

# WCDMA R5 MSC 시스템 성능 평가 사례 연구

## A Case Study on Performance Evaluation of R5 MSC in WCDMA System

김 대 근\*, 김 형 택, 안 길 환  
(Dae-Geun Kim, Hyoung-Taek Kim and Gil-Whan Ahn)

**Abstract :** This article presents the performance evaluation case study of circuit-switched WCDMA R5MSC(Mobile Switching Center) Server and CS-MGW(Circuit Switched Media Gateway) in 3'rd generation mobile telecommunication (UMTS : Universal Mobile Telecommunication System). The presented work adopted circuit switching scenarios recommended by 3GPP(Third Generation Partnership Project) and terrestrial spectrum calculation parameters and its values defined in ITU-R M.2023 and M.1390 to do the case study on performance evaluation of circuit switched system (R5 MSC Server and CS-MGW) in WCDMA core network. This paper describes test results by using simulator which substitutes for wireless section (MS, Node-B, RNC).

**Keywords:** UMTS, WCDMA, 3GPP, MSC, MGW, RNC

### I. 서론

3세대 무선 통신망에서는 첨단 무선 접속 기술의 발전과 빠르게 증가하고 있는 이동 통신 사용자들의 다양한 서비스 요구에 의해 통신 시스템의 높은 효율성 및 대용량 처리 능력, 그리고 진보된 통신 서비스가 요구 되고 있다[1]. 따라서, 이동 통신 서비스는 음성 서비스뿐 아니라 광범위하고 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 3세대 이동 통신 시스템은 멀티미디어, 인터넷 접속, 이미지 전송, 화상회의 등의 서비스를 기본적으로 지원할 수 있어야 한다.

3세대 이동 통신 기술 중 하나인 UMTS는 혁신적인 무선 접속 기술과, 진보된 형태의 코어 망 기술을 이용하여 고속의 데이터 전송 서비스를 통해 고품질의 모바일 통신 서비스를 제공하는데 핵심 역할을 하게 될 것이다. UMTS는 멀티미디어 전송을 목적으로 개발되었고, 3세대 이동 통신에서 요구되는 고품질 화상 서비스 및 빠른 데이터 전송 율 등 기존 시스템과 차별화하는 보다 진보된 서비스를 제공한다. 또한, 정보, 미디어, 콘텐츠 산업을 빠르게 통합 시킴으로써 기존에 없었던 새로운 서비스를 제공하고, 과거에 생각하지 못했던 높은 부가가치를 창출할 것으로 전망된다.

UMTS 기술은 무선 인터페이스 기술 방식에 따라 WCDMA 및 TD-CDMA로 구분될 수 있는데, WCDMA 방식의 UMTS 시스템은 전세계적으로 가장 많은 국가들이 채택하고 있는 3세대 이동통신 시스템이다. 한국을 비롯하여 유럽, 일본, 미국 그리고 중국 등 통신 선진국에서는 국가 연구기관을 포함하여 통신 사업자 및 제조업체들이 주축이 되어 3GPP (3'rd Generation Project Group) 라는 공동협약 (Collaboration Agreement)을 구성, 3G 서비스 관련한 기술 규격을 정의, 발전시켜 나가고 있다.

국내에서는 2007년부터 WCDMA 시스템을 이용한 3G 이동통신 서비스가 본격적으로 상용화되어, 가입자를 유치하고 있으며, 서비스 이용자가 급격하게 증가되고 있는 추세이다.

통신 사업자 및 시스템 제조업체들은 늘어나는 3세대 사용자에게 부응하여 서비스 가치 창출에 기반한 서비스 품질 향상에 심혈을 기울이고 있으며, 이 중에서도 가장 근본적인 사항인 시스템의 수용 용량 및 성능에 대한 평가와 이를 수행하기 위한 환경 구성 및 테스트 시나리오에 많은 관심을 가지고 있다

본 논문에서는 WCDMA 방식의 UMTS Core Network 에서 회선교환에 의한 시스템(Release 5 기반의 MSC 서버 및 CS-MGW)의 성능 평가 사례 연구 결과를 제시한다.

시스템 시험은, 3GPP 규격에 따른 회선교환 시나리오를 사용하고, ITU-R M.2023[7] 및 ITU-R M.1390[8]에서 권고하고 있는 파라미터를 기반으로 시스템 용량을 가정한 환경에서 시험을 진행한다.

본 고에서 제시한 시험 환경 및 시험 시나리오를 포함한 성능 평가 사례는 WCDMA 방식의 3G 시스템 성능을 평가하기 위한 참고 자료로 활용하고자 한다.

### II. UMTS 네트워크 모델 및 테스트 플랫폼 정의

<그림 1>은 UMTS 시스템의 주요 인터페이스를 포함하는 전체 네트워크 구성을 보여준다.

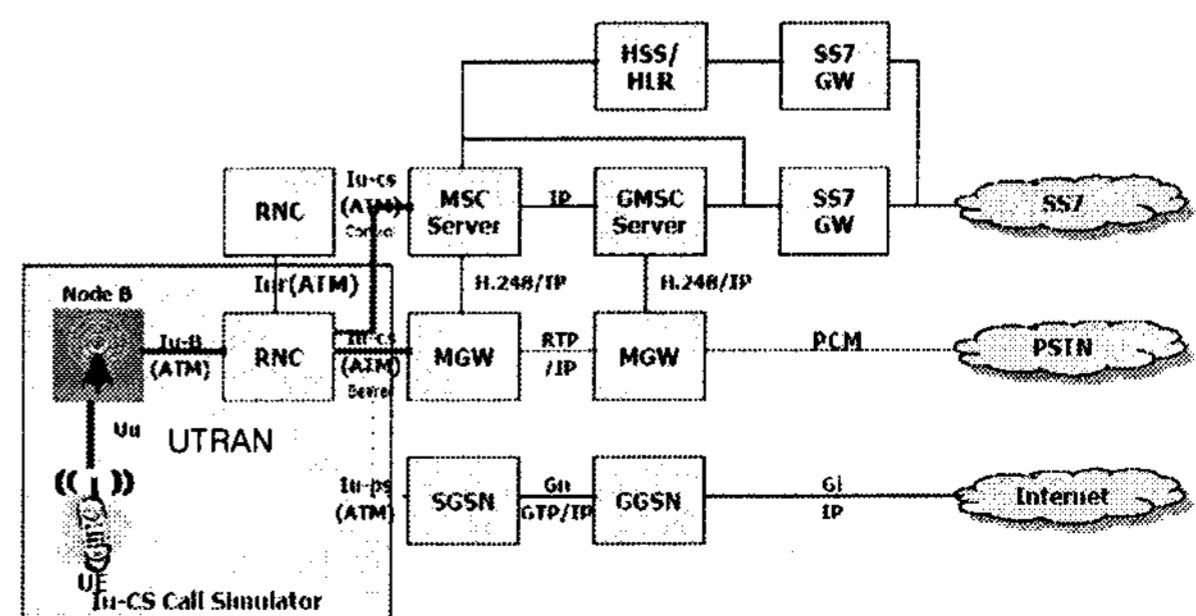


그림 1. 3G UMTS 네트워크 구성  
Fig 1. 3G UMTS Network Configuration

UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network)은 하나 이상의 RNC(Radio Network Controller)와 Iu, Uu 인터페이스 간에 위치한 Node B 로 구성된다. UTRAN 은 단말과 핵심망 사이에 위치하여 사용자 데이터를 양단으로 전달하기 위해, UE 와 CN 간의 시그널링 및 데이터 송수신을 위해 필요한 제어 시그널링, 트랜스포트 시그널링 및 사용자 데이터 전송과 관련된 프로토콜 메커니즘을 지원한다.

본 논문에서는 3G UMTS 시스템의 WCDMA R5 MSC 서버 및 CS-MGW 시스템의 성능 평가를 목적으로 <그림 1>에서 보여지듯이 UTRAN 을 시뮬레이션하기 위해 Iu-CS Call Simulator 를 이용한다. Iu-CS Call 시뮬레이터를 이용한 시험 환경은 아래 <그림 2>와 같다.

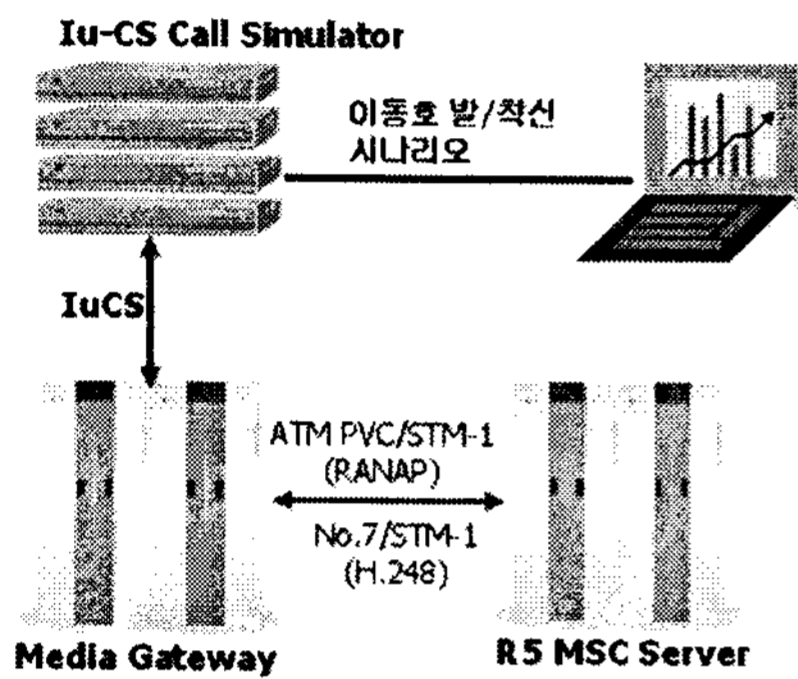


그림 2. 시험 환경 구성  
Fig 2. Test Platform Configuration

- R5 MSC 서버 및 Media Gateway
- Iu-CS Call Simulator
- Monitoring PC

<그림 1>과 <그림 2>에서 표시된 Iu-CS Call 시뮬레이터는 실제 UTRAN[2] node들과 UE를 대체한다. Iu-CS 시뮬레이터의 역할은 UE의 정의된 행위와 3G UMTS 플랫폼에서 수행되는 시그널링 프로시저에 대한 시뮬레이션이다[3]. Iu-CS 시뮬레이터를 이용해 R5 MSC 서버와 CS-MGW를 포함하는 UMTS WCDMA Core Network 시스템의 기능을 시험하고 성능을 평가한다. 시뮬레이터는 STM-1 물리 링크를 이용해 MSC 서버 및 CS-MGW와 직접 연결된다. 또한 Iu인터페이스를 구성하는 전용 ATM 링크에서 동작하기 위한 PVC (Permanent VPI/VCI) 오퍼레이션 및 시그널링 처리 등의 RNC가 제공하는 대부분의 메커니즘을 수행한다[4][5]. 이러한 시뮬레이터 기능을 이용하여 WCDMA Core Network 장비의 기능 및 호환성을 테스트 해볼 수 있고, 또한 실제 가입자 서비스가 이루어지는 교환 국사의 서비스 환경을 가정하여 장비의 성능을 검증할 수 있다.

Iu-CS 시뮬레이터의 주요 기능은 아래와 같다

- WCDMA Circuit Core Network 관점에서 MS, Node B, RNC로서 동작한다.
- RANAP 프로토콜을 이용하여 MSC Server 와 연동한다.
- ALCAP 프로토콜을 이용하여 Media Gateway 와 연동한다
- 음성 서비스를 받기 위한 이동성 관리, 호 제어 메시지를 MSC Server로 전송할 수 있다.
- 실제 사용자 데이터를 CS-MGW로 전송/수신 할 수 있다.
- AMR speech Codec, Transcoding Function을 지원한다
- 설정된 정보에 따라 자동적으로 위치등록 및 음성 호 발/착신이 가능하다.
- 트래픽 발생에 필요한 BHCA, Average Holding Time 값을 임의로 조정할 수 있다.
- 신호처리 속도와 트래픽 처리량을 측정할 수 있다.

Iu-CS 시뮬레이터는 Iu 인터페이스의 다양한 기능들을 제공하기 위해 필요한 대부분의 프로토콜(GTP-U/UDP/IP 등 PS 도메인 프로토콜은 제외) 메커니즘을 포함하고 있으며, CS Data Plane, Transport/Control Signalling, 이동성 제어, 호 제어 프로시저 등이 완벽하게 지원된다.

Data Transport		Transport Signalling	Control Signalling
circuit switched traffic	packet oriented traffic		NAS Signalling
Iu User Plane Protocol	Iu User Plane Protocol	AAL2 Signalling (ALCAP)	RANAP
	GTP-U	AAL2 Signalling Transport Converter	SCCP
	UDP	MTP3-B	
	IP	SSCF-NNI	
AAL2	AAL5	SSCOP	
ATM			
STM-1			

그림 3. Iu 인터페이스 Protocol Stack  
Fig 3. Iu Interface Protocol Stack

<그림 3>에서 보여지듯이 Iu 프로토콜 스택은 기본적으로 Data Transport / Transport Signalling / Control Signalling 으로 구분되고, Layer-3 에서부터 Control Signalling 과 Transport Signalling 으로 프로토콜이 나뉘어진다. Control Signalling 상위의 NAS(Non Access Stratum) 시그널링은 UE(User Equipment)와 CN(Core Network)사이에서 동작하며, UE 로부터 수신한 Control Signalling

메시지를 처리한다[6]. RANAP(Radio Access Network Application Part)은 CN 과 RNC 사이에서 무선 자원 관리를 위한 RAB(Radio Access Bearer) 설정 오퍼레이션을 수행하고, 하위 프로토콜인 SCCP (Signaling Connection Part) 서비스 호출(Invocation)을 핸들링한다[5]. SCCP(Signalling Connection Control Part)의 주된 기능은 서로 상이한 SS7 네트워크 간에 메시지 전송 수단을 제공하는 것이다. MTP3b(Message Transfer Part level 3 broadband)는 노드 링크간에 메시지 라우팅 및 메시지 구별하여 분배하는 기능을 제공한다. 또한 시그널링 링크 관리 및 부하 분산 기능을 제공한다. SAAL(Signaling ATM Adaptation Layer) 계층과 AAL5 프로토콜 계층의 조합은 일반적으로 종단간의 통신을 위한 세션 모델에서 상위 계층에 신뢰성 있는 전송을 보장한다[6].

### III. 시험 및 측정

아래 <그림4>는 WCDMA R5 MSC 서버 및 CS-MGW 시스템을 테스트 하기 위해 3GPP 표준에 기반한 호 Setup 절차를 보여준다[9][10]. 본 논문에서는 모바일 노드 간 발/ 착신 호가 진행될 때 Iu 구간에서 이루어지는 시나리오 및 프로토콜 절차에 대한 시험을 다룬다.

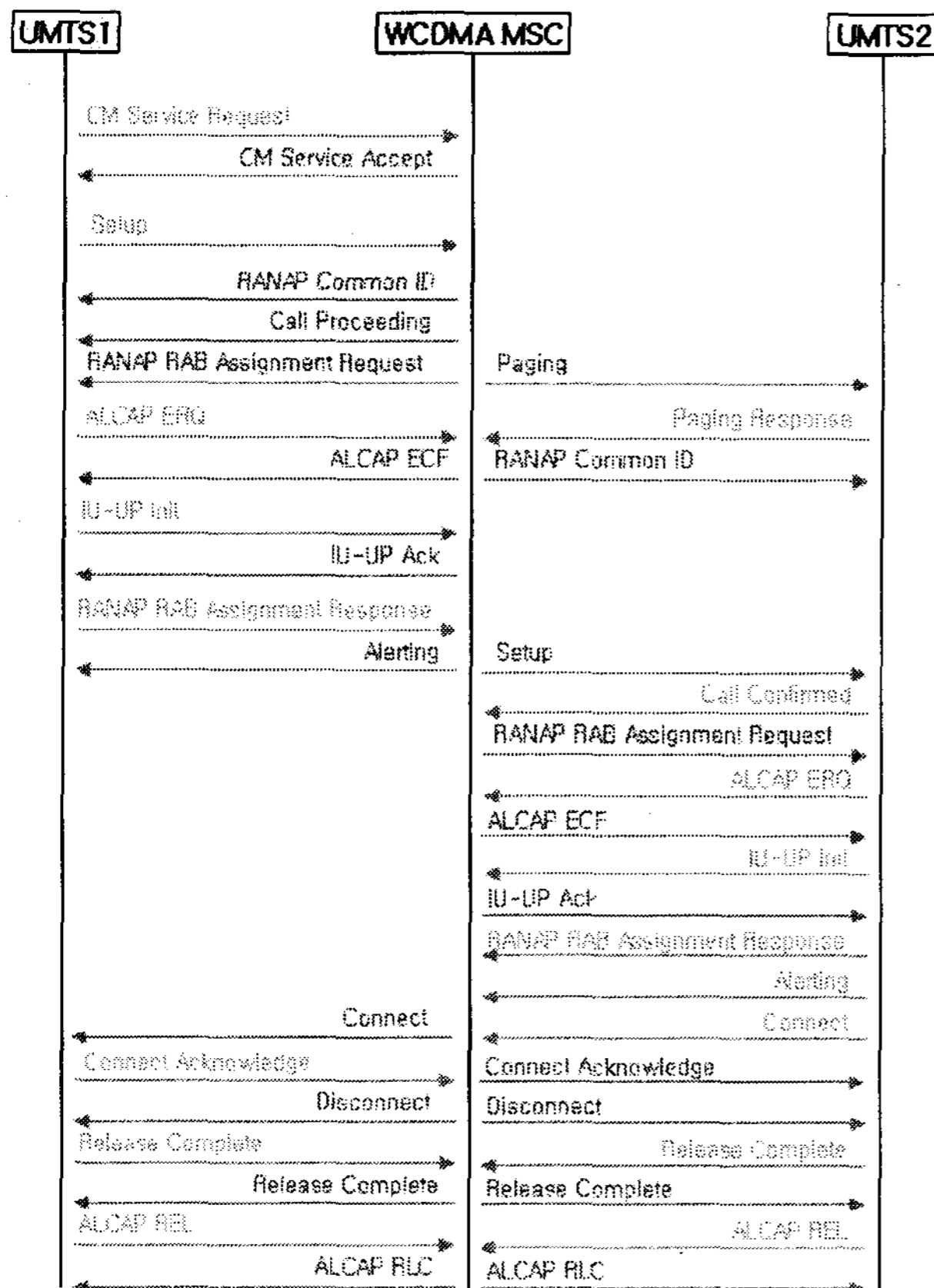


그림 4. Setup 테스트 MO/MT Call Flow  
Fig. 4. Setup Test MO/MT Call Flow

시나리오 테스트는 가입자수, 가입자당 BHCA(Busy Hour

Call Attempt), 호당 평균 통화 시간, 가입자당 통화량, 음성 데이터 비율 등을 포함하는 사용자 프로파일에 의해 진행된다[7]. 시나리오가 수행되는 동안 개별 호에 대해 단계 별 시그널링 처리에 대한 성공/실패 결과가 카운트 되고, 평균 응답 시간이 측정된다.

호 서비스 관련 시스템 성능 평가는 요청된 서비스에 대한 에러율 및 서비스를 위해 할당되는 자원 사용의 적정성, 그리고 서비스 품질 측면에서 이루어질 수 있다. 본 논문에서는 호 연결 요구 및 해제 요청시 각 시나리오 단계별 에러율 및 전체 호 성공/실패율 그리고 평균 응답 시간에 대한 측정만을 다룬다.

아래 <표1>은 WCDMA 시스템의 성능을 평가할 때 척도가 되는 파라미터를 나타낸다. ITU-R M.1390[8]에서 기술된 방법론을 적용하여 ITU-R M.2023[7]에서 제시한 기준 값을 사용하였다.

표 1. 성능 평가 파라미터  
Table 1. Performance Evaluation Parameter

가입자당 BHCA	speech : Up 0.8, Dn 0.8
	SM : Up 0.3, Dn 0.3
	SD : Up 0.2, Dn 0.2
	MMM : Up 0.4, Dn 0.4
	HMM : Up 0.06, Dn 0.06
호당 평균 통화시간(S)	HIMM : Up 0.07, Dn 0.07
	Speech : 120
	SM : 30
	SD : 156
	MMM : 3000
가입자당 통화량 (Erlang)	HMM : 3000
	HIMM : 120
	Speech : 0.026 Erl
	SM : 0.005 Erl
	SD : 0.0173 Erl
	MMM : 0.67 Erl
	HMM : 0.1 Erl
	HIMM : 0.12 Erl

ITU-R Report M.1390[8], M.2023[7]에서는 IMT-2000에서 요구되는 다양한 성능 기준을 계산하는 방법론 제시하고 있다. 또한 회선 교환 및 패킷 교환 기반의 무선 송신 기술과 비동기 트래픽의 특성에 맞는 파라미터들과 그 기준 값을 정의한다.

본 논문에서는 ITU-R Report에서 제시한 파라미터 중에서 도시 보행자 기준의 BHCA(Busy Hour Call Attempt), 통화시간(Call Duration), 통화량(Erlang)을 시험 조건으로 사용한다.

BHCA 파라미터는 트래픽의 특성을 표현하는 중요한 척도이다. 멀티미디어 서비스나 신규데이터 서비스는 트래픽의 특성을 파악하기가 매우 어렵고, 순간마다 변화하는 특성을 가진다. 따라서 BHCA 파라미터

값은 과거 조사 자료(1996~1998)와 현재의 진화된 서비스 환경 및 모바일 사용자의 이해를 바탕으로 정해진 값이다[7].

가입자당 통화량은 BHCA \* Call Duration \* Activity Factor로 계산된다[8]. 회선 교환 서비스에서 Activity Factor는 일반적으로 1이 되지만, 음성 서비스(speech)의 경우 평균적으로 데이터가 전달되는 시간은 전체 회선 사용시간의 절반이 되기 때문에 0.5를 사용한다[7].

Start	2007.7.14 01:44:31	Elapsed Time	25:03:00
End Time	2006.7.15 02:47:31		
Total Count	12390000	Success Rate	100%
Trial Count	12389999	Reject	1
Success Count	12389996	Timeout	2
Fail Count	3	Average Response Time(milli sec)	214.336

CC/MM	DIR	Count	RANAP/SCCP/ALCAP/UP	DIR	Count
CM Service Request	TX	1710000	Paging	RX	1709999
CM Service Accept	RX	1710000	Paging Response	TX	1709999
CM Service Reject	RX	0	SCCP Connect Request	TX	12389999
Setup	TX	1709999	SCCP Data Request	TX	0
Setup	RX	1709998	SCCP Connect Confirm	RX	12389998
Call Proceeding	RX	1709999	SCCP Data Indication	RX	45389983
Connect	RX	1709998	SCCP Disconnect Indication	RX	12389998
Connect Acknowledge	TX	1709998	SCCP Connect Fail	RX	1
Connect	TX	1709998	ALCAP Establish Request	TX	3419997
Connect Acknowledge	RX	1709998	ALCAP Release Request	TX	3419997
Disconnect	TX	1709998	ALCAP Establish Confirm	RX	3419997
Disconnect	RX	1710000	ALCAP Release Confirm	RX	3419997
Release	TX	1709999	ALCAP Release Indication	RX	0
Release Complete	RX	1709998	RANAP RAB Assignment Request	RX	3419997
Release	RX	1710000	RANAP RAB Assignment Response	TX	3419997
Release Complete	TX	1709998	RANAP Common ID	RX	12389998
Alerting	TX	1709998	IU-UP Initialization	TX	3423537
Alerting	RX	1709998	IU-UP Ack	RX	3423537

그림 5. 성능 평가 결과  
Fig. 5 Performance Evaluation Test Result

<그림5>는 <표1>에서 제시한 성능 파라미터 조건을 이용하여, <그림5>에서 제시한 3GPP 표준 규격에 따른 모바일 발/착신 시나리오를 가지고 약 25만 BHCA부하로 약 25시간 동안 시험한 결과를 보여준다. 본 논문에서는 시스템의 수용 가능한 용량에 대한 한계 테스트는 수행하지 않았다. <그림 5>을 살펴보면 전체 호 성공률 및 실패 호수 그리고 평균 응답 시간을 확인 할 수 있다. 그리고 시나리오 단계별로 각 프로토콜의 성공, 실패 결과를 확인할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 3G 이동 통신 시스템인 WCDMA R5 MSC 서버 및 CS-MGW에 초점을 둔 성능 평가 연구 사례를 제시하였다.

성능 시험에 사용된 시나리오는 3GPP 표준화 단체에서 권고하는 시나리오를 따르고, 시험 진행 시 실제로 Trans-

port/Control Signaling 및 User Plane 모두에 트래픽을 유발하여 실제 서비스 환경을 가정한 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 ITU-R Report에서 제시한 성능 파라미터의 기준값을 사용함으로써 IMT-2000에서 요구되는 성능 기준을 만족 시키도록 하였다.

시스템 성능 평가는 Iu Protocol Stack 및 NAS 레벨에서의 R5 MSC서버 및 MGW의 성공적인 시그널링 처리 및 응답 시간 이내의 처리 여부의 관점에서 기술하였다. 본 논문에서 제시한 시나리오 및 성능 파라미터 조건을 이용하여 3G WCDMA 시스템 R5 MSC 서버 및 CS-MGW의 가장 일반적인 오퍼레이션에 대한 검증이 가능하다. 본 논문에서 제시된 호 설정 시나리오와 일반적인 트래픽 처리 기준에 의한 성능 평가 사례를 통해 시스템이 현장에서 안정적인 서비스를 제공하기 위해 필요한 사전 검증이 가능할 것으로 판단된다.

향후에는 Call Model별로 다양한 케이스에 대한 시험 조건 및 시험 방안에 대한 연구를 통해 보다 안정적인 시스템을 확보할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] Ermanno Berruto, Giovanni Colombo, Pantelis Monogioudis, Antonella Napolitano, Kyriakos Sabatakakis, "Architectural Aspects for the Evolution of Mobile Communications Toward UMTS", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 15, No.8, October 1997, pp.1477-1487
- [2] 3GPP TS 25.401 "UTRAN Overall Description(Release 1999)"
- [3] 3GPP TS 25.410 "UTRAN Iu interface: General Aspects and Principles"
- [4] 3GPP TS 25.411 "UTRAN Iu Interface Layer 1 (1999-06)"
- [5] 3GPP TS 25.413 "UTRAN Iu Interface RANAP Signaling Release 1999"
- [6] 3GPP TS 24.008 "Mobile radio interface layer 3 protocols - Stage 3"
- [7] ITU-R, "Spectrum requirements for IMT-2000", ITU-R Report M.2023, 2000.
- [8] ITU-R, "Methodology for the Calculation of IMT-2000 Terrestrial Spectrum Requirements", ITU-R Report M.1390, 1999.
- [9] 3GPP TS 23.205 "Bearer-independent circuit-switched core network (Release 5, 2006)"
- [10] ITU-T, "Q.2630.1 AAL type 2 signalling protocol - Capability set 1, 1999"



김 대 근  
2002년 중앙대학교 컴퓨터 공학과 졸업.  
2004년 고려대학교 컴퓨터학과 석사  
2004년 ~ 현재 LG-Nortel R&D Core S/W 2팀 주임 연구원  
관심분야는 WCDMA Core 네트워크



김 형 택  
1987년 광운대학교 전자계산기 공학과 졸업  
1997년 한국과학기술원 정보통신공학과 석사  
1987년 ~ 현재 LG-Nortel R&D Core S/W 2 팀장(책임연구원)  
관심분야는 차세대 네트워크 시스템 설계 및 개발



안길환

1978년 연세대학교 물리학과 졸업

1995년 연세대학교 산업대학원 석사

1982년 ~ 현재 LG-Nortel R&D 시스템  
S/W 개발실장(연구위원)

관심분야는 무선이동통신 시스템 S/W  
개발