

논문 2011-4-11

# 단일 IMSI로 다중 VPMN MSISDN을 제공하기 위한 소프트웨어 프레임워크

## A Software Framework to provide multiple VPMN MSISDNs with a Single IMSI

이동철\*, 이병호\*\*

Dongcheul Lee, Byung-Ho Rhee

**요 약** UMTS는 이동 전화 망 구축을 위해 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 규격이며 자동 로밍 기능도 제공한다. 사용자들은 해외에서 이동 전화를 바꿀 필요 없이 자신이 쓰던 번호 그대로 사용할 수 있다. 그러나 일부 사용자들은 자신의 원래 쓰던 번호 외에 타국의 번호도 자신의 이동전화에서 어느 국가에서나 사용하기를 원한다. 이러한 사용자들의 욕구를 충족시키기 위해 그동안 다양한 방법들이 제안되었으나 도입 비용이 너무 많거나 사용자가 이용하기 어려운 문제점들이 있었다. 본 논문에서는 이러한 서비스를 제공하기 위한 소프트웨어 프레임워크를 제안하여 하나의 IMSI를 사용하면서 여러 MSISDN을 제공할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 Roaming SCP를 도입하여 이동 전화의 위치 등록 절차와 음성 착신 절차를 개선하였다. 성능 평가에서는 제안된 방법과 관련 연구에서 제안된 단말 기반의 방법과 이동 전화망 기반의 방법을 비교하여 베어러 전송 비용을 평가하였다. 그 결과 제안된 방법이 베어러 전송 비용 측면에서 단말 기반의 방법보다 7.6%, 이동 전화망 기반의 방법보다 9.7% 우수하였다.

**Abstract** The UMTS is the most widely used specifications to deploy a mobile system and it supports an automatic roaming function. Users in the UMTS can use their phone numbers even in foreign countries without having to change their mobile phones. Also some users want to use other phone numbers which are allocated in foreign countries. To meet such requirements, many methods have been proposed. However, those require much cost to adopt or are not easy to use. In this paper, we propose a software framework that provides multiple MSISDNs with a single IMSI. The roaming SCP is adopted to modify the procedure of the location update and the mobile-terminated call. In the performance evaluation, we compared the proposed scheme with the standard scheme and the schemes in the related works. The results showed that the proposed scheme has 7.6% lower signaling cost than the mobile-station-based scheme and 9.7% lower cost than the telecommunication-network-based scheme.

**Key Words** : roaming, MSISDN, IMSI, SCP, software framework

### 1. 서 론

Universal Mobile Telecommunications System

\*정회원, 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과, 교신저자

\*\*한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

접수일자 2011.6.28, 수정일자 2011.7.30

계재확정일자 2011.8.12

(UMTS)<sup>[1]</sup> 망에서 이동 전화 사용자 들은 UMTS 망이 있는 해외에서도 자신의 전화기를 그대로 사용할 수 있다. 전화기나 전화번호를 바꾸지 않아도 해외에서 그대로 사용할 수 있는 이유는 UMTS 망이 자동 로밍 기능을 표준으로 제공하기 때문이다. 이러한 환경에서 어떤 이동 전화 사용자들은 다른 국가에서 사용되는 전화번

호를 자신의 이동전화에서 사용하기를 원할 수도 있다. 왜냐하면 착신자가 전화를 받을 때 발신 번호가 국제전화로 표시되면 전화를 받기를 꺼려할 수도 있기 때문이다. 발신자가 자신의 원래 번호 외에 타국에 속한 전화 번호를 해외로 전화할 때 사용할 수 있다면, 해외에 있는 착신자는 발신자가 자신과 동일한 국가에 있는 사용자로 생각하고 부담 없이 전화를 받게 할 수 있다. 또한 해외 발신자가 전화를 할 때에도 해당 국가에 속한 착신 전화번호로 전화를 할 수 있게 한다면 발신자는 착신자가 자신과 동일한 국가에 있는 사용자로 생각하고 부담 없이 전화를 할 것이다. 예를 들어 한국에 A라는 이동 전화 사용자가 한 전화기에 010-1234-1234라는 한국 번호와 213-1234-1234라는 미국 번호를 모두 가지고 있다면, 한국 사람은 010-1234-1234 번호로 A에게 전화를 하거나 받을 수 있고, 미국 사람은 213-1234-1234 번호로 A에게 전화를 하거나 받을 수 있다.

이러한 서비스를 UMTS 망에서 제공하기 위해서는 단일 International Mobile Subscriber Identity (IMSI)<sup>[2]</sup>로 다중 Visited Public Mobile Network (VPMN) Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number (MSISDN)을 제공할 수 있어야 한다. 그러나 3rd Generation Partnership Project (3GPP)<sup>[3]</sup> 표준은 이러한 기능을 제공하지 않으며 단일 IMSI에 단일 MSISDN만을 허용한다. 따라서 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 HLR, MSC, GMSC와 같은 3GPP 표준 요소와 Signaling System 7 (SS7)<sup>[4]</sup>과 같은 프로토콜을 수정하여 제공해야 한다. 그러나 표준 규격을 수정하게 되면 네트워크 사업자들끼리 서로 다른 규격을 사용하게 되므로 자동 로밍 기능이 동작하지 않을 수 있다.

본 논문은 단일 IMSI로 여러 VPMN MSISDN을 제공하기 위한 소프트웨어 프레임워크를 제안한다. 이 소프트웨어 프레임워크는 3GPP 표준 요소인 Service Control Point (SCP) 기반으로 구현되었으며 UMTS 망에 plug-in 형태로 쉽게 적용될 수 있다. 또한 3GPP 표준 요소들과 SS7 프로토콜도 수정될 필요가 없으며 자동 로밍에도 영향을 끼치지 않는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 다중 VPMN MSISDN을 제공하기 위한 기존 방법을 소개한다. 3장에서는 단일 IMSI에 다중 VPMN MSISDN을 제공해 주기 위한 Roaming SCP 소프트웨어 프레임워크를 제안한다. 4장에서는 본 논문에서 제시하는 방법과

이전에 제안된 방법들의 성능을 비교 분석하며 5장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

하나의 이동 전화기에 여러 VPMN MSISDN을 사용할 수 있도록 하는 방법에는 이동 전화 단말 기반의 방법과 이동 전화 망 기반의 방법이 있다. 이중 이동 전화 단말 기반의 방법은 multi-IMSI USIM 카드를 이용하고<sup>[5]</sup> 이동 전화 망 기반의 방법은 SS7 Mobile Application Part (MAP)을 수정하여 구현한다<sup>[6]</sup>.

### 1. 이동 전화 단말 기반 방법

하나의 이동 전화기에 여러 VPMN MSISDN을 사용할 수 있도록 하는 가장 간단한 방법 중 하나는 multi-IMSI USIM 카드를 사용하는 것이다. 이 방법은 하나의 USIM 카드에 서로 다른 VPMN에서 사용되는 여러 쌍의 IMSI와 MSISDN을 저장한다. 그리고 이동 전화기가 특정 VPMN에 위치 등록을 하면 USIM 카드에 저장된 STK 어플리케이션<sup>[7]</sup>이 자동으로 해당 VPMN에 적합한 IMSI와 MSISDN을 선택해 준다. 그러면 사용자는 선택된 IMSI와 MSISDN으로 전화를 걸거나 받을 수 있다. 만약 사용자가 다른 IMSI와 MSISDN을 선택하기를 원하면 자동 선택 기능을 비활성화할 수 있다.

음성 착신 시 호처리 방법은 그림 1과 같다. 사용자가 특정 VPMN으로 이동했을 경우 어떤 IMSI와 MSISDN을 사용해야 하는지 관리하기 위하여 별도의 서비스 네트워크가 존재한다. 같은 VPMN 내에서 사용자가 음성 착신을 할 경우 음성 배어러 경로는 (i)-(j)-(k)-(l)-(m)-(n)과 같이 생성된다.

그러나 이 방식은 여러 IMSI를 사용하기 때문에 그에 해당하는 여러 Short Message Service Center 주소와 인증키를 USIM 카드에 저장해야 하는 부담이 있다. 또한 STK 어플리케이션을 USIM 카드에 저장해야 하기 때문에 새로운 규격의 USIM 카드를 사용해야 한다. 이는 해당 규격으로 USIM 카드를 제조할 수 있는 제조사와 새롭게 USIM 카드 공급 계약을 맺어야 함을 의미하며 결국 가격 상승으로 이어질 것이다. 뿐만 아니라 STK 어플리케이션이 위치 등록할 때마다 활성화되어

야 하기 때문이 이동 전화 단말기의 배터리 소비가 많아지게 된다.

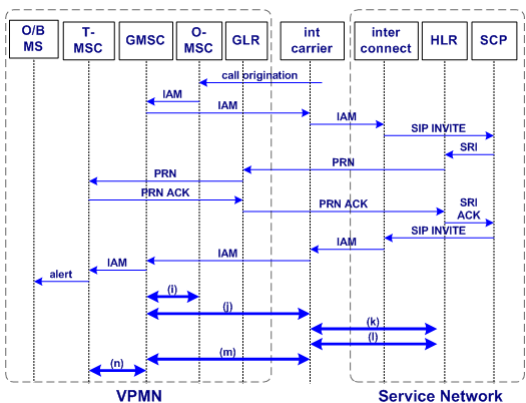


그림 1. 이동 전화 단말 기반 방법의 음성 착신 호처리  
Fig. 1. The mobile-terminated call flow of the mobile-station-based scheme

## 2. 이동 전화 망 기반 방법

이 방법은 SS7 MAP의 Insert Subscriber Data (ISD) 메시지를 수정하여 하나의 이동 전화기에 다중 VPMN MSISDN을 제공하는 방식이다. 이동 전화기가 특정 VPMN으로 이동하면 해당 VPMN의 Visitor Location Register (VLR)로 위치 등록을 요청한다. VLR은 Gateway Mobile Switching Center (GMSC)를 통하여 HPMN의 Home Location Register (HLR)로 Update Location (UL) 메시지를 보낸다. 그런 다음 HLR은 해당 사용자가 다른 VPMN MSISDN을 보유한 사용자인지 확인한다. 만약 사용자가 보유하고 있다면, 현재 위치 등록한 VPMN에 속하는 MSISDN을 보유하고 있는지 찾는다. 만약 해당 VPMN MSISDN이 있다면 HLR은 Insert Subscriber Data (ISD) 메시지를 이용하여 VPMN의 VLR로 해당 MSISDN을 보낸다. VLR은 ISD 메시지로부터 MSISDN을 전송 받고 저장하며, 이를 해당 사용자가 음성 착/발신 시 사용한다.

음성 착신 시 호처리 방법은 그림 2와 같다. 같은 VPMN 내에서 사용자가 음성 착신을 할 경우 음성 베어러 경로는 (o)-(p)-(q)-(r)-(s)-(t)과 같이 생성된다.

그러나 이 방법은 사용자가 음성 발신 시 VPMN에서 항상 해당 망에 해당하는 VPMN MSISDN을 사용해야만 하며 HPMN MSISDN을 사용할 수 없다는 단점이 있다. 또한 사용자가 음성 착신 시 자신의 HPMN

MSISDN으로 착신 되었는지 VPMN MSISDN으로 착신되었는지 구분할 수 없다는 한계가 있다.

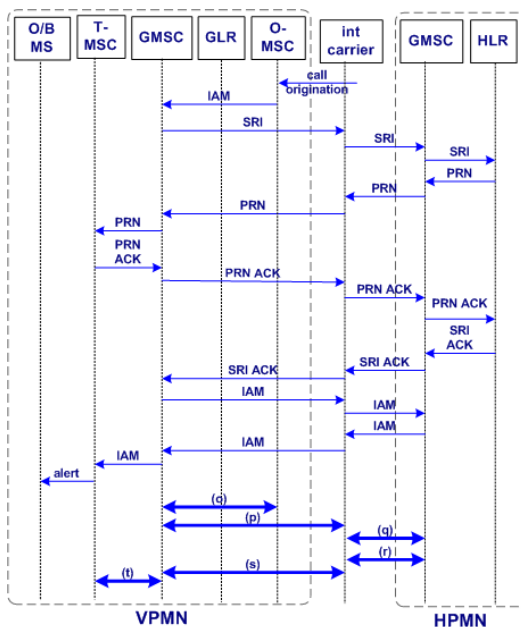


그림 2. 이동 전화 망 기반 방법의 음성 착신 호처리  
Fig. 2. The mobile-terminated call flow of the telecommunication-network-based scheme

## III. 제안된 방법

본 논문은 다수의 VPMN MSISDN을 하나의 HPMN IMSI로 제공할 수 있는 소프트웨어 프레임워크를 제안한다. 이러한 서비스를 제공하기 위하여 사용자가 VPMN으로 이동했을 때 수행되는 위치 등록 과정이 수정되었다. 이 과정에서 Roaming SCP는 VPMN MSISDN을 해당 VPMN VLR로 전송하는 역할을 한다. 또한 음성 착신 번호가 사용자의 VPMN MSISDN일 경우 음성 착신 과정도 수정되었다.

### 가. 위치 등록 과정

사용자가 특정 VPMN으로 이동했을 경우 이 VPMN에 해당하는 MSISDN을 가지고 있다면 위치 등록 과정은 그림 3과 같이 처리된다. 우선 사용자의 단말은 VPMN의 MSC로 attach request 메시지를 보낸다.

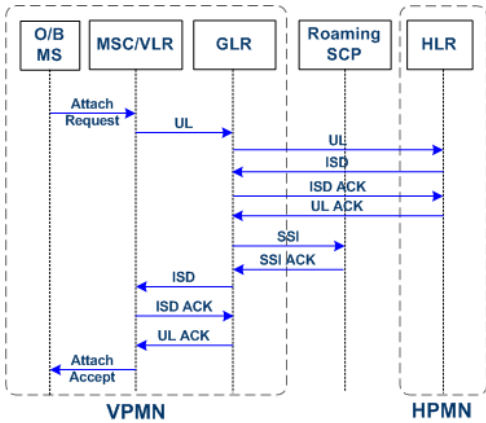


그림 3. 제안된 방법의 위치 등록 호처리  
Fig. 3. The location update procedure of the proposed scheme

그러면 MSC는 UL 메시지를 VPMN의 Gateway Location Register (GLR)로 보내고 GLR은 이 메시지를 HPMN의 HLR로 전달한다. HLR은 UL 메시지 내의 사용자 IMSI를 보고 해당 프로파일을 찾은 다음 ISD 메시지를 통해 VPMN GLR로 가입자 프로파일을 보낸다. GLR은 ISD ACK 메시지를 HLR로 보내고 HLR은 다시 UL ACK 메시지를 GLR로 보낸다. 여기까지 일반적인 위치등록 과정이며 다중 VPMN MSISDN 서비스를 제공하기 위하여 GLR은 Roaming SCP로 Send Subscriber Information (SSI) 메시지를 보낼지 판단한다. 판단 기준은 해당 VPMN 사업자와 HPMN 사업자 간 다중 MSISDN 서비스를 위한 계약이 되었는지 여부이다. SSI 메시지는 사용자 USIM의 IMSI, HPMN MSISDN, MSC 및 VLR의 Global Title, HPMN HLR의 Global Title 등의 정보를 포함한다. 사용자의 VPMN MSISDN들을 관리하는 Roaming SCP는 SSI 메시지 내의 가입자 IMSI 및 MSC Global Title 정보를 보고 매핑되는 VPMN MSISDN이 있는지 찾는다. 만일 있을 경우, Roaming SCP는 SSI ACK 메시지로 VPMN MSISDN 정보를 GLR로 보낸다. GLR은 이 정보를 Originating CAMEL Subscription Information (O-CSI)와 함께 ISD 메시지를 통해 MSC/VLR로 보낸다. 이 때 O-CSI 내 다중 MSISDN 서비스를 위한 service key 파라미터는 1로 설정되고, SCF address 파라미터는 Roaming SCP의 주소로 설정된다. 이것으로 위치 등록 과정은 종료된다.

### 나. 음성 착신 과정

VPMN에서 음성 발신이 발생하고, 동일한 VPMN에 있는 Outbound 로머로 착신될 경우 3GPP 표준 환경에서는 그림 4와 같이 호처리 된다. 발신자가 VPMN의 O-MSC로 발신 요청을 하면 O-MSC는 해당 VPMN의 GMSC로 Initial Address Message (IAM) 메시지를 보낸다. GMSC는 메시지 내의 착신 번호가 국제 타입이므로 IAM 메시지를 국제 ISUP 중계 사업자로 보낸다. 중계 사업자는 IAM 메시지를 다시 HPMN GMSC로 전달한다. GMSC는 착신 단말의 위치를 찾기 위해 HPMN의 HLR로 Send Routing Information (SRI) 메시지를 보낸다. HLR은 착신 단말의 Mobile Station Roaming Number (MSRN)을 찾기 위해 VPMN의 GLR로 Provide Roaming Number (PRN) 메시지를 보낸다. GLR은 PRN 메시지를 T-MSC로 전달하고 T-MSC는 해당 착신자의 MSRN을 PRN ACK 메시지를 통해 GLR로 전달하고, GLR은 다시 HLR로 전달한다. HLR은 MSRN을 SRI ACK 메시지로 GMSC에 보내고 GMSC는 MSRN이 HPMN에 속하지 않는 번호이므로 IAM 메시지 내 착신 번호를 MSRN으로 바꿔서 다시 국제 ISUP 중계 사업자로 보낸다. 중계 사업자는 해당 메시지 내 착신 번호를 보고 VPMN의 GMSC로 메시지를 전달하고, GMSC는 해당 MSRN을 보유한 T-MSC로 메시지를 전달한다.

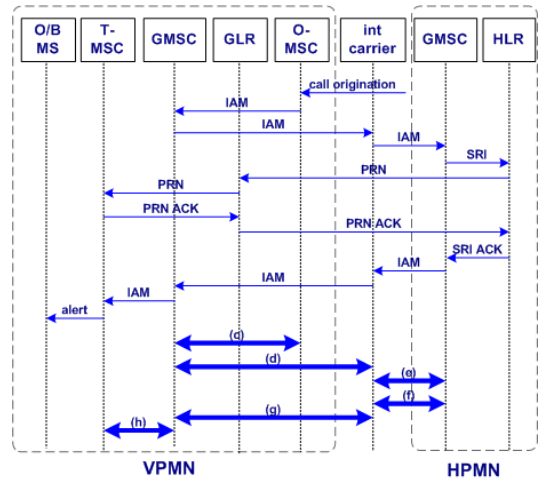


그림 4. 표준 방법의 음성 착신 호처리  
Fig. 4. The mobile-terminated call flow of the standard scheme

T-MSC는 IAM 메시지 내 MSRN 정보가 자신이 관리하는 번호가 맞는지 확인하고 맞을 경우 해당 단말로 페이징을 요청하고 나머지 ISUP 시그널링을 진행한다. 위 과정과는 달리 제안된 음성 착신 과정은 그림 5와 같이 진행된다. 이 과정은 특정 VPMN에 속한 발신자가 착신자의 VPMN MSISDN으로 발신하고, 착신자도 해당 VPMN에 위치 등록했을 경우 발생한다. 발신 단말이 O-MSC로 발신 요청을 하면, O-MSC는 GMSC로 IAM 메시지를 보낸다. 이때 GMSC는 착신 번호가 다중 MSISDN 대역 내에 있을 경우 Roaming SCP를 Sub-system Number 6로 처리하도록 미리 설정되어 있어야 한다. 즉, 다중 MSISDN 서비스를 상용화하기 전 각 사업자 들은 다중 MSISDN 서비스에 사용될 범위를 미리 정하여 서로 교환해야 한다. GMSC는 Roaming SCP로 착신 번호가 VPMN MSISDN인 SRI 메시지를 보낸다. Roaming SCP는 해당 VPMN MSISDN과 매핑되는 HPMN MSISDN을 찾아 착신 번호를 HPMN MSISDN으로 바꾸고 Calling Name Presentation (CNAP)<sup>[8]</sup> 정보를 추가하여 HLR로 SRI 메시지를 보낸다. CNAP 정보는 DISPTXT 파라미터에 포함되며 착신자에게 어떠한 번호로 착신 되었는지 알려주는 역할을 한다. 또한 SRI 메시지의 Additional Signal Information (ASI) 내 Generic Number 파라미터는 VPMN MSISDN 정보를 포함한다.

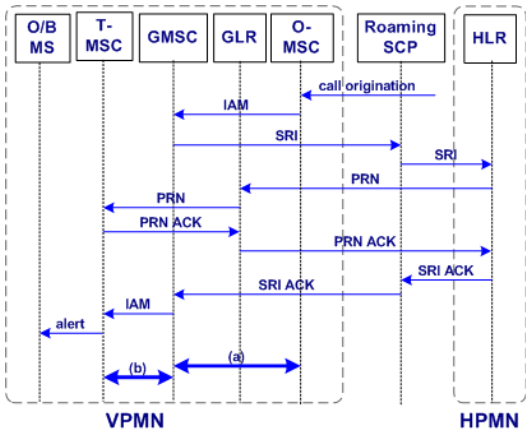


그림 5 제안된 방법의 음성 착신 호처리  
Fig. 5. The mobile-terminated call flow of the proposed scheme

HLR은 착신 단말의 MSRN 정보를 얻기 위해 ASI와

DISPTXT 정보와 함께 PRN 메시지를 GLR을 통해 T-MSC로 보낸다. T-MSC는 PRN 메시지의 ASI 내 Generic Number와 DISPTXT 정보를 저장하고 PRN ACK 메시지를 통해 착신 단말의 MSRN 정보를 HLR로 전달한다. HLR은 SRI ACK 메시지를 Roaming SCP로 보내고, Roaming SCP는 GMSC로 메시지를 전달한다. GMSC는 IAM 메시지 내 착신 번호를 MSRN으로 설정하고 T-MSC로 메시지를 보낸다. T-MSC는 착신 단말로 페이징 요청을 하고 VPMN MSISDN을 Redirecting Party BCD Number로 전달하고, CNAP 정보도 보낸 다음 나머지 ISUP 시그널링을 진행한다.

여기서 두 가지 방법을 비교해 보면, 음성 베어러 경로가 표준 방법을 사용하면 국제 중계 사업자를 통과해야 하고, 제안된 방법을 사용하면 VPMN 내에서 경로가 생기는 것을 알 수 있다. 비록 발신자와 착신자가 같은 망에 있더라도 베어러가 국제 중계망을 거쳐야 하는 현상을 Tromboning Problem<sup>[9]</sup>이라고 한다. 즉, 표준 방법에서 음성 베어러 경로는 (c)-(d)-(e)-(f)-(g)-(h)와 같이 생성된다. 그러나 제안된 방법은 Tromboning Problem을 해결하여 음성 베어러 경로가 (a)-(b)와 같이 생성된다. 여기서는 국제 중계 사업자 망을 거치지 않기 때문에 네트워크 사업자는 국제망 접속 비용을 절감할 수 있다.

제안된 방법을 2장에서 소개된 관련 연구와 비교해 본다면 단말기 기반의 방법은 다수의 IMSI를 하나의 USIM 카드에 저장해야 하므로 새로운 타입의 USIM 카드가 있어야 가능하다는 단점이 있는 반면, 제안된 방법은 단말 제약이 없다. 또한 이동 전화 망 기만 방법은 착신자가 다중 MSISDN 서비스를 이용할 경우 음성 착신 시 어떤 MSISDN으로 착신되는지 착신자에게 알릴 수 없지만 제안된 방법은 가능하다. 뿐만 아니라 Roaming SCP가 착신 번호를 구별할 수 있으므로 추후 이를 이용한 다양한 부가 서비스<sup>[10]</sup>를 제공할 수 있다.

#### IV. 성능 평가

본 장에서는 논문에서 제시하는 방법과 2장에서 소개된 방법의 성능을 음성 베어러 전송 비용 관점에서 비교할 것이다. 이전 장에서 논의된 바와 같이 발신자가 특정 VPMN에 있고, 다중 MSISDN 서비스를 이용하는

착신자도 동일한 VPMN에 있을 경우 음성 베어러 경로는 서비스 제공 방식에 따라 다르게 생성된다. 따라서 음성 베어러 전송 비용은 경로가 길고 타 사업자를 거쳐야 하는 경우 더 늘어날 것이다. 각 방식의 음성 베어러 전송 비용을 측정하기 위하여 다음과 같은 비용 함수를 사용하였다.

$$\{aC_i + (1-a)C_0\}nf_X(x), i = 1, 2, 3. \quad (1)$$

여기서  $a$ 는 전체 사용자 중 다중 MSISDN 서비스를 사용하는 비율을 의미한다.  $C$ 는 사용자1명이 1분당 통화하는데 드는 비용을 의미하며 각 방식에 따라 네 가지로 나뉜다.  $C_0$ 는 표준에서 제안하는 방법을 사용했을 경우, 즉 다중 MSISDN 서비스를 사용하지 않는 경우의 비용이며,  $C_1$ 은 Roaming SCP를 활용한 본 논문에서 제안하는 방법을 사용했을 경우의 비용,  $C_2$ 는 단말 기반의 방법을 사용했을 경우의 비용,  $C_3$ 은 이동 전화망 기반의 방법을 사용했을 경우의 비용을 의미한다.  $n$ 은 전체 사용자 수이며,  $X$ 는 사용자 1명당 통화 시간의 Random variable이다.

본 시뮬레이션에서는 각 방법에 대한 비용을 비교하기 위하여  $a=0.1$ ,  $n=7000$ ,  $C_0=345.5$ ,  $C_1=11.5$ ,  $C_2=267.5$ ,  $C_3=345.5$ 로 가정하였다.  $X$ 는 exponential pdf를 다음과 같이 가지는 것으로 가정하였다.

$$f_X(x) = 0.125e^{-x/8}. \quad (2)$$

그림 6은 각 방법에 대한 음성 베어러 전달을 위한 누적 비용을 나타낸다. 통화 시간이 증가할수록 누적 전달 비용이 높게 나타나며, 본 논문에서 제안하는 방법이 단말 기반의 방법과 이동 전화 망 기반의 방법보다 비용이 적게 나타났다. 특히 평균 통화 시간인 8분에서 제안된 방법이 단말 기반 방법보다 7.6%, 이동 전화망 기반 방법보다 9.7% 비용이 적게 들었다. 그 이유는 제안된 방법은 Tromboning Problem을 해결하여 국제 교환망 사업자를 거치지 않아도 되므로 적은 비용이 드는 반면 다른 두 가지 방법은 국제망을 거쳐야 하기 때문에 사용자들이 통화를 오래할 수록 더 많은 국제망 이용비용이 들기 때문이다.

## V. 결론

본 논문은 하나의 이동 전화 단말에 여러 VPMN MSISDN을 제공할 수 있는 소프트웨어 프레임워크를 제공한다. 이 서비스를 사용하면 사용자는 자신의 원래 MSISDN을 사용할 수 있을 뿐만 아니라 해외 사업자의 번호도 음성 착/발신 시 사용할 수 있다. 이 서비스를 제공하기 위해 제시하는 방법을 사용하면 Tromboning Problem을 해결하여 다른 방법 보다 국제 망 접속 비용을 크게 절감할 수 있다. 그 결과 성능 평가에서 기존 방법보다 음성 베어러 전달 비용을 크게 절감할 수 있었다. 향후 연구로써 본 프레임워크를 VoLTE 환경에 적용하는 방법과 이중 망간의 로밍 이슈를 다룰 것이다.

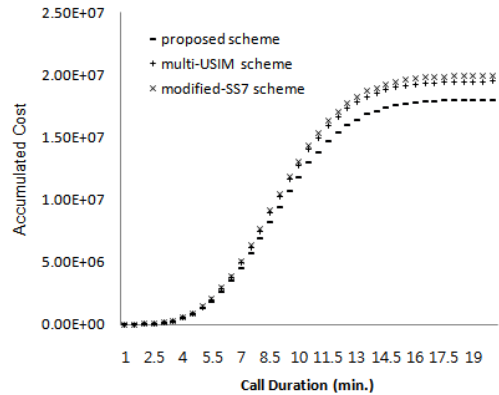


그림 6. 음성 베어러 전달 누적 비용  
Fig. 6. The accumulated cost of the voice bearer transmission

## 참고 문헌

- [1] J. Oudelaar, "Evolution towards UMTS", *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, vol. 3, pp. 852--856, 1994.
- [2] H. Choudhury, B. Roychoudhury and D.K. Saikia, "End-to-End User Identity Confidentiality for UMTS networks", *IEEE Int. Conf. on ICCSIT*, Vol. 2, 2010.
- [3] 3GPP, <http://www.3gpp.org/specifications>.
- [4] B.W. Unger, D.J. Goetz, and S.W. Maryka,

- "Simulation of SS7 common channel signaling", *IEEE Communications Magazine*, Vol. 32, Iss. 3, 1994.
- [5] B.T. Jiang and J.F. Mao, "Design of a PIFA-IFA-monopole in dual-SIM mobile phone for GSM/DCS/Bluetooth operations", *Int. Conf. on ICMMT*, 2008.
- [6] Y.J. Jiang, "Providing multiple MSISDN numbers in a mobile device with a single IMSI". U.S. Patent 7577431, 2009.
- [7] L. Chin, and J. Chen, "SIM card based e-cash applications in the mobile communication system using OTA and STK technology", *IET Int. Conf. on WMMN*, 2006.
- [8] C. Wietfeld and J. Seger, "User-oriented Addressing in Wireless Networks: Advanced Strategies and New Technical Solutions", *Int. Symp. on Wireless Communication Systems*, 2006.
- [9] Y. Lin, "Eliminating tromboning mobile call setup for international roaming users", *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 8, Iss. 1, 2009.
- [10] 김상민, 김수용, 이한나, 안병구, "WIPI를 이용한 콜 서비스 콘텐츠", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 제1호, pp.107-112, 2010년 2월.

#### 저자 소개

##### 이 동 철(정회원)



- 2002년 : POSTECH 컴퓨터공학과 학사 졸업.
- 2004년 : POSTECH 컴퓨터공학과 석사 졸업.
- 2010년 ~ 현재 : 한양대 전자컴퓨터통신공학과 박사과정.

<주관심분야 : 이동무선통신, 소프트웨어 프레임워크, 국제 로밍, WCDMA, LTE>

##### 이 병 호(정회원)



- 1975년 : 한양대학교 전자공학과 학사 졸업.
- 1977년 : 한양대학교 전자공학과 석사 졸업.
- 1993년 : National Chiba University 전자전기공학과 박사 졸업.

• 1981년 ~ 현재 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 교수  
<주관심분야 : 네트워크 관리, software defined radio, session initiation protocol, NGN, 무선망 보안>