

IP 기반 통합 네트워크에서 사용자 이동성 지원을 위한 세션 관리 방안

유 명 주[°], 박 주 만^{*}, 이 중 성^{*}

Session Management Scheme for Supporting User Mobility in a IP-Based Convergence Network

Myoung Ju Yu[°], Ju Man Park^{*}, Jong Sung Lee^{*}

요 약

본 논문은 IP 기반의 통합 네트워크 환경에서 사용자가 단말을 변경해가며 서비스를 이용하고자 하는 경우에 끊임없는 서비스 이용이 가능한 사용자 이동성 관리 방안을 제안한다. 기존 이동성 기술들과 현재 진행 중인 대부분의 이동성 관련 연구들은 단말 이동성 지원에 집중되어 있어 다양한 유형의 이동성을 지원하기에 한계가 있다. 제안방안은 사용자 고유의 식별자인 UID(User Identifier)와 사용자가 이용하는 단말 고유의 식별자인 TID(Terminal Identifier) 간 매핑 관계와 사용자 고유의 영구적인 3계층 주소를 이용한 패킷 구성으로 사용자가 서비스 이용 중에 단말을 변경하더라도 세션이 유지될 수 있도록 한다. 제안방안에 의한 성능 향상을 검증하기 위해 수식을 이용하여 기존 사용자 이동성 방안과 제안방안의 핸드오버 시그널링 비용을 분석하고 비교하였다. 그 결과 제안방안이 기존방안 보다 더 나은 성능을 보임을 확인하였다.

Key Words : User Mobility, Mobility Management, User Identifier, User Permanent-Address

ABSTRACT

This paper proposes a user mobility management scheme which supports seamless service even if a user changes his accessing terminal in service in IP-based convergence network. Most of ongoing researches concerning mobility management as well as the existing mobility schemes have been focused to support terminal mobility. It is limited to support a variety of mobility types such as user mobility. The proposed scheme uses the mapping relationship between UID(User Identifier), user specific identifier and TID(Terminal Identifier), specific terminal identifier and forms packet address with user specific permanent 3 layer address for session continuity in case of user mobility. We numerically analyze and compare handover signaling cost between the existing user mobility scheme and the proposed scheme. The result shows that the proposed scheme has lower handover signaling cost than the existing one, [1].

[°] First and Corresponding Author: Agency for Defense and Development(ADD), The 2nd R&D Institute TICN Program Management Office, mjyu@add.re.kr, 정희원

^{*} 국방과학연구소 제2기술연구본부 전술정보통신체계단, jmpark12@add.re.kr, lee.add.re.kr, 정희원
논문번호 : KICS2016-04-073, Received April 29, 2016; Revised June 7, 2016; Accepted June 9, 2016

I. 서 론

IP 기반 통합 네트워크에서 끊임없는 서비스에 대한 사용자들의 요구가 증가하면서 사용자나 서비스에 중점을 둔 다양한 유형의 이동성 지원 방안들이 연구되고 있다¹⁻³⁾.

기존 대부분의 이동성 기술(예, Mobile IP, Proxy MIP 등)들은 네트워크에서의 단말 이동성 지원을 위한 방안들이며, 이들 외에도 현재 진행 중인 대부분의 이동성 관련 연구들 또한 단말 이동성에 집중되어 있다. 광대역 통합 네트워크 환경에서는 단말 이동성뿐만 아니라 사용자 이동성 또는 서비스 이동성과 같은 다양한 이동성이 고려될 필요가 있다. 그러나 기존 이동성 기술들은 단말 이동성 지원에 집중되어 다양한 범위의 이동성을 지원하기에 어려운 문제점이 있다.

사용자 이동성의 경우 특정 단말에 접속하여 서비스를 이용 중인 사용자가 다른 단말에 접속하더라도 끊임없이 기존의 서비스를 이용할 수 있도록 세션을 유지하는 것을 말한다. 그러나 서비스 이용 중에 사용자가 단말을 변경하면 사용자의 접속단말의 IP 주소 또한 변경되므로 서비스 세션은 단절된다. 따라서 사용자 이동성 지원을 위해 세션 연속성을 유지하는 것은 중요한 이슈이다.

사용자 이동성에 대한 기존 연구¹⁾은 네트워크상에서 IP 주소의 역할을 Identifier와 Locator로 분리하는 UIP(User Identifier Protocol)을 기반으로 한 라우팅 프로토콜을 제안한다. 그러나 기존 연구²⁾는 UIP 시스템 구성을 위해 추가적인 특정 프로토콜 스택을 필요로 하고, 세션 유지를 위해 복잡한 시그널링 프로세스를 포함한다는 한계가 있다.

본 논문은 단말 이동성에 집중되어 있는 기존 이동성 기술들의 한계를 해결하기 위해 IP 기반 통합 네트워크 환경에서 사용자가 단말을 변경해가며 서비스를 이용하고자 하는 경우에 세션 연속성을 지원하는 사용자 이동성 관리방안을 제안한다. 제안방안은 사용자 식별자(User Identifier, UID)와 단말 식별자(Terminal Identifier, TID) 간 매핑 관계와 사용자의 영구적인 3계층 주소(User Permanent-Address, UPA)를 이용한 패킷 주소 구성을 이용하여 사용자 이동성의 경우 끊임없이 세션이 유지되도록 한다. 제안방안에 의한 성능 향상을 확인하기 위해 [4]를 기반으로 기존방안¹⁾과 제안방안의 핸드오버 지원을 분석하고, 그 결과 제안방안이 기존방안보다 더 나은 성능을 보임을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 제안방안의

네트워크 구성 및 사용자 이동성 관리 절차를 나타내고, 3장은 성능 분석 및 그 결과를 나타낸다. 그리고 4장에서 결론을 기술한다.

II. IP 기반 통합 네트워크에서 사용자 이동성 관리 방안

본 절은 사용자 이동성 지원을 위한 네트워크 구조와 이동성 관리 동작을 소개한다. IP 코어 네트워크(Core Network)와 여러 액세스네트워크(Access Network, AN)로 구성된 광대역 통합 네트워크 환경에서 사용자 이동성의 경우 세션 유지를 위해 사용되는 사용자 식별 정보, 사용자의 초기 등록, 사용자의 로컬/글로벌 핸드오버 및 데이터 전송 그리고 제 3사용자에 의한 사용자 위치 탐색 절차를 기술한다.

제안방안은 그림 1과 같이 사용자 이동성 지원을 위해 3가지의 사용자 식별자를 정의한다. UID는 특정 사용자를 나타내는 범용적이고 유일한 식별 정보로써 이메일 주소, NAI(Network Access Identifier), 전화번호 그리고 RFID(Radio Frequency Identification) 값 등 광범위한 형태를 수용할 수 있다. TID는 단말의 L2 ID(예, MAC 주소)와 같이 특정 단말을 나타내는 유일한 식별 정보를 의미한다. 사용자는 하나 이상의 단말에 접속 가능함에 따라 UID는 하나 이상의 TID와 연관되어 질 수 있다. UPA는 어느 하나의 네트워크에 제한되지 않는 특정 사용자를 위한 범용적인 3계층 주소(예, IP 주소)로 패킷 송·수신 시 Locator가 아닌 사용자 Indicator로써의 역할을 한다. 특정 단말에 다수의 사용자가 접속 가능함에 따라 TID는 하나 이상의 UPA와 연관될 수 있다.

그림 2는 제안방안의 네트워크 구조를 나타낸다.

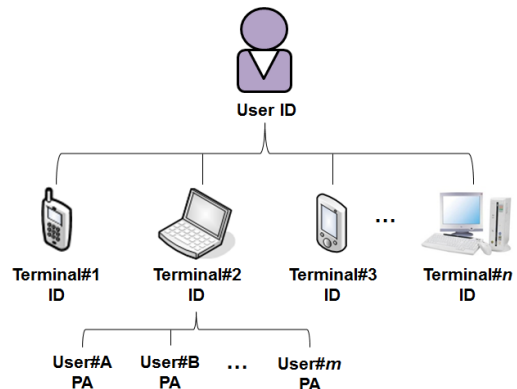


그림 1. 사용자 식별 정보 유형
Fig. 1. Types of user identity information

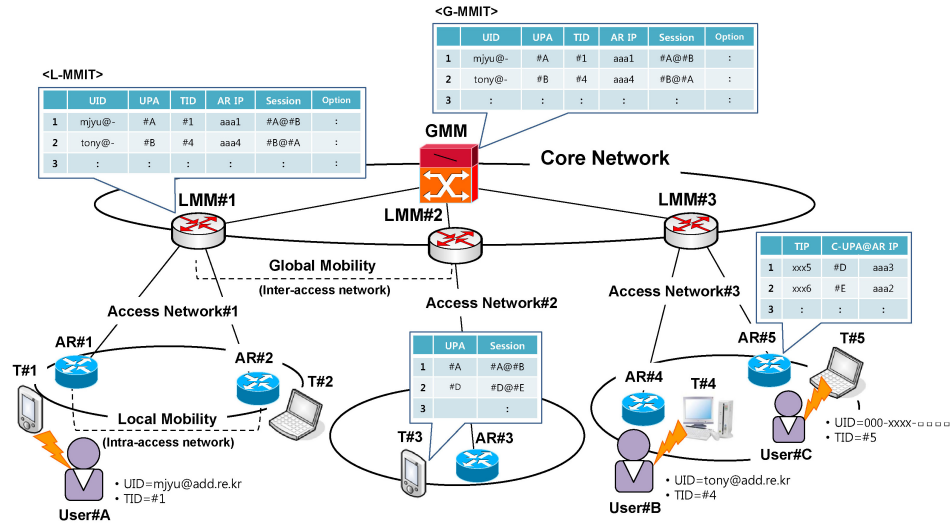


그림 2. 제안 사용자 이동성 지원 방안의 네트워크 구성
Fig. 2. Network configuration of the proposed user mobility scheme

제안방안의 네트워크 구조는 사용자 이동성 지원을 위해 GMM(Global Mobility Manager), LMM(Local Mobility Manager), AR(Access Router)와 같은 네트워크 구성요소들을 포함한다.

GMM은 IP 코어네트워크에 위치하는 글로벌 이동성 관리자로서 사용자와 단말 간의 위치 및 매칭 관계를 관리하는 기능을 수행한다. LMM은 IP 코어네트워크의 에지에 위치하는 로컬 이동성 관리자이다. GMM과 LMM은 사용자에 대한 이동성 정보를 관리하기 위해 G-MMIT(Global Mobility Management Information Table)와 L-MMIT(Local Mobility Management Information Table)에 각각 사용자 식별을 위한 바인딩 정보를 저장 및 유지한다. G-MMIT는 단말의 TID와 IP 주소 및 AR의 IP 주소 그리고 사용자의 접속 단말과 상대단말 간 통신 연결이 설정된 후 두 단말 간 세션 정보를 관리한다. 또한, 단말을 변경해가며 서비스를 이용하는 사용자에 대한 이동성 지원을 위해 사용자 식별을 위한 UID, UPA 그리고 사용자와 단말 간 매핑 정보를 관리한다. GMM은 사용자의 초기 등록 시 전송되는 UID에 따라 사용자에 대한 UPA를 할당한다. GMM은 동적 호스트 설정 프로토콜(Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) 또는 도메인 네임 시스템(Domain Name System, DNS) 등을 통해 사용자의 UPA로 할당할 3계층 주소를 미리 할당받아 둘 수 있다. L-MMIT는 단말의 TID 및 IP 주소, 단말들이 접속한 AR의 IP 주소를 관리한다. 또한, LMM은 GMM으로부터의 전송되는 사용자

위치 업데이트 응답 또는 사용자 위치 업데이트 알림 메시지를 통해 G-MMIT의 정보를 복사하는 기능을 갖는다.

액세스네트워크는 AR과 다양한 유형의 단말들을 포함한다. AR은 액세스네트워크에 위치하며, 단말과 처음으로 통신하는 네트워크 접속 장치이다. AR은 단말이 초기 등록이나 위치 업데이트에 의해 액세스네트워크에 접속하는 경우 단말에 IP 주소를 할당하고, 사용자 등록 및 위치 업데이트의 경우 사용자의 UID, 단말의 TID와 AR의 IP 주소를 해당 액세스네트워크를 관리하는 LMM으로 전송하는 기능을 수행한다. 각 AR은 사용자와 통신 중인 상대단말이 위치한 영역 내 AR의 IP 주소를 관리하며 AR 간의 터널을 형성하여 데이터 패킷에 대한 인캡슐레이션(encapsulation) 및 디캡슐레이션(decapsulation) 기능을 수행한다.

단말은 사용자 고유의 UPA나 단말의 IP 주소 등 다수의 3계층 주소를 수용할 수 있는 기능을 갖는다. 단말은 사용자의 UID에 의해 사용자가 인지되면 네트워크로 단말과 사용자와의 매핑 관계를 등록한다. 사용자와 단말 간 매핑 관계 등록을 위한 사용자 등록 및 위치 업데이트 메시지는 사용자 정보로써 UID와 단말 정보로써 단말의 TID를 포함하여 GMM으로 전송된다. GMM은 그에 대한 응답으로 사용자의 UPA를 단말로 전송한다. 단말은 수신된 사용자의 UPA를 해당 단말에서 사용 가능한 IP 주소 중 하나로 등록한다. 패킷 송·수신 시 상대단말로부터 전송되는 사용자를 위한 데이터 패킷의 목적지 주소는 사용자의

UPA로 설정되며, 사용자 접속단말이 패킷을 수신하면, 단말은 등록된 사용 가능한 3계층 주소들을 내부적으로 검색하여 사용자의 UPA가 검색되면 단말은 정상적으로 데이터 패킷을 수신한다.

2.1 사용자 초기 등록 및 데이터 전송 절차

그림 3은 사용자의 초기 등록 및 데이터 전송 절차를 나타낸다. User#A가 T#1을 통해 AN#1 영역 내 AR#1에 접속하는 경우 사용자 초기 위치 및 단말과의 매핑관계 등록 과정과 상대단말과의 데이터 송·수신 과정을 나타낸다.

- 단계 1-2: User#A가 T#1으로 UID를 이용하여 사용자 접속 요청을 한다. T#1은 User#A에 대한 UID를 확보하면서 User#A를 인식한다.
- 단계 3: T#1은 사용자 등록 요청 메시지를 이용하여 User#A의 UID와 T#1의 TID를 AR#1과 LMM#1을 통해 GMM으로 전송한다. 이때, AR#1은 User#A와 T#1 간 매핑관계를 등록한다.
- 단계 4: GMM은 UID를 통해 User#A가 초기 등록임을 인지하고 G-MMIT에 User#A에 대한 레코드를 생성한다. 그 후 GMM은 DHCP나 DNS 등을 통해 미리 할당 받아 둔 3계층 주소를 User#A의 UPA로 할당하고, User#A에 대한 정보로써 UID

와 UPA를 매핑하여 기록한다. 또한, GMM은 UID와 함께 전달된 T#1의 TID를 통해 User#A과 T#1 간 연결을 인지하고 해당 사용자와 단말 간 매핑 관계를 해당 레코드에 기록한다.

- 단계 5: GMM은 사용자 등록 응답 메시지를 이용하여 User#A의 UPA를 LMM#1과 AR#1을 통해 T#1으로 전송한다.
- 단계 6: T#1은 사용자 등록 응답 메시지를 통해 수신한 User#A의 UPA를 T#1의 단말 IP 주소와 함께 해당 단말에서 사용 가능한 3계층 주소 중 하나로 등록한다.
- 단계 7: User#B의 접속단말인 T#4가 User#A의 접속단말인 T#1으로 데이터를 처음 전송하는 경우에 T#4는 User#A의 위치 정보를 알아보려 User#A의 UID를 포함한 사용자 위치 요청 메시지를 AR#4와 LMM#3을 통해 GMM으로 전송한다. 이때 이용되는 UID는 사용자의 초기 등록을 통해 등록된 UID들 중 하나일 수 있다.
- 단계 8: GMM은 사용자 위치 요청 메시지를 통해 LMM#3로부터 전달받은 User#A의 UID를 이용하여 G-MMIT에서 User#A의 UPA와 T#1이 접속 중인 AR#1의 IP 주소를 검색하고, 이들 정보를 사용자 위치 응답 메시지와 함께 LMM#3를 통해 AR#4로 전송한다. 이때, GMM은 User#A와

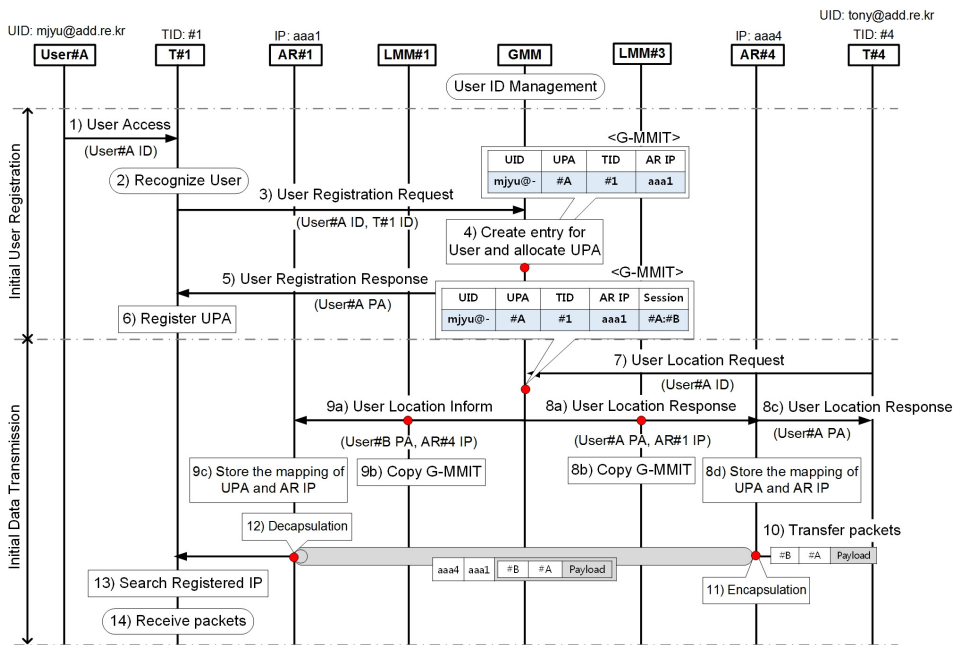


그림 3. 사용자 초기 등록 및 데이터 전송 절차
Fig. 3. Initial user registration and data transmission procedure

User#B 간의 통신 연결 관계를 G-MMIT에 기록한다(단계 8a).

GMM으로부터 사용자 위치 응답 메시지를 전달받은 LMM#3는 User#A에 대한 G-MMIT의 레코드를 복사하고 이를 LMM#3의 L-MMIT에서 관리한다. GMM의 G-MMIT와 LMM#1 L-MMIT는 User#A의 UID와 UPA, T#1의 TID와 IP 주소, AR#1의 IP 주소, User#A과 T#1 간 연결 매핑 그리고 User#A와 User#B 간 통신 매핑 기록을 저장한다(단계 8b).

AR#4는 사용자 위치 응답에 따라 User#A의 UPA와 AR#1의 IP 주소 정보를 매핑 및 저장한다(단계 8c). 그리고 AR#4는 User#A의 UPA를 포함한 사용자 위치 응답 메시지를 T#4로 전송한다(단계 8d).

- 단계 9: GMM은 LMM#3로 사용자 위치 응답 메시지를 전송함과 동시에 LMM#1으로 User#B의 UPA와 AR#4의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 알림 메시지를 전송한다(단계 9a). LMM#1은 User#A에 대한 G-MMIT의 레코드를 복사하고(단계 9b), AR#1으로 User#B의 UPA와 AR#4의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 알림 메시지에 전송한다. AR#1은 사용자 위치 알림에 따라 User#B의 UPA와 AR#4의 IP 주소 정보를 매핑 및 저장한다(단계 9c).
- 단계 10: T#4는 User#A로의 데이터 전송을 위해 패킷 헤더의 목적지 주소는 User#A의 UPA로 설정하고, 발신지 주소는 User#B의 UPA로 설정하여 데이터 패킷을 전송한다. T#4로부터 전송된 데이터 패킷은 T#4가 위치한 영역의 AR#4로 라우팅 된다.
- 단계 11-12: AR#4는 T#4로부터 전달된 데이터 패킷을 목적지 주소는 AR#1의 IP 주소로, 발신지 주소는 AR#4의 IP 주소로 설정한 후 인캡슐레이션하여 AR#1으로 전송한다. 데이터 패킷을 수신한 AR#1은 디캡슐레이션하여 User#A가 접속 중인 T#1으로 데이터 패킷을 전송한다.
- 단계 13-14: T#1은 전달받은 패킷의 목적지 주소가 User#A의 UPA임을 확인한 후, T#1에 등록된 사용 가능한 3계층 주소들을 검색한다. 그 결과 User#A의 UPA가 검색되면 T#1은 정상적으로 해당 데이터 패킷을 수신한다.

2.2 로컬 사용자 이동성의 경우 핸드오버 절차
 그림 4는 로컬 사용자 이동성의 경우에 핸드오버

및 데이터 전송 절차를 나타낸다. User#A가 LMM#1에 의해 관리되는 AN#1의 AR#1 영역의 T#1에서 AR#2 영역의 새로운 단말 T#2로 이동할 때 위치 업데이트와 상대단말과의 데이터 송·수신 과정을 나타낸다.

- 단계 1-2: User#A가 T#2로 UID를 이용하여 사용자 접속 요청을 한다. T#2는 User#A에 대한 UID를 확보하면서 User#A를 인식한다.
- 단계 3: T#2는 사용자 위치 업데이트 요청 메시지를 이용하여 User#A의 UID와 T#2의 TID를 AR#2를 통해 LMM#1으로 전송한다. 이때, AR#2는 User#A와 T#2 간 매핑관계를 등록한다. LMM#1은 User#A와 User#B의 이전 통신에 의해 L-MMIT에 User#A에 대한 레코드 정보를 관리하고 있다. 따라서, LMM#1은 UID와 함께 전달된 T#2의 TID를 통해 User#A와 T#2 간 연결을 인지하고 L-MMIT에 사용자와 단말 간 매핑 관계를 업데이트 한다.
- 단계 4: LMM#1은 AR#2로 User#A의 UPA, User#B의 UPA 그리고 AR#4의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송하고, AR#2는 다시 User#A의 UPA와 함께 T#2로 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송한다(단계 4a). 이때, AR#2는 사용자의 위치 업데이트에 따라 User#B의 UPA와 AR#4의 IP 주소 정보를 매핑 및 저장한다(단계 4b). AR#2로부터 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 수신한 T#2는 User#A의 UPA를 T#2에서 사용 가능한 3계층 주소 중 하나로 등록한다(단계 4c).
- 단계 5: LMM#1은 AR#2로 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송함과 동시에 GMM으로 User#A의 UID와 T#2의 TID 그리고 AR#2의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 업데이트 알림 메시지를 전송한다. GMM은 T#2의 TID를 통해 User#A와 T#2 간 연결을 인지하고, G-MMIT에 사용자와 단말 간 매핑 관계를 업데이트 한다. GMM의 G-MMIT와 LMM#1의 L-MMIT는 User#A의 UID와 UPA, T#2의 TID와 IP 주소, AR#2의 IP 주소, User#A과 T#2 간 연결 매핑 그리고 User#A와 User#B 간 통신 매핑 기록을 저장한다(단계 5a). 또한, LMM#1은 GMM으로 사용자 위치 업데이트 알림 메시지를 전송하면서 User#A가 T#1을 통해 연결되어 있던 AR#1으로 User#A의 UID를 포함한 주소 삭제 요청 메시지를 전송하여

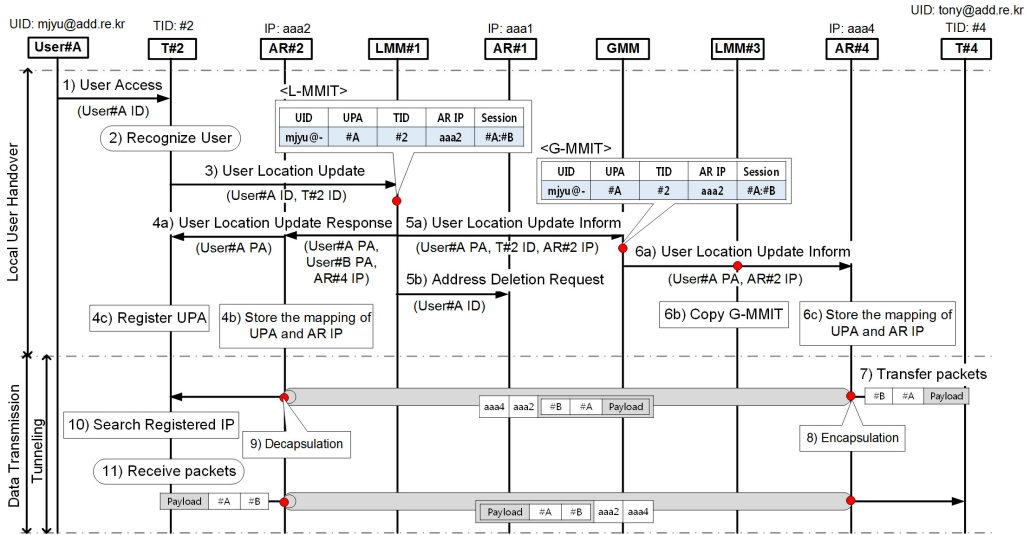


그림 4. 로컬 사용자 이동성의 경우 핸드오버 및 데이터 전송 절차
 Fig. 4. Handover and data transmission procedure in case of local user mobility

User#A와 T#1 간 매핑 정보 삭제를 요청한다(단계 5b).

- 단계 6: G-MMIT를 업데이트 한 후 GMM은 LMM#3를 통해 AR#4로 User#A의 UPA와 AR#2의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 업데이트 알림 메시지를 전송한다(단계 6a). 사용자 위치 업데이트 알림 메시지에 따라 LMM#3는 User#A에 대한 G-MMIT 레코드 정보를 복사한다. LMM#3의 L-MMIT는 User#A의 UID와 UPA, T#2의 TID와 IP 주소, User#A과 T#2 간 연결 매핑 그리고 User#A와 User#B 간 통신 매핑 기록을 저장한다(단계 6b). 또한, AR#4는 사용자 위치 업데이트 알림 메시지에 따라 User#A의 UPA와 AR#2의 IP 주소 정보를 매핑 및 저장한다(단계 6c).
- 단계 7: T#4는 User#A로의 데이터 전송을 위해 패킷 헤더의 목적지 주소는 User#A의 UPA로 설정하고, 발신지 주소는 User#B의 UPA로 설정하여 데이터 패킷을 전송한다. T#4로부터 전송된 데이터 패킷은 T#4가 위치한 영역의 AR#4로 라우팅된다.
- 단계 8-9: AR#4는 T#4로부터 전송된 데이터 패킷을 목적지 주소는 AR#2의 IP 주소로 설정하고, 발신지 주소는 AR#4의 IP 주소로 설정한 후 인캡슐레이션하여 AR#2로 전송한다. 데이터 패킷을 수신한 AR#2는 디캡슐레이션하여 User#A가 접속 중인 T#2로 데이터 패킷을 전송한다.
- 단계 10-11: T#2는 전달받은 패킷의 목적지 주소

가 User#A의 UPA임을 확인한 후, T#2에 등록된 사용 가능한 3계층 주소들을 검색한다. 그 결과 User#A의 UPA가 검색되면 T#2는 정상적으로 해당 데이터 패킷을 수신한다.

2.3 글로벌 사용자 이동성의 경우 핸드오버 절차

그림 5는 글로벌 사용자 이동성의 경우에 핸드오버 및 데이터 전송 절차를 나타낸다. User#A가 LMM#1에 의해 관리되는 AN#1의 AR#2 영역의 T#2에서 LMM#2에 의해 관리되는 AN#2의 AR#3 영역에 위치하고 있는 T#3으로 이동할 때 위치 업데이트와 상대단말과의 데이터 송·수신 과정을 나타낸다.

- 단계 1-2: User#A가 T#3로 UID를 이용하여 사용자 접속 요청을 한다. T#3는 User#A에 대한 UID를 확보하면서 User#A를 인식한다.
- 단계 3: T#3는 사용자 위치 업데이트 요청 메시지를 이용하여 User#A의 UID와 T#3의 TID를 AR#3와 LMM#2를 통해 GMM으로 전송한다. 이때, AR#3는 User#A와 T#3 간 매핑관계를 등록한다. GMM은 사용자 위치 업데이트 메시지에 따라 UID와 함께 전달된 T#3의 TID를 통해 User#A와 T#3 간 연결을 인지하고, G-MMIT에 사용자와 단말 간 매핑 관계를 업데이트 한다. 이때, G-MMIT는 User#A의 UID와 UPA, T#3의 TID와 IP 주소, AR#3의 IP 주소, User#A와 T#3 간 연결 매핑 그리고 User#A와 User#3 간 통신 매핑 기록을 저장

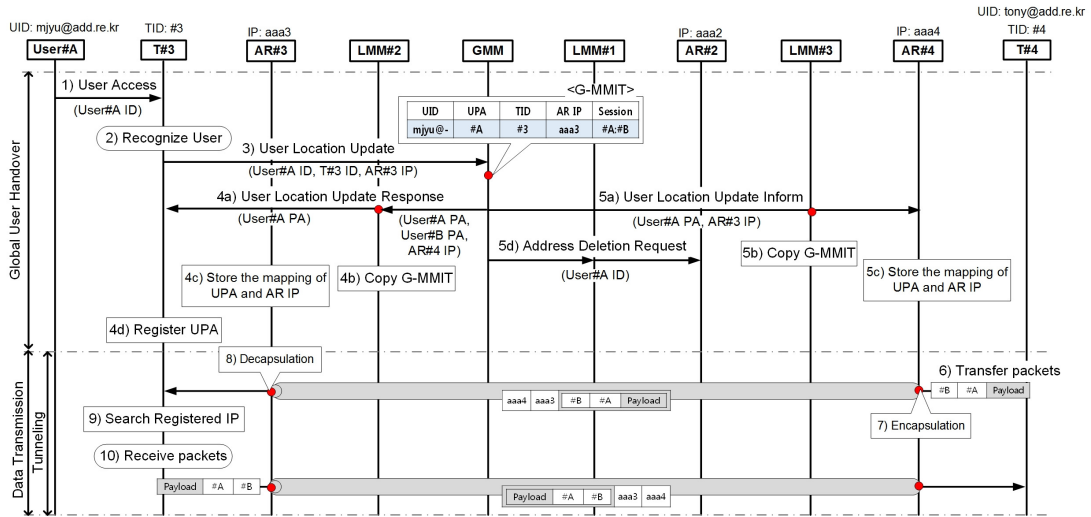


그림 5. 글로벌 사용자 이동성의 경우 핸드오버 및 데이터 전송 절차
 Fig. 5. Handover and data transmission procedure in case of global user mobility

한다.

- 단계 4: GMM은 LMM#2로 User#A의 UPA, User#B UPA 그리고 AR#4의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송하고, LMM#2는 다시 AR#3를 통해 T#3로 User#A의 UPA를 포함한 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송한다(단계 4a). 이때, LMM#2는 User#A에 대한 G-MMIT의 레코드 정보를 복사하고 이를 LMM#2의 L-MMIT에서 관리한다(단계 4b). 또한, AR#3는 사용자의 위치 업데이트에 따라 User#B의 UPA와 AR#4의 IP 주소 정보를 매핑 및 저장한다(단계 4c).

AR#3로부터 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 수신한 T#3는 User#A의 UPA를 T#3에서 사용 가능한 3계층 주소 중 하나로 등록한다(단계 4d).

- 단계 5: GMM은 LMM#2로 사용자 위치 업데이트 응답 메시지를 전송함과 동시에 LMM#3로 User#A의 UPA와 AR#3의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 업데이트 알림 메시지를 전송하고, 이는 다시 AR#4로 전달된다(단계 5a). 이때, LMM#3는 User#A에 대한 G-MMIT의 레코드 정보를 복사하고 이를 LMM#3의 L-MMIT에서 관리한다(단계 5b). 또한, AR#4는 사용자의 위치 업데이트 알림에 따라 User#A의 UPA와 AR#3의 IP 주소를 매핑 및 저장한다(단계 5c).

GMM은 LMM#2로 사용자 위치 업데이트 메시지를 전송하면서 User#A가 T#2를 통해 연결되어 있

던 LMM#1으로 User#A의 UID를 포함한 주소 삭제 요청 메시지를 전송하여 User#A와 T#2 간 매핑 정보 삭제를 요청한다(단계 5d).

- 단계 6: T#4는 User#A로의 데이터 전송을 위해 패킷 헤더의 목적지 주소는 User#A의 UPA로 설정하고, 발신지 주소는 User#B의 UPA로 설정하여 데이터 패킷을 전송한다. T#4로부터 전송된 데이터 패킷은 T#4가 위치한 영역의 AR#4로 라우팅된다.
- 단계 7-8: AR#4는 T#4로부터 전송된 데이터 패킷을 목적지 주소는 AR#3의 IP 주소로 설정하고, 발신지 주소는 AR#4의 IP 주소로 설정한 후 인캡슐레이션하여 AR#3로 전송한다. 데이터 패킷을 수신한 AR#3는 디캡슐레이션하여 User#A가 접속 중인 T#3로 데이터 패킷을 전송한다.
- 단계 9-10: T#3는 전달받은 패킷의 목적지 주소가 User#A의 UPA임을 확인한 후, T#3에 등록된 사용 가능한 3계층 주소들을 검색한다. 그 결과 User#A의 UPA가 검색되면 T#3는 정상적으로 해당 데이터 패킷을 수신한다.

2.4 사용자 위치 탐색 절차

그림 6은 새로운 사용자에 의한 User#A의 위치 탐색 절차를 나타낸다. 기존에 User#A와 통신한 적 없는 사용자가 처음으로 User#A로 데이터를 전송하고자 할 때, 그 사용자는 User#A와 User#B 간 설정된 커넥션 정보를 이용하여 User#A가 현재 접속 중인 단말의 위치를 탐색하고 데이터 패킷을 전송한다.

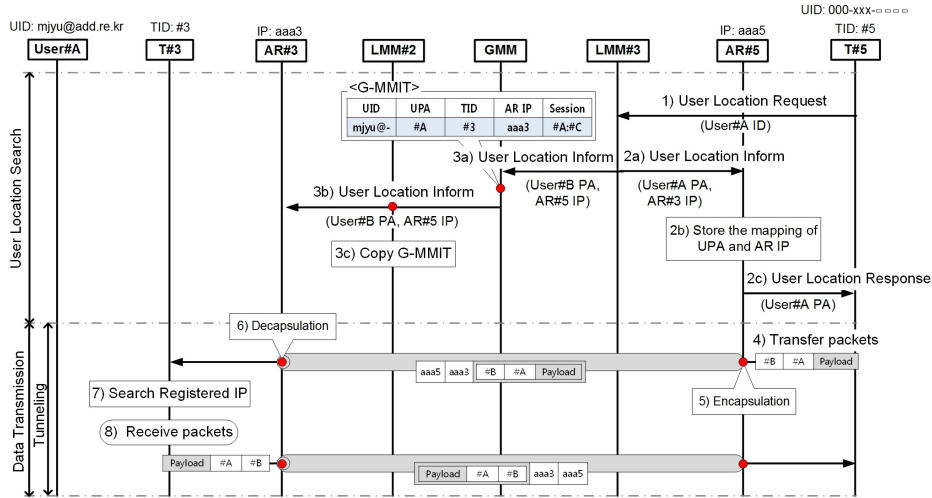


그림 6. 사용자 위치 탐색 절차
Fig. 6. User location search procedure

User#A가 LMM#2에 의해 관리되는 AN#2의 AR#3 영역의 T#3와 연결되어 있을 때, LMM#3에 의해 관리되는 AN#3의 AR#5 영역의 T#5에 접속 중인 User#C에서 User#A로의 패킷 전송을 위한 위치 탐색 과정은 다음과 같다.

- 단계 1: T#5는 User#A의 위치 탐색을 위해 User#A의 UID를 포함한 사용자 위치 요청 메시지를 AR#5를 통해 LMM#3로 전송한다. 이때 전송되는 User#A의 UID는 GMM에서 관리되고 있는 User#A의 다수의 UID 중 하나일 수 있다.
- 단계 2: LMM#3는 User#A와의 이전 통신에 의해 L-MMIT에 User#A에 대한 레코드 정보를 관리하고 있으므로 User#A의 UID를 이용하여 User#A의 UPA와 T#3가 접속 중인 AR#3의 IP 주소를 검색하고, 이들 정보를 사용자 위치 응답 메시지와 함께 AR#5로 전송한다. 이때, LMM#3는 User#A와 User#B 간의 통신 연결 관계를 L-MMIT에 기록한다(단계 2a). 또한, AR#5는 사용자 위치 응답 메시지에 따라 User#A의 UPA와 AR#3의 IP 주소를 매핑 및 저장하고(단계 2b), User#A의 UPA를 포함시켜 T#5로 사용자 위치 응답 메시지를 전송한다(단계 2c).
- 단계 3: LMM#3는 AR#5로 사용자 위치 응답 메시지를 전송함과 동시에 GMM으로 User#C의 UPA와 AR#5의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 알림 메시지를 전송한다. 이때, GMM은 User#A와 User#C 간의 통신 연결 관계를 G-MMIT에 기록

한다(단계 3a). GMM은 다시 LMM#2를 통해 AR#3로 User#C의 UPA와 AR#5의 IP 주소를 포함한 사용자 위치 알림 메시지를 전송한다(단계 3b). GMM으로부터 사용자 위치 알림 메시지를 전달받은 LMM#2는 User#A에 대한 GMMIT의 레코드를 복사하고 이를 L-MMIT에서 관리한다(단계 3c).

- 단계 4: T#5는 User#A로의 데이터 전송을 위해 패킷 헤더의 목적지 주소는 User#A의 UPA로 설정하고, 발신지 주소는 User#C의 UPA로 설정하여 데이터 패킷을 전송한다. T#5로부터 전송된 데이터 패킷은 T#5가 위치한 영역의 AR#5로 라우팅된다.
- 단계 5-6: AR#5는 T#5로부터 전송된 데이터 패킷을 목적지 주소는 AR#3의 IP 주소로 설정하고, 발신지 주소는 AR#5의 IP 주소로 설정한 후 인캡슐레이션하여 AR#3로 전송한다. 데이터 패킷을 수신한 AR#3는 디캡슐레이션하여 User#A가 접속 중인 T#3로 데이터 패킷을 전송한다.
- 단계 7-8: T#3는 전달받은 패킷의 목적지 주소가 User#A의 UPA임을 확인한 후, T#3에 등록된 사용 가능한 3계층 주소들을 검색한다. 그 결과 User#A의 UPA가 검색되면 T#3는 정상적으로 해당 데이터 패킷을 수신한다.

III. 성능분석 및 결과

본 절에서는 사용자의 로컬 이동성(Case 1)과 글로

별 이동성(Case 2)의 경우에 대하여 제안방안과 기존 방안^[1]의 성능을 분석하고, 비교한다. [4]를 기반으로 한 수학적 분석 모델을 이용하여 각 방안에서 핸드오버 과정 동안 발생하는 지연을 핸드오버 시그널링 비용(handover signaling cost)으로 표현하고, 분석한다.

표 1은 사용자 이동성을 위한 기존방안^[1]과 제안방안의 이동성관리 구조 및 특징을 비교·분석한 결과이다. 기존방안^[1]은 네트워크상에서 IP 주소의 역할을 Identifier와 Locator로써 분리하는 UIP를 기반으로 한 사용자 이동성을 지원하는 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제안방안은 사용자 고유의 식별자인 UID와 사용자가 이용하는 단말 고유의 식별자인 TID 간 매핑 관계와 사용자 고유의 3계층 주소인 UPA를 이용한 패킷 구성으로 사용자 이동성을 지원한다. 우선 이동성 범위 측면에서 기존방안^[1]과 제안방안은 로컬 및 글로벌 이동성을 지원한다는 점에서 동일하다. 두 방안 모두 글로벌 이동성의 경우와 로컬 이동성의 경우에 따라 네트워크상에서 이동성을 관리를 위한 이동성관리자를 정의한다. LMM의 L-MMIT를 이용하여 로컬 이동성을 제공하는 제안방안과 달리 기존방안^[1]은 DR (Domain Router)과 Local SLS(Subscriber Locator Server) 간에 사용자의 위치정보를 공유하여 이동성을 관리한다. DR과 Local SLS 간 시그널링은 글로벌 이동성의 경우에도 동일하게 적용되므로 핸드오버 시 기존방안^[1]은 제안방안 보다 복잡한 시그널링 프로세스를 포함한다.

기존방안^[1]은 UIP 시스템 구축을 위해 OSI 7 Layer에 특정 프로토콜 스택의 추가를 필요로 한다. 이는 모든 단말 및 네트워크 컴포넌트에 적용되어야

하므로 기존방안^[1]을 이용하여 사용자 이동성 서비스를 제공하기 위해서는 UIP Layer가 적용된 새로운 단말과 네트워크 시스템이 요구된다. 이러한 특성은 시그널링 처리 시간을 증가시키는 원인이 될 수 있다. 반면, 제안방안은 UPA를 이용한 패킷 구성에 따라 기존 프로토콜의 변경 없이 사용자 이동성 지원이 가능하다.

데이터 전달 시 기존방안^[1]은 Locator를 Global Locator과 Local Locator로 나누어 관리하면서 패킷이 지나는 구간에 따라 송·수신 DR에서 주소 변환(address transfer) 처리를 하여 패킷을 목적지까지 전달한다. 네트워크상에서 수많은 단말들에 의해 상당한 양의 패킷이 실시간으로 송·수신됨을 고려할 때 이러한 패킷 전달 방식은 네트워크 시스템에 과부하를 야기할 수 있다. 제안방안은 MIP를 포함한 기존 이동성 기술들과 동일하게 터널링 기법을 이용하여 패킷을 전달한다. 처음으로 사용자 간에 패킷이 전달되는 경우, 기존방안^[1]은 해당 패킷의 수신 적합성 여부를 확인하기 위해 차례로 DR, Local SLS, Global SLS로 쿼리(query)를 한 후에 패킷의 수신 여부를 결정한다. 제안방안은 사용자 위치 알림 기능에 의해 기존방안^[1]과 같은 쿼리 절차가 필요치 않다.

핸드오버 시그널링 비용은 핸드오버 과정 동안 네트워크 노드 간 교환되는 트래픽 메시지의 합으로 정의된다^[4]. 표 2는 각 방안에서 트래픽 메시지를 주고받는 네트워크 노드들에 대한 파라미터를 나타낸다.

표 3과 표 4는 사용자의 로컬 이동성의 경우 핸드오버와 글로벌 이동성의 경우 핸드오버 시그널링 비용의 총 합을 각각 나타낸 것이다. C_{AB} 는 노드 A와 노

표 1. 제안방안과 기존방안 간 특징 비교·분석

Table 1. Comparison and analysis of characteristics between the proposed scheme and the existing scheme

		Existing Scheme ^[1]	Proposed Scheme
Scope of Mobility		Global Mobility, Local Mobility	Global Mobility, Local Mobility
Mobility Manager	Global Mobility	Global SLS (Inter-DR HO)	GMM (Inter-LMM HO)
	Local Mobility	DR-Local SLS (Intra-DR HO)	LMM (Intra-LMM HO)
Additional Protocol Layer		UIP Layer (MN, GW, DR, Local SLS, Global SLS)	-
Registration Request/Response	Global Mobility	MN-GW-DR-SLS-Global SLS(Home SLS)	MN-AR-LMM-GMM
	Local Mobility	MN-GW-DR-Local SLS	MN-AR-LMM
Packet Transmission		Address Transfer (DR(Sender): Local Locator→Global Locator/ DR(Receiver): Global Locator→Local Locator)	Tunneling (AR(Sender): Encapsulation/ AR(Receiver): Decapsulation)
Query for the suitability of packets		DR-Local SLS-Global SLS	-

표 2. 핸드오버 시그널링 비용 파라미터
Table 2. Parameters for handover signaling cost

Parameter	Mean
t	Terminal
a	Access router
L	Local Mobility Manager(LMM)
G	Global Mobility Manager(GMM)
g	Gateway
d	Domain router
s	Subscriber Locator Server(SLS)
S'	Global SLS
c	Corresponding node

표 3. 제안방안과 기존방안에서의 로컬 핸드오버 시그널링 비용
Table 3. Local handover signaling cost in the proposed and existing scheme

Scheme	Expression
Existing Scheme	$\lambda_u \cdot (2 \cdot C_{tg} + 2 \cdot C_{gt} + 4 \cdot C_{ds} + 1 \cdot C_{dt} + 1 \cdot C_{st})$
Proposed Scheme	$\lambda_u \cdot (2 \cdot C_{tu} + 3 \cdot C_{dt} + 2 \cdot C_{LG})$

표 4. 제안방안과 기존방안에서의 글로벌 핸드오버 시그널링 비용
Table 4. Global handover signaling cost in the proposed and existing scheme

Scheme	Expression
Existing Scheme	$\lambda_u \cdot (2 \cdot C_{tg} + 2 \cdot C_{gt} + 4 \cdot C_{ds} + 2 \cdot C_{ss} + 1 \cdot C_{dt} + 1 \cdot C_{st})$
Proposed Scheme	$\lambda_u \cdot (2 \cdot C_{tu} + 3 \cdot C_{dt} + 3 \cdot C_{LG})$

드 B 간의 시그널링 비용(signaling cost) 파라미터로써, 모든 시그널링 비용 파라미터는 1로 설정된다^[4]. 그리고 λ_u 는 평균 핸드오버율을 나타낸다.

그림 7과 8은 로컬 사용자 이동성(Case 1)의 경우와 글로벌 사용자 이동성(Case 2)의 경우에 제안방안과 기존방안에서 소요되는 핸드오버 시그널링 비용 간의 비교 결과를 나타낸다. 분석 결과 Case 1과 Case 2 모두 제안방안에서 기존방안 보다 핸드오버 지연이 적게 발생함을 확인하였다. 기존방안의 경우 핸드오버 과정에서 제안방안과 보다 복잡한 시그널링 프로세스를 필요로 함에 따라 핸드오버 처리 시간을 증가시켰다. 또한, Case 1에서 보다 Case 2의 경우에 제안방안과 기존방안 간 핸드오버 시그널링 비용의 차가 증가됨을 보였다. 따라서 기존방안에서 핸드오버 지연의

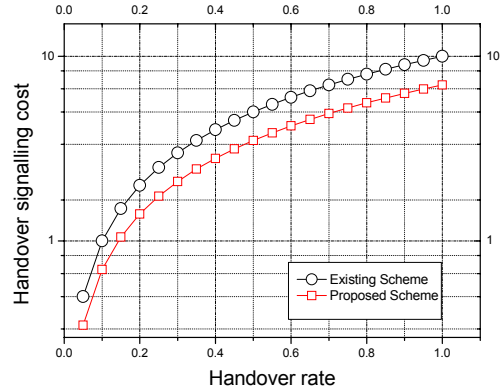


그림 7. 로컬 사용자이동성의 경우 핸드오버 시그널링 비용
Fig. 7. Handover signaling cost in case of local user mobility

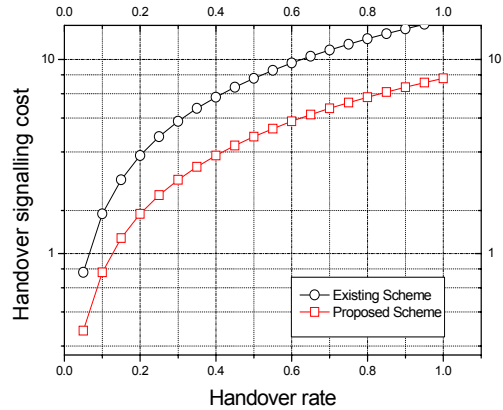


그림 8. 글로벌 사용자이동성의 경우 핸드오버 시그널링 비용
Fig. 8. Handover signaling cost in case of global user mobility

증가 폭이 제안방안의 경우 보다 큼을 알 수 있었다. 이는 사용자 이동성 유형 및 핸드오버 시 메시지 전달을 위한 중계노드의 수가 증가될수록 점차 증대될 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 IP 기반의 통합 네트워크 환경에서 사용자가 단말을 변경해가며 서비스를 이용하고자 하는 경우에 끊임없는 서비스 이용이 가능한 사용자 이동성 관리 방안을 제안한다. 제안방안은 사용자 이동성의 경우에 세션 연속성을 유지하기 위해 사용자의 UID와 단말의 TID 간 매핑 관계와 사용자 고유의 영구적인 3계층 주소인 UPA를 이용한 패킷 구성으로 서비스 중에 사용자가 접속단말을 변경하더라도 세션

이 유지될 수 있도록 한다. 기존 사용자 이동성 방안^[1]의 경우 패킷 전송을 위해 기존 프로토콜 스택에 추가적으로 UIP Layer의 구성을 필요로 하나, 제안방안은 UPA를 이용한 패킷 구성 및 전송에 따라 기존 프로토콜의 변경 없이 사용자 이동성 지원이 가능한 이점을 갖는다.

성능분석 결과 제안방안이 간소화된 핸드오버 시그널링 처리를 통해 기존방안에서 보다 핸드오버 지연이 적게 발생함을 확인하였다. 이는 핸드오버 시 제안방안이 기존방안 보다 단순한 시그널링 처리를 하기 때문이다. 향후 시뮬레이션을 통한 성능 분석으로 제안방안에 대한 보다 다양한 성능 결과를 도출하고, 성능 향상을 위한 방안을 지속적으로 연구 할 계획이다.

References

- [1] H. Li, C. Peng, B. Li, Y. Chen, W. Zhang, J. Wu, and H. Huang, "User ID routing architecture," *IEEE Veh. Technol. Mag.*, vol. 5, no. 1, pp. 62-69, Mar. 2010.
- [2] Y. Cui, K. Nahrstedt, and D. Xu, "Seamless user-level handoff in ubiquitous multimedia service delivery," *ACM Multimedia Tools and Appl.*, vol. 22, no. 2, pp. 137-170, Feb. 2004.
- [3] M. J. Yu, J. M. Lee, T. M. Um, W. Ryu, B. S. Lee, and S. G. Choi, "A new mechanism for seamless mobility based on MPLS LSP in BcN," *IEICE Trans. Commun.*, vol. E91-B, pp. 593-596, Feb. 2008.
- [4] H. Lee, J.-Y. Song, S.-H. Lee, S. Lee, and D.-H. Cho, "An integrated mobility management methods for mobile IP and SIP in IP based wireless data networks," *ACM Wireless Pers. Commun.*, vol. 35, no. 3, pp. 269-287, Nov. 2005.

유 명 주 (Myoung Ju Yu)



2005년 2월 : 충북대학교 전기 전자컴퓨터공학부 전기전자 전공 학사

2007년 2월 : 충북대학교 대학원 정보통신공학과 석사

2013년 2월 : 충북대학교 전파통신공학과 박사

2012년 4월~현재 : 국방과학연구소 제2기술연구본부 전술정보통신체계단

<관심분야> 전술통신, 네트워크, 이동성

박 주 만 (Ju Man Park)



2009년 2월 : 경남대학교 전자공학과 학사

2011년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 석사

2012년 4월~현재 : 국방과학연구소 제2기술연구본부 전술정보통신체계단

<관심분야> 전술통신, 공지통신

이 종 성 (Jong Sung Lee)



1990년 2월 : 서울시립대학교 전자공학과 학사

2008년 2월 : 충북대학교 대학원 전파통신공학과 석사

1990년 3월~현재 : 국방과학연구소 제2기술연구본부 전술정보통신체계단

<관심분야> 전술통신, 네트워크