IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스 제공을 위한 데이터베이스 연동 구조 설계 및 성능 분석

박종태, 이동희

Performance Analysis and Design of Database Interworking Architecture for Supporting UPT Service in IMT-2000 Satellite System

Jong-Tae Park and Dong-Hee Lee

요 약

차세대 통신환경에서는 단말 이동성은 물론 개인 이동성은 중요한 서비스 특징이 된다. IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) 위성시스템은 국제 로밍 서비스와 같은 단말의 이동성을 제공하는 중요한 차세대 이동통신시스템이다. UPT (Universal Personal Telecommunication)는 유선 및 무선망에 등록 절차를 통해서 단말기 번호가 아닌 가입자의 개인번호를 사용하여 서비스를 제공받는 개인 이동성을 제공한다. 본 논문에서는 IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스 제공을 위한 망 구조 및 성능 분석을 수행했다. 구체적으로 IMT-2000 위성시스템의 물리적 구조를 제시하고, IMT-2000 위성시스템과 UPT 시스템의 서비스 제어를 위한 데이터베이스 연동 방안을 설계하였다. 아울러 IMT-2000 에서 UPT 착발신호 설정을 위한 신호절차를 설계하고, 호설정에 따른 시간지연 모델링을 통해 제시된 데이터베이스 연동 방안들의 성능을 분석한다.

Abstract

In the next generation telecommunication environment, terminal mobility and personal mobility are important characteristics of communication services. International mobile telecommunication 2000 (IMT-2000) satellite system is a next generation mobile telecommunication system, which provides terminal mobility such as global roaming service. Universal personal telemcommunication (UPT) supports personal mobility, which provides service not by terminal number but by personal number through registration procedure in service network. In this paper, we have taken performance analysis and comparison of the network architecture for supporting UPT service in IMT-2000 satellite system. In detail, we designed the physical network architecture of IMT-2000 satellite system and database interworking methods. Additionally, we designed signaling procedures for UPT call setup and analyzed the call setup delay performance of the database interworking methods by using time delay modeling.

I. 서론

차세대 통신환경에서는 단말 이동성은 물론 개인 이동성을 지원하는 것이 중요한 서비스 특징이 된다. 단말 이동성은 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000)을 중심으로 국제 로밍 서비스로

진화하고 있으며 개인 이동성은 UPT (Universal Personal Telecommunication)로 표준화와 개발이 진행되고 있다. IMT-2000 위성시스템은 국제 로밍 서비스와 같은 단말의 이동성을 제공하는 중요한 차세대 이동통신시스템이다. IMT-2000 위성시스템은 지상통신망에서 통신서비스를 제공하기에 경제적으로 또는 물리적으로 어려운 지역에 빠른 망 구축을 통해 가입자에게 IMT-2000 서비스를 제공한다[1][2].

IMT-2000 위성시스템의 기능 모델은 ITU-R 권고안 M.817[2]의 IMT-2000 기능 구조에 따라 정의된다. IMT-2000 위성시스템은 ITU-R TG8/1 의 WG3 에서 표준화를 진행중이다. ITU-R 권고안 M.818[3]과 M.1167[4]에서 IMT-2000 에서의 위성시스템의 역할 및 기능 정의와 IMT-2000 위성시스템의 프래임워크를 제시하고 있다. IMT-2000 위성시스템의 망 구조는 표준화되어 있지 않으므로 IMT-2000 위성시스템의 망 구조를 규정하기 위해서는 정의된 IMT-2000 기능 구조를 이동위성통신 시스템의 일반적 망 구조로 매핑하여야 한다[5]. 아울러 IMT-2000 위성시스템의 이동성 관리 기능은 독립적으로 구현되거나 지능망 혹은 IMT-2000 지상시스템과 통합 구현된다.

고도 지능망 기술이 도입되면서 유선 및 무선망에 등록 절차를 통해서 단말기 번호가 아닌 개인번호를 사용하여 서비스를 제공받는 UPT 시스템이 연구 개발되었다[6]. UPT 는 ITU-T SG11 Q.7 에서 계속적인 표준화 작업을 진행 중이다. ITU-T 권고안 F.850[7]과 F.851[8]에서는 UPT 정의와 UPT 서비스 셋 1 을 기술하고 있다. UPT 의 서비스 제어 및 사용자 프로파일 관리는 지능망에서 수행하게 되며, UPT 시스템을 위한 차세대 지능망의 요구사항 분석 및 타 망과의 연동에 관한 연구가 진행중이다[9,10,11,12].

IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스를 제공하기 위해서는 단말 이동성 관리와 개인 이동성 관리를 수행하여야 한다. 이동성 관리를 위한 서비스 제어와 서비스 데이터 관리위해서는 IMT-2000 위성시스템과 UPT 시스템의 데이터베이스와 서비스 제어가 연동 및 통합되어야 한다. IMT-2000 위성시스템과 UPT 시스템은 차세대 지능망 상에서 이동성 관리를 수행하므로 서비스 제어와 서비스 데이터 관리는 차세대 지능망을 통해 수행된다[13,14,15,16].

IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스를 제공할 때 필요한 시그널링 절차를 수행하게 된다. 호설정을 위한 시그날링 절차 수행시 시간 지연이 발생하게 되며 이는 망 성능의 중요한 요소이다. 따라서 호설정에 소요되는 시간지연을 줄일 수 있는 방법이 요구된다. 데이터 베이스의 연동 구조 및 서비스 제어 구조는 호설정 시간지연에 많은 영향을 미친다. UPT 데이터베이스와 IMT-2000 위성시스템의 홈 데이터베이스의 구현은 하나의 SCP (Service Control Point)에 통합하는 방법과 두 SCP에 구현 후 시그날링을 통해 서비스 관련 정보를 교환하는 방법이 있다. 아울러 IMT-2000 위성시스템에서 시그날링 오버헤드는 망 기능 요소의 물리적 위치, 시그날링 절차의 복잡성과 밀접한 관계를 갖는다. IMT-2000 방문 데이터베이스 (VLR : Visitor Location Register)의 위치는 호설정 시간지연에 큰 영향을 미친다.

본 논문에서는 IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스 제공을 위한 망 구조를 데이터베이스 연동 관점에서 분석한다. 2 장에서는 IMT-2000 위성시스템의 물리적 구조를 설계한다. 3장에서는 IMT-2000 위성시스템과 UPT 서비스 제공에 따른 요구사항들을 살펴본다. 4 장에서는 두 시시스템의 연동 망 구조에 데이터베이스 연동 방안에 따라 설계한다. 5 장에서는 IMT-2000 위성시스템에서의 UPT 서비스를 위한 착, 발신 호설정을 위한 신호 흐름을 제시한다. 6 장에서는 제시된 망 구성 방안에 대해 망 구성요소의 처리 시간과 링크 출력 지연으로 시간 지연 모델을 정의하였다. 7 장에서는 신호 중계기의 수와 SCP 의 로드를 변화 시켜서 제시된 망 구성 방안들의 호설정을 위한 시그날링 시간 지연의 성능변화를 분석한다.

II. IMT-2000 위성시스템

IMT-2000 위성시스템은 지상망에서 통신 서비스 제공을 위해 요구되는 완전한 하부구조를 가지는 독

립망 또는 서비스 지역확대와 재난에 대비한 긴급한 통신을 위한 지상망의 확장망으로 구현될 수 있다 [17]. IMT-2000 위성시스템은 지상 통신 기반시설이 존재하지 않거나 미비한 지역에 빠르게 차세대 이동 통신서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다[4].

IMT-2000 기능 모델은 세 개의 기능 평면으로 구성된다. ITU-R 권고안 M.817 에 기술된 바와 같이 IMT-2000 서비스를 공급하기 위해 요구되는 기능들은 서비스 관리, 망 지능, 접속 및 전송의 세 가지로 분류된다. 서비스 관리 기능은 서비스 생성, 서비스 제공, 고객 조정 능력에 관련된 기능들을 포함하고 데이터베이스의 조정, 제어, 관리를 지원한다. 망 지능 기능은 이동성 관리와 같은 서비스 논리, 서비스 제어 기능에 관련된 기능들을 수행한다. 접속과 전송 기능은 접속, 호출, 무선 자원 관리와 같은 전송 제어에 관련된 기능을 수행한다.

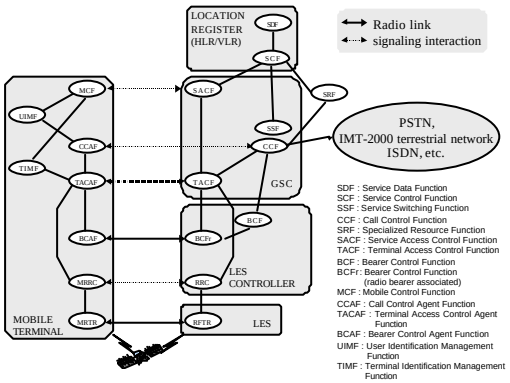


그림 1. IMT-2000 위성시스템의 물리적 구성

Fig. 1 The Physical architecture of IMT-2000 satellite system

그림 1은 ITU-R 권고안 817의 IMT-2000 기능모델을 위성시스템에 매핑한 예로서 본 논문의 분석에 사용되는 IMT-2000 위성시스템의 물리적 구조를 보여준다. LES 또는 LES군은 관문국 또는 교환기를 통하여 다른 망과 상호 접속하고, 위성시스템과 관련된 이동성 관리 기능들이 관문국 내에서 또는 위성설비와 접속된 망 사이에 공유될 수 있을 수 있다. 첫 번째 경우 위성시스템은 그 망에서 지능 정도에 상관없이 어떤 망이든 인터페이싱할 수 있는 이동성 관리가 자체 포함된 이동위성통신 시스템이다. 두 번째 경우 위성시스템은 다른 이동통신망 또는 IMT-2000 지상시스템의 이동성 관리기능을 공유하게 된다.

III. IMT-2000 위성시스템에서의 UPT 서비스 제공

IMT-2000 위성시스템은 UPT 를 지원하는 가장 중요하고 유망한 시스템으로 IMT-2000 위성시스템과 UPT 는 전세계적인 서비스 제공을 목표로 하고 있다. UPT 의 서비스 능력은 IMT-2000 위성시스템의 능력과 조합될 때 커지며 IMT-2000 위성시스템과 UPT 와의 관계는 개인 단말기를 가진 UPT 사용자가 여러 장소를 이동할 때 더욱 밀접해진다[18].

IMT-2000 위성시스템과 UPT 서비스 기능모델은 지능망구조를 기반으로 하고 있기 때문에 상호 연동은 여러 면에서 용이하다. 그림 2 는 IMT-2000 위성시스템을 기반으로 한 UPT 서비스 실현 예를 나타낸다.

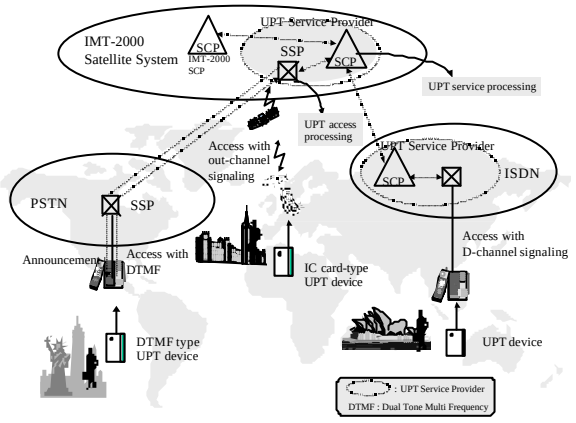


그림 2. IMT-2000 위성시스템 기반의 UPT 서비스 제공

Fig. 2 UPT service in IMT-2000 satellite system

그림 2 에서 나타나듯이 IMT-2000 위성시스템 외에 UPT 사용자는 PSTN 이나 ISDN 망과도 상호 작용할 수 있어야 하며, out-channel signaling 방식의 신호전송도 가능해야 한다. 이러한 형태의 시스템이

구축된다면, 단말의 이동성은 물론 개인의 이동성까지 실현되는 것이다. IMT-2000 위성시스템에서 UPT 서비스를 제공하기 위한 고려사항은 다음과 같다.

- IMT-2000 위성시스템은 UPTN (Universal Personal Telecommunication Number)을 이용한 호의 착신 및 발신을 위해 UPTN 번역과 가입자 인증기능을 제공하여야 한다.
- IMT-2000 위성시스템의 데이터베이스는 가입자 정보교환을 위해 UPT 데이터베이스와 상호 작용을 위한 시그날링 기능을 포함한 인터페이스를 제공하여야 한다.
- IMT-2000 위성시스템은 전파지연시간이 긴 위성링크를 사용하므로 모든 호처리 및 위치등록에 요구되는 시그날링 시간이 길어지므로 UPT 서비스 제공에 따른 시그날링 소요시간을 단축하기 위한 망 구성이 요구된다.
- UPT 와 IMT-2000 간의 정보 교환은 IN CS-2 의 서비스 기능인 망간 서비스 프로화일 전송기능을 필요로 한다

IMT-2000 위성시스템은 UPT 서비스를 제공하기 위해 IMT-2000 의 호 제어를 위한 SCP 와 UPT 서비스 제어를 위한 SCP 와의 상호 작용이 요구된다. 두 SCP 간의 상호작용은 위치등록에 따른 IMT-2000 번호와 UPTN 과의 번호 대응관계 해석을 포함한다. 이러한 두 SCP 의 구현에 따라 호 처리에 관련된 망 성능이 변하게 된다.

IV. IMT-2000 위성시스템과 UPT의 데이터베이스 연동 방안

개인 이동성 관리를 위해서는 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 데이터베이스의 구현은 UPTN 의 IMT-2000 번호와의 변환을 위한 정보의 저장과 관리를 위한 각각의 SCP 를 분리 구현하는 방안과 하나의 SCP 에 통합 구현된다. 그리고, IMT-2000 위성시스템에서 단말 이동성을 관리하기 위해 IMT-2000 VLR 과 HLR 이 필요하게 되는데 이 또한 시스템 설치와 서비스 제공 환경에 따라 통합 또는 분리 구현된다. 본 논문에서는 위의 관계에 따라 이동성 관리를 위한 4 가지 데이터베이스 연동 방안을 제시한다.

1. VLR, HLR, UPT 데이터베이스의 독립 구현 방안

그림 3 은 연동 방안 1 의 IMT-2000 위성시스템 망 구성을 나타낸다. IMT-2000 VLR 은 그 특성상 지역적인 특성을 갖고 있다. 즉 가입자가 실제 지리적으로 위치한 곳에 가입자의 정보를 임시 저장함으로써 망 전체적인 관점에서 시그널링 트래픽을 많이 줄일 수 있다. 이러한 IMT-2000 VLR 은 이러한 지역적인 특성으로 인해 지능망의 기능 요소인 ADJUNCT 에 구현될 수 있다. ADJUNCT 는 SCP 와 유사한 기능을 하는 지능망의 한 요소로서 SCP 와 마찬가지로 SSP 의 trigger 기능에 의하여 액세스 되며 서비스 로직과 가입자 데이터를 가지며 좁은 지역에 대해서만 기능을 한다. UPT 운용자와 IMT-2000 운용자가 다를 경우 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 홈 데이터베이스 (HLR : 홈 위치 저장소)는 독립적으로 구현된다. 따라서 UPT 호 요청이 UPT 데이터베이스에 들어오면 IMT-2000 위성시스템의 HLR 에 IMT-2000 번호를 요청하게 된다. 따라서 본 방안에서 IMT-2000 HLR 은 UPTN 과 IMT-2000 번호의 대응관계를 저장 관리하게 된다.

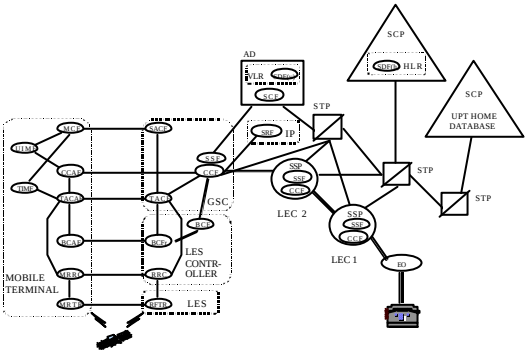


그림 3. VLR, HLR, UPT 데이터베이스의 독립 구현

Fig. 3 Independently implementation of VLR, HLR, UPT database

2. UPT 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 의 통합 구현 방안

본 방안은 UPT 운용자 1 과 IMT-2000 운용자가 같거나 상호 협의에 의해 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 을 통합된 하나의 SCP 로 구현한다. 본 방안은 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 간의 UPTN 의 IMT-2000 번호로의 변환을 위한 두 SCP 간의 시그널링 절차가 생략될 수 있다. 그림 4 는 방안 2 의 데이터베이스 연동 구조를 나타낸다.

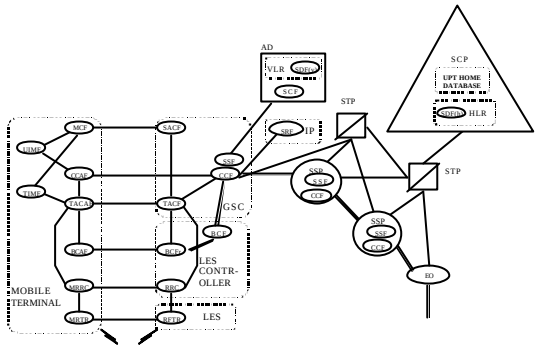


그림 4. UPT 데이터베이스와 HLR 의 통합 구현

Fig. 4 Integration of HLR and UPT database

3. VLR, HLR 의 독립적 구현 방안

본 방안은 IMT-2000 HLR 과 VLR 이 같은 SCP (Service Control Point)에 구현된다. 이로 인해 IMT-2000 HLR 에서 가입자 위치 정보의 검색이 빨라지는 효과가 있으나 VLR 에 가입자 위치 등록을 요청한 경우 다수의 STP (Signaling Transfer Point)와 SEP (Signaling End Point)를 경유하게 되므로 시간적으로 지연이 커질 수 있다. UPT 데이터베이스와 IMT-2000 홈 데이터베이스는 방안 1 과 같이 독립적으로 구현된다. 그림 5 은 방안 3 의 데이터베이스 연동 구조를 나타낸다.

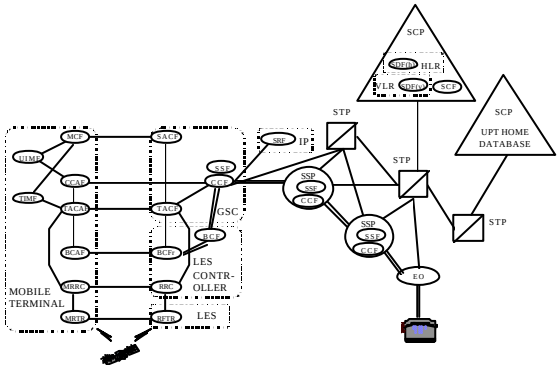


그림 5. VLR, HLR 의 독립적 구현

Fig. 5 Independently implementation of VLR and HLR

4. VLR, HLR, UPT 데이터베이스의 통합 구현 방안

본 방안은 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 과 VLR 이 하나의 SCP 에 구현된다. UPT 운용자와 IMT-2000 운용자가 동일하며 서비스 대상 지역이 적은 경우 가능한 형태이다. 본 방안은 위치등록 면에서는 방안 2 와 같이 시간 지연이 발생할 수 있으나 UPT 호 처리를 위한 UPT 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 과의 시그날링에 소요되는 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그러나, 본 방안에서 통합 구현된 SCP 에 과부하가 일어날 경우 시스템 전체적으로 호 설정 시간에 막대한 시간 지연을 초래하게 될 것이다. 그림 6 은 방안 4 의 IMT-2000 위성시스템 망 구성을 나타낸다.

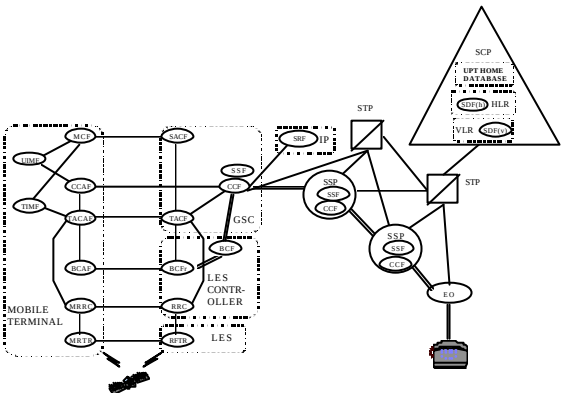


그림 6. UPT 데이터베이스, VLR, HLR 의 통합 구현

Fig. 6 Integration of VLR, HLR, UPT database

V. IMT-2000 위성시스템에서의 UPT 착·발신호 절차

IMT-2000 위성시스템에서의 착신 및 발신호 설정과 위치등록에 필요한 시그날링에 소요되는 호 설정 시간 (CST : Call Setup Time)을 분석하기 위하여 시그날링 절차를 설계한다. 앞에서 제시된 데이터베이스 연동 방안들은 다음에서 설계된 시그날링 절차에 따라 호 설정 시간에 대해 성능이 분석될 것이다.

그림 7은 PSTN으로부터 UPTN에 의한 IMT-2000 위성시스템으로의 착신 호 전달에 따른 신호 흐름을 나타낸다. 본 시그날링

절차에는 UPTN 해석과 이의 IMT-2000 번호로의 변환 및 IMT-2000 번호의 가입자 위치 추적에 따른 신호 절차를 나타내어 주고 있다.

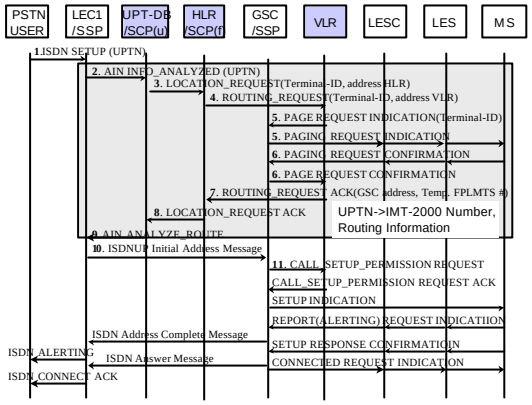


그림 7. 착신호 설정을 위한 신호 흐름

Fig. 7 Signaling procedure of incoming call setup

무선 가입자로부터 유선 가입자로의 호 전달을 나타내며 그에 따른 신호 흐름은 그림 8과 같다. 발신호 설정 시에 UPT 사용자는 UPT 데이터베이스에 별도의 인증절차를 수행함이 없이 IMT-2000 서비스 제어 기능에 의해 호 발신에 관계된 인증절차를 밟게 된다. 이는 IMT-2000 위성시스템을 사용하고 있는 UPT 이용자들은 IMT-2000 위성시스템 HLR에 등록되어 관리되기 때문이다.

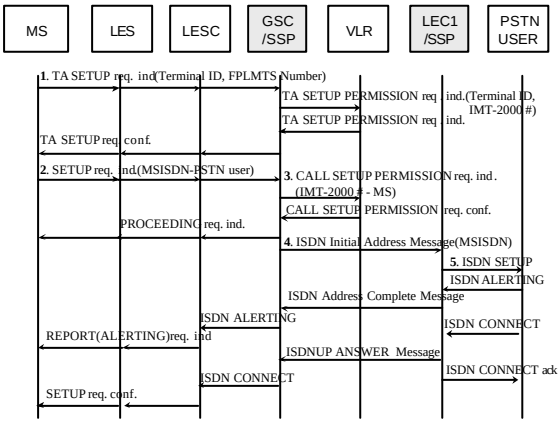


그림 8. 발신호 설정을 위한 신호 흐름

Fig. 8 Signaling procedure of outgoing call setup

설계된 시그날링 절차에서 각 망 구성 요소간 적용되는 프로토콜 기준은 표 1과 같다.

표 1. 구간별 프로토콜 적용 기준

Table 1. Protocol applied to each link

	AD	SCP	SSP	EO	LESC
AD	N/A	TCAP SCCP MTP	N/A	N/A	N/A
SCP	TCAP SCCP MTP	TCAP SCCP MTP	TCAP SCCP MTP	N/A	N/A
SSP	TCP/IP	TCAP SCCP MTP	ISUP MTP	ISUP MTP	DSS1
EO	N/A	N/A	ISUP MTP	N/A	N/A
LESC	N/A	N/A	DSSI	N/A	N/A

TCAP : Transaction Capabilities Application Part
SCCP : Signaling Connection Control Part
MTP : Message Transfer Part
ISUP : ISDN User Part
DSS1 : Digital Subscriber Signaling System No. 1

SCP 와 SSP 인터페이스는 V.35(64 kbps 데이터링크)상의 SS7 신호연결 제어부(SCCP : Signaling Connection Control Part)/메세지 전달부(MTP : Message Transfer Part)에서 문잡처리기능응용부(TCAP : Transaction Capabilities Application Part)을 통해 UPT 호와 IMT-2000 호에 대한 AIN 메세지를 전달한다. 데이터베이스에 대한 SCP 인터페이스는 HLR, VLR 에 대해 TCAP 상의 이동응용부를 지원한다. AD 와 SSP 인터페이스에서는 이중 버스 IEEE ethernet 인터페이스가 AD 와 SCP 간의 고속의 통신을 제공하기 위해서 사용되며 응용계층 프로토콜은 TCAP 을 적용한다. AD 와 SCP 인터페이스에서 AD 는 SCP 와 SSP 를 통하지 않고 STP 를 통해 이루어진다. 이 인터페이스를 통해 AD 는 IMT-2000 을 지원하기 위한 VLR 기능을 수행한다. 인터페이스는 TCAP 을 지원한다[19][20].

VI. IMT-2000 위성통신망의 호 설정 시간 모델

총 지연 시간인 호 설정 시간은 루프 (loop) 지연과 대기 (queuing) 지연으로 이루어지며 루프 지연은 어떤 특정한 서비스를 수행하기 위해서 거쳐야 하는 노드들에서 반응시간 (response time)의 합과 각 노드

들을 연결하는 지상 전송선(terrestrial line)의 링크 전파 지연(Link propagation delay)의 합으로 이루어진다. 다시 반응시간은 메시지의 첫 비트가 노드에 받아질 때부터 메시지의 마지막 비트가 그 노드를 떠날 때까지의 지연 시간으로 정의되며 다음과 같이 두 가지 요소의 합으로 표현된다.

- 처리 시간 : 어떤 노드가 유입 신호 링크로부터 첫 비트를 받아들일 때부터 처리된 메시지의 첫 비트가 출력 신호 링크 버퍼에 들어가기 전까지의 시간.
- 링크 출력 지연 : 메시지의 첫 비트가 출력 신호 링크 버퍼에 들어올 때부터 메시지의 마지막 비트가 출력 신호 링크에 보내질 때까지의 시간

1 시간 지연 모델

이 절에서는 각 노드들 사이에서의 지연 모델과 대기 시간을 구할 수 있는 식을 산출한다.

1.1 매개변수 정의와 가정

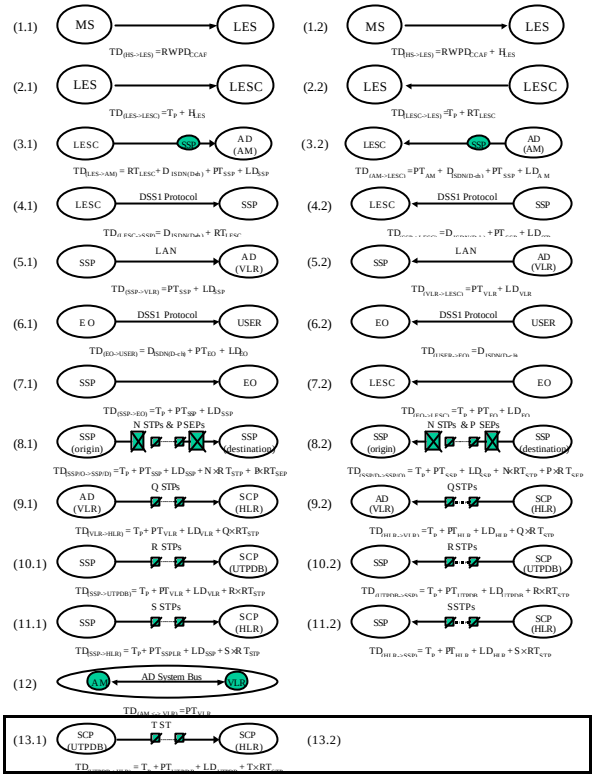
- PT_A : A 노드에서의 처리 시간
- RT_A : A 노드에서의 응답 시간
- $D_{ISDN(D\text{-}ch.)}$: DSS1 프로토콜 통과지연시간
- RT_{STP} : STP 를 통과하는데 걸리는 시간
- $RWPD_{CCAF}$: HS 의 CCAF 로부터 LES 까지의 무선 전파 지연
- $TD(A \rightarrow B)$: A 노드에서 B 노드까지의 지연 시간
- LDA : A 노드에서 송출하는 링크 출력 지연
- Tp : 각 노드 사이에서의 링크 전파 지연
- HRP : RP 홉 (hop) 시간
- RT_{SEP} : SEP 를 통과하는데 걸리는 시간

1.2 구간별 시간 지연 모델

정의된 매개변수를 사용하여 각 구간마다 실제 지연 시간을 산출한다. 제시한 4 가지 데이터베이스 연동 방안에 따라 몇몇 구간에서는 지연 시간이 각각 달라질 수 있다.

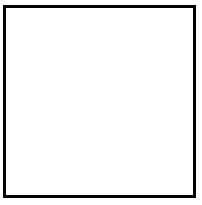
- 방안 1 적용

VLR 이 있는 ADUNCT 가 SSP 에 근접해 있는 경우로서 다음과 같이 각 노드들간의 지연 시간을 산출해낼 수 있다.



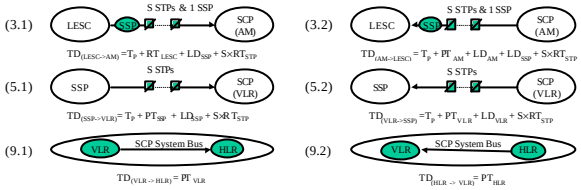
- 방안 2 적용

UTP 데이터베이스와 IMT-2000 HLR 이 통합된 경우로 이들간의 시그날링은 SCP 내의 내부 시스템 버스를 사용하게 된다. (13.1), (13.2)의 구간에서 아래의 값을 적용한다.



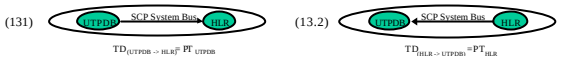
- 방안 3 적용

IMT-2000 위성시스템의 VLR 이 HLR 과 같이 SCP 에 위치한 경우로서 방안 1 과 동일하고 (3.1), (3.2), (5.1), (5.2), (9.1), (9.2) 의 구간에서만 아래의 값을 적용한다.



• **방안 4 적용**

UTP 데이터베이스, IMT-2000 위성시스템 HLR과 VLR이 통합된 경우로 방안 3과 동일하고 (13.1), (13.2) 의 구간에서만 아래의 값을 적용한다



1.3 프로세스 대기시간

UPT 데이터베이스, IMT-2000 위성시스템 HLR 및 VLR은 단일 서버시스템(M/M/1)으로 모델링한다. 호 설정과 위치등록을 위한 요청은 포아송분포를 가지며, 각 데이터베이스에서의 각 요청 당 서비스 시간은 지수분포로 가정하며 FCFS (First Come First Service) 방법으로 서비스를 받게 된다.

E(Q) : 서버의 큐에 대기중인 요청 메시지 수

$E(W_q)$: 요청이 서비스 받기 위한 평균 대기시간

t_s : 한 요청의 서버에서의 서비스시간

$E(t_s)$: 서버에서의 요청에 대한 평균 서비스시간 즉, PT_A와 같다.

λ : 평균 요청 도착율

ρ : 가용율 (utilization factor)

$$r = l \cdot t_s \quad < 1$$

σ: 서비스시간의 표준편차

따라서 각 데이터베이스에서 큐에 대기중인 메시지 수는 다음과 같다[21].

$$E(Q) = \frac{r}{2(1-r)}\left(1+\left(\frac{s}{E(t_s)}\right)^2\right)$$

따라서 서버에서 한 요청이 서비스를 받기 위한 평균 대기시간은 다음과 같다.

$$E(W_q) = \frac{r \cdot E(t_s)}{2(1-r)}\left(1+\left(\frac{s}{E(t_s)}\right)^2\right)$$

서버의 서비스시간 분포를 지수분포로 가정하였으므로 $s^2 = E(t_s)^2$ 이다. 따라서 평균 대기시간은 다음과 같은 식으로 주어진다.

$$E(W_q) = \frac{r}{(1-r)} \cdot E(t_s)$$

2 발신 호 설정 시간

호 발신의 시간 지연 모델은 앞 절의 신호 흐름도로부터 다음과 같이 전체 시간 지연 CST 를 모델링 할 수 있다.

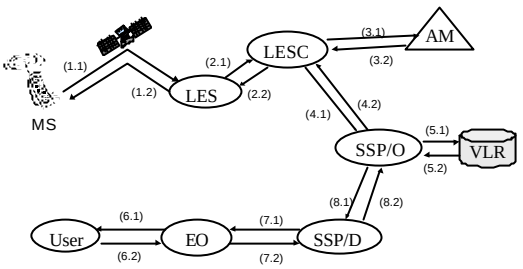


그림 9. 발신호 신호 흐름의 시간 지연 모델

Fig. 9 Time delay model for outgoing call setup

• **트래픽 흐름**

1.1→2.1→3.1→3.2→2.2→1.2→1.1→2.1→4.1→5.1→5.2 →8.1→7.1→6.1→6.2→7.2→8.2→4.2→2.2→1.2

• **총 지연 시간 CST 모델식**

구간별 지연 모델을 이용해서 다음과 같이 수식으로 표현할 수 있다.

$TD_{(MS\rightarrow LES)} + TD_{(LES\rightarrow LESC)} + TD_{(LESC\rightarrow AM)} + TD_{(AM\rightarrow LESC)} + TD_{(LESC\rightarrow LES)} + TD_{(LES\rightarrow MS)} + TD_{(MS\rightarrow LES)} + TD_{(LES\rightarrow LESC)} + TD_{(LESC\rightarrow SSP)} + TD_{(SSP\rightarrow VLR)} + TD_{(VLR\rightarrow SSP)} + TD_{(SSP/O.\rightarrow SSP/D.)} + TD_{(SSP\rightarrow EO)} + TD_{(EO\rightarrow USER)} + TD_{(USER\rightarrow EO)} + TD_{(EO\rightarrow SSP)} + TD_{(SSP/D.\rightarrow SSP/O.)} + TD_{(SSP\rightarrow LESC)} + TD_{(LESC\rightarrow LES)} + TD_{(LES\rightarrow MS)}$

6.3 착신 호 설정 시간

앞 절의 신호 흐름도로부터 다음과 같이 전체 시

간 지연 CST 를 모델링할 수 있다.

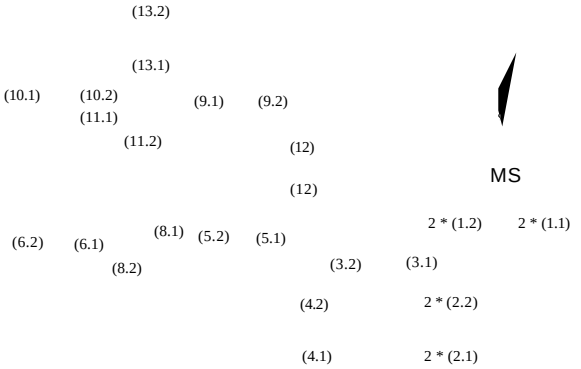


그림 10. 착신호 신호 흐름의 시간 지연 모델

Fig. 10 Time delay model for incoming call setup

• 트래픽 흐름

6.2 → 10.1 → 13.1 → 9.2→ 5.2 → 4.2 → 2.2 → 1.2 → 1.1 → 2.1 → 4.1 → 5.1 → 9.1 → 13.2 → 10.2 →8.1→ 4.2 → 2.2 → 1.2 → 1.1 → 2.1 → 4.1 → 8.2 → 6.1

• 총지연 시간 CST 모델식

$TD_{(USER \rightarrow EO)} + TD_{(SSP \rightarrow UTP\ 데이터베이스)} + TD_{(UTP\ 데이터베이스 \rightarrow HLR)} + TD_{(HLR \rightarrow VLR)} + TD_{(VLR \leftrightarrow SSP)} + TD_{(SSP \rightarrow LESC)} + TD_{(LESC \rightarrow LES)} + TD_{(LES \rightarrow MS)} + TD_{(MS \rightarrow LES)} + TD_{(LES \rightarrow LESC)} + TD_{(LESC \rightarrow SSP)} + TD_{(SSP \leftrightarrow VLR)} + TD_{(VLR \rightarrow HLR)} + TD_{(HLR \rightarrow UTP\ 데이터베이스)} + TD_{(UTP\ 데이터베이스 \rightarrow SSP)} + TD_{(SSP/O. \rightarrow SSP/D.)} + TD_{(SSP \rightarrow LESC)} + TD_{(LESC \rightarrow LES)} + TD_{(LES \rightarrow MS)} + TD_{(MS \rightarrow LES)} + TD_{(LES \rightarrow LESC)}\ TD_{(LESC \rightarrow SSP)} + TD_{(SSP/D. \rightarrow SSP/O.)} + TD_{(EO \rightarrow USER)}$

Ⅶ. 데이터베이스 연동 방안 성능 분석

1. 망 구성 요소의 성능 규정 값

IMT-2000 위성시스템을 구성하는 망 요소들에 대한 처리 시간과 링크 출력 지연을 Bellcore 문서 및 ITU-T 문서들의 시스템 요구사항서에 의거하여 표 2에 나타내었다.

표 2. IMT-2000 위성시스템 요소들의 성능 규격 값

Table 2. Performance specification of IMT-2000 satellite system

	처리 시간	링크출력 지연	Response Time	
SSP	200ms	47ms	N/A	
EO	200ms	47ms	N/A	
SCP(HLR)	150ms	47ms	N/A	
SCP(UTP)	150ms	47ms	N/A	
LESC	N/A	N/A	Call Orig.	750ms
			Registration	300ms
			Call Delay	800ms
STP	N/A	N/A	20ms	
SEP	N/A	N/A	100ms	
DSS1	N/A	40ms	N/A	
$RP_{(LES)}$	N/A	250ms	N/A	

2. 결과 분석

그림 11는 호 발신에 대한 각 데이터베이스 연동 방안별 호설정 시간을 나타낸다. 본 그래프는 SCP(HLR)의 프로세싱 지연이 150ms라고 가정하고 발신측 SSP와 착신측 SSP사이의 신호중계기(SEP)와 신호중계점(STP)의 수를 G.101에서 규정된 단, 중, 장거리 연결을 위해 필요한 최대, 최소의 중계 노드 개수를 고려하여 0에서 10까지 변화 시키면서 분석하였다.

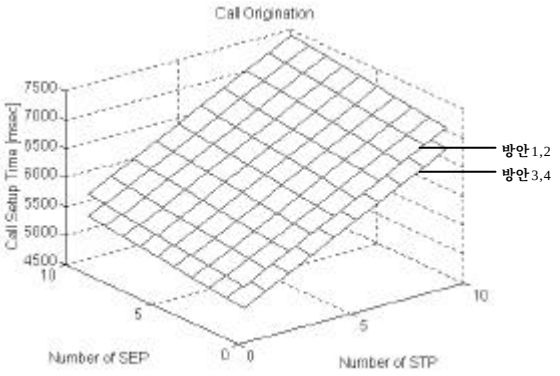


그림 11. 발신호 설정 시간 지연

Fig. 11 Time delay of outgoing call setup

실제 결과에서는 두 가지의 유형이 나오는데 앞에서 세운 시간 지연 모델의 식에서 보면 발신호 설정 시간 지연에 대해 방안 1과 2, 3과 4가 각각 같은 시간 지연 식을 가짐을 볼 수 있다. 그래프 상에서 위의 평면이 방안 1과 2이고 아래 평면이 방안 3과 4

이다. 위의 그래프에서 발신호 설정에 관해 호설정을 위한 시간 지연이 5초에서 약 7.5초 사이에 분포하므로 현실적으로 대부분의 구간의 경유 STP 수가 5개 이상을 넘지 않을 것이므로 사용자 요구 조건 8초를 충분히 만족함을 알 수 있다.

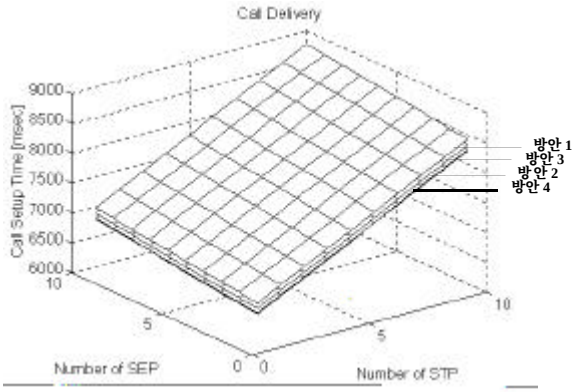


그림 12. 착신호 설정을 위한 시간 지연

Fig. 12 Time delay of incoming call setup

그림 12는 착신호 설정에 대한 총 시간 지연을 발신호 설정과 같은 방법으로 실험한 결과 방안 4의 경우가 가장 시간 지연이 적고 방안 1이 시간이 가장 큰 것으로 나타났다. 다음이 방안 3, 2, 4순으로 특히 방안 4는 모든 데이터베이스가 하나의 SCP에 구현됨으로 인해 시간 지연이 적음을 알 수 있다.

그림 13은 구간의 경유 STP 수를 5로 두고 SCP의 부하율에 의한 처리 지연에 대하여 착신호 설정에 따른 전체 호 설정 지연 시간을 보여 주고 있다. 착신호 설정에 대한 SCP의 영향을 살펴보면 앞에서 알아본 바와 같이 IMT-2000 위성시스템 VLR이 다른 데이터베이스와 같은 SCP에 구현 되었을 때 SCP의 성능에 많은 영향을 받음을 알 수 있다. 호 설정에 따른 시간 지연은 관련 기능 실체들의 물리적인 거리와 처리 능력에 많은 영향을 받는다. 따라서 기능 실체들간의 통합을 통하여 시그날링 절차를 간소화 할 수 있고 또한 관련 정보의 관리 및 유지를 용이하게 할 수 있다.

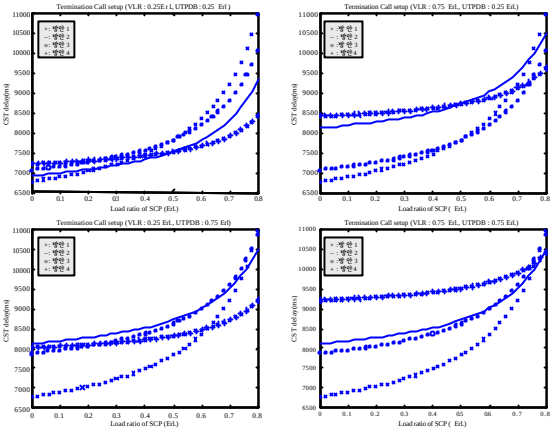


그림 13. SCP의 변화에 따른 착신호의 시간 지연

Fig. 13 Time dalay of incoming call setup vs. SCP load

이동성 관리 중 핸드오버는 IMT-2000 위성시스템의 VLR의 위치와 밀접한 관계를 갖고 있다. 저궤도 위성을 이용한 IMT-2000 위성시스템의 경우 핸드오버는 그 빈도에 있어서 고정 궤도 위성보다 상당히 높다. 이는 위성체의 이동으로 인해 위성셀 자체가 이동하기 때문이다. 이와 같은 핸드오버를 관리하기 위해서는 가입자 위치정보상의 변동이 갱신되므로 IMT-2000의 위치는 LES 가까운 곳에 위치하는 것이 유리하다. 따라서 제시된 방안 중 방안 1과 방안 3이 이에 해당된다.

성능 분석을 결과를 요약하면 다음과 같다. IMT-2000 위성시스템에서 사용하는 위성체의 종류에 따라 망 구성이 영향을 받는다. 즉 저궤도 위성과 정지궤도 위성은 핸드오버 및 위치등록 및 갱신의 빈도에 있어서 많은 차이가 있으므로 저궤도 위성일 경우 LES와 근접한 곳에 VLR을 위치시키는 것이 시그날링 시간 지연을 줄이고 통화 품질을 향상시킬 수 있다. 반면 정지궤도 위성일 경우 저궤도 위성에 비해 위와 같은 빈도가 적으므로 망 구성 요소들의 통합을 통해 시그날링 오버헤드를 줄일 수 있을 것이다. IMT-2000 위성시스템에서의 UPT 서비스 지원은 번호 번역, 가입자 인증 및 가입자 서비스 프로파일의 교환으로 인해 많은 오버헤드를 유발할 수 있다. 따라서 사업자간의 협의를 통해 단일 SCP로

통합 구현하는 것이 호 설정 시간을 줄이는데 큰 기여를 할 것이다. 그러나, 통합 구현을 하였을 경우 SCP의 성능에 따라 호 설정 시간에 주는 영향이 커지므로 가입자 수와 실제 이용자 수 등을 고려하여 SCP를 구현하여야 한다.

Ⅷ. 결론

다가오는 21 세기에는 여러 가지의 통신망이 통합된 환경에서 다양한 서비스가 제공될 것이다. 특히 전세계적인 서비스의 제공, 단말의 이동성, 개인의 이동성, 서비스의 이동성, 지능망 서비스 및 멀티미디어 서비스가 그 대표적인 예이다. 본 논문은 이러한 차세대 통신망 환경에서 중요한 역할을 담당하게 될 IMT-2000 위성시스템의 망 구조를 제시하였고, IMT-2000 위성시스템과 UPT 시스템의 서비스 제어를 위한 데이터베이스 연동 방안을 설계하였다. 아울러 IMT-2000 에서 UPT 착발신호 설정을 위한 신호 절차를 설계하고, 호설정에 따른 시간지연 모델링을 통해 제시된 데이터베이스 연동 방안들의 성능을 분석했다. 분석 결과 IMT-2000 기반의 UPT 서비스 제공을 위해 제시된 데이터베이스 연동 방안들 중 IMT-2000 위성시스템의 HLR 과 UPT 데이터베이스의 통합 여부는 시스템 구현과 서비스 도입의 진행적 측면에서 볼 때 분리된 두 데이터베이스가 통합될 것이다. 이로 인해 데이터베이스 접속에 따른 시간 지연이 단축될 것이며 시스템 구축 비용 또한 절약 될 것이다. 또한 SCP 의 성능은 호 설정 시간에 큰 영향을 주며 또한 신호 중계기의 수와 관계하여 일정 성능을 유지하여야 한다. IMT-2000 위성시스템은 다양한 위성들을 포함하며 실제로 위성 링크를 이용한 시그날링도 이루어질 것이다. 따라서 향후 위성간 링크를 이용한 시그날링을 포함한 망의 구성 및 라우팅에 대한 연구가 이루어져야 한다.

참고 문헌

[1] ITU-T Draft Recommendation Q.FNA, *Network Functional Model for IMT-2000*, September 1997.

[2] ITU-R Recommendation M.817, *Future Public Land Mobile Telecommunication Systems Network Architectures*, 1992.

[3] ITU-R Recommendation M.818, *Satellite Operation within Future Public Land Mobile Telecommunication Systems*, 1994.

[4] ITU-R Recommendation M.1167, *Future Public Land Mobile Telecommunication Systems Satellite Framework*, 1995.

[5] Fulvio Ananasso and Francesco Delli Priscoli, "Satellite systems for personal communication networks," Journal of Wireless Networks, pp. 155-165, April 1998.

[6] "UPT 요구사항서", 한국전자통신연구소, 1994.

[7] ITU-T Recommendation F.850, *Universal Personal Telecommunication (UPT)*, 1993

[8] ITU-T Recommendation F.851, *Universal Personal Telecommunication (UPT) – Service Description (Service Set 1)*, 1994

[6] 강경훈, 유제훈, 이윤주, "지능망을 이용한 차세대 유무선 통합망 설계에 관한 연구," 제1회 차세대 지능망 워크샵 논문집, pp. 199-203, 8.28-8.30 1995.

[10] Gregory Lauer, "IN architectures for Implementing Universal Personal Tlecommunications," IEEE Network, March/April, 1995.

[11] 박상택, 박원기, 이윤주, "유무선 통합 교환망에서 UPT 서비스 제공 방안," '97 IMT-2000 교환 및 네트워크 학술대회, pp 101-105, 10.29-10.30, 1997.

[12] Conor Morris and John Nelson, "Architectures and Control Issues for the support of UPT in UMTS," IEEE GLOBECOM'96, pp. 2063-2067, Nov., 1996.

[13] Masami Yabusaki and Akihisa Nakajima, "Network Issues for Universal Mobility," *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol. E78-A, No. 7, pp. 764-772, July 1995.

[14] "**차세대 지능망 규격서**", **한국전자통신연구소**, 1993.

[15] Bellcore TA-NWT-001123, *AIN Switching System Requirements*, 1993.

[16] Bellcore TA-NWT-001123, *AIN SCP Requirements*, 1993.

[17] Patrick Reilly and Chiristine Di Lapi, "MSS Architectures for 21st Century Wireless Communications," *Proceeding of IEEE International Conference on Universal Personal Communications*, California, pp. 460-464, 1994.

[18] **김상기**, "**지능망을 이용한 차세대 개인통신 서비스 기술**", **제1회 차세대 지능망 워크샵 논문집**, 8.28-8.30, pp. 194-198, 1995.

[19] **조평동**, **김상하**, "**개인통신서비스를 위한 차세대 지능망 성능 요구사항 분석**", **제1회 차세대 지능망 워크샵 논문집**, pp.183-188, 8.28-8.30, 1995.

[20] Bellcore report SR-TSV-002459, *PCS Network Access Service to PCS Provider*, 1993.

[21] Donald Gross and Carl M. Harris, *Fundamentals of Queueing Theory*, John Wiley & Sons, second edition, 1985.