

IMT-2000 망에서의 트래픽 처리용량

장 희 선* 신 현 철*

Traffic Processing Capacity in the IMT-2000 Network

Hee-seon Jang* Hyun-cheul Shin*

요 약

ITU-R에서 제시된 가입자의 기준수율(Reference Throughput)을 이용하여 IMT-2000 ATM-MSC 교환기의 트래픽 처리용량을 분석한다. IMT-2000 가입자가 요구하는 서비스를 크게 회선(음성, 회선교환 데이터, 대화식 고속 멀티미디어)와 패킷교환(단문 메시지, 표준 멀티미디어, 고속 멀티미디어) 서비스로 분류하고 옥내, 보행자 및 차량용의 가입자 이용 환경을 고려한다. 음성서비스에 대해 AAL type 2를 고려하고 옥내:보행자:차량용=40:40:20%의 비율을 가정하며 256 규모의 ATM-MSC 교환기를 고려한다.

Abstract

In this paper, the traffic carrying capacity of the IMT-2000 ATM-MSC is analyzed by using the reference throughput based on ITU-R. The IMT-2000 services are classified into circuit switching(speech, circuit-switched data, high interactive multimedia) and packet switching(simple message, medium multimedia, high multimedia). The indoor, vehicle and pedestrian users are considered. The AAL type 2 for the speech are considered. The ratio of indoor:pedestrian:vehicle are assumed to be 40:40:20%, and size 256 of ATM-MSC are designed.

* 천안외국어대학 컴퓨터정보과 교수

속시간이 3000(sec)는 매우 긴 것으로 보이지만 패킷교환 서비스의 실제 채널 점유율을 고려한 활성화율(Activity Factor)과 연관지어 생각하면 이해할 수 있다.

I. 서론

교환기의 호처리용량, 이동성(위치등록/핸드오버) 처리용량 및 수용가입자 수 등의 성능목표치는 시스템 설계 단계 이전에 제시되어야 할 지표이다. 본 논문에서는 ITU-R(1,2)에서 제시된 IMT-2000(3,4) 이동통신 시스템에서의 서비스 유형, 가입자당 기준수율(Reference Throughput) 및 호처리 기준부하를 근거로 국내 상용화 예정인 ATM-MSC 교환기의 수용 가입자 및 호처리 능력을 산출한다. 이를 위해 IUT-R에서의 서비스 종류 및 가입자 환경(옥내, 보행, 차량)별 비율을 예측하고 또한, IMT-2000에서의 지상계 주파수 소요량 산출 방법을 근거로 가입자당 기준수율 및 호처리 기준부하를 산출하여 ATM-MSC의 수용 가입자 수를 분석한다.

II. IMT-2000 망에서의 기준트래픽

표 1은 ITU-R에서 권고하는 IMT-2000에서의 서비스 및 서비스별 수율을 나타낸다. 2010년까지 6개의 서비스를 지원하며 회선과 패킷 교환으로 나누었다. 또한, 상향(Uplink: 이동가입자끼리)과 하향(Downlink: 이동가입자끼리) 링크에서 발생하는 Bit rate를 달리 책정하였다. 표 1에서 High Multimedia의 경우 기지국에서 가입자로의 수율은 2 Mbps이지만 가입자가 요구하는 서비스는 128 kbps임을 알 수 있다.

표 2는 가입자당 호처리 기준부하를 나타낸다. 크게 빌딩내(CBD: Central Business District), 보행자(Pedestrian), 및 차량용(Vehicle) 가입자로 나누어 호처리 기준부하를 정의하였다. 패킷 교환인 경우 하나의 호는 하나의 세션(Session)으로 이해된다.

표 3의 통화시간은 최번시 하나의 호 또는 세션의 평균 지속시간으로 정의된다. 멀티미디어 환경에서 호의 지

표 1. IMT-2000에서의 서비스 종류

서비스	상향(kbps)	하향(kbps)
S	16	16
SM	14	14
SD	64	64
MM	64	384
HMM	128	2000
HIMM	128	128

표 2. 호처리 기준부하

서비스	CBD	PED	VEH
S	3	0.8	0.4
SM	0.6	0.3	0.2
SD	0.2	0.2	0.02
MM	0.5	0.4	0.008
HMM	0.15	0.06	0.008
HIMM	0.14	0.07	0.011

표 3. 호 지속시간

서비스	CBD	PED	VEH
S	180	120	120
SM	3	3	3
SD	156	156	156
MM	3000	3000	3000
HMM	3000	3000	3000
HIMM	120	120	120

활성화율은 하나의 호가 지속되는 동안 실제적으로 자원이 사용되는 시간의 백분율 값이다. 보통의 경우 회선 교환 서비스는 활성화율이 1인데, 이는 양방향으로 항상 회선을 점유하기 때문이다. 그러나 음성인 경우 가입자가 말을 하는 동안에만 음성이 전송되므로 한번에 한 방향으로만 음성이 전송되므로 음성인 경우의 활성화율은 0.5의 값을 갖는다. 패킷교환 서비스 중에서 MMM 및 HMM 서비스에 대해서는 다음과 같은 실측 자료를 이용하여 서비스 활성화율을 산출한다. 서비스 활성화율은 패킷 전송

시간을 총 세션시간으로 나눈 값이며, 패킷 전송시간과 총 세션시간은 각각 표 4와 같다.

$$\text{Packet Transmission Time(seconds)} = \frac{(\text{NPCPS}) \times (\text{NPPPC}) \times (\text{NBPP}) \times (8 \text{ bits per byte})}{1024 \text{ bits per kbyte} \times \text{Transmission Rate}}$$

$$\text{Total session Time(seconds)} = \text{Packet tx time} + \{\text{PCIT} \times (\text{NPCPS} - 1)\} + \{\text{PIT} \times (\text{NPPC} - 1)\}$$

$$\text{Activity Factor} = \frac{\text{Packet tx Time}}{\text{Total session Time}}$$

표 4. 패킷 전송시간과 총 세션시간

	상항	하항
NPCPS	5	5
NPPPC	25	25
NBPP	90	480
PCIT	120	120
kbps	0.01	0.01
sec	64	64
sec	1.37	7.32

이상을 산출한 서비스 활성화율을 정리하면 표 5와 같다. 가입자당 트래픽 파라메타는 회선교환인 경우 최번시 가입자가 Off-hook 하여 활성화할 확률로 정의되며, Erlang으로 표현된다. 패킷교환인 경우에도 회선교환에서와 동일하게 증가적으로 정의된다.

표 5. 활성화율

서비스	CBD	PED	VEH
S	0.5	0.5	0.5
SM	1	1	1
SD	1	1	1
MM	0.00285 0.015	0.00285 0.015	0.00285 0.015
HMM	0.00285 0.015	0.00285 0.015	0.00285 0.015
HIMM	1	1	1

$$\text{Traffic / User} = \text{Busy_Hour_Call_Attempts} \times \text{Call_Duration} \times \text{Activity_Factor}$$

표 6. 가입자당 트래픽

서비스	CBD	PED	VEH
S	270	48	24
SM	1.8	0.9	0.6
SD	31.2	31.2	3.12
MM	4.275 22.5	3.42 18	0.07 0.36
HMM	1.28 6.75	0.51 2.7	0.07 0.36
HIMM	16.8	8.4	1.32

셀내 발생 트래픽은 회선교환인 경우 Erlang으로 표현되며, 패킷교환인 경우에도 회선교환에서와 동일하게 증가적으로 정의된다.

$$\text{Offered_Traffic/Cell} = \text{Traffic/User} \times \text{Users/Cells}$$

표 7. 셀 당 제공 트래픽

서비스	CBD	PED	VEH
S	177390	1093248	16398
SM	648	11232	224
SD	3650	126547	379
MM	577 3037	16005 84240	9 50
HMM	173 911	2400 12636	9 50
HIMM	3780	65520	309

그룹 크기가 7인 경우 표 7에서 나타낸 값들을 Erlang으로 환산하면 다음 표 8과 같다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{Offered_Traffic/Cells} \times \text{Group_Size}/3600$$

표 8. Offered_Traffic

서비스	CBD	PED	VEH
S	344	2125	31.9
SM	1.3	21.8	0.4
SD	7.1	246	0.7
MM	1.1 5.9	31 164	0.02 0.09
HMM	0.3 1.8	4.7 24.6	0.02 0.09
HIMM	7.4	127.4	0.6

서비스 품질에 영향을 미치는 파라미터로는 그룹 당 셀 수와 블러킹 확률이 고려된다. 베어러 채널의 능력은 서비스 품질을 고려하여 표현된다. 서비스 품질 파라미터의 설정은 User_Net_Bit_Rates 스트림을 전송하는 데 필요한 서비스 채널 자원의 수에 직접적으로 영향을 미친다. 따라서 서비스 품질 파라미터는 셀에서 요하는 트래픽을 운반하는 데 필요한 실제 자원의 수를 결정하는 데 사용된다. 회선교환 서비스인 경우 필요한 파라미터는 블러킹 확률이며, 패킷교환 서비스인 경우의 서비스 품질은 최대 패킷 지연시간과 패킷 손실 확률 등이 있다. 이러한 파라미터에 대한 적절한 값의 설정은 Service_Type에서 결정되어야 한다. 또한 패킷교환 시스템의 수율(Throughput)은 사용하는 다중 액세스 프로토콜(Aloha, PRMA 등)에 따라 다르므로 특정 프로토콜이 주어진 경우 총 수율은 적당한 트래픽 모델과 패킷 서비스 기준(Quality_of_Service_Functiones)에 의하여 특정 Service_Type에 대하여 결정될 수 있다. 패킷교환 트래픽 파라미터에 대한 예로서 세션들의 도착시간에 대한 통계, 세션 당 버스트한 패킷의 수, 한 세션 내에서 버스트 패킷의 도착시간, 패킷 크기에 대한 통계 등이 있다.

블러킹 확률

음성, Switched Data, HMM 트래픽 등과 같은 회선교환 서비스인 경우 QOS 파라미터 1%를 갖는 Erlang B 모델을 적용하였다. 패킷교환 서비스인 경우는 QOS 파라미터 1%를 갖는 Erlang C 모델을 적용하며, 다음과 같은 식으로서 규정하였다.

$$P[W > x] = E_C(S, A) \exp[-m(S - A)x]$$

여기서 W는 대기시간, S는 채널의 개수, A는 트래픽, 그리고 1/는 호당 평균 통화시간을 의미한다. EC(S,A)는 시스템에 도착한 호가 큐잉될 확률을 나타내는 Erlang C 함수이다. 전체 통화 지속시간 동안에 유효한 세션 수율(Throughput)이 규정된 전송속도의 50% 이상인 경우 사용자가 만족한다고 가정하면 위 식에서 x = 0.5로 설정하여 필요한 채널 수를 산출할 수 있다.

그룹 당 셀 수

시스템의 회선 효율은 트래픽이 증가함에 따라 높아지며, 임의의 셀에서 트래픽이 셀에서의 처리능력 이상으로

증가하는 경우 초과되는 트래픽을 인접 셀에서 분산 처리한다면 시스템 전체 회선 효율은 높아진다. 따라서 이와 같은 개념을 적용하여 고려 대상 셀 및 그 주변의 인접 셀을 포함하여 구성되는 7개의 셀들을 하나의 그룹으로 설정한다. 셀당 서비스 서비스 채널 수는 이전에 언급한 파라미터들을 포함하는 복잡한 함수이다.

$$Service_Channels/Cel_s = \frac{QOS_c [Offered_Traffic/Cel_s \times Group_Size_c, BlockingCriteria_c]}{Group_Size_c}$$

Service_Channels/Celles은 실제 셀에서 필요한 트래픽을 제공하기 위한 서비스 채널 수이며, 여기서 서비스 채널은 Net_User_Bit_Rates를 운반하는데 필요로 하는 채널이다.

표 9. 그룹 당 서비스 채널 수

서비스	CBD	PED	VEH
S	370	2153	44
SM	5	28	3
SD	14	269	4
MM	4 11	38 172	2
HMM	3 5	9 31	2
HIMM	14	146	4

따라서 셀 당 필요한 트래픽 채널 수는 그룹 당 채널 수를 그룹 크기 7로 나누어서 이를 반올림하여 산출한다. 이를 정리하면 표 10과 같다.

서비스 채널의 Modularity 때문에 Service Channel Bit Rates는 Net User Bit Rates보다 같거나 크다. 예를 들면 14kbps Net User Bit Rates를 운반하기 위해서는 16kbps의 Service Channel Bit Rates가 필요하고 64kbps Net User Bit Rates를 운반하기 위해서는 80kbps의 Service Channel Bit Rates가 필요하다.

표 10. 셀 당 서비스 채널 수

서비스	CBD	PED	VEH
S	53	308	7
SM	1	4	1
SD	2	39	1
MM	1 2	6 25	1
HMM	1 2	1 5	1
HIMM	2	21	1

표 12. 셀 당 가입자 수

서비스	CBD	PED	VEH
S	657	22776	683
SM	360	12480	374
SD	117	4056	121
MM	135	4680	140
HMM	135	4680	140
HIMM	225	7800	234

표 11. Traffic (kpbs/cell)

서비스	CBD	PED	VEH
S	845	4921	100
SM	10	56	6
SD	128	2459	37
MM	37 603	347 9435	19 109
HMM	55 1429	164 8857	37 571
HIMM	256	2669	73

Ⅲ. 수율 기준부하 및 기준수율 정의

표 11과 표 12의 자료를 근거로 단위시간 동안 가입자 당 수율 기준부하를 구하면 표 13과 같다. 단, 음성 서비스에 대해서는 교환기의 입력단에서의 처리 속도를 고려하여 AAL type 2을 적용하는 경우를 가정하였다.

표 13. 수율 기준부하 (kbits/hour)

서비스	CBD	PED	VEH
S	8127	1389	872
SM	85	16	58
SD	3966	2183	1082
MM	1005 15954	268 7250	469 2813
HMM	1463 43976	136 6719	938 14652
HIMM	4198	1236	1125

또한 Service Channel Bit Rates는 Coding Factor와 채널 오버헤드에 관련된 영향을 포함할 수 있다. Service Channel Bit Rate이 Net User Bit Rates보다 큰 요소들을 제거하면 Service Channel Bit Rates와 Net User Bit Rates는 같다. 따라서 Service Channel Bit Rates와 Net User Bit Rates가 같다고 가정하여 표 1에서의 값을 이용한다. 셀 당 발생 수율은 다음과 같이 산출된다.

$$T = \text{Service_Channels/Cell} \times \text{Service_Channel_Bit_Rate}$$

여기서 T는 모든 환경과 서비스들을 고려한 종합적인 값이다. 따라서 필요한 서비스 채널 수와 서비스 채널의 속도를 기초로 각 셀에서의 트래픽은 표 11과 같다.

또한, 가입자 밀도와 셀면적 등을 고려하여 셀 당 가입자 수를 구하면 표 12와 같다.

$$\text{Users/Cell} = \text{Population_Density} \times \text{Cell_area} \times \text{Penetration Rate}$$

기준수율의 정의

위와 같이 여러 종류의 대역폭을 요구하는 환경을 고려하기 위해 1시간 동안의 64 Kbits 사용 대역량을 1 기준수율(RT: Reference Throughput)로 정의한다. 즉, 1 RT의 총 비트수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$1 \text{ RT} = 64 \text{ Kbits/sec} \times 3,600 \text{ sec} = 230,400 \text{ Kbits}$$

표 14. 기준수율 및 호처리 기준부하

서비스	CBD	PED	VEH
S	16	16	8
SM	9.2	9.2	4.6
SD	2.8	2.8	1.4
MM	3.2	3.2	1.6
HMM	3.2	3.2	1.6
HIMM	5.6	5.6	2.8

표 15. 가입자의 요구수율

서비스	CBD	PED	VEH
S	1300	222	70
SM	8	2	3
SD	111	61	15
MM	32 510	9 231	8 45
HMM	47 1407	4 215	15 234
HIMM	235	69	32

이동가입자 기준수율

표 13에서 정의된 가입자 트래픽 및 ITU-R에서의 가입자당 수율 계산 방법을 적용하여 이동가입자당 기준수율 및 호처리 기준부하를 산출하면 (표 14)와 같다. 여기서는 CBD:PED:VEH=40:40:20%인 경우를 가정한다.

그리고 상향과 하향에서 발생하는 트래픽이 서로 다르므로 이동가입자 당 발신 RT(상향)과 착신 RT(하향)로 나누어 정의한다. 또한, 각 비율을 고려한 가입자의 수율을 표 15에 정리 하였다.

IV. ATM-MSC 트래픽 처리용량 분석

표 14에서의 가입자 기준수율, 호처리 및 서비스 비율을 근거로 ATM-MSC의 수용가입자 및 수용가입자에 따른 호처리 능력을 요약하면 표 16과 같다.

표 16에서는 256256 교환기에 AAL type 2를 적용하였을 때의 결과를 나타낸다. 여기서는 가입자 데이터(10 byte)와 dummy(8 byte)를 포함하여 18 byte(=10+8)를 8 kbps(=160.5)로 처리하기 위해 14.4 kbps(8:10=x:18)의 처리능력을 갖는 경우를 고려한다.

표 19. 교환기의 수용가입자/호처리용량

서비스	CBD	PED	VEH
S	1303540/ 1031520	1303540/ 1031520	651769/ 515760
SM	749534/ 593124	749534/ 593124	374767/ 296562
SD	228119/ 180516	228119/ 180516	114059/ 90258
MM	260707/ 206304	260707/ 206304	130354/ 103152
HMM	260707/ 206304	260707/ 206304	130354/ 103152
HIMM	456238/ 361032	456238/ 361032	228119/ 180516

V. 결론

본 논문에서는 ITU-R에서 제시된 이동통신 시스템에서의 서비스 유형, 가입자당 기준수율(RT: Reference Throughput) 및 호처리 기준부하를 근거로 IMT-2000 망에서의 ATM-MSC 교환기의 수용가입자 및 호처리능력을 예측하였다. 음성 서비스에 대해 AAL type 2를 적용하는 경우, 256256의 스위치 구조를 갖는 ATM-MSC 교환기의 경우 815만 이상의 가입자(발신 0.0419 RT, 착신 0.0529 RT)를 수용하여 645만 BHCA 이상의 호처리를 수행해야 함을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] ITU-R M.1390, Methodology for the Calculation of IMT-2000 Terrestrial Spectrum Requirements, March, 1999.
- [2] ITU-R M.1391, Methodology for the Calculation of IMT-2000 Satellite Spectrum Requirements, March, 1999.
- [3] M.H. Callendar, Future Public Land Mobile Telecommunication Systems, IEEE Personal Communications, pp.18-22, 1994.
- [4] EIA/TIA/IS-95, MS-BS Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System, July, 1993.

저자소개



장 희 선

울산대학교 산업공학과 학사
KAIST 산업공학과 석사, 박사
한국전자통신연구원 선임연구원
현재:
천안외국어대학 컴퓨터정보과 교수
한국전자통신연구원 초빙연구원
관심분야: 트래픽 엔지니어링



신 현 철

원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사)
현재:
천안외국어대학 컴퓨터정보과 교수
(주) en4n 기술자문이사
관심분야: 컴퓨터통신 무선통신, 이동통신