

# 무선 멀티미디어 서비스를 위한 기지국 설계용량 분석

장희선<sup>1\*</sup> · 조기성<sup>2</sup> · 김영부<sup>2</sup>

<sup>1</sup>평택대학교 경상정보학부 / <sup>2</sup>한국전자통신연구원 광대역통합망연구단

## Base Station Processing Capacity in Wireless Multimedia Networks

Hee-Seon Jang<sup>1</sup> · Kee-Sung Cho<sup>2</sup> · Young-Bu Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Business Administration & Information, Pyongtaek University, Pyongtaek, 450-701

<sup>2</sup>Division of Broadband Convergence Network, ETRI, Daejeon, 305-350

In this paper, we present the base station(BS) processing capacity to provide the multimedia services in IMT-2000 wireless communication network. The IMT-2000 services are classified into two types, circuit and packet services, and user's environments such as indoor, pedestrian and vehicle are considered. Using the parameters of service economics and wireless technology, the user's reference traffic and BS's traffic are computed. The traffic is measured by throughput(kbps). Based on the measured traffic, the accommodating users in BS are also evaluated. In addition to, the BS design capacity is presented for varying the number of users and traffic distribution in different user's environments.

**Keyword:** IMT-2000, wireless multimedia services, base station processing capacity

### 1. 서론

1990년대 들어 이동통신 시장이 급격하게 팽창하면서 많은 이동통신 사업자와 다양한 이동통신 서비스가 나타나고 가입자들이 언제, 어디서나 서비스를 이용할 수 있는 이동통신 시대가 열렸다. 그러나 Cellular/PCS(Personal Communication Services) 이동통신 서비스를 제공하는 2세대 사업자들은 지역 및 국가에 따라 상이한 기술방식을 적용하여 이동통신 네트워크를 구현함으로써, 사용자가 이동중에 특정지역에는 이동통신 서비스를 이용할 수 없는 경우가 발생하였으며, 또한 무선구간에서 제공되는 낮은 전송속도 때문에 고속의 전송속도가 요구되는 다양한 멀티미디어 서비스를 이용할 수 없다는 문제점을 야기하였다. 이를 위해 ITU(International Telecommunication Union)에서는 세계적으로 사용자가 세계 어느 지역에서도 하나의 단말기로 음성, 데이터, 영상 등 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 IMT-2000(International Mobile Telecommunication for the year 2000)을 권고하였다. IMT-2000 서비스의 궁극적인 목표는 육

상 및 위성환경에서 무선단말 또는 사용자 카드 접속으로 음성, 고속 데이터, 영상 등을 포함하는 2Mbps급의 무선 멀티미디어 서비스와 글로벌 로밍을 제공하는 “개인화된 글로벌 무선 멀티미디어 서비스”라고 할 수 있다.

ITU-R 229/8(2000)과 M.1390/1391(1999)에서는 IMT-2000(EIA/TIA/IS-95, 1993; Meier-Hellstern and Alonso, 1992; Callendar, 1994) 서비스를 지원하기 위해 필요한 지상계 및 위성계에서의 주파수 요구량을 계산하기 위한 체계적인 방법을 권고하였다. ITU-R 229/8(2000)에서는 2010년까지 IMT-2000 사용자가 요구하는 서비스로 음성(Speech), 회선교환 데이터(Switched Data), 대화식 고속 멀티미디어(High Interactive Multimedia)의 회선교환 서비스와 단문 메시지(Simple Message), 표준 멀티미디어(Medium Multimedia), 고속 멀티미디어(High Multimedia)의 패킷교환 서비스로 총 6개의 서비스를 가정하였다. 그리고 옥내(CBD: Central Business District), 보행자(PED: Pedestrian) 및 차량용(VEH: Vehicle)의 가입자 환경을 고려하며, 입력 파라미터로써 셀 면적, 가입자 밀도, 서비스 보급률, 호 시도수, 호 지속시간, 서비

\*연락처: 장희선 교수, 450-701 경기도 평택시 용이동 111 평택대학교 경상정보학부, Fax : 031-659-8011, E-mail : hsjang@ptuniv.ac.kr  
2002년 10월 접수, 1회 수정 후 2003년 10월 게재 확정.

스 활성화율을 이용하고 이를 바탕으로 셀당 가입자 수와 가입자당 발생 트래픽을 산출한다. 또한, 하나의 group 내에 7 clusters의 셀을 가정하여 group 내에서 서비스를 지원하는 데 필요한 채널 수를 구하고 임의의 셀 내에서 필요한 서비스 채널수를 구하기 위해 회선교환에 대해서는 Erlang-B 공식을 이용하며, 패킷교환 서비스에 대해서는 Erlang-C 모델을 적용하였다.

본 논문에서는 IUT-R에서 제시된 방법을 토대로 기준 트래픽에 대한 트래픽 특성을 분석하고 셀당 채널 수 및 발생 수율(throughput: kbps)을 구한다. 그리고 6가지 IMT-2000 서비스에 대한 가입자의 수가 서로 다른 경우 기지국의 처리용량을 산출하고 가입자 환경, 즉 옥내, 보행자 및 차량용 가입자의 분포가 변하는 경우 기지국의 용량을 분석하고자 한다.

## 2. 기준 트래픽

<표 1>은 ITU-R에서 권고하는 IMT-2000에서의 서비스 종류, 서비스별 수율, 호 시도수(BHCA: Busy Hour Call Attempts) 및 호 지속시간을 나타낸다. 여기서 BHCA란 Busy Hour(예: 출퇴근 시간) 동안에 발생하는 가입자당 평균 호의 수를 의미한다. 서비스는 다음과 같은 6개의 서비스를 가정하며 회선과 패킷교환 서비스로 나누었다.

- Speech(S): 음성(음성전화/사서함: 회선교환)
- Simple Message(SM): 단문 메시지(단문/정보 서비스: 패킷교환)
- Switched Data(SD): 회선교환 데이터(Teleshopping, Telebanking: 회선교환)
- Medium Multimedia(MMM): 표준 멀티미디어(DB 접속 서비스: 패킷교환)
- High Multimedia(HMM): 고속 멀티미디어(화상회의, 고속

인터넷: 패킷교환)

- High Interactive Multimedia(HIMM): 대화식 고속 멀티미디어(화상전화, 게임: 회선교환)

패킷교환 서비스인 Medium Multimedia와 High Multimedia의 경우, 상향(Uplink: 이동가입자→기지국)과 하향(Downlink: 이동가입자←기지국) 링크에서 발생하는 Bit rate를 달리 책정하였다. 즉 High Multimedia의 경우 기지국에서 이동가입자로의 채널 대역폭은 2 Mbps이지만 가입자가 요구하는 서비스는 128 kbps임을 알 수 있다. 그리고 옥내(CBD: Central Business District), 보행자(PED: Pedestrian) 및 차량(VEH: Vehicle) 가입자로 나누어 호처리 기준부하 및 호 지속시간을 정의하였다. 일반적으로 회선교환 서비스에 비해 패킷교환 서비스의 경우, 호 시도횟수는 작지만 통화시간은 길다.

<표 2>는 옥내, 보행자 및 차량용 가입자 환경에 대한 셀 면적 및 가입자 밀도를 나타낸다. 옥내 셀의 면적은 가장 작은 반면, 단위 면적당 가입자 수는 가장 많음을 알 수 있다.

표 2. 가입자 환경 및 밀도

파라미터	CBD	PED	VEH
셀 면적(m <sup>2</sup> /cell)	5,000	312,000	312,000
가입자 밀도(users/m <sup>2</sup> )	0.18	0.1	0.003

향후 IMT-2000 환경에서는 <표 2>에서 정의한 세 가지 유형의 셀들이 혼재할 것이며, 각각의 가입자 환경에 따른 셀 내 가입자 수 및 가입자당 요구 트래픽을 산출하기 위해 <표 3>에 서비스 보급률(Penetration ratio)과 서비스 활성화율(Activity factor)을 정의한다. 서비스 보급률은 각각의 가입자 환경에서 총 가입자에 대한 특정 서비스를 이용하는 가입자의 수를 나타내는 파라미터 값이다. 가입자들은 한 가지 이상의 서비스를 이용할 수 있으므로 임의의 환경에서 총 서비스 보급률은

표 1. IMT-2000 기준 트래픽

		회선교환			패킷교환		
		S	SD	HIMM	SM	MMM	HMM
서비스 수율(kbps)							
Uplink		16	64	128	14	64	128
Downlink		16	64	128	14	384	2,000
옥내 (CBD)	호 시도(BHCA)	3	0.2	0.14	0.6	0.5	0.15
	지속시간(sec)	180	156	120	3	3,000	3,000
보행자 (PED)	호 시도(BHCA)	0.8	0.2	0.07	0.3	0.4	0.06
	지속시간(sec)	120	156	120	3	3,000	3,000
차량 (VEH)	호 시도(BHCA)	0.4	0.02	0.011	0.2	0.008	0.008
	지속시간(sec)	120	156	120	3	3,000	3,000

100%를 넘을 수도 있다. 서비스 활성화율이란 하나의 호가 지속되는 동안 실제로 자원이 사용되는 시간의 백분율 값을 의미한다. 여기서는 CBD, PED 및 VEH의 세 가지 가입자 환경에 대해 동일한 서비스 보급률과 활성화율을 가정하였으며, MMM(표준 멀티미디어)과 HMM(고속 멀티미디어)의 패킷교환 서비스의 경우에서만 상향과 하향에서의 서비스 활성화율을 달리 책정하였다.

표 3. 서비스 보급률 및 활성화율(×100%)

서비스	서비스 보급률	서비스 활성화율	
		상향	하향
S	0.73	0.5	0.5
SM	0.40	1.0	1.0
SD	0.13	1.0	1.0
MMM	0.15	0.00285	0.015
HMM	0.15	0.00285	0.015
HIMM	0.25	1.0	1.0

### 3. 기지국 용량 산출방법

<표 1>~<표 3>에서의 기준 트래픽, 셀 특성, 서비스 보급률 및 활성화율을 이용하여 기지국 처리용량 산출 과정을 정리하면 다음과 같다.

#### 3.1 셀당 가입자 수 (users/cell)

각각의 서비스 및 가입자 환경에 따라 셀 면적(cell\_area)과 가입자 밀도(density) 및 서비스 보급률(penetration\_ratio)을 이용하여 셀당 가입자 수를 다음과 같이 산출한다.

$$users / cell = cell\_area(m^2 / cell) \times density(users / m^2) \times penetration\_ratio \quad (1)$$

#### 3.2 가입자당 트래픽 (erlang/user)

호 시도횟수(BHCA)와 호 지속시간(call\_duration) 및 서비스 활성화율(activity\_factor)을 고려하여 각각의 서비스 및 가입자 환경에 대한 가입자당 발생 트래픽을 구한다.

$$erlang / user = BHCA(calls / hour) \times call\_duration(hour) \times activity\_factor \quad (2)$$

#### 3.3 Group 내 발생 트래픽 (erlang/group)

식 (1)의 셀당 가입자 수(users/cell)와 식 (2)의 가입자당 트래픽

(erlang/user)으로부터 7개의 셀(7 clusters)로 구성된 하나의 group에서 발생하는 총 트래픽을 구하면 다음과 같다.

$$erlang / group = users / cell \times erlang / user \times 7 \quad (3)$$

#### 3.4 Group 내 서비스 채널 (channels/group)

식 (3)의 group 내 발생 트래픽을 수용하기 위한 소요 채널 수를 구하기 위해 블로킹 확률을 1%로 가정한다. 회선교환 서비스의 경우 Erlang-B(Erlang loss formula) 모델(Lee, 1998)을 이용하여 다음 식을 만족하는 채널 수 C를 구한다.

$$0.01 = \frac{a^C / C!}{\sum_{k=0}^C a^k / k!} \quad (4)$$

여기서 a는 식 (3)에서 구한 erlang/group을 나타내며 실제로는 블로킹 확률 1%를 넘지 않는 최대 서비스 채널 수를 구한다. 한편, 패킷 서비스의 경우 Erlang-C(Erlang delay formula) 모델을 적용한다. 안정상태의 M/M/C 시스템에서 서비스가 FCFS(First-Come-First-Service)로 처리될 때 대기시간, W의 분포함수는 다음과 같다(Lee, 1998).

$$Pr[W < x] = 1 - \frac{\frac{a^C}{C!(1-a/C)} \text{Exp}[-\mu(C-a)x]}{\sum_{k=0}^{C-1} \frac{a^k}{k!} + \frac{a^C}{C!(1-a/C)}} \quad (5)$$

여기서 1/μ은 평균 호 지속시간을 의미하며, 패킷 서비스의 경우 블로킹 확률은 “대기시간이 평균 호 지속시간의 반 이상이 될 확률”로 정의하고 블로킹 확률 1%를 넘지 않는 채널 수 C를 구한다.

$$0.01 = Pr\left[W > \frac{1}{2\mu}\right] = \frac{\frac{a^C}{C!(1-a/C)} \text{Exp}\left[-\frac{C-a}{2}\right]}{\sum_{k=0}^{C-1} \frac{a^k}{k!} + \frac{a^C}{C!(1-a/C)}} \quad (6)$$

#### 3.5 기지국당 소요 채널 (channels/bs)

Group 내 소요 채널 수(channels/group)와 group의 크기로부터 각각의 셀에 필요한 채널 수를 구할 수 있다.

$$channels / bs = \frac{channels / group}{7} \quad (7)$$

#### 3.6 기지국당 발생 수율 (kbps/bs)

각각의 서비스 채널(channel/bs)에서 발생하는 수율은 가입자가 요구하는 서비스 수율과 동일하다고 가정하여 <표 1>의

서비스 수율(*service\_bit\_rate*)로부터 셀당 발생 수율을 다음과 같이 구한다.

$$kbps/bs = channel\ bs \times service\_bit\_rate \quad (8)$$

### 3.7 가입자당 요구 수율 (*kbps/user*)

기지국당 발생 수율(*kbps/bs*)과 셀당 가입자 수(*users/cell*)로부터 가입자당 발생 수율을 구한다.

$$kbps/user = \frac{kbps/bs}{users/cell} \quad (9)$$

### 3.8 기지국 수용가입자 수 (*users/bs*)

끝으로, 기지국의 수용가입자 수는 상향과 하향 링크에 대해 기지국당 처리 수율과 가입자당 요구 수율로부터 다음과 같이 구한다.

$$users/bs = \frac{kbps/bs}{kbps/user} \quad (10)$$

## 4. 기지국 처리용량 분석

### 4.1 기준 트래픽에서의 기지국 처리용량

<표 2>의 가입자 환경 및 밀도 그리고 <표 3>의 서비스 보급률을 이용하여 셀당 가입자 수(*users/cell*)를 구하면 <표 4>와 같다. 여기서 비율은 전체 59,795.16명의 가입자에 대한 각각의 서비스 및 가입자 환경에서의 가입자 비율을 나타낸다. 전체 서비스 중 회선교환은 61.3%(S+SD+HIMM), 패킷교환은 38.7%(SM+MMM+HMM)를 차지하며 대부분이 보행자 중심의 가입자임을 알 수 있다.

<표 1>~<표 3>의 기준 트래픽에 대한 파라미터 값을 이용하여 각각의 가입자 환경 및 서비스에 대해 기지국당 소요

표 4. 셀 내 가입자 수(*users/cell*)

	CBD	PED	VEH	Total	비율(%)
S	657	22,776	683.28	24,116.3	40.3
SM	360	12,480	374.40	13,214.4	22.1
SD	117	4,056	121.68	4,294.68	7.2
MMM	135	4,680	140.40	4,955.40	8.3
HMM	135	4,680	140.40	4,955.40	8.3
HIMM	225	7,800	234	8,259	13.8
Total	1,629	56,472	1,694.16	59,795.16	
비율(%)	2.7	94.5	2.8		100

채널(*channels/bs*), 기지국당 발생 수율(*kbps/bs*)를 구하면 <표 5>~<표 7>과 같다. <표 5>는 기지국에서 필요한 서비스 채널 수를 나타낸다. 음성에 대한 소요 채널 수가 다른 서비스에 비해 상당히 많음을 알 수 있으며 이는 음성의 호 시도횟수가 다른 호에 비해 많기 때문이다. ITU-R에서 제시한 기준 트래픽을 만족시키기 위해서는 445개(상향: 회선 432, 패킷 13)와 469개(하향: 회선 432, 패킷 37)의 채널을 합하여 총 914개의 채널이 필요하다.

표 5. 기지국 서비스 채널(*channels/bs*)

	CBD		PED		VEH	
	상향	하향	상향	하향	상향	하향
S	52.85	52.85	307.68	307.68	6.27	6.27
SM	0.61	0.61	3.98	3.98	0.43	0.43
SD	2.01	2.01	38.44	38.44	0.57	0.57
MMM	0.59	1.56	5.45	24.54	0.29	0.29
HMM	0.43	0.82	1.38	4.37	0.29	0.29
HIMM	2.05	2.05	20.91	20.91	0.57	0.57
Total	58.54	59.90	377.84	399.92	8.41	8.41

<표 6>과 <표 7>은 각각 상향과 하향 링크에서의 셀당 발생 수율을 나타낸다. MMM(표준 멀티미디어)과 HMM(고속 멀티미디어) 서비스에 대해 상향과 하향 링크에서 발생하는 트래픽이 서로 다르며, 상향 링크의 경우 전체 발생 트래픽에 대해 회선은 94%, 패킷은 6%인 반면, 하향 링크에서는 회선 35%, 패킷은 65% 정도 차지함을 알 수 있다. 하향 링크에서 기지국은 32,664.26 kbps의 처리용량을 가지는데, 이는 2 Mbps 가입자를 동시에 16명 정도 수용할 수 있음을 의미한다. 가입자당 요구 수율은 <표 6>~<표 7>의 기지국당 발생 수율을 <표 4>의 셀당 가입자 수로 나누어 구한다. 가입자당 요구 수율은 상향 링크에서 6.74 kbps, 하향 링크에서 31.05 kbps가 된다. 결국 IMT-2000 기준 트래픽에서의 기지국 처리용량은 상향 링크에서 1,817명, 하향 링크에서 1,052명이 되어 최소값, 즉 1,052명의 가입자를 수용할 수 있다.

표 6. 상향 링크에서의 기지국 발생 수율(*kbps/bs*)

	CBD	PED	VEH	Total	비율(%)
S	845.54	4,922.88	100.31	5,868.73	47.91
SM	8.52	55.68	6	70.2	0.57
SD	128.89	2,460.01	36.57	2,625.47	21.43
MMM	37.69	348.54	18.29	404.52	3.3
HMM	54.86	176.79	36.57	268.22	2.19
HIMM	262.4	2,677.03	73.14	3,012.57	24.59
Total	1,337.9	10,640.93	270.88	12,249.71	
비율(%)	10.92	86.87	2.21		100

표 7. 하향 링크에서의 기지국 발생 수율(kbps/bs)

	CBD	PED	VEH	Total	비율(%)
S	845.54	4,922.88	100.31	5,868.73	17.97
SM	8.52	55.68	6	70.2	0.21
SD	128.89	2,460.01	36.57	2,625.47	8.04
MMM	598.29	9,424.46	109.71	10,132.46	31.02
HMM	1,649.11	8,734.29	571.43	10,954.83	33.54
HIMM	262.4	2,677.03	73.14	3,012.57	9.22
Total	3,492.75	28,274.35	897.16	32,664.26	
비율(%)	10.69	86.56	2.75		100

<표 5>~<표 7>의 결과는 ITU-R에서 제시한 기준 트래픽에 대한 결과로서 국내 환경과는 많은 차이가 있을 것으로 예상된다. 따라서 3장의 방법론을 이용하여 기지국의 처리용량을 구하기 위해서는 사전에 국내 이동통신 가입자들에 대해서 설문조사 및 현장조사 방법 등을 이용하여 기준 트래픽에 대한 파라미터 값을 재정립할 필요가 있다. 아울러 ITU-R 기준 트래픽을 토대로 각종 파라미터 값들에 대한 기지국 처리용량의 민감도를 분석할 필요가 있다.

4.2 가입자 수 변화에 따른 기지국 처리용량 분석

본 절에서는 전체 가입자 중 회선과 패킷교환 서비스에 대한 가입자 비율의 변화에 따른 기지국 처리용량을 분석한다. 여기서 가입자 환경은 CBD:PED:VEH=40:40:20%를 가정하며 각각의 회선 및 패킷교환 서비스에 대한 비율은 동일하다고 가정한다. 예를 들어, 회선과 패킷교환 서비스의 비율이 70:30%라고 할 때 음성/옥내 서비스의 가입자는 5,581명(=59,795.16×0.7/3×0.4)이고 HMM/VEH(고속 멀티미디어/차량) 서비스 이용자 수는 1,196명(=59,795.16×0.3/3×0.2)이다.

<그림 1>~<그림 3>은 회선과 패킷교환 서비스 비율의 변화에 따른 기지국의 처리 수율, 가입자당 요구 수율 및 기지국의 수용가입자 수를 나타낸다. 전체 가입자 중 패킷 서비스를 이용하는 가입자의 비율이 증가함에 따라 하향 링크에서의 기지국 처리 수율은 증가하는 반면, 상향 링크에서는 감소함을 알 수 있다. 이는 하향 링크에서 MMM(표준 멀티미디어)과 HMM(고속 멀티미디어)의 패킷교환 서비스 수율이 각각 384 kbps(MMM)와 2 Mbps(HMM)로 다른 서비스의 수율에 비해 훨씬 크기 때문이다. 그리고 상향보다 하향에서 발생하는 수율이 매우 높음(50~80 Mbps)을 알 수 있다. <그림 2>에서 보듯이 가입자의 요구 수율은 서비스의 비율에 따라 큰 차이가 없으며 상향에 비해 하향에서의 트래픽이 높음(15~17 kbps)을 알 수 있다. 따라서 기지국의 수용가입자 수는 기지국의 처리 수율에 따라 대부분 결정되며 이를 <그림 3>에 나타내었다. 패킷교환 서비스의 비율이 높아짐에 따라 하향에서의 가입자 수는 증가하고 상향에서는 감소함을 알 수 있으며 기지국의 수

용가입자를 상향과 하향 링크에서의 수용가입자 수의 최소값이라 할 때 기지국은 최소 1,089명에서 최대 3,818명까지 수용할 수 있다.

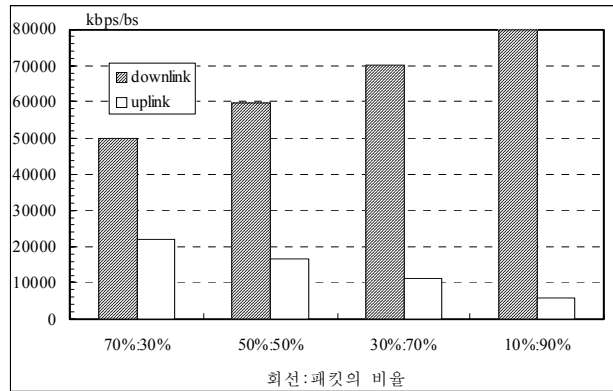


그림 1. 서비스 비율 변화에 따른 기지국 처리 수율.

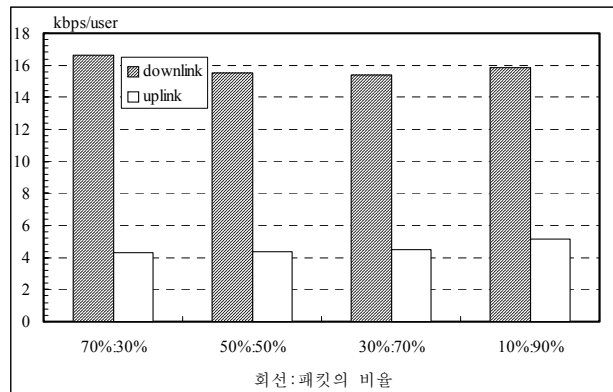


그림 2. 서비스 비율 변화에 따른 가입자 요구 수율.

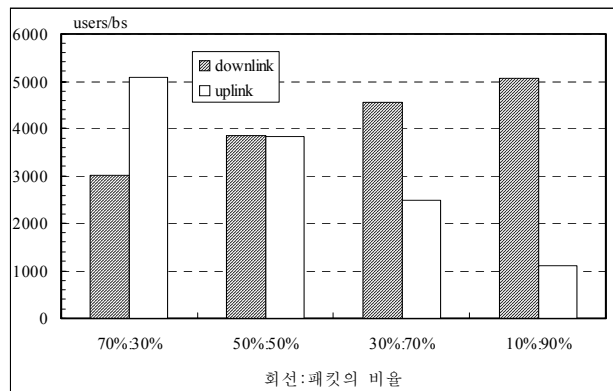


그림 3. 서비스 비율 변화에 따른 기지국 수용 가입자.

4.3 가입자 환경 변화에 따른 기지국 처리용량 분석

<그림 4>~<그림 6>은 서로 다른 가입자 환경 비율에 따른 기지국의 처리용량을 나타낸다. 여기서 서비스별 비율은 회선:패킷=50%:50%를 가정하였다. CBD에 대한 비율이 다른

환경보다 높을 때(CBD:PED:VEH=60:20:20%) 기지국의 처리 수율(상향 19.3 Mbps, 하향 67.6 Mbps) 및 수용가입자 수(상향 4,356명, 하향 4,287명)가 가장 큰 값을 갖는다. 이는 <표 1>에서 알 수 있듯이 CBD(옥내)에서의 가입자 호 시도횟수가 다른 환경에 비해 높기 때문이다. 그리고 환경별 비율이 동일한 경우 기지국의 수용가입자 수는 3,320명으로 상향과 하향에 대해 동일하며, 가입자당 요구 수율은 환경의 비율이 변하더라도 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

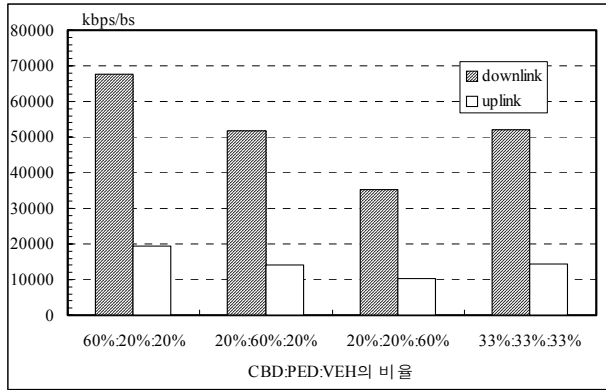


그림 4. 가입자 환경 비율 변화에 따른 기지국 처리 수율.

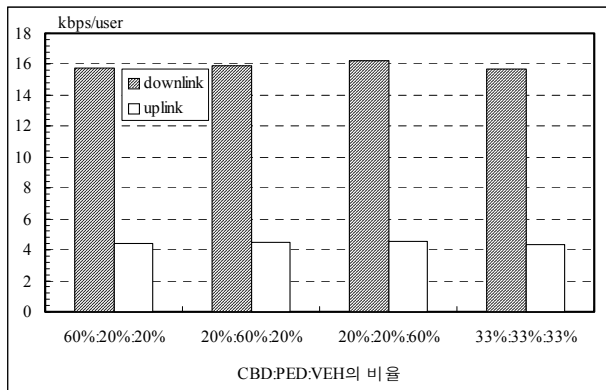


그림 5. 가입자 환경 비율 변화에 따른 가입자 요구 수율.

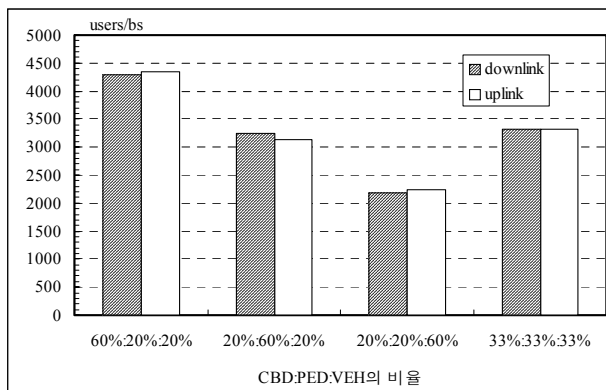


그림 6. 가입자 환경 비율 변화에 따른 기지국 수용 가입자.

### 5. 결론

본 논문에서는 IMT-2000에서의 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 기지국의 처리용량을 분석하였다. 기지국의 처리용량은 기지국의 처리수율과 가입자당 요구 수율을 토대로 최대 수용가입자 수로 나타내었다. 각종 IMT-2000 서비스에 대한 시장성과 무선 전송기술의 파라미터 값을 통해 가입자의 기준 트래픽과 셀 내 발생 트래픽을 계산하고, 이를 바탕으로 여러 가입자 분포 및 가입자 환경에서 필요한 기지국의 처리 수율과 수용가입자 수를 산출하였다.

음성, 회선교환 데이터, 대화식 고속 멀티미디어의 회선교환 서비스와 단문 메시지, 표준 멀티미디어, 고속 멀티미디어의 패킷교환 서비스로 총 6개의 서비스를 가정하고 옥내(CBD: Central Business District), 보행자(PED: Pedestrian) 및 차량용(VEH: Vehicle) 가입자로 나누어 각각의 서비스 및 가입자 환경 비율의 변화에 따른 트래픽을 분석하였다. 또한, 서비스 품질을 적용하기 위해 회선교환 호에 대해서는 Erlang-B, 패킷교환 서비스에 대해서는 Erlang-C 모델을 적용하였다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

- ITU-R 기준 트래픽 하에서는 기지국당 총 914개의 채널이 필요
- ITU-R 기준 트래픽 하에서는 기지국당 총 1,052명의 가입자 수용
- 패킷교환 서비스의 비율이 높아짐에 따라 하향 링크에서의 가입자 수는 증가하지만 상향 링크에서의 가입자 수는 감소
- 보행자와 차량용에 비해 옥내용(CBD) 가입자의 비율이 증가함에 따라 기지국의 처리 수율과 수용가입자 수를 높게 설계하여야 함
- CBD가 전체의 60% 정도일 때 기지국은 최대 4,287명까지 수용하도록 설계

현재 국내에서 상용화된 CDMA PCS에서의 기지국(3 sector-1 Frequency Allocation) 용량은 약 1,782명으로 예측하고 있다. 여기서는 주파수 2.5 MHz(=1.25 MHz×2), 64×64 Walsh code, 그리고 1인당 0.018 Erlang의 가정하에서 예측한 것이다. 이는 IMT-2000에서의 기준 트래픽을 적용시켰을 때의 수용가입자 수(1,052명)보다 70% 정도 많은 가입자이다. ITU-R에서는 본 논문에서 이용된 모든 파라미터 값이 미래의 시장성을 근거로 한 예측치이며 보다 완전한 해를 위해서는 여러 환경적인 요소와 추가적인 서비스를 고려해야 함을 언급하였다. 아울러 본 논문에서 제시한 기지국 처리용량 산출방법은 IMT-2000에서 뿐만 아니라 현재와 미래의 이동통신 서비스를 지원하기 위해 필요한 트래픽 엔지니어링을 위해서 유용하게 이용될 수 있음을 강조하였다.

## 참고문헌

EIA/TIA/IS-95 (1993), MS-BS Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System.  
 Ho-Woo Lee (1998), *Queueing Theory-Probability Process Analysis*, Sigma Press.  
 ITU-R 229/8 (2000), Consideration of Deployment Scenario of IMT-2000 Networks.  
 ITU-R M.1390 (1999), Methodology for the Calculation of IMT-2000

Terrestrial Spectrum Requirements.  
 ITU-R M.1391 (1999), Methodology for the Calculation of IMT-2000 Satellite Spectrum Requirements.  
 K.S. Meier-Hellstern, and E.Alonso (1992), The Use of SS7 and GSM to Support High Density Personal Communications, ICC'92, 1698-1702.  
 M.H. Callendar (1994), Future Public Land Mobile Telecommunication Systems, *IEEE Personal Communications*, 18-22.

**장희선**

울산대학교 산업공학과 학사  
 KAIST 산업공학과 석사  
 KAIST 산업공학과 박사  
 한국전자통신연구원 선임연구원  
 백석대학 컴퓨터정보과 교수  
 현재: 평택대학교 경상정보학부 교수  
 한국전자통신연구원 초빙연구원  
 관심분야: 트래픽 엔지니어링, 통신시스템 성능분석

**김영부**

한양대학교 전기공학과 학사  
 한양대학교 전기공학과 석사  
 현재: 한국전자통신연구원 팀장(책임연구원)  
 관심분야: BcN, 광인터넷, 네트워크구조 및 망 계획

**조기성**

경북대학교 전자공학과 학사  
 경북대학교 전자공학과 석사  
 현재: 한국전자통신연구원 팀장(책임연구원)  
 관심분야: 액세스 미디어이터 기술, IMT-2000 핵심망 기술, BcN