheme using MIPv6 protocol and HMIPv6 protocol respectively. Then, we evaluate performance of the proposed schemes and analyze the results in order to derive the optimized scheme for the environment integrated WLAN and TETRA networks.

Keywords : TETRA, TETRA over IP, IPv6, MIPv6, HMIPv6

I. 서 론

국가의 안전과 치안유지, 국민의 재산과 생명을 보호하고 위험과 재난을 예측하고 예방하여 비상 상황과 긴

급 사태가 발생할 경우 신속하고 정확하게 대처할 수 있는 지원체계를 갖추기 위하여, 세계 여러 나라들은 수십년간 기술 개발에 노력해왔으며 현재도 그 연구는 계속되고 있다. TETRA(TErrestrial Trunked RAdio)는 세계 여러 나라에서 공공 안전 및 재난 복구(PSDR: Public Safety and Disaster Recovery) 시스템으로 채택하여 국가적 통합지휘 무선통신망으로 활용하고 있는 디지털화된 주파수 공용 통신(TRS: Trunked Radio System)의 표준이다. 고속 데이터 전송, 대용량 데이터 전송 지원, 무선 기술의 향상에 초점을 맞추고 시작된

* 학생회원, ** 종신회원, 숭실대학교 컴퓨터학부
(Soongsil University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2008-S-001-01, 차세대 디지털 TRS(TETRA) 핵심 기술 개발]

접수일자: 2008년9월25일, 수정완료일: 2009년1월19일

TETRA Release 2 규격은 2005년을 기점으로 네트워크 설계^[1] 및 무선 인터페이스^[2]에 대한 표준이 발표되기 시작하였고, 프로젝트 MESA에서 연구되고 있는 차세대 공공 안전 및 재난 복구 통신 시스템을 위하여 TETRA와 WLAN(Wireless Local Area Network)의 통합을 위한 방안^[5]이 2006년 제안되었다.

IP 네트워크 기반의 TETRA 시스템 (TETRA over IP)에 대한 중요성과 연구의 필요성은 Release 2 표준 규격 작업이 시작할 때부터 부각되어 연구가 활발히 진행되어 왔으나 TETRA 서비스 중 긴급 전화 (Emergency Call), 선점 서비스(Pre-emption) 등의 QoS가 중요한 서비스들을 제공하는 데에 있어서 IPv4 프로토콜이 가지는 한계점 또한 지적되어 왔다. TETRA 표준이 지향하는 고속 데이터 전송, 대용량 데이터 전송 지원을 이루기 위해서는 현재의 IP 네트워크 기반 TETRA 서비스의 QoS 제공에 있어서 IPv4 프로토콜이 가지는 단점을 극복해야 한다. 이를 극복하기 위해서는 IPv6 프로토콜과 다양한 IPv6 확장 프로토콜의 도입이 필수적이다.

본 논문에서는 진보된 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경을 위하여 IP 이동성을 효율적으로 제공할 수 있는 방안을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경과 모바일 IPv6, 모바일 IPv6를 효율적으로 관리하는 계층적 모바일 IPv6 이동성 관리 프로토콜(HMIPv6: Hierarchical Mobile IPv6 mobility management)^[8]에 대하여 설명한다. 제 III장에서는 제안한 방안을 설명하고, 제 IV장에서 제안한 방안의 성능을 평가하고, 제 V장에서 결론을 내린다.

II. 관련 연구

1. WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경

TETRA에서 SwMI(Switching and Management Infrastructure)는 핵심 요소로써 필수적인 네트워킹, 스위칭, 관리, 시스템에 필요한 서비스 요소들로 구성된다. SwMI는 전체 무선 범위, 트래픽, 유용성에 필요한 요구사항들에 따라 전략적으로 위치한 TETRA BS (Base Station)를 통하여 넓은 지역적인 위치에 디지털 무선 서비스를 제공한다.

그림 1은 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경을 나타내고 있다. 이 시스템은 TETRA 단말들이 기존

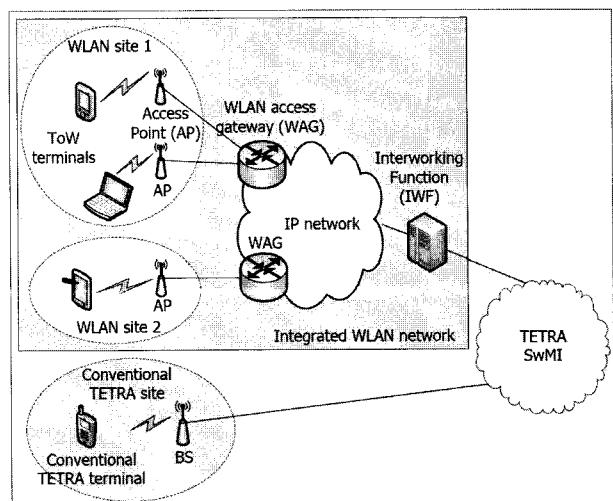


그림 1. WLAN과 TETRA 네트워크 통합 PSDR 시스템의 일반적인 구성

Fig. 1. General configuration of an integrated WLAN and TETRA PSDR system.

TETRA V+D 무선 인터페이스 대신에 WLAN 무선 인터페이스를 사용하여 IP 네트워크를 통하여 TETRA의 SwMI에 연결될 수 있도록 한다.

ToW 단말(TETRA-over-WLAN terminal)은 일반적인 TETRA 서비스들뿐만 아니라 확장된 새로운 서비스들도 지원받을 수 있는 단말이다. SwMI의 입장에서 일반적인 TETRA 단말과 ToW 단말은 동등하나, WLAN 무선 인터페이스의 특성으로 인해 ToW 단말은 고속 데이터 서비스, 음성과 데이터 동시 서비스, 향상된 음성의 질, 개선된 통화 성능, 많은 그룹 통화의 동시 수신 등과 같은 새롭고 확장된 서비스들을 제공받을 수 있다.

그림 1에서 IWF(Interworking Function)는 TETRA BS와 유사하게 SwMI에 연결되어 있고, 하나 이상의 WAG(WLAN Access Gateway)에도 연결되어 있다. IWF는 데이터 패킷과 음성 패킷을 ToW 단말로 전송하기 위하여 IP 멀티캐스팅 기술을 사용한다. WAG는 일반적인 라우터로 하나의 WLAN 사이트를 제어하는 구성요소로써, 자신의 사이트 내에 있는 ToW 단말이 SwMI로 연결될 때 터널 설정과 해제 기능을 수행한다. ToW 단말들은 WLAN 네트워크 인터페이스를 통하여 WAG와 IWF를 경유하여 TETRA SwMI가 제공하는 서비스들에 접근할 수 있다. ToW 단말은 TETRA 무선 인터페이스 프로토콜을 사용하며, WLAN 무선 인터페이스의 위에 이러한 작동을 가능하게 해주는 AL (Adaptation Layer)를 가지고 있다^[5]. AL은 사용자 플

래인(User plane)과 제어 플레인(Control plane) 트래픽을 구별하여 수신된 모든 패킷을 분석하고 식별하여 상하위 계층으로 전달하는 기능을 수행한다.

2. 모바일 IPv6 (MIPv6)

MIPv6는 IPv6 노드에게 3계층 이동성을 제공하기 위하여 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 제안된 프로토콜이다. MIPv6에서 이동 단말은 기본적으로 홈 네트워크에서 생성한 IPv6 주소인 HoA(Home Address)와 홈 네트워크에서 외부 네트워크로 이동하였을 때 외부 네트워크에서 생성한 임시 IPv6 주소인 CoA(Care-of-Address)를 가진다. 이동 단말은 자신의 홈 네트워크에 위치한 홈 에이전트(HA: Home Agent)에게 자신의 HoA와 새로운 CoA를 등록함으로써, 이동으로 인해 변경되는 CoA를 사용하여 3계층 연결을 유지하고, 영구적인 IPv6 주소인 HoA를 통해 상위 계층의 연결을 유지하는 개념이다. 이동 단말이 네트워크를 이동하면서 생성한 CoA와 자신의 HoA를 자신의 홈 네트워크의 HA에게 등록하고, HA가 이 주소들을 유지, 갱신 및 관리함으로써 이동 단말은 이동에 상관없이 연결성을 제공받을 수 있다^[7].

3. 계층적 모바일 IPv6 이동성 관리(HMIPv6)

MIPv6에서는 이동 단말이 네트워크를 이동할 때, 이동 단말의 2계층 연결이 끊긴 후부터 새로운 주소를 생성하여 HA로의 위치 등록 과정이 성공적으로 완료될 때까지 이동 단말은 통신이 불가하여 패킷을 송수신 할 수 없으며, 이동 단말에게로 전달되는 모든 패킷들은 손실되는 문제점을 가지고 있다. 이러한 핸드오버 지연으로 인한 문제를 줄이기 위한 방법의 하나로 IETF에서는 HMIPv6 프로토콜을 제안하였다^[8].

HMIPv6는 이동 단말의 이동을 지역적으로 관리함으로써 이동 단말의 핸드오버로 인한 시그널링을 줄이기 위한 프로토콜이다. HMIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)라는 새로운 구성 요소를 정의하고, 도메인의 프리픽스를 기반으로 생성한 CoA인 RCoA (Regional Care-of Address)와, 액세스 라우터의 프리픽스를 기반으로 생성한 링크 레벨의 CoA인 LCoA (on-Link Care-of Address)를 사용한다. 이동 단말은 RCoA와 LCoA를 생성한 후, MAP과 LBU(Local Binding Update) 메시지와 LBA(Local Binding Acknowledgment) 메시지를 교환하여 MAP으로의 위

치 등록 과정을 수행하며, BU 메시지와 BA 메시지를 사용하여 HA로의 위치 등록 과정을 수행한다.

만약 이동단말이 한 MAP 도메인 내에서 액세스 라우터 간을 이동하였다면, 이동 단말은 LCoA만을 생성하며, MAP 도메인이 변경되지 않았으므로 새로운 RCoA는 생성하지 않는다. 그러므로 이동 단말의 MAP 도메인 내의 이동은 이동 단말과 HA, 상대 노드간의 시그널링을 줄임으로써 핸드오버로 인한 긴 지연을 줄일 수 있다.

III. 제 안 방안

본 논문에서는 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 IPv6의 확장 프로토콜을 이용하여 IP 이동성을 제공하는 진보된 공공 안전 통신 시스템을 위한 방안을 제안한다. WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경의 ToW 단말에게 최적화된 IP 이동성을 제공하기 위하여 MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안을 제안하며, 성능 평가를 통하여 최적화된 방안을 도출한다.

1. 시스템 구조

모든 제안한 방안들에서 ToW 단말은 IPv6 프로토콜을 지원해야 하며, 이동 단말의 정보를 유지하는 HA는 TETRA SwMI에 위치하여 이동 단말의 홈 네트워크는 TETRA SwMI라고 가정한다. 또한 WAG는 기존 WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에서의 라우터 역할을 포함하여 IPv6에서의 라우터와 같이 RA를 주기적으로 전송함으로써 자신의 존재를 알리는 역할도 수행해야 한다. MIPv6를 적용한 방안에서 각 ToW 단말은 TETRA SwMI에 접근하여 TETRA 서비스를 제공 받는다. ToW 단말은 기본적으로 HA가 위치한 홈 네트워크에서 생성한 HoA를 가지며 WLAN 사이트 1과 같은 외부 네트워크에서 CoA를 생성한다. ToW 단말은 WAG1 내의 액세스 포인트(AP)간을 이동할 때에는 IPv6 주소를 변경하지 않으며 WAG1에서 WAG2로 이동할 때와 같이 WAG를 변경할 때에는 새로운 CoA 주소를 생성하여 TETRA SwMI에 위치한 HA에 등록한다. LAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에서 HMIPv6를 적용하여 IP 이동성과 관리를 제공하는 제안 방안에서는 WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 MIPv6를 적용하였을 때와 마찬가지로 HA는 TETRA SwMI

에 위치한다. ToW 터미널은 HoA를 기본적으로 가지며, 하나의 MAP이 관리하는 도메인 내에 진입했을 때에는 새로운 RCoA를 생성한다. 이 때, WAG로부터 수신한 RA 메시지를 기반으로 ToW 터미널은 LCoA를 생성한다. RCoA와 LCoA를 생성한 ToW 터미널은 HoA와 RCoA를 HA에 등록한다. ToW 터미널은 MAP 내의 WAG를 변경할 때마다 새로운 LCoA를 생성하며, MAP을 변경하기 전까지는 새로운 RCoA를 생성하지 않는다.

2. 프로토콜 구조

WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 MIPv6를 적용하여 IP 이동성을 제공하는 제안 방안에서 ToW 단말이 WAG를 변경하여 3계층 핸드오버가 발생하였을 때 새로운 주소를 생성하고 HA에 등록한 후, TETRA 서비스를 제공받기 위하여 TETRA SwMI 와의 통신을 재개할 때까지의 메시지 절차는 다음 그림 2와 같이 표현할 수 있다.

그림 2에서 ToW 단말은 WAG와 Association request와 ack 메시지를 교환함으로써 WLAN에 연결을 요청하여 설정하고 WAG와 IWF은 터널을 설정한다. ToW 단말은 IPv6 주소를 구성하기 위한 정보를 얻기 위하여 DHCP 프로세스들을 수행한다. IP 주소를 생성한 후, ToW 단말은 CP-SAP를 통한 패킷의 송수신이 가능해지며, 모든 송수신된 IP 패킷들은 AL에 의해 처리되어 전송된다^[5]. CoA를 생성한 ToW 단말은 TETRA SwMI에 있는 HA와의 위치 등록 과정을 수행

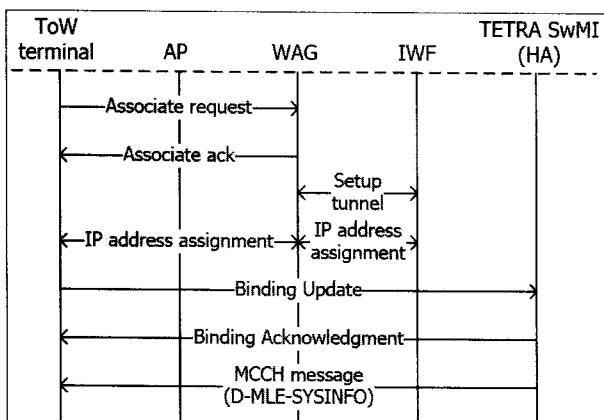


그림 2. WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 MIPv6를 적용한 방안의 메시지 절차

Fig. 2. Message sequence of the proposed scheme that is applied MIPv6 protocol to the environment integrated WLAN and TETRA networks.

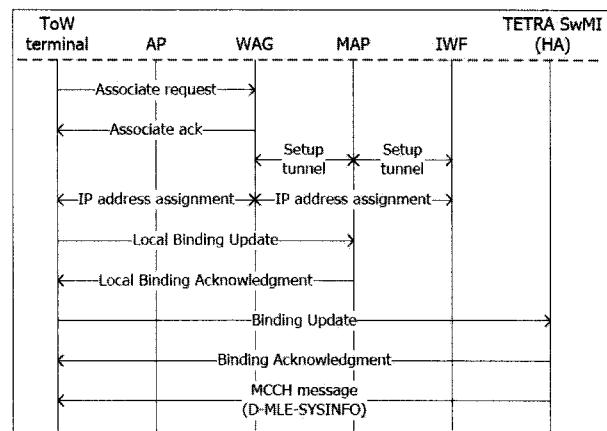


그림 3. WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 HMIPv6를 적용한 방안의 메시지 절차

Fig. 3. Message sequence of the proposed scheme that is applied HMIPv6 protocol to the environment integrated WLAN and TETRA networks.

하기 위하여 HoA와 CoA를 포함한 BU 메시지를 전송한다. HA로부터 BA 메시지를 수신 받은 후, TETRA SwMI로부터 D-MLE-SYSINFO와 같은 메시지들을 수신받을 수 있게 된다.

MIPv6를 적용했을 때와는 달리 HMIPv6 프로토콜이 적용된 경우, ToW 단말은 두 개의 주소를 생성해야 한다. 또한 WAG와 MAP, MAP과 IWF 간의 터널 설정이 필요하다. WAG로부터 얻은 정보를 기반으로 LCoA와 RCoA를 생성한 후, 이 두 주소를 등록하기 위하여 ToW 단말은 LBU 메시지와 LBA 메시지를 MAP과 교환하여 위치 등록 과정을 수행한다. 이 후, HA와 BU 메시지와 BA 메시지를 교환하여 위치 등록 과정을 수행한 후 TETRA SwMI로부터 메시지를 수신할 수 있다. ToW 단말이 MAP내의 WAG간을 이동하였을 경우, ToW 단말은 새로운 WAG와 Associate request/ack 메시지 교환한다. IWF와 MAP은 이미 설정한 터널이 존재하므로 ToW 단말의 새로운 WAG와 MAP간의 터널만이 새롭게 설정된다. 또한, RCoA는 변경되지 않고 LCoA만이 새롭게 생성되므로, ToW 단말은 LBU 메시지와 LBA 메시지를 사용한 MAP으로의 위치 등록 과정만 수행한다. 이 후 ToW 단말은 새로운 WAG에서의 TETRA 메시지를 수신할 수 있게 된다.

IV. 성능 분석

본 논문에서는 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합

환경에서 IPv6의 이동성을 제공하기 위하여 제안한 두 방안의 효율성과 최적화된 방안을 도출하기 위하여 두 방안의 시그널링 비용과 핸드오버 지연을 측정하여 분석하여 분석된 결과를 바탕으로 성능을 평가한다.

1. 시그널링 비용 분석

본 논문에서 제안한 방안들의 시그널링 비용을 분석하고 평가하기 위하여, 다음과 같은 사항들을 정의 및 가정한다. 시그널링 패킷을 전송하는 비용은 송신자와 수신자의 거리에 의해 주어지며, 한 노드가 시그널링 패킷을 포워딩하는 평균 비용은 r 라고 가정하고, 한 노드에서 시그널링 패킷을 처리하는 평균 비용은 p 라고 가정한다.

그림 4는 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 IP 이동성을 제공하기 위하여 MIPv6 프로토콜을 적용한 방안과 HMIPv6 프로토콜을 적용한 방안의 시그널링 비용을 측정하기 위한 시그널링 비용 분석 평가 모델이다. 제안한 방안들의 시그널링 비용 분석을 위해 참고문헌 [9]에서 기술한 접근 방법을 참조하였다. 본 논문에서는 시그널링 비용 분석을 위하여 ToW 단말이 WAG를 변경하여 2계층 핸드오버가 수행된 후부터 3계층 핸드오버를 수행하고 TETRA 메시지를 받기까지 사용되는 시그널링 비용을 측정하여 분석한다. 또한 본 논문에서는 패킷 손실에 따른 비용은 고려하지 않았다.

WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 MIPv6를 적용한 방안을 수행하는 데에 소비되는 총 시그널링 비용은 수식(1)과 같이 정의할 수 있다.

$$C_{MIPv6} = C_{Masso} + C_{Msetting} + C_{Minfo} + C_{Mbinidng} \quad (1)$$

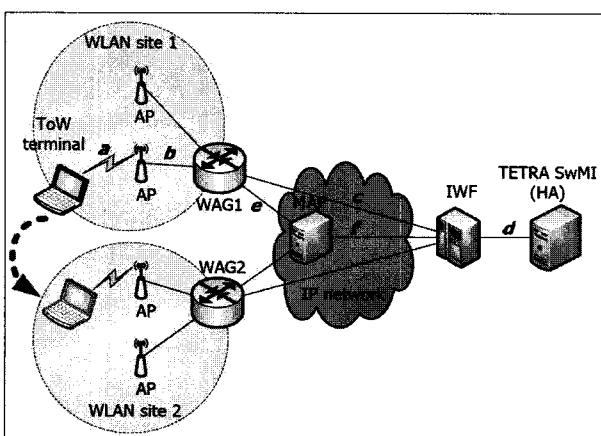


그림 4. 시그널링 비용 분석을 위한 평가 모델
Fig. 4. Analysis model for evaluation of the cost.

위 수식에서 C_{Masso} 은 WAG와의 WLAN 연결 설정에 발생하는 시그널링 비용으로 ToW 단말과 WAG와 Associate request와 Associate ack 메시지를 교환하는 비용이다. $C_{Msetting}$ 은 WAG와 IWF간 터널을 설정하기 위하여 메시지를 교환하는 비용이며, C_{Minfo} 은 ToW 단말이 IP 주소를 구성하기 위한 정보를 획득하기 위한 메시지 교환 과정에 소요되는 비용이다. $C_{Mbinidng}$ 은 ToW 단말이 생성한 새로운 주소를 HA에 등록하기 위하여 BU 메시지와 BA 메시지를 교환하는 비용이다.

WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 HMIPv6를 적용한 방안을 수행하는 데에 소비되는 총 시그널링 비용은 다음 수식(2)과 같이 정의할 수 있다.

$$C_{HMIPv6} = C_{Hassoo} + C_{Hsetting} + C_{Hinfo} + C_{Hlocal} + C_{Hbinding} \quad (2)$$

위 수식(2)에서 C_{Hassoo} 은 WAG와의 WLAN 연결 설정에 발생하는 시그널링 비용이며, $C_{Hsetting}$ 은 WAG와 MAP간 터널을 설정 비용이고, C_{Hinfo} 은 ToW 단말이 IP 주소 구성 정보를 획득하기 위한 과정에 소요되는 비용이다. C_{Hlocal} 은 생성한 LCoA를 MAP에 등록하여 위하여 LBU 메시지와 LBA 메시지를 교환하는 비용이다. $C_{Hbinding}$ 은 ToW 단말이 생성한 새로운 주소를 HA에 등록하기 위하여 BU 메시지와 BA 메시지를 교환하는 비용으로, HMIPv6를 적용한 방안에서는 한 MAP 내에 위치한 WAG를 변경하는 것으로는 이 과정이 수행되지 않으므로 0이다.

2. 핸드오버 지연 분석

본 절에서는 ToW 단말이 새로운 WAG로 이동한 후 새로운 첫 TETRA 메시지를 받기 까지 걸리는 시간 즉 핸드오버 지연을 측정하고 분석하기 위하여 다음 그림 5와 같은 평가 모델을 정의하며, 제안한 방안들의

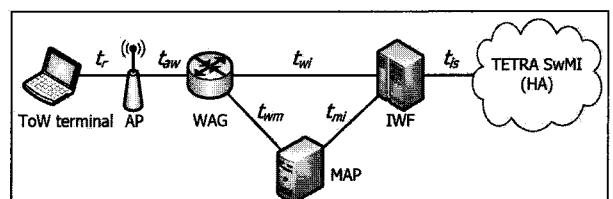


그림 5. 핸드오버 지연 분석을 위한 평가 모델

Fig. 5. Analysis model for evaluation of handover latency.

핸드오버 지연을 분석하기 위하여 참고문헌 [10]에서 기술한 접근 방법을 참조하였다.

그림 5에서 t_r 은 ToW 단말과 AP간의 지연을 나타내며, 무 선 링크를 통하여 하나의 메시지를 전송하는데 걸리는 시간을 의미한다. t_{aw} 은 AP와 WAG간의 지연을 나타내며, t_{wi} 는 WAG와 IWF간의 지연을 나타낸다. t_{wm} 과 t_{mi} 는 각각 WAG와 MAP간, MAP과 IWF간의 지연을 나타내며 $t_{wm} + t_{mi} \leq t_{wi}$ 라고 가정한다. t_{is} 는 IWF와 TETRA SwMI간의 지연을 나타내며, 2계 총 핸드오버가 수행되는 시간을 t_{L2} 로 나타낸다. MIPv6를 적용한 방안에서의 총 핸드오버 지연 시간은 다음 식 (3)과 같이 측정할 수 있다.

$$T_{MIPv6} = t_{L2} + 6t_r + 6t_{aw} + 6t_{wi} + 2t_{is} \quad (3)$$

WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에 HMIPv6를 적용한 방안에서 ToW 단말이 WAG 이동으로 인하여 2계층 연결이 끊긴 후 새로운 WAG에서 TETRA 메시지를 수신하기 까지 소용되는 총 핸드오버 지연 시간은 다음 수식(4)과 같이 얻을 수 있다.

$$T_{HMIPv6} = t_{L2} + 4t_r + 4t_{aw} + 4t_{wm} + t_{mi} + t_{is} \quad (4)$$

3. 성능 평가

본 논문에서는 그림 4에서 제안한 시그널링 비용 평가 모델의 네트워크 환경에서 단일 홈에 대한 메시지 처리 비용(p)과 메시지 포워딩 비용(r)은 동일하다고 가정한다. ToW 단말과 AP간의 거리 비용과 AP와 WAG간의 거리 비용, WAG와 MAP간의 거리 비용은 $a = b = e = 1$ 이며, WAG와 IWF간의 거리 비용, IWF와 TETRA SwMI간의 거리 비용은 $c = d = 5$ 이며, MAP와 IWF간의 거리 비용은 $f = 4$ 로 가정하며, 2계 총 핸드오버 과정 수행시간은 참고문헌 [11]에 따른다.

WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에 MIPv6를 적용한 경우와 HMIPv6를 적용하여 IP 이동성을 제공하였을 때 총 시그널링 비용은 HMIPv6를 적용한 방안이 MIPv6를 적용한 방안보다 약 48%의 시그널링 비용 절감을 보였다. HMIPv6 프로토콜이 적용된 경우 MAP내에서의 WAG간 이동은 WAG와 IWF간의 터널 설정 과정과 HA로의 위치 등록 과정의 수행이 필요하지 않기 때문이다.

제안한 방안들에서 무선 구간의 거리 비용과 시그널

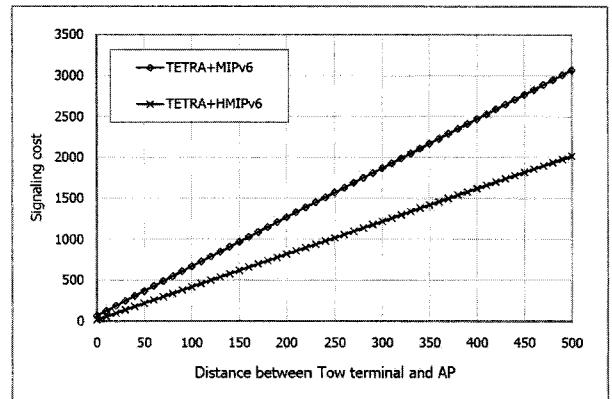


그림 6. ToW 단말과 AP간의 거리 변화에 따른 시그널링 비용 변이

Fig. 6. Total signanling cost according to variation of the distance between ToW terminal and AP.

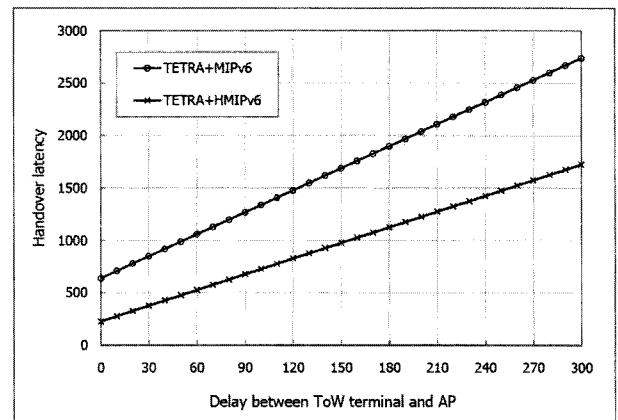


그림 7. ToW 단말과 AP사이의 구간의 지연 변화에 따른 핸드오버 지연 시간 변이

Fig. 7. Total handover latency according to variation of the delay between ToW terminal and AP.

링 비용의 관계는 그림 6과 같이 무선 거리 비용이 증가함에 따라 비례하여 시그널링 비용이 증가함을 알 수 있다. 무선 구간의 거리 비용이 증가함에 따라 MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안은 그 차이가 점차 커짐을 알 수 있는데 이는 HMIPv6 프로토콜을 적용하였을 경우 한 MAP 내에서 WAG를 변경할 때 상대적으로 메시지 절차가 줄어듦에 따라 무선 구간에서 교환되는 메시지의 수가 줄어들기 때문이다. HMIPv6를 적용한 방안은 MIPv6를 적용한 방안에 비하여 최소 41%, 최대 71%의 시그널링 비용 절약을 기대할 수 있으며, 평균적으로 약 50%의 시그널링 비용을 절약할 수 있다.

WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에서 MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안에서의

총 핸드오버 지연 시간은 MIPv6를 적용한 방안에 비하여 HMIPv6를 적용한 방안이 약 61% 정도의 시간이 절감된다. 이 결과는 시그널링 분석 결과와 마찬가지로 HMIPv6 프로토콜을 적용한 경우 상대적으로 메시지 절차가 줄어듦에 따라 시그널링 메시지를 처리하는 데 소요되는 시간이 줄어들기 때문이다.

그림 7은 ToW 단말과 AP간의 무선 구간의 지연이 증가함에 따른 두 제안 방안에 미치는 영향을 나타내고 있다. 무선 구간의 지연은 두 프로토콜에 큰 영향을 미치며, 무선 구간의 지연이 길어질수록 총 핸드오버 지연 시간도 비례하여 증가하나 HMIPv6를 적용하였을 경우 MIPv6를 적용한 방안에 비하여 증가율이 적음을 알 수 있다. HMIPv6를 적용한 방안의 경우 MIPv6를 적용하였을 때보다 평균 53%의 지연 시간 절감 효과를 기대할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 진보된 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경을 위하여 IP 이동성을 효율적으로 제공할 수 있는 방안으로 MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안을 제안하였다. 또한 제안한 두 방안에서 최적의 방안을 도출하기 위하여 두 방안의 시그널링 비용과 핸드오버 지연을 측정하여 분석하여 분석된 결과를 바탕으로 성능을 평가하였다. 성능 평가를 통하여 WLAN과 TETRA 네트워크의 통합 환경에 MIPv6를 적용한 방안과 HMIPv6를 적용한 방안의 총 시그널링 비용에서 HMIPv6를 적용한 방안이 MIPv6를 적용하였을 경우보다 약 48%의 시그널링 비용을 절약함을 알게 되었다. 또한 총 핸드오버 지연 시간의 경우 HMIPv6를 적용한 방안이 MIPv6를 적용한 방안에 비하여 약 61% 정도의 시간을 절약함을 알게 되었다. 따라서 WLAN과 TETRA 네트워크 통합 환경에서 IPv6를 도입함에 따라 IP 이동성을 제공할 때에는 HMIPv6 프로토콜을 적용하여 ToW 단말의 이동성을 관리하여 비용면에서나 시간면에서 끊김없는 안정적인 이동성 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] ETSI, "Terrestrial Trunked Radio (TETRA) ; Voice plus Data (V+D); Part 1: General

network design," ETSI EN 300 392-1 V1.3.1, June 2005.

- [2] ETSI, "Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI)," ETSI EN 300 392-2 V3.1.1, September 2006.
- [3] ETSI, "TETRA Packet Data Optimized (PDO) Air Interface," ETS 300 393-2, 2nd ed., August 1999.
- [4] ETSI, "TETRA Technical Requirements for Direct Mode Operation (DMO); Part 3: Mobile Station to Mobile Station (MS-MS) Air Interface Protocol," ETS 300 396-3, March 1998.
- [5] Apostolis K. Salkintzis, "Evolving Public Safety Communication Systems by Integrating WLAN and TETRA Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 44, issue 1, pp. 38-46, January 2006.
- [6] 김용배, "한국형 디지털 TRS(TETRA)," TTA저널 2005권 99호, pp. 87-95, 2005년 6월
- [7] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, June 2004.
- [8] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki and L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," RFC 4140, August 2005.
- [9] K. Lee and Y. Mun, "A Macro Mobility Handover Performance Improvement Scheme for HMIPv6," ICCSA 2006 Lecture Notes in Computer Science 3981, pp. 410-419, May 2006.
- [10] H. Fathi, S. Chakraborty and R. Prasad, "Optimization of Mobile IPv6-Based Handovers to Support VoIP Services in Wireless Heterogeneous Networks," IEEE transactions on vehicular technology, Vol. 56, no. 1, pp. 260-270, January 2007.
- [11] J. Vatn, "An experimental study of IEEE 802.11b handover performance and its effect on voice traffic," SE Telecommunication Systems Laboratory Department of Microelectronics and Information Technolony (IMIT), July 2003.

저 자 소 개



이 경 혜(학생회원)
2003년 한신대학교
컴퓨터학과 학사 졸업
2006년 숭실대학교
컴퓨터학과 석사 졸업
2007년~현재 숭실대학교
컴퓨터학과 박사과정

<주관심분야 : IPv6, Mobile IPv6, IPv6 Security>



문 영 성(종신회원)
1983년 연세대학교
전자공학과 학사 졸업
1986년 Univ. of Alberta
전자공학과 석사 졸업.
1987년~1994년 한국통신 연구원.
1993년 Univ. of Texas,
Arlington 컴퓨터공학과
박사 졸업

1994년~현재 숭실대학교 컴퓨터학부 교수
<주관심분야 : IPv6, Mobile IPv6, IPv6 Security,
Grid networking>