

NGSO/MSS 시스템과 M/W 무선국간의 주파수 공유를 위한 간섭 분석

A Study on the Interference for Sharing between the NGSO/MSS System and the M/W Station

이성수* · 이형수* · 채종석** · 강영홍***

Sung-Soo Lee* · Hyung-Soo Lee* · Jong-Suk Chae** · Young-Heung Kang***

요 약

본 연구에서는 NGSO/MSS 시스템이 기존에 이미 운용되고 있는 고정서비스 M/W 시스템의 대역내에 주파수공유를 위한 가능성 및 두 시스템간의 간섭 영향에 대해 평가를 행하였다. 두 시스템간에 일어날 수 있는 간섭의 경우로서, 이동위성의 PFD 레벨에 의한 평가, 피더 링크상의 간섭분석으로서 C/I 레벨 평가 및 조정영역 분석을 통한 주파수공유를 평가하였다. 또한, 서비스 링크상의 간섭분석으로서 M/W 시스템이 NGSO/MSS 핸드셋에 미치는 간섭의 경우와 이의 반대의 경우, 각 경우에 있어서의 간섭분석 모델설정 및 관련 수식을 유도하여 각 시스템 성능을 평가하는 동시에 간섭 조정영역에 의한 주파수공유 기준을 도출하였다. 도출된 결과들은 향후 NGSO/MSS 시스템과 고정 M/W 무선국간의 주파수 공유를 위한 기준 설정에 중요 데이터로서 활용될 것이다.

Abstract

In this paper, we have estimated the interference effects between the NGSO/MSS system and the fixed-service M/W system for sharing the NGSO/MSS system into the frequency band operated by the existing M/W system. Between above two systems, the interference effects must be analyzed in the following three points. That is, PFD(Power Flux Density) level must be obtained in the case of the interference from NGSO satellites into M/W stations, C/I(Carrier-to-Interference Ratio) and the coordination contour in the case of the interference between NGSO/MSS feeder link and a M/W station, and the interference power level and coordination contour in the case of the interference between NGSO/MSS service link(handsets) and M/W stations. Therefore, in order to obtain above three criteria, we have developed the analytical model, introduced the related equations and estimated the system performance by means of the simulation and the theoretical analysis. It is expected that the results will be utilized in setting the criterion for sharing between the NGSO/MSS system and the M/W station.

* 한국전자통신연구원 전자자원연구팀(Radio Technology Department, ETRI)

** 한국전자통신연구원 전파기술연구부(Radio Technology Department, ETRI)

*** 군산대학교 정보통신공학과(Dept. of Telecommunication Eng., Kunsan National Univ.)

· 논문 번호 : 981012-099

· 수정완료일자 : 1998년 12월 8일

I. 서 론

최근 이동위성 통신서비스(MSS : Mobile Satellite Service)를 제공하기 위한 위성 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있는데, LEO(Low Earth Orbit) 위성을 이용하는 Iridium, Globalstar 시스템, MEO (Medium Earth Orbit) 위성을 이용하는 Immarsat의 ICO, Odyssey 시스템 등 여러 시스템들이 제안되었으며, 이들은 모두 비정지궤도(NGSO : Non-Geostationary Orbit)에 배치된 다수의 위성들을 이용하게 될 것이다^{[1]~[3]}.

비정지궤도 이동위성 통신서비스(NGSO/MSS) 시스템은 비정지 궤도 위성군, 개인통신서비스에 의해 제공되는 고품질의 음성 및 데이터 서비스에 액세스하는 이동 핸드셋(mobile handsets), 위성망과 지상의 공중통신망과의 접속 및 추적·관제 등의 여러 부가적인 기능을 행하는 허브국(hub station) 또는 이동위성 지구국으로 이루어진다. 또한, 이 시스템은 위성과 핸드셋간의 서비스 링크(service link)와 위성과 허브국간의 피더 링크(feeder link)로 나누어지며, 각기 다른 주파수대가 할당되어져 있다. WARC-'92에서 서비스 링크의 상하향(up/down) 링크에 1~3 GHz 대역이 새로 할당되었으며, WARC-'95에서는 피더 링크용 주파수로서 5~7 GHz(C밴드), 15~19 GHz(Ku밴드), 29 GHz (Ka 밴드) 등이 할당되었다. 이러한 새로운 대역은 다른 서비스들과 특히 기존 고정서비스(fixed service)를 위한 마이크로웨이브(M/W: Microwave) 시스템과의 주파수 공유가 필연적이어서 발생할 수 있는 모든 경우에 대한 주파수공유(sharing)의 원리 및 기준개발이 시급하다^{[1],[4]}.

또한, 지상 셀룰러 이동통신 시스템, 즉 PCN(Personal Communications Network), IMT-2000 시스템이 고정서비스에 미치는 간섭영향^{[5],[6]}과는 달리 NGSO/MSS시스템은 비정지궤도 우주국(space station)의 PFD(Power Flux Density) 레벨에 의한

고정서비스와의 주파수공유를 위한 기준설정이 중요하다. 한 우주국의 PFD레벨 제한은 주파수 및 양각(elevation angle)의 함수로서 무선통신규칙(RR: Radio Regulations)에 언급되었지만^[7], NGSO 위성군(constellation)내의 다수의 위성에 의한 레벨제한 규정이 설정되어야 하며, 특히 한 고정서비스 무선국(fixed service station)에 여러 위성들이 동시에 나타날 때 기존의 규정에 어떤 보강이 이루어져야 한다.

따라서, 본 연구에서는 새로운 NGSO/MSS시스템 도입으로 인한 기존 M/W 무선국과의 주파수 공유 기준설정을 위해 세가지 측면, 즉 허브국과 고정무선국간의 간섭분석, 이동 핸드셋과 고정무선국간의 간섭분석, 특히 NGSO 위성들의 PFD 레벨이 고정무선국에 미치는 간섭분석을 위한 수학적 모델설정 및 이를 이용한 성능평가를 행한다. 이를 위해 II장에서는 NGSO/MSS 위성들에 의한 M/W무선국에 미치는 간섭 및 영향 평가로서 PFD 레벨에 의한 간섭전력을 유도하였고, III장에서는 NGSO/MSS 피더 링크와 M/W 무선국간의 간섭평가로서 C/I레벨에 의한 초과시간을 및 초과지속 시간에 대한 시뮬레이션을 행한다. 또한 IV장에서는 NGSO/MSS서비스 링크와 M/W 무선국간의 간섭평가로서 두 시스템의 성능 평가를 행한 후, 제V장에서 종합적인 결론부분을 요약 제시한다.

II. 이동위성의 PFD 간섭분석

NGSO/MSS 우주국과 동일한 주파수대를 사용하는 고정서비스 시스템과의 주파수공유 기준 설정을 위해서는 한 M/W국에 보이는 모든 우주국으로부터 방사되는 PFD를 고려해야 한다^{[4],[8]}.

CCIR 권고안에서는 고정서비스 보호를 위한 PFD규정으로서 고정시스템 안테나의 위성을 바라보는 양각에 의거하여, 식 (1)과 같이 규정하고 있다^{[4],[8]}.

$$F(\theta) = \begin{cases} PFD_{low} & \text{for } 0^\circ \leq \theta < 5^\circ \\ PFD_{low} + 0.05(PFD_{high} - PFD_{Low})(\theta - 5) & \text{for } 5^\circ \leq \theta < 25^\circ \\ PFD_{low} & \text{for } 25^\circ \leq \theta < 90^\circ \end{cases} \quad (1)$$

또한 Rec. ITU_R F.699^[9]에 규정된 간섭위성 방향에서의 이득 $G(\varphi)$ 를 이용하여 무선 중계 수신기에 수신된 전체 간섭 전력은 식 (2)로 주어지는 시야에 들어오는 모든 위성들의 각각의 간섭분포를 합하여 얻을 수 있다.

$$I_B = f(\theta) \times g(\varphi) \times \frac{\lambda^2}{4\pi h} \quad (2)$$

여기서,

$$f(\theta) = 10^{\frac{F(\theta)}{10}}$$

$$g(\varphi) = 10^{\frac{G(\varphi)}{10}}$$

λ : 반송파의 파장

h : 피이더 손실

한편, M/W station 1의 안테나의 보어사이트(boresight)로부터의 각 NGSO위성의 편이각 φ 를 구하기 위해 그림 1과 같은 모델을 고려한다. 이 그림으로부터 한 예로서 φ_1 은 다음식과 같이 구해진다.

$$\varphi_1 = \cos^{-1}\{\cos \theta \cos (Y_1 - Z_1)\} \quad (3)$$

여기서, Y_1 은 M/W station 1의 보어사이트와 기존 NGSO 위성의 subsatellite point간의 편이각, Z_1 은 보어사이트와 트렌드라인(trendline)과의 이루는 각으로 여기서는 $Z_1 = 0^\circ$ 로 가정한다.

M/W 시스템에 미치는 NGSO위성에 의한 간섭의 계산에는 한 M/W 국의 시야에 있는(즉, $0 \leq \theta$

$\leq 90^\circ$) 모든 NGSO 위성으로부터 방사되는 PFD를 고려해야 하며, 그 일례로서 트렌드라인의 중심에 있는 무선국에 미치는 NGSO위성의 간섭전력을 계산하여 그림 2에 나타내었다.

그림 2를 보면, M/W 국에 미치는 NGSO 위성의 간섭은 M/W 시스템의 트렌드라인과 NGSO/MSS 시스템의 위성궤도간에 이루는 각에 의해 크게 의존한다는 것을 알 수 있으며, 예를 들어, 트렌드라인과 위성궤도가 일치하는 $\mu_0 = 0^\circ$ 일 때는

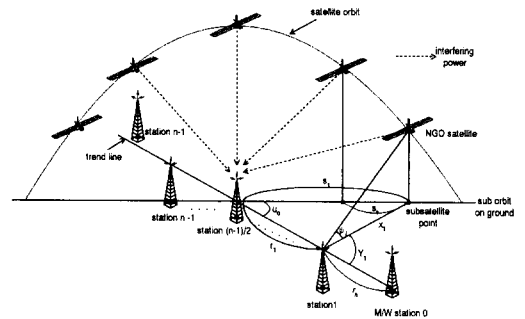


그림 1. NGSO 위성이 M/W 무선국에 미치는 간섭 모델

Fig. 1. The model for analysing the interference from NGSO satellites into M/W stations.

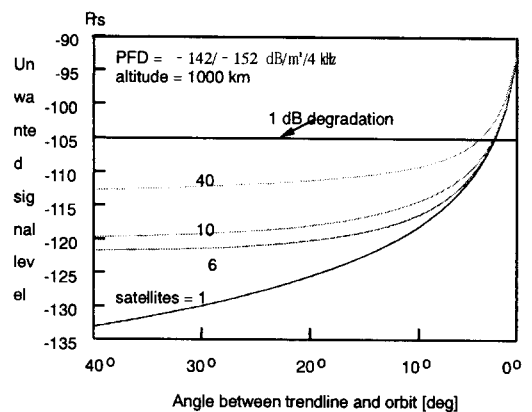


그림 2. NGSO 위성이 M/W 국에 미치는 간섭전력

Fig. 2. The interference power from NGSO satellites into a M/W station.

가장 심각하다. 이 때는 위성의 수에 관계없이 어느 경우나 M/W 시스템을 보호하기 위한 간섭허용레벨, 즉 1dB 열화값을 초과한다. 그러나, $\mu_0 > 4^\circ$ 이면, 허용레벨 이하가 되지만, μ_0 가 클수록 간섭전력은 위성수에 따라 커진다는 것을 알 수 있다. 또한 μ_0 뿐만 아니라 PF_{low} 를 변환시켜 더욱 더 간섭레벨을 떨어 뜨릴 수 있으며, 표 1에 PF_{high} 를 고정하고 위성수를 1로 했을 때 μ_0 에 따른 PF_{low} 허용레벨을 구해 제시하였다.

표 1. μ_0 에 따른 PF_{low} 허용레벨

$$(PF_{high} = -130 \text{ dB/m}^2/4 \text{ kHz})$$

Table 1. The permitted level of PFD with μ_0 .

| The angle, μ_0 (deg) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\leq PF_{low}$ (dB/m ² /4 kHz) | -167 | -160 | -152 | -148 | -145 | -142 |

III. 피이더 링크상의 간섭 분석

NGSO/MSS 시스템은 이동위성과 이를 추적관제하는 지구국 즉, 피이더 링크로 이루어지며, 피이더 링크상의 간섭분석은 기존의 고정 서비스간의 평가 방법인 C/I(Carrier-to-Interference ratio)를 계산한 후 C/I 보호비와 비교하여 시스템간의 조정거리 등을 산출하고 있다^{[4],[9],[10]}.

따라서, 본 연구에서는 NGSO/MSS국은 시간에 따라 이동하는 위성을 추미하므로 시간에 따른 C/I의 변화를 예상하여 간섭보호비를 초과하는 시간을이라든지, 초과지속시간 그리고 조정영역 등을 통한 공유기준을 제시한다.

3-1 이동위성 지구국이 M/W국에 미치는 간섭영향

그림 3에서는 NGSO/MSS 지구국이 M/W 무선국에 미치는 간섭 예를 나타낸 것으로 그림 중에 나타낸 파라미터들을 이용하여 M/W 중계국에 있

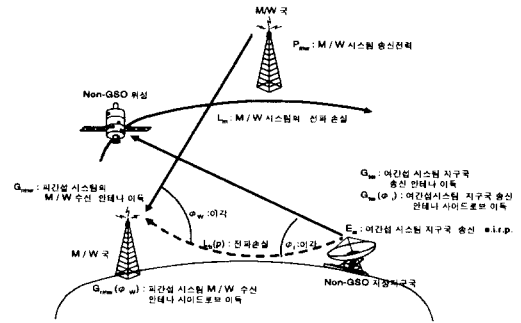


그림 3. NGSO/MSS 피이더 링크에 의한 M/W 무선국에 미치는 간섭모델

Fig. 3. The model for analyzing the interference from the NGSO/MSS feeder link into a M/W station.

어서의 희망신호대 간섭잡음전력비 C/I는 다음과 같이 주어진다^{[4],[10]}.

$$C/I = P_{mw} - L_m(p) + G_{rmw} - E_{ei} + G_{tei} - G_{tei}(\phi_i) + L_e(p) - G_{rmw}(\phi_w) \quad (4)$$

식 (4)의 각 변수의 첨자 m 및 e 는 각각 M/W 무선국 및 비정지궤도 이동위성 지구국을, w 및 i 는 피 간섭시스템 및 여 간섭시스템을, t 및 r 는 송신 및 수신을 각각 나타낸다. ϕ_i 및 ϕ_w 는 여간섭지구국 및 피간섭 M/W 무선국에 있어서의 안테나 주빔방향에서 지평선방향으로의 편이각을 나타내고 있다. 한편, 시간을 p %이하에서의 기본 전송손실 $L_m(p)$ 는 ITU-R PN.452에, $L_e(p)$ 는 ITU-T PN.620-1에 주어진 값을 이용한다.

여기서는 NGSO/MSS 지구국의 위치를 대전 (36.324°N, 127.42°E)으로 가정하고, M/W 무선국 중에서 station 1의 위치를 (36°N, 126°E), station 2의 위치를 (36°N, 127.661°E)로 가정한다. 또한, 비정지궤도 이동위성 지구국 및 M/W 무선국에 관련된 파라미터들은 표 2 및 표 3에 나타내었다.

식 (4) 및 표 2, 표 3의 파라미터를 이용하여 시

표 2. NGSO/MSS 지구국 파라미터

Table 2. NGSO/MSS station parameters.

| 시스템 | Globalstar | Iridium |
|------------|------------------------|-------------------------|
| 주파수(GHz) | 5-5.25 /6.875-7.707 | 29.1-29.3 /19.4-19.6 |
| 점유대역폭(MHz) | 1.23 | 3 |
| 할당대역폭(MHz) | 1.23 | 4.37 |
| Es(dB W) | -5.0 | 14.0~23.7 |
| Ee(dB W) | 54.0 | 43.5~68.3 |
| Gre(dB i) | 46.0 | 53.2 |
| Gre(dB i) | 43.5 | 56.3 |
| 시간율(%) | 0.002 | 0.002 |

표 3. M/W 무선국 파라미터

Table 3. M/W station parameters.

| 시스템 | FS1 | FS2 |
|------------|--------|---------|
| 주파수(GHz) | C band | Ka band |
| 점유대역폭(MHz) | 3.5 | 18 |
| 할당대역폭(MHz) | 3.5 | 27.5 |
| Pm (dB W) | -1.0 | -8.86 |
| Em (dB W) | 32.0 | 37.0 |
| Grm (dB i) | 33.0 | 45.0 |
| Grm (dB i) | 40.0 | 50.0 |
| 시간율 (%) | 0.01 | 0.01 |

시뮬레이션을 수행한 결과를 정리하여 표 4와 같이 제시한다.

표 4의 시뮬레이션 결과로부터, Globalstar 간섭 영향은 C/I 간섭보호비를 초과하는 시간율에서 알 수 있듯이 20.46% 정도의 시간율 동안 간섭보호비를 초과하고 있으며, 마찬가지로 Iridium 시스템이 FS2 시스템에 미치는 간섭영향은 10.52%를 초과해 그 간섭의 영향이 Globalstar 시스템보다 작게 나타남을 알 수 있다.

표 4. 시뮬레이션 결과

Table 4. Simulation results.

| 항목 | Globalstar interfering into FS1 | Iridium interfering into FS2 |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 시뮬레이션 수행시간(days) | 10 | 10 |
| C/I 보호비(dB) | 25 | 25 |
| 최악의 C/I(dB) | 16.79 | 19.04 |
| 총간섭보호비 초과시간율(%) | 20.46 | 10.52 |
| 평균간섭보호비 초과시간율(sec) | 207.17 | 127.82 |
| 최장의 간섭보호비 초과지속기간(sec) | 402 | 426 |

3-2 M/W국이 NGSO/MSS 지구국에 미치는 간섭영향

M/W 무선국이 이동위성 지구국에 미치는 간섭 영향을 분석하기 위한 모델을 그림 4에 제시하였다. 그림 4에 나타난 파라미터들을 이용하여 M/W 무선국이 이동위성 지구국에 미치는 희망신호대 간섭전력비 C/I는 식 (4)를 변형하면 다음과 같다.

$$C/I = E_{sw} - L_s + G_{rew} - G_{rew}(\phi_w) - E_{mi} + L_e(p) + G_{tmi} - G_{tmi}(\phi_i) \quad (5)$$

여기서, L_s 는 자유공간 손실을, $L_e(p)$ 는 식 (4)와 동일하다.

식 (5) 및 표 2, 표 3을 이용하여 시뮬레이션 수행한 결과를 표 5에 정리하였다. 표 5의 결과로부터, FS1 시스템이 Globalstar 피이더 링크에 미치는 간섭영향은 총간섭 보호비 초과시간율이 31.35%에 이르러 간섭영향이 크게 나타나고 있지만, FS2 시스템이 Iridium 피이더 링크에 미치는 간섭 영향은 총간섭 보호비 초과시간율이 0%로 전혀

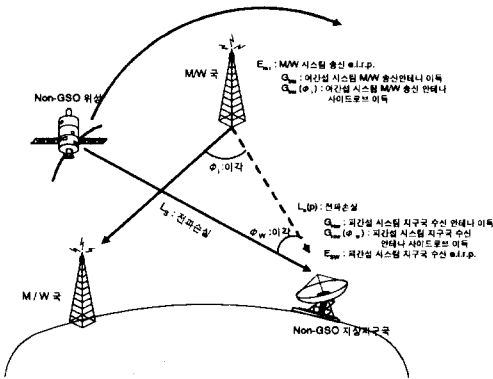


그림 4. M/W 무선국이 NGSO/MSS 피이더링크에 미치는 간섭모델

Fig. 4. The model for analyzing the interference from a M/W station into the NGSO/MSS feeder link.

표 5. 시뮬레이션 결과

Table 5. Simulation results.

| 항목 | FS1 interfering into Globalstar | FS2 interfering into Iridium |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 시뮬레이션 수행시간(days) | 10 | 10 |
| C/I 보호비(dB) | 20.89 | 25.97 |
| 최악의 C/I(dB) | -1.16 | 62.92 |
| 총간섭 보호비 초과시간율(%) | 31.35 | 0 |
| 평균간섭 보호비 초과시간율(sec) | 264.86 | 0 |
| 최장간섭 보호비 초과시간율(sec) | 521 | 0 |

간섭이 없음을 알 수 있다.

3-3 조정 영역

지상 M/W국과 NGSO/MSS 지구국간의 주파수 공유를 결정하기 위하여, 여기서는 조정영역 또는

조정거리에 의한 평가를 행한다. 우선 수신 M/W국의 위치를 (0°N, 0°E)이라 하고, 송신 M/W국은 수신국과 거리 약 50 km 떨어진 동쪽, 즉 (0°N, 0.45°E)에 위치한다고 가정하며, 최소 조정거리는 ITU-R IS.847에 100 km로 권고되고 있으므로 여기서도 M/W국과 NGSO/MSS 지구국의 최소 조정거리를 100 km로 한다. 그리고 NGSO/MSS 지구국이 M/W 무선국에 미치는 경우에 한해 시뮬레이션을 수행한 후, 그 결과를 그림 5 및 그림

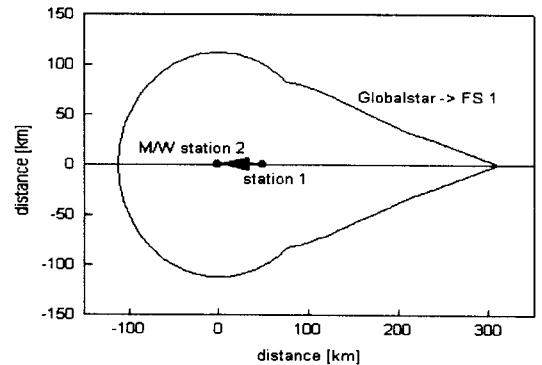


그림 5. Globalstar 시스템이 FS1 시스템에 미치는 간섭 조정거리

Fig. 5. The coordination contour for sharing between Globalstar and FS1 system.

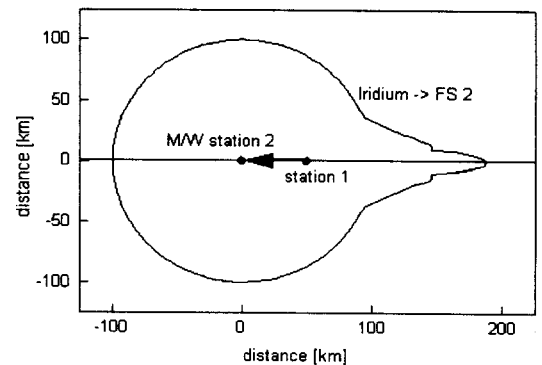


그림 6. Iridium 시스템이 FS2 시스템에 미치는 간섭 조정거리

Fig. 6. The coordination contour for sharing between Iridium and FS2 system.

6에 나타낸다.

그림 5 및 그림 6은 각각 Globalstar 시스템이 FS1 시스템에 미치는 간섭의 경우의 조정영역 및 Iridium 시스템이 FS2 시스템에 미치는 간섭의 경우의 조정영역을 나타내는 것으로, M/W국의 트렌드라인 선상에 있어서는 조정영역이 각각 320 km, 190 km 정도로 넓게 나타나게 되지만 트렌드라인과 어느 정도 각을 이루면 조정영역도 좁게 운용될 수 있다. 예를 들어 M/W 국의 트렌드라인과 90° 수직을 이루는 국에서 이동위성 지구국이 운용된다면 각각의 경우에 있어서 112 km 및 100 km 정도로 조정영역 폭이 줄어들게 된다.

IV. 서비스 링크상의 간섭 분석

NGSO/MSS의 이동 핸드셋과 고정 M/W국간의 간섭분석을 위한 수학적인 모델설정 및 이를 이용한 성능평가는 문헌^[1]에서 수행하였으며, 핸드셋의 서비스 용량(capacity) 기준을 도출하였다.

4-1 NGSO/MSS 핸드셋이 M/W국에 미치는 간섭영향

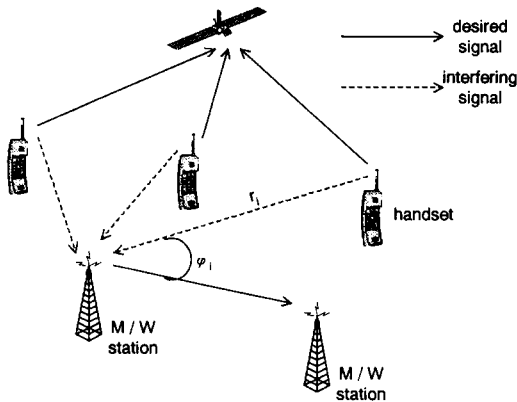


그림 7. NGSO/MSS 핸드셋에 의한 M/W 시스템에 미치는 간섭모델

Fig. 7. The model for analyzing the interference from NGSO/MSS handsets into a M/W station.

그림 7과 같이 임의 한 NGSO/MSS 서비스 영역(service area) 내에 핸드셋이 M/W 국 안테나의 전방향에 걸쳐 일정분포 handsets/m²를 갖고, 모든 방향에서의 핸드셋 전력은 일정하다면, 한 M/W 국에 미치는 핸드셋의 간섭전력은 각 핸드셋의 간섭전력의 누적으로 구할 수 있다. 또한, 이 동전파환경 모델로써 2 경로(two-way) 모델을 가정하면, 절점(break point), 즉 이상의 거리에서의 간섭 전력은 다음과 같이 간략화된다^[1].

$$\begin{aligned}
 P_{m} &= 2 \int_{\frac{\pi}{360}}^{\pi} g(\varphi_i) \int_{R_b}^{\infty} \frac{P_m}{2} \rho K_2 \\
 &\quad \cdot (\sqrt{r^2 + h_f^2})^{-n_2} r dr d\varphi_i \\
 &= P_m \rho K_2 \left\{ G\left(\frac{2\pi}{360}\right) \frac{2h_f^{-(n_2-2)}}{3(n_2-2)} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{11\pi h_f^{-(n_2-2)}}{150(n_2-2)} \right\} \quad (r > R_b)
 \end{aligned} \tag{6}$$

여기서, $g(\varphi_i) = 10^{\frac{G(\varphi_i)}{10}}$, $G = 32 \text{ dB} = 1585$ 이다. 한편, $G(\varphi_i)$ 는 다음식으로 주어지는 FCC 안테나 규정패턴을 이용하므로써 식 (6)의 하한은 $\frac{\pi}{360}$ ($= 1^\circ$)이다^{[4],[5]}.

$$G(\varphi_i) = \begin{cases} 32 - 25 \log \varphi_i \text{ dBi,} & \text{for } 1^\circ \leq \varphi_i \leq 48^\circ \\ -10 \text{ dBi,} & \text{for } 48^\circ < \varphi_i \leq 180^\circ \end{cases} \tag{7}$$

또한, h_f 는 M/W국의 안테나 높이이고, K_2 및 n_2 는 절점 R_b 이상의 거리의 전파손실 파라미터로서 다음 식의 수신된 전력 P_r 에 관련된 값으로 예를 들어 $h_f = 100 \text{ m}$ 의 경우에 표 6에 나타낸다^{[1],[5]}.

$$P_r = K_2 r^{-n_2} P_i, \quad r > R_b \tag{8}$$

여기서, P_i 는 송신전력이다. 그리고 각 핸드셋의

전력은 P_m 으로 동일하다고 가정한다.

식 (6)을 이용하여 핸드셋의 분포 ρ 에 따라 간섭전력을 계산한 결과를 그림 8에 제시한다. 그림 8로부터, 핸드셋의 분포 ρ 의 증가에 따라 M/W 국에 미치는 간섭전력은 지수적으로 증가하고 있으며, 간섭허용레벨 이하의 최대 허용 시스템용량은 0.5 W와 1 W의 핸드셋인 경우는 각각 7.0×10^{-14} , 3.4×10^{-14} handsets/m²으로 아주 적은 용량을 보이고 있다. 이는 PCN의 수용용량 10^{-3} users/m²[5]보다도 무려 10^{-11} 배정도 적은 값인데, 그 차이는 NGSO/ MSS 핸드셋의 전력이 0.5 W~1 W정도로 PCN의 200 μ W에 비해 2,500~5,000배 크다는 점과 본 연구에서의 전파손실 모델은 간섭영향이 큰 시외지역 모델인 것에 반해 PCN은 간섭이 아주 미약한 도시지역 모델을 사용하여 얻은 결과라고 판단된다.

표 6. 전파손실 파라미터

| h_f | R_b | n_2 | K_2 |
|-------|---------|-------|-------|
| 100 m | 4,000 m | -3.5 | 72.98 |

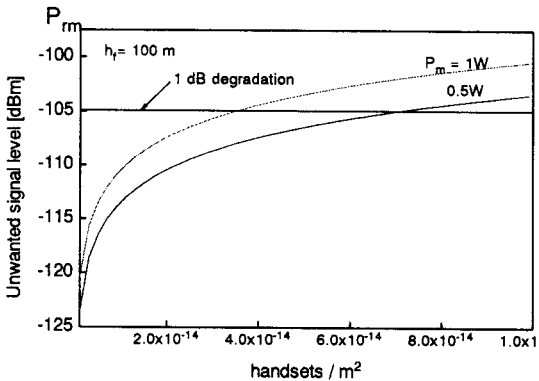


그림 8. NGSO/MSS 핸드셋의 분포에 따른 다른 간섭전력

Fig. 8. The interference power with the NGSO/MSS handsets distribution.

4-2 M/W 무선국이 NGSO/MSS 핸드셋에 미치는 간섭영향

M/W 고정 서비스 링크는 고정 트렌드라인상의 여러개의 랜덤 홉으로 구성되며, 홉의 수에는 제한이 없지만, CCIR 기준 디지털 경로로서 9홉이 권고되고 있다. 또한 홉간 거리는 고정링크의 전체 길이가 2,500 km, 50홉일때 50 km로 하여 여러가지 성능기준을 설정하고 있지만, 구체적인 제한 조건은 없으며, 각 나라마다 또 지형에 따라 홉간 거리는 다르게 설정될 것이다^{[1],[4]}. 본 연구에서는 그림 9와 같이 임의의 n 개의 홉과 홉간 거리 r_h 를 설정하여 M/W 국이 NGSO/MSS 핸드셋에 주는 간섭영향을 평가한다. 계산을 간단히 하기 위해 각 M/W 국 안테나의 보어사이트가 고정링크의 트렌드라인과 이루는 각을 0° 로, 홉간 거리는 r_h 로 일정하다고 가정한다.

문헌 [1]의 한 결과로서 여기서는 NGSO/MSS 핸드셋이 M/W 주변의 모든 위치에서 주파수공유 기준설정이 필요하므로 이를 위한 조정영역을 구해 그림 10에 다시 나타내었다.

그림 10으로부터 알 수 있듯이 9홉, 홉간거리 50 km인 M/W국의 안테나의 높이를 100 m라 가정할

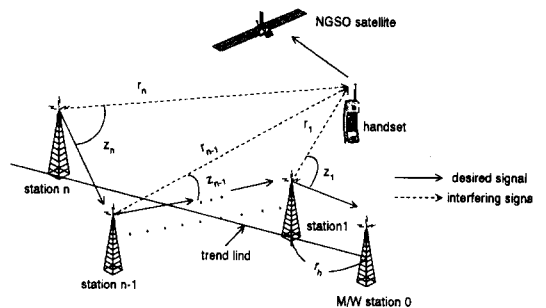


그림 9. M/W국이 NGSO/MSS 이동 핸드셋에 미치는 간섭모델

Fig. 9. The model for analyzing the interference from M/W stations into NGSO/MSS handsets.

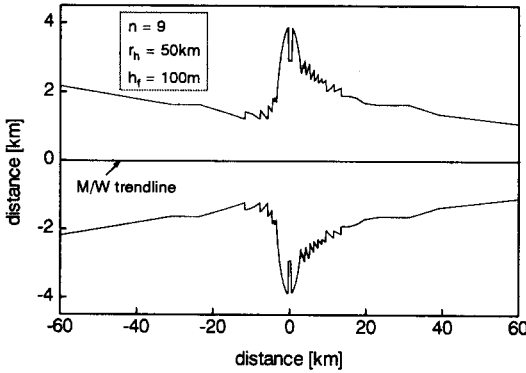


그림 10. 조정영역의 한 일례

Fig. 10. An example of the coordination contour.

때, NGSO/MSS 시스템과 M/W 시스템간의 주파수공유에 필요한 조정거리는 수직거리로 4 km 이상이 되어야 하며, M/W 안테나의 보어사이트의 전방이나 후방에서는 상당한 조정거리가 필요하다. 물론 후방에서는 최대 $9 \times 50 = 450$ km 이상이 될 것이며, 전방에서는 상기 일례의 경우 60 km 이상으로 구해지고 있다.

V. 결 론

본 연구에서 NGSO/MSS 시스템과 M/W 무선국간의 주파수 공유를 위한 상호간섭 분석 방법으로서 NGSO/MSS 위성의 PFD레벨에 의한 간섭평가, NGSO/MSS 피더 링크 및 서비스 링크상에서의 간섭평가 및 주파수 공유기준을 도출하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) NGSO 위성의 PFD 레벨에 의한 M/W 국에 미치는 간섭의 경우, 간섭전력은 M/W 트렌드라인과 NGSO 위성궤도간의 이루는 각 및 양각에 따른 위성의 PFD 레벨에 의해 주로 의존하는 데, 그 예로서 $PFD = -142/-152$ dBm²/4 kHz일 경우에, 트렌드라인과 위성궤도가 일치하면, 위성수에 관계없이 어느 경우나 간섭허용레벨을 초과한다.

(2) C/I 값은 시간적으로 변화를 가져오기 때문

에 시스템에 따라 매우 다르게 나타나며, Globalstar 시스템이 FS1 시스템에 미치는 간섭영향은 C/I 간섭보호비 초과시간이 20.46 %로 장시간동안 허용범위를 초과하는데 반해, Iridium인 경우 FS2에 미치는 간섭보호비 초과시간은 10.52 %의 기간 동안 허용범위를 초과하고 있어 간섭이 작게 나타남을 알 수 있다. 이와는 달리 FS1이 Globalstar 시스템에 미치는 간섭의 영향은 간섭 보호비 초과시간이 31.35 %로 아주 심각한 간섭을 미치고 있지만, FS2가 Iridium 시스템에 미치는 경우는 0 %로 전혀 간섭의 영향이 없다는 것을 알 수 있다.

(3) 피더 링크상의 조정영역 기준설정에 있어서는 Globalstar 시스템이 FS1 시스템에 미치는 간섭의 경우에는 최고 320 km에서 최저 112 km로, Iridium 시스템이 FS2 시스템에 미치는 간섭의 경우에는 최고 190 km에서 최저 100 km로 설정되었다.

(4) M/W 시스템이 NGSO/MSS 핸드셋에 미치는 간섭의 경우, 그 간섭전력은 주로 M/W 흡의 수 및 흡간거리에 의존한다. 두 시스템간의 주파수공유를 위해서는 핸드셋이 M/W 안테나의 보어사이트 전후방을 제외한 곳에서 트렌드라인과 수직거리가 4 km 이상이 되어야 한다. 물론 보어사이트의 전후방에서는 상당한 조정거리가 필요하다.

(5) NGSO/MSS 핸드셋이 M/W 국에 미치는 간섭의 경우, 핸드셋의 분포밀도 및 핸드셋의 전력에 주로 의존한다. 그 예로서, 0.5 W 핸드셋인 경우 간섭허용레벨 이하의 최대 수용 용량은 $7.0 \cdot 10^{-14}$ handsets/m²으로 PCN 보다 아주 적은 용량이 구해졌는데, 이는 핸드셋이 PCN 전력보다 상당히 큰 전력으로 운영되는 점에 기인한다.

한편, 위 결과들은 NGSO/MSS 시스템과 M/W 무선국간의 주파수 공유를 위한 여러 측면에서의 평가기준들을 도출한 것으로 향후 NGSO/MSS 시스템을 위한 간섭기준들이 설정된다면, 이의 비교검토가 이루어져야 할 것이다. 또한 PCN 시스템^[5]과 마찬가지로 NGSO/MSS 핸드셋의 성능을 개

선시킴을 위해서는 M/W 협대역 신호를 저지할 수 있는 노치(notch) 필터를 이용하는 것이 효과적이며 반대로 핸드셋으로부터의 간섭전력을 줄이기 위한 음성 액티비티(activity) 검출 등의 기술개발이 요구된다.

참 고 문 헌

[1] 이성수, 조삼모 “NGSO/MSS 서비스링크와 기존 고정서비스 마이크로웨이브 시스템간의 주파수 공유에 관한 연구”, 한국전자과학회 논문지., 제9권 1호, pp. 115-124, 1998년 2월.

[2] K. G. Johansen, “Mobile P-service satellite system comparison,” *Int. Journal of Sat. Comms.*, vol. 13, pp. 453-471, 1995.

[3] J. Pahl and J. Parker, “A model for interference studies relating to multisatellite non-geostationary systems in the mobile satellite service,” *Int. Journal of Sat. Comms.*, vol. 12, pp. 107-123, 1994.

[4] 한국전자통신연구원, “M/W 무선국치국을 위한 저궤도 위성 시스템의 전파간섭 분석기술 연구”, 연구보고서, 1997년 11월.

[5] Y. R. Jsai and J. F. Chang, “Feasibility of adding a personal communications networks to an existing fixed-service microwave system”, *IEEE Trans. Commun.*, vol. com-44, pp. 76-83, Jan. 1996.

[6] P. Gardenier, M. Shafi, R. B. Vernall, and M. Milner, “Sharing issues between FPLMTS and fixed services”, *IEEE Commun. Mag.*, vol. 32, pp. 74-78, June 1994.

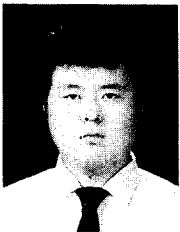
[7] International Telecommunication Union; Radio Regulations. Geneva., 1996.

[8] ITU-R Recommendations SF-Series, *Frequency Sharing between the Fixed-Satellite Service and the Fixed Service*, ITU, 1994.

[9] ITU-R Recommendations F-Series, *Fixed Service Radio-Relay Systems*, ITU, 1994.

[10] N. Araki, H. Shinonaga, H. Kobayashi and Y. Ito, “Interference between GSO/FSS and non NGSO/MSS earth stations under reverse band operation of non-GSO/MSS feeder links,” *Technical Report of IEICE, SAT* 94-76, MW 94-99, pp. 87-93, 1994.

이 성 수



1983년: 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
 1990년: 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과(공학석사)
 1984년~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원
 [주 관심분야] 무선망설계엔지니어링, 스펙트럼관리 기술, 전파전파 특성

이 형 수



1980년: 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1985년: 연세대학교 전자계산학과(공학석사)
 1995년: 성균관대학교 정보공학사(공학박사)
 1983년~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 전파전파특성, 스펙트럼 관리기술, 무선망설계

채 종 석



1972년: 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
1979년: 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1989년: 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1978년~1983년: 국방과학연구소 연

구원

1984년~1985년: 연세대학교 산업기술연구소 선임연구원
1985년~현재: 한국전자통신연구원 전파기술연구부장
[주 관심분야] 전파전파 이용기술, 위성통신, 위성방송, 핵심소자 개발

강 영 흥



1989년: 한국항공대학교 통신공학과(공학사)
1986년: 한국항공대학교 전자공학과(공학석사)
1993년: 한국항공대학교 전자공학과(공학박사)
1990년~현재: 군산대 정보통신공학

과 부교수

[주 관심분야] 위성통신, 무선통신, 이동통신