

MSS 대역 WCDMA ATC 서비스 주파수 할당을 위한 인접 채널 간섭 분석

Analysis of Adjacent Channel Interference for WCDMA ATC Service Frequency Allocation Operating in MSS Band

강 영 흥 · 정 남 호* · 오 대 섭*

Young-Heung Kang · Nam-Ho Jeong* · Dae-Sub Oh*

요 약

최근 기존의 MSS(Mobile Satellite Service) 대역에 지상망과 위성망의 하이브리드 형태인 ATC(Ancillary Terrestrial Component) 서비스 도입이 추진되고 있다. 새로운 MSS/ATC 서비스 주파수 할당을 위해서는 기존의 지상망에 의한 인접 채널 간섭뿐만 아니라 시스템 자체 내의 인접 채널 간섭 분석이 중요하다. 이에 본 논문에서는 인접 채널 간섭에 의한 ACIR(Adjacent Channel Interference Ratio), 지상 이동국 및 위성 이동 지구국의 수를 파라미터로 하여 업링크에서는 지상 기지국 최소 허용 전력 및 시스템 용량(capacity) 손실, 다운링크에서는 1 빔 (beam) 당 1 셀(cell)을 가정하여 MSS/ATC 시스템 용량 손실에 대한 시스템 성능을 평가하였다. MSS/ATC 서비스 주파수 배치에 따른 주파수 공유를 위해 두 가지 시나리오 즉, 5 MHz 및 10 MHz 주파수 간격에 대한 ACIR 기준값을 평가하였으며, 향후 이 기준값에 따른 ATC 서비스 커버리지 및 수신 필터 설계 등이 요구된다.

Abstract

A candidate hybrid satellite and terrestrial network architecture, MSS/ATC(Mobile Satellite Service/Ancillary Terrestrial Component), is proposed for utilizing efficiently the exist MSS bands. Studies on the adjacent channel interference from the existing terrestrial mobile services and MSS/ATC itself are important to allocate a new ATC service frequency in MSS band. In this paper, we have analyzed the minimum permission power of terrestrial base station and the capacity loss with parameters of ACIR, number of MS(mobile Station) and MES(Mobile Earth Station) in uplink, and also, the capacity performance based on 1 beam and 1 cell assumption for MSS/ATC in downlink. The ACIR requirements are estimated in two MSS/ATC frequency allocation scenarios for 5 MHz and 10 MHz guard band to share spectrum with adjacent systems, and according to these ACIR requirements the service coverage and the receiver filter for ATC system should be designed in near future.

Key words : MSS/ATC, ACIR, WCDMA, Capacity, Minimum Permission Power

I. 서 론

지상 이동 통신 서비스는 밀집된 도시지역이나 섬으로 이루어진 도서지방 등 제한된 지형상의 서비스

「본 연구는 2011년도 지식경제기술혁신사업의 일환으로 수행하였음(11PR2530), 밀리미터파 대역 위성업무용 스펙트럼 이용기술개발,」
군산대학교 정보통신공학과(Dept. of Information Telecommunication, Kunsan National University)

*한국전자통신연구원 위성스마트통신연구팀(Satellite Smart Communications Research Team, ETRI)

· Manuscript received May 31, 2012 ; Revised September 12, 2012 ; Accepted September 19, 2012. (ID No. 20120531-065)

· Corresponding Author : Young-Heung Kang (e-mail : yhkang@kunsan.ac.kr)

스 커버리지로 “언제 어디서든” 끊김 없는 서비스 제공에 한계가 있다. 이의 대안으로 지상 서비스 커버리지의 빈틈을 채우기 위한 한 방법으로서 위성을 이용한 이동 통신 서비스가 출현되어 최종 사용자(end user)에게 세계적인 이동성을 제공하게 될 것이다. 이는 위성과 지상간의 활발한 융합을 가져와 하이브리드 형태로 개발되고 있는 유럽의 MSS/CGC (Mobile Satellite Service/ Complementary Ground Component) 또는 북미의 MSS/ATC (Ancillary Terrestrial Component) 서비스에 스펙트럼 면허를 허가함으로써 이의 실현에 대한 기대가 커지고 있다. FCC 및 IC(Industry Canada)는 2003년 2 GHz 주파수 대역에 MSS/ATC 서비스를 허용하는 규칙을 승인하였으며, Terrestrial 사업자에 업링크 2,000~2,010 MHz 및 다운링크 2,190~2,200 MHz, DBSD North America 사업자에 업링크 2,010~2,020 MHz 및 다운링크 2,180~2,190 MHz 주파수 대역을 승인하였다. 이는 원래 MSS에 허가되어 있는 주파수 대역을 지상과 위성의 공유를 허용하여, 전형적으로 지상 셀룰러 망으로 커버되는 도시지역에서의 고속 데이터 속도에서부터 동일 터미널에 위성망에 의한 중 지속 데이터 속도를 어느 곳에서나 제공할 수 있다는 강점을 지닌다^{[1]~[4]}.

3G WCDMA 시스템은 넓은 대역폭과 고속 데이터 전송이 가능하여 오디오/비디오 스트리밍, 텔레컨퍼런싱(teleconferencing)과 같은 멀티미디어 서비스를 제공하지만, MSS/ATC 서비스의 출현으로 인하여 망 설계에 있어 우선적으로 스펙트럼 관리에 대한 문제가 대두되고 있다. 이러한 차세대 위성시스템은 무선통신 시스템 간의 간섭을 분석하기 위해 이전의 위성시스템에서는 없는 많은 특성과 제약, 수백 개의 위성 빔(beam), 저 이득의 소형 가입자 단말, 지상 고정 및 이동 서비스와의 주파수 공유 등을 고려해야 한다^[5]. 시스템 간 간섭은 RF 분리(isolation) 부족으로 인해 발생되며, 두 시스템의 시스템 용량의 열화를 가져온다. MSS/ATC 시스템도 두 가지 형태, 즉 지상 부문과 위성 부문 WCDMA 시스템 간의 동일 지역 인접 주파수 대역에서 서비스가 될 예정이며, 인접 채널 간섭을 야기하게 된다.

따라서 본 논문에서는 국내 MSS/ATC 서비스 주파수 대역 할당에 필요한 기존의 지상 이동망과의

인접 채널 간섭문제를 고려하면서, 지상과 위성 부문의 ATC 시스템에 의해 야기되는 간섭 영향에 초점을 맞추어 업링크에서 지상 기지국에서의 최소 허용 전력과 시스템 용량(capacity) 손실에 대한 이론적인 분석을 행하고, 다운링크에서는 위성 1 빔 지상 1셀을 가정하여 지상 이동국에 미치는 시스템 용량 손실을 구하여 MSS/ATC 시스템에 미치는 인접 채널 간섭 영향에 의한 시스템 성능을 평가하였다. 이를 위해 II장에서는 간섭 시나리오 및 인접 채널 간섭 평가를 위한 파라미터로 ACIR 정의에 대해 서술하였으며, III장에서는 업링크에서 인접 채널 간섭에 의한 기지국 최소 허용 전력 및 시스템 용량 손실, 다운링크에서의 시스템 용량 손실에 대해 분석한 후, IV장에서 MSS/ATC 서비스 주파수 할당을 위한 두 가지 간섭 시나리오에 있어서의 시스템 성능 평가를 행하여 V장에서 결론을 내린다.

II. 인접 채널 간섭

2-1 간섭시나리오

지상 셀룰러 시스템과 인접 채널에서 서비스를 행하는 위성 ATC 및 위성 빔에 의한 간섭을 고려하여 그림 1과 같은 시나리오 형태를 가정한다. 지상 셀룰러 기지국(BS)의 업링크 간섭에는 동일 셀 및 인접 셀 이동국(MS)과 인접 채널에서 운용되는 위성 이동 지구국(MES)에 의한 간섭을 고려하며, 지상 셀룰러 이동국의 다운링크 간섭에는 인접 셀의 기지국과 인접 채널에서 운용되는 위성 이동 지구국에 의한 간섭을 고려한다.

그림 2에는 MSS/ATC 시스템에 있어 지상 WCD-

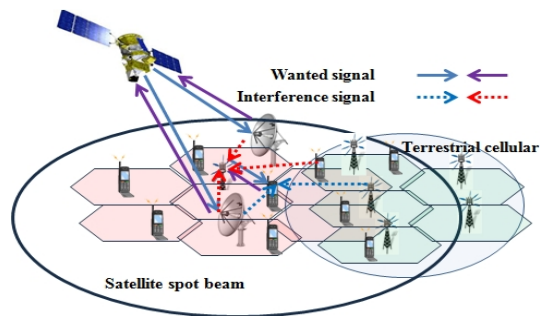


그림 1. MSS/ATC 시스템 간섭 시나리오
Fig. 1. Interference scenario for MSS/ATC system.

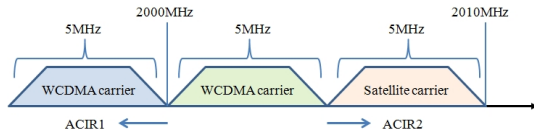


그림 2. MSS/ATC 주파수 배치도 예
Fig. 2. An example of frequency allocation for MSS/ATC.

MA 시스템과 위성 ATC 시스템 및 타 지상 WCDMA 시스템 간에 인접 채널로 할당된 주파수 배치도의 예를 보인다.

2-2 ACIR

WCDMA 시스템에서의 간섭원은 대역 내 및 대역 외 간섭으로 분류될 수 있다. 대역 내 주 간섭원은 다중 액세스 또는 동일 셀에서 운용되는 사용자들에 의한 동일 셀 내(intra-cell) 간섭과 동일 대역이지만 다른 셀에 위치한 사용자 또는 기지국에 의한 인접 셀간(inter-cell) 간섭이다. 대역 외 간섭원은 인접 주파수 대역에서 다른 셀룰러 신호에 의해 발생하는 인접 채널 간섭이다. 이의 원인은 주로 전력 증폭기의 비선형성 또는 수신기의 비이상적인 필터링으로 인접 시스템 용량에 중요한 열화를 가져온다.

필터가 불완전하다면 한 캐리어가 자기 채널에서 송신할 때, 그 전력의 일부가 인접 채널에 간섭을 야기하게 되며, 그 영향은 ACLR(Adjacent Channel Leakage Ratio)로 측정된다. 이와 달리 수신 필터는 단지 원하는 신호만 수신할 수 없기에 인접 채널 신호의 제거는 ACS(Adjacent Channel Selectivity)로서 측정된다. 이 때 ACIR(Adjacent Channel Interference Ratio)은 다음과 같이 결정된다^[6].

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} \quad (1)$$

표 1. 기지국과 이동국에 사용된 필터값
Table 1. Filter's values used in base and mobile stations.

Spacing (MHz)	ACLR(dB)		ACS(dB)	
	UE	BS	UE	BS
5	33	60	33	70
10	43	65	43	

시뮬레이션에 사용되는 필수 파라미터 중의 하나는 채널에 주어진 간격에 의존하는 필터값으로 표 1에 주어진다^[6]. 이 표로부터 식 (1)에 의한 5 MHz 및 10 MHz 주파수 간격 ACIR 값은 각각 32.99 dB 및 42.99 dB이다.

III. 간섭 분석

3-1 업링크 간섭

업링크에서 거리, 주파수 간격, WCDMA 이동국 (MS)의 수를 변화시키면서 기지국(BS)에서의 최소 허용 전력 및 시스템 시스템 용량 계산을 행한다. 간섭원으로는 MSS/ATC MES(Mobile Earth Station)와 지상 WCDMA MS를 고려하였다.

타 시스템으로부터 간섭이 없을 때, 서비스 링크 성능을 만족시키는 BS에 수신된 최소 허용 전력은 다음과 같다^{[7],[8]}.

$$P_{b,fore} = \frac{P_N \beta}{\left(\frac{W}{R}\right) - \gamma \beta (k-1)(1+f_{UL})} \quad (2)$$

여기서, W/R (W 는 칩율(chip rate), R 은 비트율)은 처리 이득, γ 는 activity factor, k 는 MS 수, f_{UL} ($= I_{other}/I_{own}$)은 인접 셀 대 자기 셀 간섭 비, β 는 요구 E_b/N_0 [dB], P_N [dBm]은 열잡음이다.

한편, WCDMA 시스템에서 수용될 수 있는 최대 시스템 용량은 식 (2)의 분모가 0일 때 다음과 같이 얻어진다.

$$k = \frac{\left(\frac{W}{R}\right)}{q} + 1 \quad (3)$$

여기서, $q = \gamma \beta (1+f_{UL})$ 이다.

3-1-1 위성 ATC MES에 의한 간섭

위성 다중 빔 하나의 중심이 지상 WCDMA BS에 동일하게 놓일 때, 위성 ATC 시스템의 MES가 일양(uniform)하게 분포하며, 전방향(omni-directional) 안테나 특성을 가정하면, BS에 미치는 간섭은 다음과 같다.

$$I_{MES} = \frac{2N P_{MES}}{d^2} \int_{d_0}^d ar^{b+1} dr$$

$$= \frac{2aNp_{MES}[d^b - d_0^b]}{(b+2)d^2} \quad (4)$$

여기서, N 은 위성 MES의 수, d 는 다중 위성 빔의 반경[km], d_0 은 MES와 지상 BS 간의 최소 분리 거리 [km], p_{MES} 는 MES의 송신 전력[W]이다. 또한, a, b 는 전파 모델에 의존하는 상수로서, 주파수 2 GHz 및 평균 옥상보다 15 m 높이의 안테나 기지국을 사용하는 도시 지역의 매크로 셀(macro cell) 경로 손실 모델^[9]($=128.1+37.6 \log[d\text{dB}]$)로부터 $a=10^{-12.81}$, $b=-3.76$ 이다.

위성 ATC MES 간섭에 의해 지상 WCDMA BS에 수신되는 최소 허용 전력은 식 (2) 및 식 (1)의 ACIR을 고려하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_{MES}^{\min} = \frac{\beta(P_N + I_{MES}/A)}{\left(\frac{W}{R}\right) - q(k-1)} \quad (5)$$

여기서, $A = 10^{ACIR/10}$ 이며, 한편, 위성 ATC MES 간섭이 존재할 때의 시스템 용량은 간섭이 없을 때의 식 (2)의 최소 허용 전력을 고려하여 식 (5)로부터 다음과 같이 구해진다.

$$k_{MES} = 1 + \left[\frac{\left(\frac{W}{R}\right) - \frac{\beta(P_N + I_{MES}/A)}{P_{before}}}{q} \right] \quad (6)$$

위성 ATC MES 간섭으로 인한 시스템 용량 손실을 평가하기 위해서는 식 (3)과 식 (6)으로부터 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$capacity\ loss = \left(1 - \frac{k_{MES}}{k}\right) \times 100\% \quad (7)$$

3-1-2 타 WCDMA 시스템에 의한 간섭

동일한 지상 WCDMA 시스템이 인접 대역에서 서비스가 행해질 때, 인접 채널 간섭에 의한 BS에 수신되는 최소 허용 전력 및 시스템 용량은 다음과 같이 구해진다.

$$P_{WCDMA}^{\min} = \frac{P_N\beta}{\left(\frac{W}{R}\right) - q\{(k-1) + k_1/A\}} \quad (8)$$

$$k_{WCDMA} = 1 + \left[\frac{\left(\frac{W}{R}\right) - \frac{P_N\beta}{P_{before}} - qk_1/A}{q} \right] \quad (9)$$

여기서, k_1 은 지상 타 WCDMA 시스템의 MS의 수이며, 지상 타 시스템 간섭에 의한 시스템 용량 손실은 식 (7)에서 k_{MES} 를 식 (9)의 k_{WCDMA} 로 대체하여 얻을 수 있다.

3-1-3 지상 WCDMA 시스템과 위성 ATC MES에 의한 간섭

지상 타 WCDMA 시스템과 위성 ATC MES에 의한 간섭을 동시에 고려하면 BS에 수신되는 최소 허용 전력은 식 (5)와 식 (8), 시스템 용량은 식 (6)과 식 (9)를 고려하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_{MES-WCDMA}^{\min} = \frac{\beta(P_N + I_{MES}/A_1)}{\left(\frac{W}{R}\right) - q\{(k-1) + k_1/A_2\}} \quad (10)$$

$$k_{MES}^{WCDMA} = 1 + \left[\frac{\left(\frac{W}{R}\right) - \frac{\beta(P_N + I_{MES}/A_1)}{P_{before}} - qk_1/A_2}{q} \right] \quad (11)$$

여기서, A_1, A_2 는 간섭과 피간섭 시스템과의 주파수 간격에 따른 ACIR 값이다. 마찬가지로 간섭에 의한 시스템 용량 손실은 식 (7)에서 k_{MES} 를 식 (11)의 k_{MES}^{WCDMA} 로 대체하여 얻을 수 있다.

3-2 다운링크 간섭

지상 WCDMA BS의 최대 송신 전력을 P_{\max} [W]라 면, 간섭이 없을 때의 각 MS에 대해 할당된 송신 전력은 다음과 같다^[8].

$$P_i = \frac{\beta R}{W}(1-\alpha)P_{\max} + P_N L_i \quad (12)$$

여기서, α 는 orthogonal factor이며, L_i [dB]는 MS와 BS간의 경로 손실이다.

위성 ATC MES 간섭이 존재하는 경우 각 MS에 대한 SIR(Signal to Interference Ratio) 값을 계산하면 다음과 같다.

$$SIR_i = \frac{p_i/L_i}{\left[(1-\alpha) \frac{P_{\max}}{L_i} + P_N + I_{MES}/A \right]} \quad (13)$$

식 (13)의 각 MS에 대한 SIR 값을 계산하여 목표치 5 %보다 낮으면 MS는 BS에 의해 서비스가 불가능하게 된다.

IV. 성능 평가

위성 ATC 시스템과 지상 타 WCDMA 시스템 간섭에 의한 성능 평가에 사용된 파라미터들의 값을 표 2에 나타내었다.

4.1 업링크 성능

4.1.1 위성 ATC MES에 의한 간섭

위성 ATC MES에 의한 간섭의 영향은 식 (4)의 MCL(Minimum Coupling Loss) d_0 에 의해 지배적이므로 여기서는 MCL=70.8 dB에 해당하는 $d_0=30$ m를 가정한다. 그림 3에 식 (5)에 의한 위성 ATC MES의 수 및 지상 WCDMA MS의 수에 따른 BS에서의 최

표 2. 성능 평가에 사용된 파라미터 값

Table 2. Parameters' value used in performance estimation.

Parameters	Value
Chip rate (W)	3.84 Mchips/s
Thermal noise (P_N)	-103 dBm
BS reference sensitivity	-110 dBm
User bit rate (R)	8 kbps (speech)
Voice activity factor (γ)	0.5
E_b/N_0 target (β)	6.1 dB
Other-to-own cell interference ratio (f_{UL})	0.55
ACIR/spacing	32.99 dB/5 MHz 42.99 dB/10 MHz
Transmission power/antenna gain of MES (P_{MES})	0 dBm / 0 dBi
Transmission maximum power / antenna gain of WCDMA BS (P_{\max})	43 dBm / 17 dBi
Orthogonality factor (α)	0.4

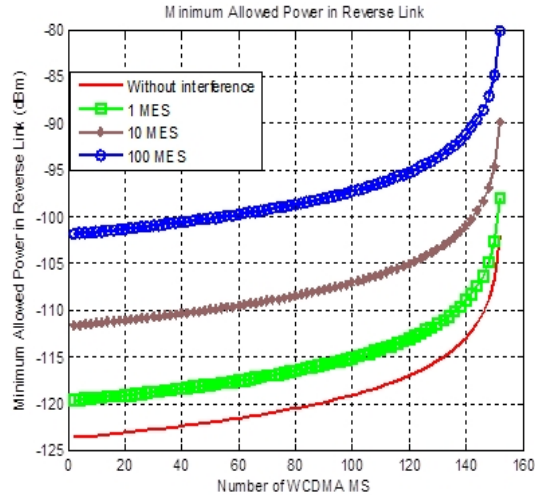


그림 3. 위성 ATC MES 간섭에 의한 BS 최소 허용 전력(Guard band=5 MHz)

Fig. 3. BS minimum permission power due to the interference from ATC MES.

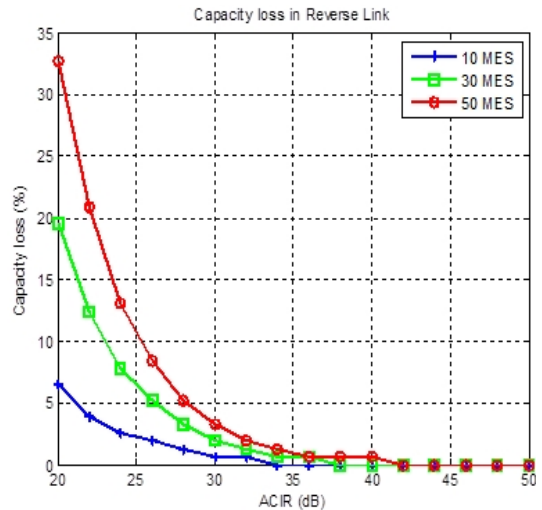


그림 4. 위성 ATC MES 간섭에 의한 시스템 용량 손실율(Guard band=5 MHz)

Fig. 4. Capacity loss due to the interference from ATC MES.

소 허용 전력을 나타내었다. 표 2의 BS 수신 감도 -110 dBm에서 간섭이 없을 때는 145개의 MS를 수용하지만, 위성 ATC MES 간섭에 의해 그 수가 1, 10, 100으로 증가함에 따라 서비스 가능한 MS의 수는 135, 40, 0으로 급격히 감소한다.

그림 4는 식 (7)에 의해 얻어진 위성 ATC MES의 수에 따른 지상 WCDMA 시스템 용량 손실을 나타

낸다. 5 %의 손실율을 기준으로 요구되는 ACIR 값은 위성 ATC MES의 수가 10, 30, 50으로 증가함에 따라 22, 26, 28 dB로 높아진다.

4-1-2 타 WCDMA 시스템에 의한 간섭

식 (8) 및 식 (9)로부터 동일한 지상 타 WCDMA 시스템 간섭에 의한 BS 최소 허용 전력 및 시스템 용량 손실은 그림 5 및 그림 6과 같다.

여기서, ACIR=5 dB로 아주 낮게 가정하여 간섭 시스템 MS의 수에 따른 간섭의 영향을 분석하였으며, 그림 5에서 -110 dBm을 기준으로 타 시스템의 MS의 수가 50, 100, 150으로 증가하면, 피간섭 시스템의 MS 수용 능력은 간섭이 없을 때의 145보다 13, 27, 43개 정도 줄어든다. 그림 6으로부터 5 % 시스템 용량 손실율을 고려하면, 간섭 시스템의 MS 수가 50, 100, 150으로 증가함에 따라 요구되는 ACIR 값은 8, 11, 13 dB 증가하지만, 표 2에 주어진 5 MHz 주파수 간격 기준치 32.99 dB 이하로 만족하고 있다.

4-1-3 지상 WCDMA 시스템과 위성 ATC MES에 의한 간섭

위성 ATC 시스템과 지상 타 WCDMA 시스템이 그림 2와 같이 인접 채널로 서비스가 이루어질 때, 다음과 같이 두 가지 간섭 시나리오, 위성 ATC 시스

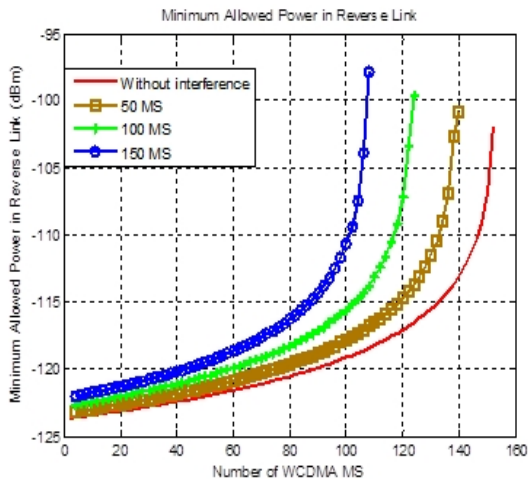


그림 5. 타 WCDMA MS 간섭에 의한 BS 최소 허용 전력(ACIR=5 dB)

Fig. 5. BS minimum permission power due to the interference from other WCDMA MS.

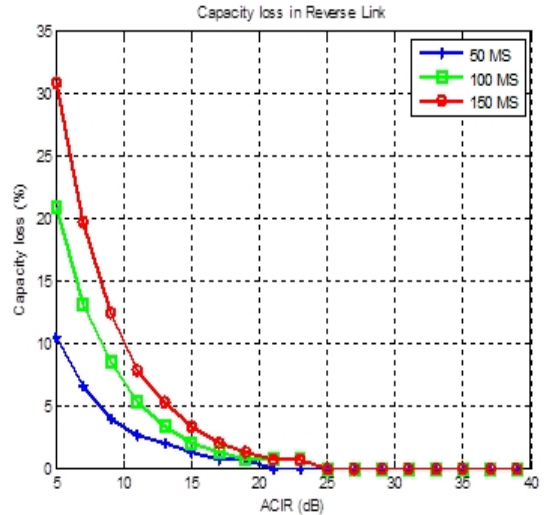


그림 6. 타 WCDMA MS 간섭에 의한 시스템 용량 손실율

Fig. 6. Capacity loss due to the interference from other WCDMA MS.

템 및 타 지상 WCDMA 시스템이 모두 5 MHz 주파수 간격으로 배치된 경우와 WCDMA는 5 MHz, 위성 ATC 시스템은 10 MHz 주파수 간격으로 배치된 경우를 고려한다.

4-1-3-1 시나리오 1: 위성 ATC 시스템 및 지상 타 WCDMA 주파수 간격=5 MHz

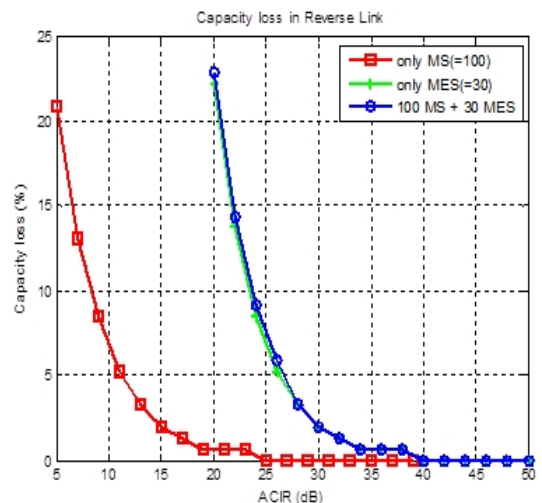


그림 7. 위성 ATC MES 및 타 WCDMA MS 간섭에 의한 시스템 용량 손실율(시나리오 1)

Fig. 7. Capacity loss due to the interference from ATC MES and other WCDMA MS.

이 경우는 식 (10) 및 식 (11)의 ACIR A_1, A_2 값이 동일한 경우로 위성 ATC MES에 의한 간섭이 지배적이어서, BS 최소 허용 전력은 그림 3과 동일하다. 시스템 용량 손실은 그림 7에 나타내며, 위성 ATC 시스템과 지상 타 WCDMA 시스템 간섭이 공존할 때, 단지 지상 타 WCDMA MS 간섭만이 존재하는 경우보다 15 dB 이상의 ACIR 값이 요구된다.

4.1-3-2 시나리오 2: 위성 ATC 주파수 간격=10 MHz, 지상 타 WCDMA 주파수 간격=5 MHz

이 경우는 위성 ATC 시스템 ACIR=42.99 dB, 지상 타 WCDMA 시스템 ACIR=32.99 dB가 적용되어 BS 최소 허용 전력은 그림 8과 같다. 시나리오 1보다는 간섭 수신 전력이 낮지만, 위성 ATC MES에 의한 간섭이 지배적이어서 지상 타 WCDMA MS 간섭에는 상관이 없다. 수신 전력 -110 dBm을 기준으로 MES의 수가 10개일 때, 간섭이 없을 때의 145개의 MS 수용 능력보다 100개로 낮아진다.

그림 9는 간섭 시나리오 1과 시나리오 2의 시스템 용량 손실을 비교한 결과이다. 손실을 5%에서 시나리오 2가 시나리오 1에 비해 9 dB ACIR 마진을 얻을 수 있다.

4.2 다운링크 성능

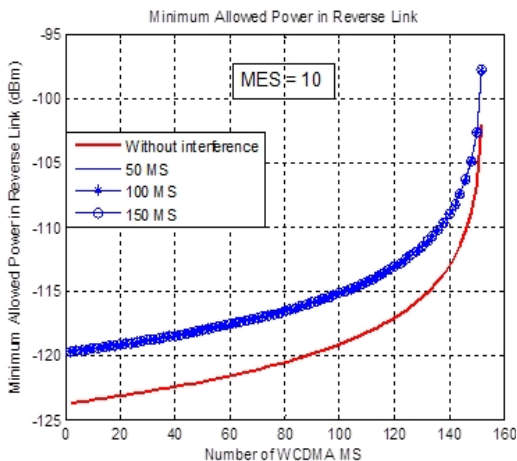


그림 8. 위성 ATC MES와 지상 타 WCDMA MS 간섭에 의한 BS 최소 허용 전력(시나리오 2)
Fig. 8. BS minimum permission power due to the interference from ATC MES and other WCDMA MS.

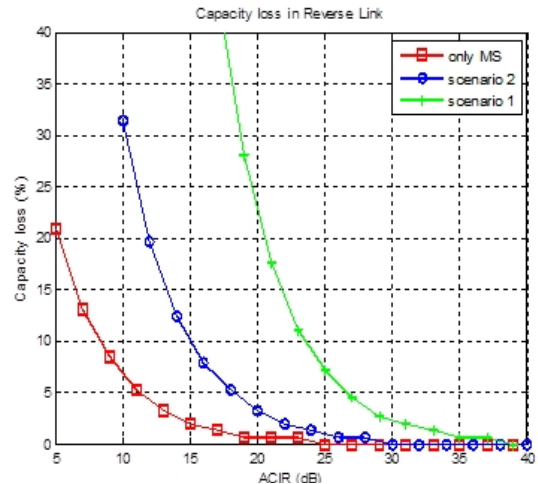


그림 9. 시나리오 1과 시나리오 2 시스템 용량 손실을 비교
Fig. 9. Capacity loss comparison of scenario 1 and 2.

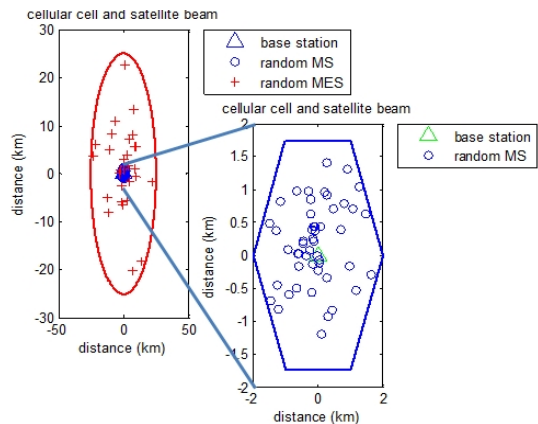


그림 10. 1셀 1빔 배치도
Fig. 10. 1 cell and 1 beam layout.

위성 ATC MES에 의해 지상 WCDMA MS에 주는 간섭 영향을 분석하기 위해 그림 10과 같은 반경 2 km의 지상 셀룰러 1 셀 및 반경 25 km의 위성 ATC 1 빔을 고려한다. 위성 ARC MES 및 지상 WCDMA MS를 랜덤하게 분포시켜 식 (13)으로부터 MS에 대한 SIR 목표치에 도달하는 시스템 용량을 구해 그림 11에 나타내었다.

그림 11로부터 시스템 용량 5% 손실을 기준으로 위성 ATC MES 수가 10, 30, 50으로 증가함에 따라 요구되는 ACIR 값은 각각 5 dB, 17 dB, 18 dB로 업링크보다 간섭의 영향이 적음을 알 수 있다.

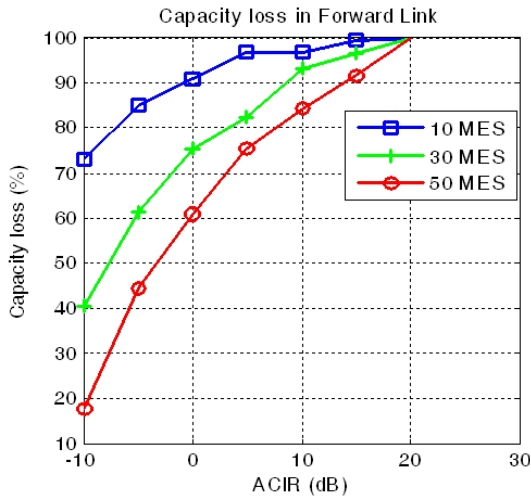


그림 11. 위성 ATC MES 간섭에 의한 시스템 용량
 Fig. 11. Downlink capacity due to the interference from ATC MES.

V. 결 론

향후 MSS/ATC 주파수 확보에 따라 지상과 위성 부분의 WCDMA 시스템에 의해 야기되는 인접 채널 간섭문제를 고려하여 업링크 및 다운링크 성능을 분석하였다. 위성 ATC MES 간섭만이 존재하는 경우의 업링크 성능을 보면, WCDMA BS와 MES간의 최소거리(MCL)에 의해 지배적이며, 동일 셀 및 인접 셀 내의 MS 수 및 MES 수의 증가에 의해 BS에 수신되는 간섭 전력은 급격히 증가한다. 지상 타 WCDMA 시스템에 의한 간섭 영향은 타 MS 수의 증가에 의해 BS에 수신되는 간섭 전력은 증가하지만, 5% 시스템 용량 손실율을 고려할 때, 5 MHz 주파수 간격 ACIR 기준치 32.7 dB 이하로 만족하고 있다.

위성 ATC와 지상 타 WCDMA 시스템 모두 5 MHz 주파수 간격으로 주파수 할당된 경우(시나리오 1)와 지상 타 WCDMA는 5 MHz, 위성 ATC는 10 MHz 주파수 간격으로 할당된 경우(시나리오 2)를 고려하였다. 시나리오 1 및 시나리오 2에서 피간섭 BS에 수신되는 전력은 인접 채널의 위성 ATC MES에 의한 간섭 전력에 지배적이어서 이에 대한 대책이 중요하다. 즉, 시나리오 2에서 시나리오 1 보다는 총간섭 전력이 낮아져 ACIR 마진을 9 dB 이상 확보할 수 있으므로 주파수 간격을 크게 가져가면서 수신 필터의 정교성을 확보하여 요구 ACIR 값을 더욱

크게 가져갈 필요가 있다.

다운링크에 있어 위성 ATC MES 수의 증가에 따라 성능 열화가 커지지만, 업링크에서 보다 간섭 영향이 미미하며, 이는 MES의 지향성이 위성을 바라보고 있어 MS에 수신되는 간섭 전력은 매우 작음을 알 수 있다.

결론적으로 향후 국내 MSS/ATC 서비스 주파수 할당을 위해서는 지상 이동서비스로부터의 인접 채널 간섭보다는 위성 ATC 서비스로부터의 인접 채널 간섭 영향 및 다운링크보다는 업링크에서의 시스템 성능 평가가 요구되며, 또한 ACIR 기준치 확보를 위한 수신 필터 구현 및 ATC 서비스를 위한 서비스 커버리지 설계 등이 절대적으로 필요한 실정이다.

참 고 문 헌

- [1] B. Vojcic, D. matheson, and H. Clark, "Network of mobile networks; Hybrid terrestrial-satellite radio", *Satellite and Space Communications, IWSSC 2009*, pp. 451-455, Sep. 2009.
- [2] B. Evans, M. Werner, E. Lutz, M. Bousquet, and G. E. Corazza, "Integration of satellite and terrestrial systems in future multimedia communications", *IEEE Wireless Communications*, pp. 72-80, Oct. 2005.
- [3] 3GPP TR 36.811 v10.0.0, *Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Adding 2 GHz Band LTE Frequency Division Duplex(FDD)(Band 23) for Ancillary Terrestrial Component(ATC) of Mobile Satellite Services(MSS) in North America*, Jul. 2011.
- [4] ECC/DEC/(06)09, *ECC Decision of 1 December 2006 on the designation of the bands 1,980~2,010 MHz and 2,170~2,200 MHz for use by systems in the Mobile-Satellite Service including those supplemented by a Complementary Ground Component (CGC)*, amended 5 Sep. 2007.
- [5] E. Halvorson, A. Eisenman, F. Edalat, J. Freedman, A. Berma, and J. Lee, "Global resource manager for mobile satellite systems with ancillary terrestrial components", *Sarnoff's 10 Proceedings of the 33rd IEEE Conference on Sarnoff*, 2010.

[6] D. V. P. Figueiredo, P. Matos, and A. Rodrigues, "Impact of adjacent channel interference on the capacity of WCDMA/FDD networks", *Proceedings of the 7th Conference on Wireless Personal Multi-media Communication(WPMC)*, 2004.

[7] UPM and AGILENT, *Capacity Evaluation Results*, IST Integrated Project No AST5-CT-2006-030824. Oct. 2007.

[8] M. Suryanegara, E. R. Hutabarat, and D. Gunawan, "The interference on WCDMA system in 3G co-existence network", *Personal Indoor and Mobile Radio Communications, 2006 IEEE 17th International Symposium*, pp. 1-5, Sep. 2006.

[9] 3GPP Technical Specification 25.104 v5.5.0, BS Radio Transmission and Reception(FDD), Dec. 2009.

강 영 홍



1984년 2월: 한국항공대학교 통신공학과 (공학사)
 1986년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학석사)
 1993년 2월: 한국항공대학교 전자공학과 (공학박사)
 1988년 3월~1990년 2월: 한국항공대 통신공학과 조교

1995년 8월~1996년 8월: 일본 오사카대학 개원교수
 2003년 8월~2005년 2월: 영국 York대학 방문교수
 1990년 4월~현재: 군산대학교 전자정보공학부 교수
 [주 관심분야] 위성통신공학, 통신공학, 이동 통신공학정 보통신 표준화, USN

오 대 섭



1996년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1998년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1998년 3월~2000년 7월: LG정보통신 주임연구원
 2000년 7월~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원

[주 관심분야] 위성통신, 전파통신, 디지털통신공학

정 남 호



1999년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학사)
 2001년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)
 2004년 3월~2007년 8월: (주)빅텍 기술연구소 선임연구원
 2007년 8월~2009년 12월, 2011년 5

월~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원
 [주 관심분야] 전자파 전파, 전자파 간섭, 위성통신