

WCDMA MSC 시스템 호 유형 별 성능 분석 사례

A Case Study on Performance Evaluation of which R5 MSC dealing call type in WCDMA System

안성진*, 신재호
(Sung-Jin Ahn and Jae-Ho Shin)

Abstract: Last year UMTS (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) 3G service started and these days 3 its service subscribers sharply increased. Now totally we have been increasing 13 million subscribers, every month 0.8 million people join 3G Service. MSC (Mobile Switching Center) is most important equipment in 3G system, so we call it 'core' network. Higher capacity MSC required to accommodating 1 million subscribers. It is very important whether MSC can accommodate maximum subscriber or not. So systematic analysis, reliable test results are required. This article presents WCDMA MSC performance evaluation case. This would be some direction for designing and developing some communication equipment. This Case Study demonstrates our MSC system performance.

Keywords: UMTS, WCDMA, Core Network, 3GPP, MSC, MGW

I. 서론

WCDMA 3G 서비스가 전국망의 상용서비스를 시작한지 16개월이 넘었다. 3G 서비스는 빠른 데이터 전송 속도와 화상 전화 서비스를 대표적인 서비스로 제공하고 있다. WCDMA 3G 서비스는 현재까지는 영상전화의 실제 사용 비율은 미미한 수준이며, 현재 크게 부각되는 3G 특화 서비스는 고속 하향 패킷 접속(HSDPA) 서비스이다. 현재까지는 데이터 서비스를 많이 이용하지 않는 소비자의 입장에서는 기존의 2세대와의 차별성이 크게 부각되고 있지는 않으나, 서비스를 개발하고 망에 대한 투자를 진행하는 서비스 Carrier의 입장에서는 3세대는 2세대 대비 월등히 뛰어난 CAPEX/OPEX 감소효과를 보여주고 있다. 소비자의 측면에서도 좀더 다가갈 수 있는 UCC등 사용을 원활하게 해줄 HSPA, 유비쿼터스 시대를 여는 MBMS, 영상/음성 전환 서비스(SCUDIF), CAMEL Ph4를 이용한 예약 콜 등 여러가지 3G 특화된 서비스들이 개발되어 소비자들에게 선보일 예정이다. [1]

SKT, KTF 이동 통신사는 3G 서비스를 통해 7월1일 현재 1200만 가입자 이상을 확보하고 있다. 월 평균 80만 가량의 가입자 순증을 통해 이룬 결과이다. 단기간에 폭증하는 가입자를 수용하는 과정에서 크고 작은 장애들이 발생한다. 이러한 장애의 측면에는 2세대에서 10년 이상에 걸쳐 안정화를 이루며 확보했던 가입자수를 기술 방식이 기존과 다른 비동기식 3G 서비스에서는 단기간에 수용하고 있는 측면에도 한 요인이 있다. 2세대 대비 3세대 서비스는 장비 운용의 측면에서 H/W 기술 진화를 통해 플랫폼의 대용량화와 데이터 전송속도의 비약적인 상승을 이루었다. 이동통신 서비스의 Core 장비인 WCDMA MSC의 경우 2세대 대비 3~5배 이상의 대용량화를 이루었다. 이에 따라 대용량화 된 교환기에 대한 객관적인 성능 검증에 대한 필요성이 제기되고 있다.

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 NETWORK에서 회선교환을 담당하는 3GPP Release 5 규격으로 개발된 MSC Sever 및 MGW(Media Gateway) 시스템에서의 성능/용량 분석의 사례 연구 결과를 제시한다. MSC 시스템은 개발 단계에서 설계 기준의 목표를 성능용량 관련 3GPP와 ITU-R의 규격과 사업자를 통한 시장의 요구를 통해 설정하고 이를 만족할 수 있는 플랫폼, OS, S/W 개발을 통해 진행하였다. 이러한 설계기준을 포함한 총체적인 성능 시험 시나리오를 통해 당사 MSC 시스템의 성능/용량을 검증해 보았다. 또한 실제 시스템이 운용되고 있는 상용망 환경에서의 처리 성능/용량과의 비교를 통해 설계기준과의 차이를 비교 분석하였다. 분석에 있어서의 기본 방향은 MSC 시스템에서 수행하는 OPERATION별로 세분화 및 유형화하고 이러한 서비스 유형에 따라서 시스템의 성능에의 영향도를 분석하여 이러한 OPERATION 들이 종합적으로 MIXED 되었을 때 시스템에서의 영향을 유추해보고 실제로 검증해보는 방법을 택하였다.

시스템 성능에 대한 시험의 기준은 3GPP 규격에 따른 회선교환 시나리오를 사용하고, ITU-R M.2023[2] 및 ITU-R M.1390[3]에서 권고하고 있는 파라미터를 기반으로 설계된 시스템의 성능/용량을 검증하는 시험을 진행한다.

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

II. WCDMA MSC 시스템의 성능/용량의 설계 기준 정의

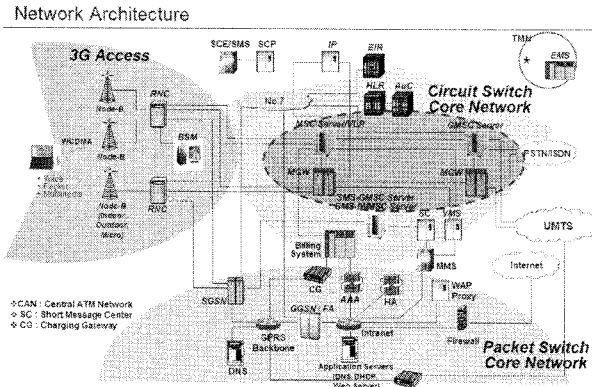


Fig 1. 3G UMTS Network Configuration

UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network) [4] 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. [5]

본 논문에서는 3G UMTS 시스템의 WCDMA R5 MSC 서버 및 CS-MGW 시스템의 성능 평가를 목적으로 한다. (그림 1. 음영부분)

<그림 1>에서 보여지듯이 단말, Node-B, RNC 를 대체하는 UTRAN 을 시뮬레이션 하기 위해 Simulator 장비를 이용한다. Iu-CS Call 시뮬레이터를 이용한 시험 환경은 아래 <그림 2>와 같다. Call 시뮬레이터로 용량 시험을 진행하며 실제 단말 10 쌍을 통해 장시간 호 시험을 같이 병행하여 진행한다.

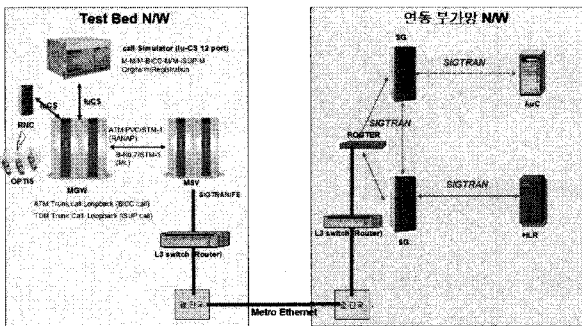


Fig 2. Test Platform Configuration

당사 MSC 교환기의 설계 기준은 다음과 같다.

항 목	설계기준
가입자 수용 용량	100 만 가입자
가입자당 최번시 호시도수	2 BHCA
호 처리용량	200 만 BHCA
호 구성 비율	35%:35%:30%
M-L : L-M : M-M	
M-M 호 구성 비율	3G 자국/중계호
M-M 자국호 : M-M 중계호	5%:25%
최번시 위치등록 회수	8.5 회/hour

표 1. 교환기 설계 목표 기준

상기의 설계 기준은 3GPP 의 43.005, ITU-R 의 M.2023, M.1390 에서 제시하고 있는 성능 모델과 Carrier 들의 요구사항을 반영하여 설정한 당사교환기의 설계 목표이다. [6]

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 Iu 인터페이스를 구성하는 전용 ATM 링크에서 동작하기 위한 PVC (Permanent VPI/VCI) 오퍼레이션 및 시그널링 처리 등의 RNC가 제공하는 대부분의 메커니즘을 수행한다. [7][8] 이러한 시뮬레이터 기능을 이용하여 WCDMA Core Network 장비의 기능 및 호환성을 테스트 해볼 수 있고, 또한 실제 가입자 서비스가 이루어지는 교환국사의 서비스 환경을 가정하여 장비의 성능을 검증할 수 있다.

상기 제시된 교환기의 설계 목표는 Iu-CS 시뮬레이터를 통한 E2E 성능시험을 진행할 때 아래의 사항이 만족되어야 한다.

- MSC의 전 MP의 부하가 운용기준(70%) 이하로 동작하여야 한다.
- 트래픽 처리용량을 만족해야 한다. (I/F Capa)
- Signaling Link 용량이 처리기준을 만족해야 한다.
- E2E 성능 시험 시 정상적인 운용이 가능해야 한다.

III. 결과

실제 성능 시험은 MSC 서비스의 기본 단위 별로 세분화 하여 진행하였다. 상세 내역은 아래와 같다.

Call Type	비고
1. IDLE STATUS	
2. 위치등록 시험	
3. 자국 발신/착신 시험 (M-M)	5%
4. 3G 간 중계호 시험 (BICC)	25%
5. 이종망간 중계호 시험 (ISUP)	70%
6. 2~5 조건 종합 시험	

표 2. 교환기 호 모델에 따른 성능시험

1. IDLE STATUS 는 100 만 가입자가 등록된 교환기가 특정한 Operation 없는 상황에서 각각의 제어계의 시스템 기본 부하를 측정 하는 데에 의미가 있다. 이러한 기본부하는 특정 호 처리를 진행할 때 순수하게 소요되는 부하만을 확인하는데 도움이 된다.
2. 위치등록 시험은 교환기내에서 이루어지는 위치등록 (VLR 등록)과 외부(HLR 등록)로 나뉜다. 가입자의 Power On/Off나 주기적인 위치등록 등으로 인해 발생하며 시스템 부하에 많은 영향을 끼치고 있다.
3. 3G의 자국 망 내에서 발/착신이 이루어지는 경우로 현장에서 대략 5%의 비율로 발생한다.
4. 3G 자국발신 3G 타국착신의 경우로 25%의 비율로 산정하였으며, 3G 가입자가 늘어남에 따라 호 비율이 점차 늘어나고 있는 추세이다.
5. 3G 자국발신 이종망(2G, PSTN 등) 착신의 경우로 70%의 비율을 고려하였다. 3G 가입자의 증가에 따라 감소 추세에 있다.
6. 서비스 유형별로 혼합

시험을 유형별로 진행하기에 앞서 각 시험에 이용되는 호 모델의 실제 call flow는 다음과 같다.

아래 <그림 3>는 WCDMA R5 MSC 서버 및 CS-MGW 시스템을 테스트 하기 위해 3GPP 표준에 기반한 MO/MT 호 Setup 절차를 보여준다 [9],[10]

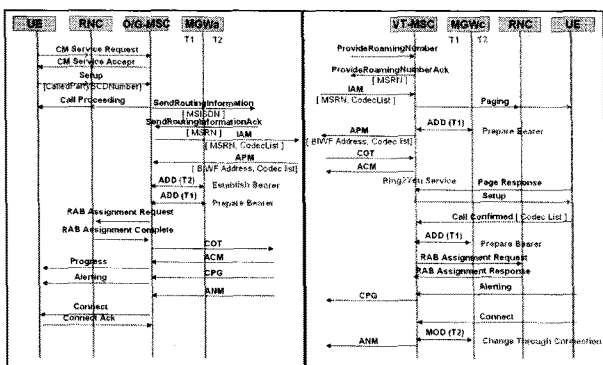


Fig 3. Test MO/MT Call flow

위의 각 서비스 타입에 따른 1 Operation 을 수행하는데

실제 소요되는 IPC 량을 계산해보는 것은 의미 있는 일이다. 계산을 통해 각각의 호 처리에 소요되는 IPC 량을 얻어내면 어느 호 처리의 LOAD가 클지 작을지를 상대적인 숫자로 비교해 볼 수 있기 때문이다.

직관적으로 처리해야 할 IPC 량과 처리 프로세서의 부하는 비례할 것을 알 수 있다.

당사 시스템에서의 프로세서들의 제어계와 그 제어계들을 통해 IPC가 이루어지는 configuration은 다음과 같다.

> IPC HW structure

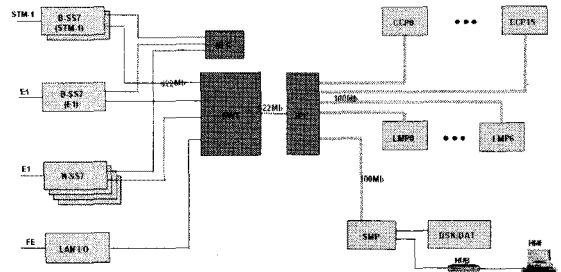


Fig 4. MSC IPC HW structure

각종 프로세서들은 IPC를 수행하는 Function 부를 통해 STM-4급의 ATM 스위치와 통신한다. STM-4급이므로 Switching Capacity는 622Mbps를 최대값으로 가지게 되며 이 값이 순간 처리할 수 있는 IPC의 최대값이 된다.

표 2의 각 호 종류별 1회 Operation을 수행할 때 Call Flow를 통해 계산된 IPC 소요량은 다음과 같다.

이 IPC 소요량은 호 처리시 메시지가 실제로 ATM 단에서 53 byte 단위로 환산된 량이다.

Type	Mobile	BICC	ISUP	LU
IPC/1 call	132,076	171,879	100,011	9,911

결과를 통해 보면 BICC 중계호 처리시 171,879 bit의 IPC가 소요되어 상대적으로 LOAD가 높을 것으로 예상된다. 계산된 IPC량은 1호당 이므로 실제 성능 시험시 시스템에 1시간 동안 인가할 호수를 곱하면 시간당 소요 IPC 총량을 알 수 있다. 인가하는 호수는 설계기준의 호 모델을 따르며 다음과 같다.

Type	Mobile	BICC	ISUP	LU
Call/Hour	100,000	500,000	1,400,000	8,500,000
Total IPC	13,207	85,939	140,015	84,243

전체 발생한 IPC량을 기준으로 각 호 단위 별 IPC량을 백분율로 표시하면 다음과 같다.

Type	Mobile	BICC	ISUP	LU
IPC (%)	4.1	26.6	43.3	26

상기 백분율의 의미는 전체 부하를 인가할 때 실제로 처리해야 할 IPC량은 ISUP 호 처리가 가장 많음을 알 수 있다.

이제 실제로 시험을 통해 각각의 유형별로 성능 시험을 실시하였을 때 부하는 아래와 같았다.

Type	Mobile	BICC	ISUP	LU
Load (%)	2.7	14.5	32.2	15.6

이때의 전체 기준 부하는 70%이다. 70%의 의미는 당사의 교환기가 최대의 Performance 를 낼 때 Limit 의 수치가 70%이기 때문이다. 풀어서 정리하면 당사 교환기의 최대 부하 70%까지 도달할 때 각 호 유형이 차지하고 있는 부하가 위와 같음이다.

이를 정리하여 한 표에 나타내면 다음과 같다.

Type	Mobile	BICC	ISUP	LU
IPC/1call	132,076	171,879	100,011	9,911
Call/1Hour	100,000	500,000	1,400,000	8,500,000
Total IPC	13,207	85,939	140,015	84,243
IPC (%)	4.1	26.6	43.3	26
Load (%)	2.7	14.5	32.2	15.6
Load/1call (10 ⁻⁶ %)	27	29	26	1.8

이 시험 결과로 프로세서 부하율(%)과 처리 IPC 량은 linear 한 비례의 관계를 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 예를 들어서 보면 Mobile call 1 call 당 132,076 bit 의 IPC 가 소요되고 1 시간당 100,000 호가 발생할 때 IPC 는 전체 대비 4.1%를 차지하며 이를 처리하는 프로세서의 부하는 2.7% 이다. Mobile call 1 call 당 부하는 27 X 10⁻⁶ 으로 10⁶ 만큼의 호가 발생시 부하는 27%를 예상하여 볼 수 있다. 이러한 각 호당의 부하는 변화하는 호 비율에 따른 시스템의 최대 임계 치나 그때의 예상되는 부하를 추정하고자 할 때 사용해 볼 수 있다. 현재 현장의 모델은 점차적으로 ISUP 호가 줄어들며 BICC 호가 늘어나고 있는 추세이다.

상기의 시험 결과를 통해 전체 시스템에서 차지하고 있는 각 유형별 서비스에 따른 시험 결과를 통해 당사의 시스템의 설계기준 달성을 검증해 보았다. 3 종류의 기본 호에 대한 호당 LOAD 는 BICC 쪽이 약간 높은 것으로 드러났다. 단위호당의 LOAD 는 정확하게 단위호당의 IPC 처리량에 비례하였다

상기의 설계기준으로 당사는 부하 70% 기준으로 최대 226 만 BHCA 까지 처리할 수 있음을 보여주어 당사의 설계기준을 만족함을 보여주었다.

표 1.의 교환기 설계기준에 제시된 수치와 현장에서 수집되는 유형별 데이터는 큰 차이를 나타내고 있다. 가입자당 2 BHCA, 최번시 8.5 회 위치등록으로 설계했지만 실제로는 가입자당 1.3 BHCA, 최번시 1 회 위치등록이 발생하고 있다.

당사 시스템을 현장에서 운용되는 가입자당 1.3 BHCA, 위치 등록 1 회를 적용하여 가입자 수용을 할 경우 369 만 BHCA 가량을 처리할 수 있는 것으로 산출되었다.

IV. 결론

본 논문에서는 자사의 WCDMA 이동통신 시스템인 MSC 서버 및 Media Gateway의 성능을 분석하였고 시스템에서 실제로 처리하고 있는 IPC 값을 통해 제시하였다.

실제 개발의 시작단계인 구조설계 단계에서 전체 시스템 처리능력에 대한 Estimation은 주로 Enhanced된 HW Chip등의 처리 능력을 기반으로 산출된다. 실제 개발의 핵심 단계인 통신 프로토콜 규격을 실제화 하는 SW implementation 단계를 거치기 전에는 Estimation의 오차가 클 수밖에 없다. 이러한 현실에서 당사도 또한 일정한 설계목표를 갖고 Enhanced된 HW 기반의 교환기를 설계하며 오차를 줄여나가는 방법의 하나로 IPC 처리량을 사용하였다. HW와 OS의 성능을 통해 Macro scope 한 관점에서 시스템 성능을 설계하고 SW 구현을 통해 micro scope하게 접근하는 것이다. 이러한 접근은 통신 시스템 전반의 영역에서 실제로 사용될 수 있다. 당사의 성능 분석 사례는 다음과 같이 정리할 수 있다.

호 처리 용량은 호 유형에 따라 달라질 수 있으므로 자사의 설계기준에 근거한 Reference call model을 통해 산출하였고, 또한 급격히 늘어나고 있는 3G 가입자에 대한 트래픽 정보를 바탕으로 현장국사 call model을 통해 비교 분석하였다. 트래픽 부하에 따른 프로세서별 CPU 점유율의 변동율을 분석하였고 bottle neck인 호처리 프로세서 부하율이 70%일 경우 최대 수용 가능한 BHCA를 산출하였다. 또한 호 유형에 따른 각 1호 단위의 부하에 대한 영향도를 분석함으로써 가변하는 호 모델에 대하여 모두 적용할 수 있는 기본 부하치를 얻을 수 있었다.

현장의 모델에서도 이를 이용하여 망 운용의 최적화된 값을 도출하여 운용할 수 있다.

기존에는 일부 호처리 프로세서에 대해서만 시뮬레이션 했던 반면, 금번 논문의 작성 기간 중에는 실제 교환기 수용의 용량인 100만 가입자에 맞춘 최대 형상과 이를 지원하는 외부 시뮬레이터 장비를 모두 연동하여 시험함으로써 결과의 신뢰도가 증가되었다.

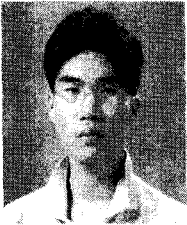
결과로 현장 call model은 설계 기준대비 낮은 부하가 가해져 실제 상용 서비스에서는 369만 BHCA 이상을 수용할 수 있다는 결론을 얻었다.

실제로 IPC처리량과 부하에 대한 관계를 호 처리 모델로부터 추출하여 정립하였으며, 이를 시험을 통해 검증함으로써 실제 객관성을 확보하였다.

본 사례연구 결과를 통해 CS 서비스 외에 PS 서비스 즉 GPRS 망에서의 SGSN, GGSN 의 성능 분석에도 적용 가능하다. 또한 시뮬레이터 스크립트 작성 경험을 바탕으로 향후 이동통신 시스템 성능 분석 시 지속적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

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] ITU-R, "Spectrum requirements for IMT-2000", ITU-R Report M2023, 2000.
- [3] ITU-R, "Methodology for the Calculation of IMT-2000 Terrestrial Spectrum Requirements", ITU-R Report M.1390, 1999.
- [4] 3GPP TS 25.401 "UTRAN Overall Description (Release 1999)"
- [5] 3GPP TS 25.410 "UTRAN Iu interface: General Aspects and Principles
- [6] 3GPP TS 25.411 "UTRAN Iu Interface Layer 1 (1999-06)"
- [7] 3GPP TS 25.413 "UTRAN Iu Interface RANAP Signaling Release 1999"
- [8] 3GPP TS 23.205 "Bearer-independent circuit-switched core network (Release 5, 2006)"
- [9] 3GPP TS 23.205 "Bearer-independent circuit-switched core network (Release 5, 2006)"
- [10] ITU-T, "Q.2630.1 AAL type 2 signaling proto

	<p>안 성 진 2000년 홍익대학교 전기전자공학과 졸업. 2001년 ~ 현재 LG-Nortel R&D Mobile Core System 팀 선임연구원으로 재직 중 관심분야는 WCDMA Core N/W, IP Multimedia Service 분야</p>
---	--

	<p>신 재 호 1990년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업 1998년 한국과학기술원 경영정보 공학과 석사 1990년 ~ 현재 LG-Nortel R&D Mobile Core System 팀 책임연구원으로 재직 중 관심분야는 이통시스템 설계 및 개발</p>
---	--