

HAPS 시스템과 셀룰라 IMT-2000 시스템간 주파수 공유 기준 평가

정회원 김 봉 석*, 박 종 민**, 구 본 준**, 안 도 섭**, 정회원 강 영 흥*

Estimation of the sharing criteria between HAPS System and Cellular IMT-2000 system

Bong-Seok Kim*, Jong-Min Park**, Bon-Jun Ku**, Do-Sub Ahn**, Young-Heung Kang*
Regular Members

요 약

WRC-2000에서 3GHz 이상의 대역에서 운영할 성층권 통신 시스템(HAPS)의 이용에 관한 연구로 Resolution 734가 채택되었다. 이에 새로운 HAPS 시스템과 기존의 지구상의 고정 서비스간의 공유 가능성이 먼저 분석되어야 한다.

본 논문에서는 HAPS 시스템이 무선 중계국에 미치는 간섭 영향을 두 가지의 경우로 나누어서 분석한다. 한가지는 HAPS 비행선의 PFD(Power Flux Density)에 의한 간섭이며, 다른 한가지는 HAPS의 지구국으로부터의 간섭 영향이다. 분석 결과 위성 시스템과는 다른 새로운 PFD 기준 설정이 필요하며, 기존의 FS 시스템과 새로운 HAPS 시스템의 공유를 위한 HAPS nadir 사이의 조정거리는 전송전력밀도가 -50dBW/MHz 일 때 최고 253km에서 최저 60km정도가 요구된다.

ABSTRACT

Resolution 221 requests the ITU-R to conduct studies, as a matter of urgency, on the feasibility of utilizing HAPS system as a base station to provide IMT-2000 services. And HAPS base stations should not cause harmful interference to the cellular IMT-2000 services.

To study on the interference between HAPS system and cellular system is divided into two cases. One is the interference into HAPS system from the cellular system and the other is the interference into the cellular system from HAPS system. Since the former case has been already studied[1], this paper describes the interference effects into Cellular system from HAPS system considering the HAPS airship's antenna pattern, and estimated by the interference to the noise power ratio(I/N) with various parameters, such as the transmitting power, the number of users per cell, maximum antenna gain and the multibeam cell radius of HAPS.

With the proposed estimation, we can determine the optimum values of various parameters in HAPS IMT-2000 system.

I. 서 론

WRC-2000에서는 IMT-2000 기지국으로서 HAPS (High Altitude Platform Station) 시스템의 이용을

위한 연구가 진행되었다. 그러나, 새로운 시스템의 도입은 기존의 타 시스템과의 공유 가능성에 대한 연구가 선행되어야 한다. HAPS IMT-2000 시스템과 셀룰라 IMT-2000 시스템간의 공유를 위한 연구

* 군산대학교 전자정보공학부(bskim@kunsan.ac.kr),

** 한국전자통신연구원 광대역무선통신연구부(jongmin@etri.re.kr)
논문번호 : 020149-0403, 접수일자 : 2002 년 4월 3일

를 위해 Resolution 221을 채택하여, HAPS IMT-2000 시스템이 셀룰라 IMT-2000 서비스에 미칠 간섭 가능성에 대한 연구가 진행되어, ITU-R TG 8/1에서는 HAPS IMT-2000 시스템에 의한 간섭을 평가하기 위한 가이드라인을 제공하였다. 이 문서에서는 국가간 경계에서의 HAPS 시스템 방사에 의한 동일 채널 spectral power flux density (spfd) 한계와 지표면에서의 HAPS 방사에 의한 대역외 spfd 뿐만 아니라, HAPS 시스템의 운용시에 인접대역에서 운용되는 이동국과 고정국을 보호하기 위한 HAPS 시스템의 요구 사항을 제공하고 있다^[2].

HAPS IMT-2000 시스템과 셀룰라 IMT-2000 시스템간의 공유를 위한 연구는 크게 두 가지의 형태로 나뉘어 진다. 즉, 기존의 셀룰라 IMT-2000 시스템이 HAPS IMT-2000 시스템에 미치는 간섭과 그 반대의 경우인 HAPS IMT-2000 시스템이 셀룰라 IMT-2000 시스템에 미치는 간섭이다. 전자의 경우는, 이미 그 분석 결과가 발표되어 있으므로^[1], 본 연구에서는 후자의 경우인 HAPS IMT-2000 시스템이 셀룰라 IMT-2000 시스템에 미치는 간섭 분석을 수행하였다.

본 연구에서는 다른 서비스의 특성, 특히 이동국에서의 다중 사용자에게 의한 간섭을 배제하고 HAPS IMT-2000 서비스들 사이의 간섭에 초점을 맞추었다. 기존의 셀룰라 시스템 설계 시에, 스펙트럼의 효율성은 주로 동일 셀과 인접 셀들에 의존하기 때문에 지상 셀룰라 시스템에서 다중 사용자에게 의한 간섭에 대한 많은 연구가 행해져 왔다^{[3],[4],[5]}. 그러므로, HAPS IMT-2000 시스템의 간섭을 받는 셀룰라 IMT-2000 서비스에서도 다중 사용자에게 의한 간섭을 고려해야 한다.

본 논문에서는 두 가지 형태의 간섭을 고려해서 HAPS IMT-2000 시스템으로부터 셀룰라 IMT-2000 시스템에 미치는 간섭 영향을 평가하였다. 하나는 셀룰라 자체 시스템의 동일 셀과 인접 셀에 의한 간섭이고 다른 하나는 HAPS IMT-2000 시스템에 의한 간섭의 경우이다. 셀룰라 이동국과 기지국에 미치는 두 가지 간섭의 경우에 대해서 셀당 사용자 수, HAPS 비행선 안테나 이득의 열화에 따른 셀 반경, 그리고 전송 전력에 따른 간섭대 잡음 비 (I/N)를 평가하였다. 각각의 경우에 대해서, HAPS IMT-2000 시스템과 기존의 셀룰라 시스템의 공유를 위한 위의 파라미터에 대한 최적의 값을 결정할 수 있었다. 본 논문은 기존의 지상 셀룰라 IMT-2000 시스템과 새로운 HAPS IMT-2000 시스템의

공유를 위한 중요한 가이드 라인을 제공할 수 있을 것이다.

II. 시스템 모델

1. HAPS IMT-2000

ITU-R. M.1457에 따라, HAPS는 Region 1과 3에서는 1,885~1,980MHz, 2,010~2,025MHz, 2,110~2,170MHz 대역에서, Region 2에서는 1,885~1,980MHz, 2,110~2,160MHz대역에서 IMT-2000 서비스를 제공하기 위해서 개발되고 있다. 또한, IMT-2000 서비스 제공을 위한 기지국으로 이용할 경우, HAPS는 다음과 같은 안테나 패턴을 따라야 한다^[2].

$$G(\psi) = \begin{cases} G_m - 3(\psi/\psi_b)^2 & \text{dBi} & 0 \leq \psi \leq \psi_1 \\ G_m + L_N & \text{dBi} & \psi_1 < \psi \leq \psi_2 \\ X - 60 \log(\psi) & \text{dBi} & \psi_2 < \psi \leq \psi_3 \\ L_F & \text{dBi} & \psi_3 < \psi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (1)$$

위 식에서 각 파라미터들은 다음과 같다.

$G(\psi)$: 주빔 방향으로부터 각도 ψ 에서의 이득 (dBi)

G_m : 주빔의 최대 이득(dBi)

ψ_b : 3dB 빔폭(degrees)

L_N : near-in-side-lobe 레벨

L_F : far side-lobe 레벨(dBi)

$\psi_1 = \psi_b \sqrt{-L_N/3}$ (degrees)

$\psi_2 = 3.745 \psi_b$ (degrees)

$X = G_m + L_N + 60 \log(\psi_2)$ (degrees)

$\psi_3 = 10^{\frac{X-L_F}{10}}$ (degrees)

2. HAPS 시스템

본 논문에서는 셀룰러 시스템에서의 전파모델로 Hata 모델의 확장 버전을 이용하였는데, 반송파 주파수를 1,950MHz, 기지국 안테나 높이를 30m, 이동국의 안테나 높이를 1.5m로 가정하였다^[3].

$$L = 137.4 + 35.2 \log_{10}(R) \quad (2)$$

여기서, L 은 경로 손실(dB)을 나타내고, R 은 거리(km)를 나타낸다. 그러나, 식 (2)에 주어진 경로 손실 모델은 거리 R 에 정수의 곱 형태가 아니기 때문에, 복잡한 형태의 계산을 수행해야만 한다. 따

라서, 본 논문에서는 참고문헌[4]에서 적용한 것처럼 4차 전력 손실을 사용하였다.

Ⅲ. 간섭 계산

1. Cellular 시스템 forward link에 미치는 간섭

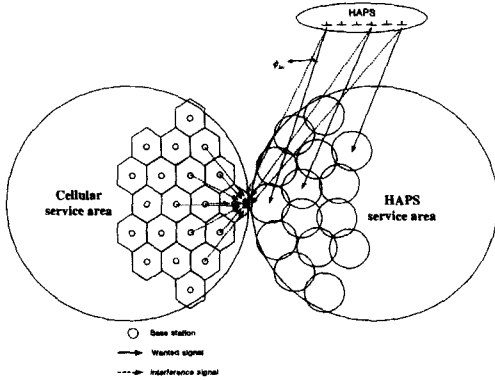


그림 1. 셀룰라 이동국에 미치는 간섭 모델

그림 1은 셀룰라 기지국과 HAPS 비행선이 셀룰라 이동국에 미치는 간섭 모델을 보여주고 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이 간섭을 받는 셀룰라 이동국은 HAPS 서비스 지역에 가장 인접해서 위치한다고 가정 하였다. 셀룰라 이동국이 받는 간섭을 계산하기 위해서 셀룰라 기지국에 의한 간섭과 HAPS 비행선에 의한 간섭 영향을 각각 고려하여 식 (3)을 얻을 수 있다.

$$I = I_{cell} + I_{HAPS}$$

$$= \frac{\alpha_i S_i M_i l_i}{3} \sum_{n=1}^N c_n d_{in}^{-4} \left[1 + K_1 \frac{d_{hn}^{-2}}{d_{in}^{-4}} 10^{\frac{\alpha(\phi_{hn})}{10}} \right] \quad (3)$$

위 식의 각 파라미터들은 다음과 같다.

α_i : 셀룰라 시스템의 voice activity factor

S_i : 셀룰라 순방향 링크 전력(W)

M_i : 한 셀당 셀룰라 사용자 수

l_i : 셀룰라 경로 손실(dB)

c_n : 간섭을 미치는 셀의 수

N : tier의 수

d_{in} : 이동국과 기지국 사이의 거리(km)

d_{hn} : HAPS 비행선과 이동국 사이의 거리

ϕ_{hn} : HAPS 기지국 중심과 셀룰라 이동국 사이

의 각

$$K_1 = 5810.25 \frac{S_h M_h l_h}{S_i M_i l_i}$$

M_h : 셀당 HAPS 사용자 수

S_h : HAPS 순방향 링크 전력(W)

l_h : HAPS 경로 손실(dB)

본 논문에서는 셀룰라 시스템과 HAPS 시스템의 voice activity factor α_i 와 α_h 를 0.375로^[6], 셀룰라 시스템의 전력 제어는 참고문헌^[5]에와 같이 가정하였다. 그러나, HAPS forward link의 경우에 HAPS 안테나의 중심각에서 거리에 따른 보상을 해주기 위해 식(1)의 안테나 패턴을 이용한 근사 보상값은 다음과 같이 가정할 수 있다.

$$P_F(r_j) = \begin{cases} \left(\frac{r_{j0}}{R_h}\right)^6 S_h & 0 < r_j \leq r_{j0} \\ \left(\frac{r_j}{R_h}\right)^6 S_h & r_{j0} < r_j \leq R_h \end{cases}$$

위 식에서, R_h 는 HAPS 셀 반경(km), r_j 는 한 셀 내에서 j 번째 이동국까지의 거리(km)이고, r_{j0} 는 break point를 나타내며 이는 송신전력의 감쇄에 따른 보상이 필요하지 않은 구간으로 HAPS 셀 반경에 따른 비로 나타낼 수 있으며, 그 값은 $r_{j0} = 0.36R_h$ 로 가정한다.

2. Cellular 시스템 reverse link에 미치는 간섭

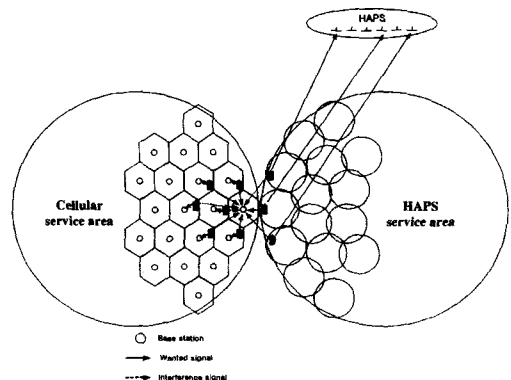


그림 2. 셀룰라 기지국에 미치는 간섭 모델

그림 2는 셀룰라 이동국과 HAPS 이동국이 셀룰라 기지국에 미치는 간섭 모델을 보여주고 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 간섭을 받는 셀룰라 기지국은 HAPS 서비스 지역에 가장 인접해서 위치한다

고 가정 하였다. 셀룰라 기지국이 받는 간섭을 계산하기 위해서 셀룰라 이동국에 의한 간섭과 HAPS 이동국에 의한 간섭 영향을 각각 고려하여 식 (5)를 얻을 수 있다.

$$I = I_{cell} + I_{HAPS} \tag{5}$$

$$= \frac{2\alpha_i \hat{S}_i M_i l_i}{3} \sum_{n=1}^N c_n F(k_i) \left[1 + K_2 \frac{F(k_h)}{F(k_i)} \right]$$

위 식의 각 파라미터들은 다음과 같다.

α_i : 셀룰라 시스템의 voice activity factor

\hat{S}_i : 셀룰라 역방향 링크 전력(W)

M_i : 한 셀당 셀룰라 사용자 수

l_i : 셀룰라 경로 손실(dB)

c_n : 간섭을 미치는 셀의 수

N : tier의 수

R_i : 셀룰라 셀 반경(km)

$k_i = 2n + 1$

$$K_2 = 6324 \frac{\hat{S}_h M_h R_h^4}{\hat{S}_i M_i R_i^{14}}$$

$$F(k_i) = 2k_i^2 \ln\left(\frac{k_i^2}{k_i^2 - 1}\right) - \frac{4k_i^4 - 6k_i^2 + 1}{2(k_i^2 - 1)^2}$$

$$F(k_h) = \frac{1.62}{k_h^6} + \frac{0.23 R_h^2}{k_h^4} + \frac{R_h^6}{25}$$

$$\times \left(\frac{1}{(k_h^2 - 1)^2 R_h^2} - \frac{1.5^2}{(k_h^2 R_h^2 - 1.5^2)^2} \right)$$

R_h : HAPS 셀 반경(km)

$k_h = 2n - 1$

M_h : 셀당 HAPS 사용자 수

\hat{S}_h : HAPS 역방향 링크 전력(W)

본 간섭의 형태에서도 voice activity factor와 셀룰라 시스템의 전력 제어는 3.1절과 동일하게 가정하였고, HAPS IMT-2000 시스템의 전력 제어는 3.1절과 유사한 형태로 다음과 같이 가정하였다.

$$P_R(r_j) = \left(\frac{r_j}{R_h}\right)^6 \hat{S}_h 10^{\frac{\alpha(\phi)}{10}} \quad 0 < r_j \leq R_h$$

위 식에서, R_h 는 HAPS 셀 반경(km), r_j 는 한 셀 내에서 j 번째 이동국까지의 거리(km)이고, $G(\phi)$ 는 중심각과 j 번째 이동국이 이루는 각도를 나타낸다. 또한, HAPS 시스템의 안테나 패턴 식을 closed form 형태의 적분식으로 유도하기 위해서 식 (1)을 근사화(approximation)한 식 (6)을 이용하

였다.

$$G(r_j) = \begin{cases} G_m - 10 \log \left[\frac{r_j^6 (4r_j^4 + 1)}{(r_{hm}^2 - r_j^2)^3} \right] & \text{dBi} \quad 0 < r_j \leq 1.5 \text{ km} \\ 54.5 - 60 \log(2.86 r_j) & \text{dBi} \quad r_j \geq 1.5 \text{ km} \end{cases} \tag{6}$$

위 식에서, r_{hm} 은 간섭을 미치는 HAPS 이동국이 위치한 셀의 중심과 간섭을 받는 셀룰라 기지국까지의 거리(km)를 나타낸다.

IV. 간섭 영향 평가

기존의 시스템간 간섭 영향 분석의 경우 I/N 값을 도출하여 간섭 영향 평가를 행하여 왔으며, 간섭 영향 평가를 위한 총 간섭 허용 기준은 잡음 전력 10%, 즉, I/N=-10dB로 가정하였다^[2]. 따라서, 본 논문에서는 HAPS 시스템이 셀룰라 IMT-2000 시스템에 미치는 간섭 영향 평가를 위한 총 간섭 허용 기준을 I/N=-10dB로 가정하였으며, 간섭을 미치는 tier가 5 이상이 되면, I/N 값의 증가가 거의 없기 때문에 간섭을 미치는 tier를 5 tier까지, 그리고, HAPS 비행선의 최대 안테나 이득은 23~50dBi까지 고려하였다. 또한, 안테나 far sidelobe 레벨 간섭이 우세한 경우에는 총 간섭 레벨을 감소시키기 위해서는 자유 공간 손실을 증가시켜야 하기 때문에 두 시스템간의 이격 거리에 따른 간섭 영향 평가를 행하였다.

1. Cellular 시스템 forward link에 미치는 간섭

식 (3)과 위의 고려 사항들을 이용해서, 셀룰라 기지국과 HAPS 비행선이 셀룰라 이동국에 미치는 I/N값을 셀당 사용자 수, 송신 전력과 HAPS 비행선 안테나 이득 G_m 의 dB 열화점등에 따라 그림 3 ~ 그림 6에 각각 나타내었다.

그림 3은 셀당 사용자 수에 따른 I/N 값을 보여 주고 있다. 이 그림으로부터, 셀룰라 기지국이 셀룰라 이동국에 미치는 간섭의 경우는 사용자당 송신 전력 1mW, 사용자 수 1000명이 되어도 간섭 기준을 초과하지 않지만, 셀룰라와 HAPS 기지국 모두에 의한 간섭의 경우는 HAPS IMT-2000 사용자 수가 증가함에 따라 간섭 기준을 상당히 초과함을 알 수 있다. 예를 들어, 셀룰라 사용자가 200명 일 경우에, 셀룰라 기지국만에 의한 간섭의 경우는 I/N

값이 -26.6dB이지만, 셀룰라와 HAPS 둘 모두에 의한 간섭의 경우에는 두 시스템의 사용자 수가 동일할 경우 -2dB, HAPS 사용자 수가 셀룰라보다 10배, 100배 클 경우에 각각 8dB, 18dB 정도의 값을 가짐을 알 수 있다.

그림 4는 셀룰라 송신 전력 1mW, 셀 반경 1km, 사용자 수 200명일 경우에 송신 전력에 따라 nadir로부터 거리에 의한 I/N 값을 보여주고 있다. HAPS 시스템의 셀 반경을 55km로 가정했기 때문에 nadir로부터 55km인 지점이 셀룰라 서비스와 HAPS 서비스의 접점이 되며, 이 지점에서 셀룰라 기지국과 HAPS 비행선에 의한 셀룰라 이동국이 받는 I/N 값은 모든 경우에 간섭 기준을 초과함을 알 수 있다. 참고 문헌[1]에는 접점에서의 I/N 값을 HAPS pfd보다 2.8dB 높게 주어지고 있으나, 본 논문에서 계산된 I/N 값은 HAPS 총 전력이 200mW, 20W, 200W일 경우에 각각 -2dB, 16dB, 26dB로 계산되었다. 따라서, 이 값들은 참고문헌[1]의 값을 초과하므로 HAPS 총 전력에 따른 새로운 I/N 값이 제안되어야 하고, 만약 HAPS 송신 전력이 20W 이상에서 운용되려면 새로운 이격 거리가 필요함을 알 수 있다. 물론, 셀룰라 기지국만에 의한 간섭이 -10dB까지 증가하면, HAPS nadir로부터의 거리는 HAPS 총 전력이 200mW, 20W, 200W일 경우에 각각 65km, 125km, 150km가 필요함을 알 수 있다.

그림 5는 HAPS 안테나 이득 G_m 의 -3dB와 -13dB 열화점에서의 HAPS nadir로부터 필요한 이격 거리를 보여주고 있다. HAPS 셀 반경은 HAPS 비행선 안테나 이득 G_m 에 의존하기 때문에, 간섭 전력은 G_m 의 열화점에 의해서 평가되어야 한다. 그림 5로부터, G_m 이 커지면 커질수록 두 서비스 경계에서의 간섭이 커짐을 알 수가 있다. 그러나, 두 서비스의 거리가 조금만 떨어지면 훨씬 적은 간섭을 받음을 알 수 있다. 만약, 셀 반경이 G_m -13dB 열화점으로 제한되면, HAPS nadir로부터의 이격 거리는 G_m 이 50dBi, 35dBi, 23dBi의 경우에 대략 각각 57km, 58km, 59km정도가 필요함을 알 수 있다. 또한 G_m 이 50dBi일 경우에는 이격 거리가 HAPS nadir로부터 멀리 떨어질지라도, I/N 값 -10dB에 대한 마진이 매우 적음을 알 수 있다. 그러나, 만약 G_m 이 35dBi로 낮아지고, HAPS nadir로부터의 이격 거리가 대략 65km정도가 되면, I/N 마진이 대략 15dB정도로 커짐을 알 수 있다.

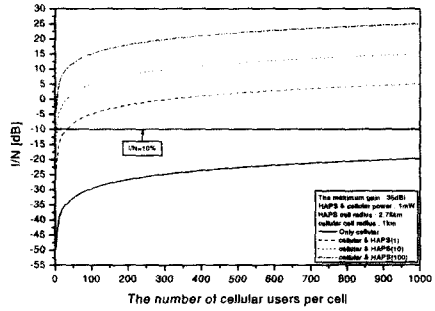


그림 3. 셀당 사용자 수에 따른 I/N

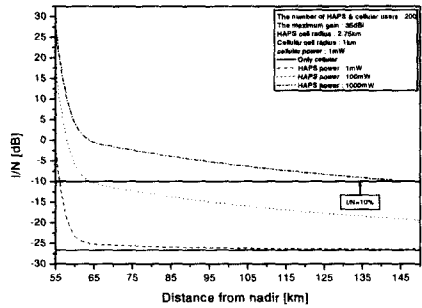


그림 4. 송신 전력에 의한 nadir로부터 거리에 따른 I/N

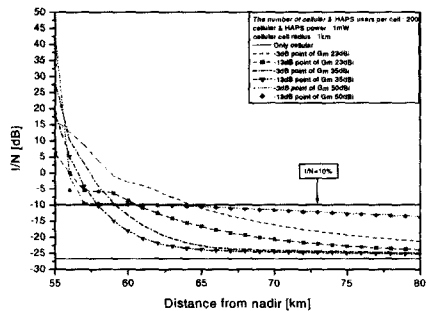


그림 5. G_m 에 의한 HAPS nadir로부터 조정 거리에 따른 I/N

2. Cellular 시스템 reverse link에 미치는 간섭

셀룰라 시스템 기지국에 미치는 간섭의 경우는 HAPS 비행선의 최대 안테나 이득은 35dBi로 가정한 후, 식 (5)와 위의 고려 사항들을 이용해서, 셀당 사용자 수, 송신 전력에 따라 HAPS nadir로부터의 거리에 의한 영향에 따른 I/N비를 그림 6과 그림 7에 각각 나타내었다.]

그림 6은 셀당 사용자 수에 따른 I/N 값을 보여주고 있다. 이 그림으로부터, 셀룰라 이동국만이 셀

를라 기지국에 미치는 간섭의 경우는 사용자당 송신전력 1mW의 경우에는 간섭 기준을 초과하지 않는다. 그러나, 셀룰라 이동국과 HAPS 이동국 모두에 의한 간섭의 경우에는 셀룰라 사용자 수가 100명, HAPS 사용자 수가 1000명인 각각의 경우에 대해서 간섭 기준을 초과함을 알 수 있다.

그림 7은 셀룰라 송신 전력 1mW, 셀 반경 1km, 사용자 수 200명일 경우에 송신 전력에 따라 HAPS nadir로부터 거리에 의한 I/N 값을 보여주고 있다. HAPS nadir로부터 필요한 이격 거리는 HAPS 송신 전력이 1mW, 100mW, 1000mW인 경우에 대해서 각각 55km, 57km, 60km정도가 필요함을 알 수 있다. 그러나, 만약 셀룰라 이동국만에 의한 간섭의 경우에 I/N 값이 -10dB로 증가하게 되면, HAPS nadir로부터 필요한 이격 거리는 각각 58km, 75km, 100km로 증가하게 됨을 알 수 있다.

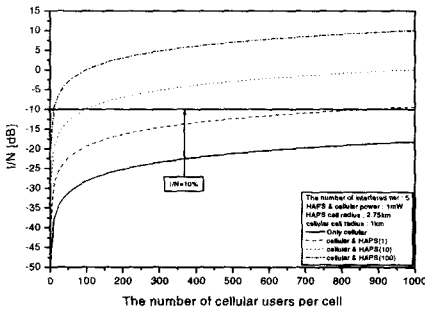


그림 6. 사용자 수에 따른 I/N

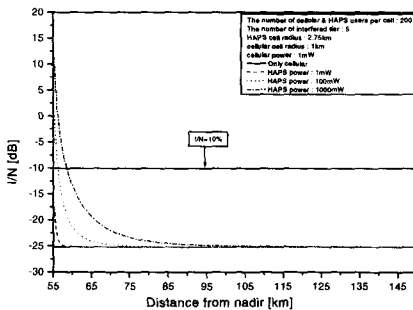


그림 7. 송신 전력에 따른 nadir로부터의 거리에 의한 I/N

V. 결론

IMT-2000 서비스를 제공하기 위해 새로운 HAPS 시스템의 도입은 기존의 셀룰라 IMT-2000 서비스와의 공유가 필연적이다. 본 논문에서는

HAPS 시스템과 셀룰라 IMT-2000 시스템간 주파수 공유 기준 평가를 수행하였다. 이를 위해서 HAPS 기지국이 셀룰라 이동국에 미치는 경우의 간섭식과 HAPS 이동국이 셀룰라 기지국에 미치는 경우의 간섭식을 close form의 형태로 도출하였고, 이 식을 이용하여 셀당 사용자 수, 안테나이득, 송신 전력에 따른 I/N 값을 계산하였으며, HAPS 기지국이 셀룰라 이동국에 미치는 간섭의 경우는 셀당 사용자 수와 송신 전력에 따라 HAPS nadir로부터의 거리에 의한 I/N 값을 계산을 하였다.

그 결과, 셀룰라 이동국에 미치는 간섭은 IMT-2000 서비스를 제공하는 기지국으로서의 HAPS 비행선에 의한 영향이 보다 크다는 것파 위에서 주어진 파라미터를 이용할 경우에는 보다 큰 이격 거리가 필요하지만, 셀룰라 이동국이 HAPS 이동국 미치는 경우의 이격 거리보다는 적게 나타남을 알 수 있었다^[2]. 이는 셀룰라 이동국이 HAPS 이동국에 미치는 간섭 영향이 더 큼을 알 수 있다. 만약 셀룰라 시스템의 동일 셀과 인접 셀에 의한 자체 간섭이 I/N=-10dB까지 커지면, 두 서비스 경계점에서 HAPS 비행선 안테나 이득이 50dBi인 경우는 HAPS nadir로부터 이격 거리가 멀리 떨어지더라도 I/N=-10dB에 대한 간섭 마진이 거의 없기 때문에 35dBi를 이용하는 것이 보다 나을 것이다.

반면에, 셀룰라 기지국에 미치는 간섭의 경우에 HAPS 이동국들에 의한 간섭은 HAPS nadir로부터의 거리에 민감하기 때문에, HAPS IMT-2000 시스템과 셀룰라 IMT-2000 시스템의 서비스 지역이 겹치지만 않는다면 두 시스템 사이의 공유는 가능하다는 것과 HAPS 시스템의 송신 전력이 1mW이하인 경우에는 대부분의 경우에 공유가 가능하다는 것을 알 수 있었다. 그러나, 셀룰라 자체 간섭에 의한 I/N 값이 -10dB까지 커지고 HAPS 송신 전력이 1000mW인 경우에는 HAPS nadir로부터의 이격 거리는 대략 100km 정도가 필요함을 알 수 있었다.

참고 문헌

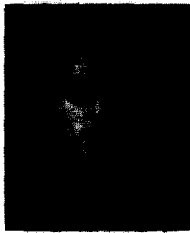
- [1] 김봉석, 박종민, 구분준, 안도섭, 강영홍, “셀룰라 시스템이 HAPS IMT-2000 시스템에 미치는 간섭영향 평가”, 한국전자파학회 논문지 투고중
- [2] Rec. ITU-R M.1456, Minimum performance Characteristics and Operational Condition for High Altitude Platform Stations Providing IMT-2000 in the Bands 1885-1980MHz, 2010-

2025MHz and 2110-2170MHz in Region 1 and 3 and 1885-1980MHz and 2110-2160MHz in Region 2, Nov.1999.

- [3] Theodore S. Rappaport, Wireless Communications, Principles & Practice, Prentice Hall PTR, NJ 1996.
- [4] W.C.Y.Lee, "Overview of cellular CDMA", IEEE Trans. on Veh. Tech. vol.40, No.2, May 1991.
- [5] Lee, C.C and Steele, R., "Effect of Soft Handoffs on CDMA System Capacity", IEEE Trans. Veh. Tech., vol.47, pp.830-841, Aug. 1998.
- [6] Y.C.Fpp, W.L.Lim, R.Tafaxolli, L.Barclay, "Performance of High Altitude Platform Stations(HAPS) in Delivery of IMT-2000 W-CDMA", Nov.2000.

김 봉 석(金 峰 奭)

정회원



1993년 2월 : 군산대학교
정보통신공학과(학사)
1997년 2월 : 군산대학교
정보통신공학과(석사)
1999년 3월~현재 : 군산대학교
전자정보공학부(박사과정)

1994년 10월~1998년 2월 : 군산대학교 정보통신공학과 조교

<주관심 분야> 이동통신, 위성통신, 성층권 통신 시스템, 전파간섭

박 종 민(朴 宗 敏)



1993년 2월 : 충남대학교
전자공학과(석사)
1993-2000 : 국방과학연구소
선임연구원
2000- : 한국전자통신
연구원 광대역무선통신
연구부 선임연구원

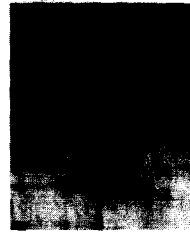
<주관심 분야> 통신시스템 시뮬레이션, 통신망 공유 기술, 통신 탑재체 기술

구 본 준(具 本 俊)



1999년 2월 : 경북대학교
전자공학과(석사)
1999- : 한국전자통신연구원
광대역무선통신연구부
연구원
<주관심 분야> 위성통신 시스템,
성층권통신 시스템, 인테나

안 도 섭(安 醜 變)



1990년 2월 : 경북대학교
전자공학과(석사)
1990- : 한국전자통신연구원
광대역무선통신연구부
선임연구원
<주관심 분야> 무선통신 시스템
설계 및 분석

강 영 흥(姜 榮 興)

정회원



1984년 2월 : 한국항공대학교
통신공학과(학사)
1986년 2월 : 한국항공대학교
전자공학과(석사)
1993년 2월 : 한국항공대학교
전자공학과(박사)

1988년 3월~1990년 2월 : 한국항공대학교 통신정보공학과 조교

1995년 8월~1996년 8월 : 일본 오사카대학 객원교수

2000년 1월~현재 : 한국 ITU-R 위원

1990년 4월~현재 : 군산대학교 전자정보공학부 교수

<주관심 분야> 이동통신, 위성통신, 표준화