

멀티빔 위성 시스템에서 대역 분할 기법을 이용한 지상망과의 주파수 간섭 경감 연구

정회원 오 대 섭*, 종신회원 김 수 영**, 정회원 안 도 섭*

A band Segmentation Scheme for Frequency Sharing with Terrestrial Service in Multi-beam Satellite Systems

Dae-Sub OH* *Regular Member*, Sooyoung Kim** *Lifelong Member*,
Do-Seob Ahn* *Regular Member*

요 약

위성시스템에서 제공하는 넓은 서비스 영역이 타 무선망, 특히 지상망의 서비스 영역과 겹치는 경우가 많이 발생하므로 위성시스템에서 타 무선망과의 주파수 공유는 매우 중요하다. 본 논문에서는 지상망과의 간섭을 경감하기 위한 대역 분할 방법을 제안한다. 본 제안 기법에서 멀티빔을 이용하는 위성시스템에서 각 위성 빔은 주파수 재사용 기법을 사용하며, 지상 무선국은 무선국이 속한 위성빔의 인접 위성빔 주파수 대역을 활용함으로써 간섭량을 효과적으로 경감시킬 수 있다. 본 논문의 실험 결과에 따르면 기존 방식에서 링크 가용도가 90%일 때 지상 무선국이 수신하는 간섭량이 -117 dBW이나, 제안된 방법을 적용할 때 주파수 재사용률에 따라 간섭량을 -168 dBW 또는 -163 dBW으로 경감시킬 수 있다.

Key Words : Satellite Communication, Band Segmentation, Frequency Sharing

ABSTRACT

In the satellite communications, the frequency sharing with other services is important because the service coverage is generally very wide and overlaps with those of other wireless services. This paper introduces a new technique to mitigate interference into the terrestrial stations from the Earth station in the same frequency band by means of band segmentations which are portions of the overall operation frequency band divided by frequency reuse factor. We consider a multi-beam satellite system, where frequency bands are reused in each satellite cell. The terrestrial stations use band segmentations of adjacent satellite cells, and this may decrease the interferences. By this way, the terrestrial and satellite systems can share the same frequency bands efficiently. The simulation is performed at frequency reuse factors, seven and three. The simulation results show that the proposed method can highly reduce the interference level to -168 dBW or -163 dBW depending on the considered frequency reuse factor from -117 dBW at the 90% link availability.

1. 서 론

인공위성을 이용한 위성통신 서비스는 지상통신

망에 비하여 내재해성, 광역성, 동보성 등의 이점을 가지고 있으며, 상업적 목적 뿐만 아니라 국가의 기

※ 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT핵심원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. (2008-F-013-02, 스펙트럼공학 및 밀리미터파대 전파자원 이용기술 개발)

* 한국전자통신연구원 위성무선융합연구부(trap@etri.re.kr), ** 전북대학교 (sookim@chonbuk.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-07-313, 접수일자 : 2009년 7월 28일, 최종논문접수일자 : 2009년 10월 16일

간망으로서의 역할을 수행하기 위하여 지속적으로 발전해 왔다¹¹⁾. 위성을 이용한 통신서비스를 제공하기 위해서는 위성 궤도와 주파수가 반드시 요구된다. 위성 궤도와 주파수는 그 자원이 한정되어 있기 때문에 이러한 자원들의 효율적 이용에 대한 연구는 오랫동안 전 세계적으로 수행되었다¹²⁾¹³⁾. 특히, 주파수 공유 기술은 효율적 주파수 자원의 이용을 실제 무선망 운용에 적용할 수 있는 가장 중요한 방법 중 하나이다. 위성통신 시스템은 지구국과 우주국간 통신링크 양각이 일반적으로 높으며, 이는 상대적으로 수평 방향으로 약한 전파를 방사한다. 이러한 특성은 동일지역 동일 주파수 대역을 사용하는 지상 무선 통신시스템과의 주파수 공유를 가능하게 한다.

주파수 대역은 타 시스템으로부터 수신되는 전파 간섭이 허용 가능한 레벨 이하일 경우 두 무선 시스템간 공유 될 수 있다. 따라서 동일 서비스 지역에서 주파수 공유가 가능한 방법은 두 가지로 볼 수 있다. 첫째로는 허용 가능한 간섭 레벨을 높이는 방법이다. 이는 높은 내 간섭성을 가지는 향상된 시스템을 이용함으로써 가능하다. 두 번째 방법으로는 간섭 경감 기법을 사용하는 경우이다. 현재 많은 간섭 경감 기법에 대한 연구가 수행되고 있으며, 지형 분리, 다이버시티, 적응형 전력제어 같은 방법들을 포함하여 다양한 기술들이 연구되고 있다¹⁴⁾.

이러한 주파수 공유에 관한 연구는 차세대 네트워크(Next Generation Networks; NGN)연구에도 중요한 역할을 수행한다. 국제전기통신연합(International Telecommunications Union; ITU)은 현재 다양한 형태의 통신 네트워크를 통합하는 방법을 제공하기 위한 NGN의 비전을 개발하고 있다. 이런 통합의 목표는 기존 각각의 네트워크 역할에서 장점을 통합하여 효율적인 이용을 가능하게 하는 것이다. 이러한 관점에서 위성과 지상 네트워크의 통합 또는 협력은 각 네트워크의 장점을 통합하여 끊임없는 상호 작용을 통한 NGN의 역할을 가능하게 한다¹⁵⁾. 특히 각 네트워크의 주파수 공유는 한정된 자원의 확보에 매우 중요한 역할을 하며 이 논문에서 제안하는 기법을 이용한 위성과 지상 시스템간 주파수 자원을 효율적인 공유를 통해 NGN에서의 네트워크 통합에 적용할 수 있다.

본 논문에서는 상기에서 언급된 바와 같이 위성 시스템과 효율적인 주파수 공유의 중요성을 인지하여, 차세대 위성통신시스템에 효과적으로 적용이 가능한 주파수 공유기술을 제안한다. 즉, 차세대 위

성시스템에서는 멀티빔 기술이 활성화 될 것이라는 점에 착안하여, 참고문헌 [4]에 제시되어 있는 기존의 주파수 공유 기술에 비하여 보다 효율적인 방법을 제시한다. 본 논문에서 제시한 방법은 지상 무선 시스템과 동일 지역에 서비스를 제공하는 멀티빔을 가진 위성시스템에서 대역 분할(band segmentation) 기법을 이용하여 해로운 간섭을 줄이는 방법에 관한 것이다. 본 논문에서 제안한 방법에서는, 멀티빔 위성 시스템은 주파수 재사용 기술을 채택함으로써, 전파 간섭을 최소화할 수 있도록 지상무선시스템에 주파수를 분배한다. 제안된 방법을 사용하면, 기존의 방식에 비하여 전파 간섭량이 대폭 줄어들게 됨으로써, 효과적인 무선망간의 주파수 공유가 가능하게 된다.

제 2장에서는 일반적인 멀티빔을 사용하는 위성망과 지상망간 주파수 공유 시나리오를 소개한다. 제 3장에서 해로운 간섭을 경감시키기 위한 새로운 방법을 제안한다. 제 4장에서는 기존의 일반적인 상황과 제안된 방법 간 간섭 영향 시뮬레이션의 결과를 분석하고, 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. 멀티빔 위성망과 지상망간 간섭 시나리오

그림 1은 위성망과 지상망간에 일반적으로 간섭이 발생할 수 있는 예를 보여준다¹⁶⁾. 그림에서 볼 수 있는 것처럼, 위성망과 지상망이 동일 지역에서 동일 주파수 대역을 사용하여 서비스를 제공할 경우 위성망과 지상망간 주파수 간섭이 발생할 수 있다. 그림 1에서 실선으로 표기된 것은 원래 보내고자 하는 정보를 담고 있는 전파를 나타내는 것으로서 이하 본 논문에서는 희망 신호라고 명한다. 또한, 점선으로 표기된 것은 위성망에서 지상망으로 또는 지상망에서 위성망으로 보내고자 하는 정보가 아닌 다른 망으로 전파가 전달되는 것으로서, 간섭 신호로 명한다.

그림 1에 각 신호에 숫자로 표기되어 있는 바와 같이 위성망과 지상망간 주파수 공유 환경에서 발생할 수 있는 간섭은 다음과 같이 4가지로 구분할 수 있다¹⁷⁾.

- ① 우주국에서 지상국으로 주는 간섭
- ② 지구국에서 지상국으로 주는 간섭
- ③ 지상국에서 지구국으로 주는 간섭
- ④ 지상국에서 우주국으로 주는 간섭

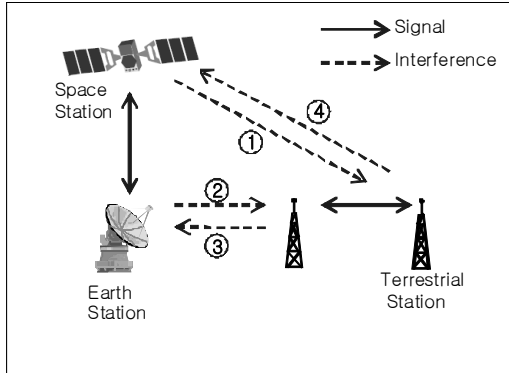


그림 1. 위성망과 지상망간 간섭 시나리오

위의 4가지 간섭 링크의 경우 중, 본 논문에서는 간섭 링크 ②의 경우 즉, 위성 지구국에서 지상 무선국으로의 간섭에 대해 분석하고 제안된 방법을 이용한 간섭량 변화를 살펴본다. 이는 ITU의 전파규칙이 모든 위성 시스템은 전파규칙 제 21조의 전력속밀도(pfd) 제한값을 준수하도록 강제하고 있으므로, 위성 우주국으로부터 지상국으로 해로운 간섭을 야기하지 않는 것으로 간주할 수 있다⁸⁾. 따라서 간섭링크 ①의 경우가 이에 해당한다. 또한, 위성망-지상망간 주파수 공유의 주요 관심은 타 무선망으로부터 빠르게 확장되고 있는 지상망을 어떻게 보호할 것인가에 집중되어 있다. 물론 지상망이 위성망으로 주는 간섭에 대한 영향 역시 고려할 필요가 있으며, 이는 향후 연구에서 다룰 예정이다.

본 장에서 다루고자 하는 일반적인 멀티빔을 가진 위성망과 지상망간 간섭 시나리오는 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는 바와 같이 멀티빔을 가진 위성망은 각각의 빔에 서로 다른 주파수를 사용하여 지구국과 통신하고 있다. 위성은 주파수 재사용 기술을 사용하여 한 빔과 인접한 빔과는 서로 다른 주파수 대역을 사용한다. 지상망과의 주파수 공유를 위해, 그림 2의 중앙에 위치한 빔의 서비스 커버리지 내 위성망의 주파수와 동일한 주파수 대역을 사용하는 지상망이 존재한다. 이 경우, 중앙에 위치한 빔 내의 지구국이 위성으로 송신할 때 사이드로브를 통해 수평방향으로도 전파 방사가 발생하며, 이는 지상 무선국에 간섭을 야기한다. 본 논문에서는 많은 수의 지상 무선국이 동일 주파수 대역을 사용하는 위성 빔 내에 랜덤하게 분포되어 있다고 가정한다. 위성망의 지구국은 빔 내 중앙에 위치하고 있다.

위성망 지구국으로부터 위성 커버리지 내에 있는

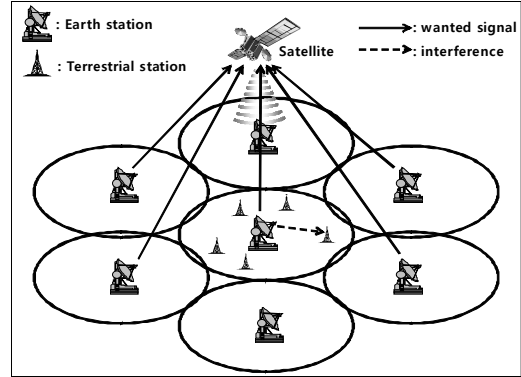


그림 2. 멀티빔 위성망과 지상망간 간섭 시나리오

지상 무선국으로의 간섭영향을 분석하기 위해, 지구국이 위성으로 송신할 때 사이드로브에 의해 수평 방향으로 각각의 지상 무선국으로 미치는 간섭량은 식(1)을 이용하여 계산한다.

$$I_{single\ terrestrial\ station} = P_t + G_t + G_r - FSL (dBW) \quad (1)$$

여기서, P_t 는 지구국 송신 전력이고, G_t 는 수평 방향으로의 지구국 송신 안테나 이득이다. G_r 은 지상 무선국의 안테나 이득이며 FSL 은 자유공간 경로 손실 값이다.

자유공간 경로손실 FSL 은 식(2)을 이용하여 계산할 수 있다⁹⁾.

$$FSL = 92.45 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (dB) \quad (2)$$

식(2)에서 f 는 운용 주파수(GHz) 이고, d 는 지구국과 지상무선국과의 거리(km)를 의미한다.

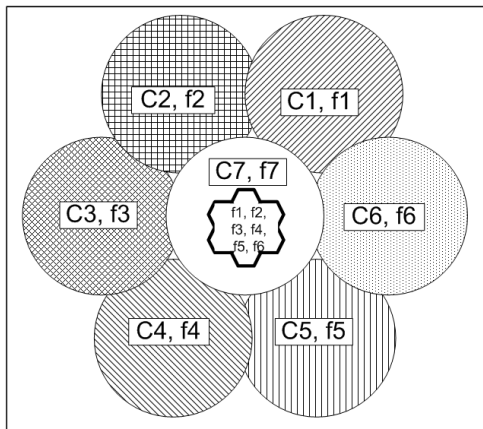
III. 제안된 대역 분할 기법을 이용한 간섭 경감 방법

한정적인 주파수 자원의 효율적 이용을 위한 주파수 관리 기법은 무선 통신에 있어서 매우 중요하다. 지상 무선 통신망의 경우 멀티셀을 이용한 주파수 재사용 기술 이동통신을 중심으로 예전부터 적용되어 왔으며, 제한된 주파수 대역에서 통신링크의 수를 증가시킬 수 있는 장점이 있다. 반면에 주파수 재사용을 통해 동일 주파수 대역을 사용하는 셀 간의 간섭 문제 또한 발생할 수 있다.

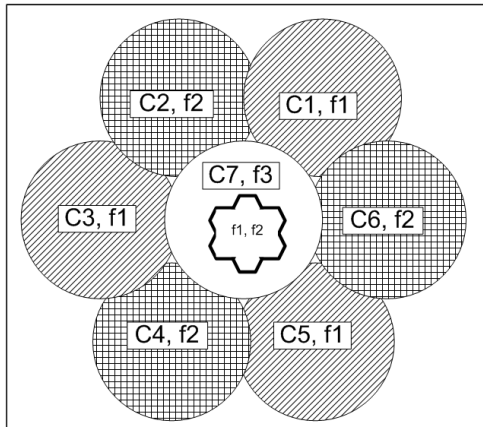
위성통신의 경우 위성의 긴 수명 및 운용 중 최근 기술로의 교체가 거의 불가능한 이유로 최근 들

어 멀티빔을 이용하는 시스템에 대한 연구가 수행되고 있다¹⁰⁾. 멀티빔 위성 시스템은 서비스 지역을 보다 더 정밀하게 구성할 수 있으며 셀 개념을 이용한 보다 고도화된 주파수 운용 방법을 적용하여 주파수 이용 효율을 증가시킬 수 있는 장점이 있다. 본 논문 또한 멀티빔을 이용하는 위성망에서 주파수 이용 효율을 증가시키는 방법의 일환으로 대역 분할 기법을 제안하고 있으며, 제안된 방법을 통해 멀티빔 위성망에서 동일 서비스 영역 내에 존재하는 타 지상 통신망과의 주파수 공유 환경을 개선시킬 수 있음을 보여주고 있다.

그림 4는 본 논문에서는 제안하는 대역 분할 기법을 이용하여 동일 주파수 대역의 사용을 최소화함으로써 전파 간섭량을 줄이고 따라서 서비스 간 동일 지역 내 주파수 공유를 가능하게 하는 예를 보여준다.



(a) Frequency reuse factor = 7



(b) Frequency reuse factor = 3

그림 4. 제안된 멀티셀 대역 분할 기법

그림 4에 있는 각각의 원은 지표면에서의 위성빔 커버리지를 의미하며, 빔이 커버하는 지역을 이하에서 셀이라고 부르기로 한다. 또한, 그림 4의 (a)와 (b)는 주파수 재사용률 r_f 가 각각 7과 3인 경우에 대해 각 셀에서의 주파수 분배 현황을 보여주고 있다. $C1\sim C7$ 은 각 셀을 식별하기 위한 셀 이름이고, $f1\sim f7$ 은 위성 서비스의 각 셀에서 사용하는 주파수 대역을 의미한다.

제안된 기법을 적용한 시나리오에서 위성 셀 내의 지상 시스템은 속해있는 위성빔의 주파수를 사용하지 않는다. 즉, 그림 4의 (a)의 경우, 지상 무선국이 위치한 위성 셀이 $f7$ 주파수 대역을 사용하고 있으므로, 가운데 위성 셀 내에 존재하는 지상 무선국 들은 인접 셀들이 사용하고 있는 6개의 주파수 대역들($f1\sim f6$)을 사용한다. 그림 4의 (b)의 경우 지상 무선국이 위치한 위성 셀이 $f3$ 대역을 사용하고 있으므로, 지상 무선국 들은 2개의 주파수 대역($f1, f2$)을 사용한다. 간섭량을 계산하기 위하여 우주국과 통신하는 지구국은 각 위성 셀의 중심에 위치한다고 가정한다.

만약 지구국이 이동성이 있는 이동지구국이라 하더라도 그림 4의 모델을 사용할 수 있다. 이는 각 셀 내의 이동 지구국이 방사하는 간섭의 총 합은 셀 내 하나의 고정 지구국이 같은 양의 간섭을 방사하는 것으로 간주할 수 있기 때문이다. 셀 내의 지상 무선국들은 랜덤하게 분포되어 있는 것으로 가정한다. 제안된 시나리오에서 지상 무선국들은 같은 주파수를 사용하는 인접 셀로부터 간섭 전파를 수신한다.

제안된 시나리오에서 $r_f = 7$ 인 경우 주파수 f_i 에 대한 지상 무선국으로의 간섭 I_{fi} 는 다음과 같이 표현된다.

$$I_{fi} = P_{t,Ci} + G_{t,Ci} + G_r + FSL_{Ci} \quad (dBW) \quad (3)$$

i 는 $1 \leq i \leq 6$ 이고, $P_{t,Ci}$ 는 f_i 주파수를 사용한 Ci 셀에서 송신하는 간섭 전력이다. $G_{t,Ci}$ 는 Ci 셀 내의 지구국 송신 안테나 이득이며, G_r 은 지상 무선국의 수신안테나 이득을 의미한다. FSL_{Ci} 는 Ci 셀에 존재하는 지구국과 각각의 수신 지상 무선국 간 거리인 d_i 에 대한 자유공간손실을 의미하며 식 (4)와 같이 표현된다.

$$FSL_{Ci} = 92.45 + 20\log(fi) + 20\log(di) \quad (dB) \quad (4)$$

$r_f = 3$ 인 경우, 인접한 셀로부터 두 개의 간섭 성분이 존재한다. 그림 4의 (b)를 보면, C7 셀에서 대역분할 기법에 의해 같은 주파수 대역을 사용하는 셀로부터 f_1 과 f_2 의 주파수를 사용하는 간섭이 지상 무선국으로 수신되며, 간섭량은 식(5)와 식(6)으로 표현된다.

$$I_{f1} = 10 \log_{10} (10^{\frac{I_{C1}}{10}} + 10^{\frac{I_{C3}}{10}} + 10^{\frac{I_{C5}}{10}}) \text{ (dBW)} \quad (5)$$

$$I_{f2} = 10 \log_{10} (10^{\frac{I_{C2}}{10}} + 10^{\frac{I_{C4}}{10}} + 10^{\frac{I_{C6}}{10}}) \text{ (dBW)} \quad (6)$$

여기서, I_{f1} 과 I_{f2} 는 지상 무선국으로 수신되는 각각의 주파수 f_1 과 f_2 에 대한 간섭이며 $I_{C1} \sim I_{C7}$ 은 각각의 셀 $C1 \sim C7$ 으로부터 수신되는 간섭을 의미한다. 인접 셀로부터 수신되는 간섭의 계산은 식(1)과 식(2)를 이용하여 값을 구할 수 있다. 자유공간 손실 계산을 위한 거리 d 는 대역 분할에 의해 같은 주파수를 사용하는 인접 셀의 중심으로부터 각각의 지상 무선국간 거리이다.

IV. 시뮬레이션 결과 및 분석

본 장에서는 멀티빔 위성 시스템 환경에서 제안된 대역분할 기법을 이용한 간섭량과 제 2장에서 다룬 일반 멀티빔 환경(이하, 기존 방식)에서의 지상 시스템으로 간섭량을 비교 분석한다. 멀티 셀 환경에서 주파수 재사용 기술은 다양한 방법으로 구현될 수 있으나, 본 논문에서는 제 3장에서 다룬 시나리오를 이용하여 결과를 도출하였다.

기존 방법과 제안된 방법에서 지상 무선국이 위성망 지구국으로부터 수신하는 간섭에 대해 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 사용하여 각각의 지상 무선국에 주는 간섭의 누적 분포 함수(cumulative probability distribution function; CDF)를 계산하여 간섭 영향을 평가하였다. 본 시뮬레이션을 위해 표 1의 시스템 파라미터를 사용하였다.

표 1의 파라미터들 중 지구국의 송신 간섭 전력의 값은 최악 상황(worst case)을 고려하고 있다. ITU 전파규칙 제 21조에 의하면 지구국 타 무선국으로의 전파 간섭 문제를 해소하기 위해 지구국의 수평방향으로의 실효 등방성 방사 전력(e.i.r.p)의 최대값을 제한하고 있다⁸⁾. 본 논문에서는 지상국으로 미치는 최대 간섭량을 계산하기 위해 이 제한값을 사용하였다. 또한, 위성망의 지구국은 우주국을 향

표 1. 시뮬레이션 시스템 파라미터

Parameters	Values
주파수 대역	2 500 - 2 505 MHz
수평방향으로의 지구국 e.i.r.p	40 dBW
위성 서비스 영역 반경 (R)	100 km
수평방향으로의 지구국 안테나 이득	-10 dBi
지구국 안테나 직경 (D)	2.4 m
지상 무선국들의 위치	랜덤 분포
수신 지상 무선국의 수	100
지상 무선국 안테나 이득	0 dBi, 무지향성
전파 모델	자유공간 손실 모델
주파수 대역 분할 크기	5 MHz
주파수 재사용률	7 및 3

해 있으며 지향성을 가진 안테나는 각에 따른 안테나 패턴을 가진다. 계산을 간소화하기 위해, 안테나의 off-axis 각이 48도 이상일 경우 안테나 이득이 일정하게 되는 점을 이용하여 지구국 안테나의 양각을 48도 이상으로 가정한다¹¹⁾. 이 경우 지구국이 수평방향으로 방사하는 전파에 대한 안테나 이득은 상수값이 된다. 또한, 주파수 대역 분할 크기 및 주파수 재사용률 파라미터는 제안된 대역 분할 기법을 적용하는 시뮬레이션에서만 사용된다.

그림 5는 멀티빔 위성시스템에서 대역 분할 기법을 이용한 시나리오와 기존 시나리오의 간섭량을 누적분포함수로 나타내고 있다. 이 그래프를 통해 지상 시스템의 요구되는 링크가용도에 따른 허용 간섭 레벨을 결정할 수 있다. 제안된 대역 분할 기법은 동일 셀에서 위성망과 지상망이 같은 주파수

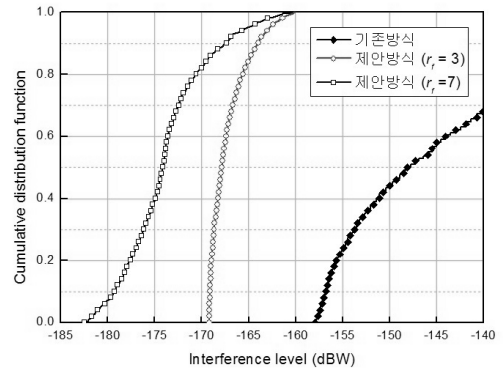


그림 5. 제안된 간섭 시나리오와 일반 간섭 시나리오에서 간섭량의 누적분포함수

대역을 사용하지 않으므로 지상망으로 주는 간섭량이 기존 멀티빔 환경에서 보다 작음을 알 수 있다. 수치상으로 비교해 볼 때 지상 무선국의 링크가용도가 60% 일 경우에 기존 환경에서는 지상 무선국 설계시 허용 간섭량이 -143 dBW 이상으로 설계하여야 하나, 대역 분할 기법을 통해 주파수 재사용률이 7, 3 일 때에는 각각 -173 dBW, -167 dBW 이상의 허용 간섭량으로 설계할 수 있다. 만약 지상 무선국의 링크가용도가 90% 일 경우 기존 환경에서 허용 간섭 레벨이 -117 dBW 였으나, 동일한 링크가용도에서 대역 분할 기법을 이용하는 경우 주파수 재사용률이 7 또는 3일 때 지상 무선국의 허용 간섭 레벨을 각각 -168 dBW, -163 dBW로 감소시킬 수 있다.

그림 6은 허용간섭 레벨에 따른 각 간섭 시나리오에서의 운용 가능한 지상 무선국의 수를 나타낸다. 수신 지상 무선국의 간섭 레벨이 낮아지면 더 많은 수의 지상 무선국을 운용할 수 있다. 예를 들면, 평균 간섭 레벨이 약 -165 dBW 일 경우, 일반적인 시나리오에서는 지상 무선국을 운용할 수 없으나, 제안된 대역 분할 기법이 적용될 경우 주파수 재사용률 7, 3의 경우 100개의 무선국 중 각각 96, 83 개의 지상 무선국이 운용될 수 있다.

결론적으로, 제안한 기법을 포함한 적절한 주파수 관리 및 배치 기술은 간섭 영향을 줄일 수 있고, 이는 서로 다른 무선망간 주파수 공유 가능성을 증가시킬 수 있다. 또한 본 논문에서 보여준 바와 같이 간섭량의 누적 분포를 통해 시스템의 링크가용도를 추정할 수 있으며 이는 주파수 공유 환경에서 무선망을 설계하는 데 큰 도움이 될 수 있다.

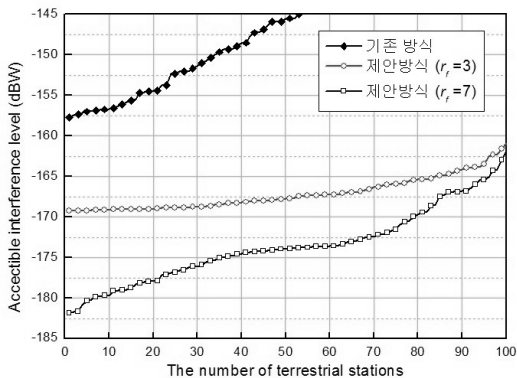


그림 6. 허용가능 간섭레벨에 따른 운용 가능한 최대 지상 무선국 개수

V. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 본 논문에서 제안된 주파수 대역 분할을 통한 간섭 경감 기법은 멀티빔 위성망과 지상 시스템 간 주파수 공유 환경을 개선시킬 수 있다. 한정된 주파수 대역의 효율적인 이용을 위해 멀티빔 위성망의 주파수 대역 중 지상 무선국이 속한 위성빔의 인접한 위성빔 주파수 대역을 사용함으로써 위성망이 지상 무선망으로 미치는 간섭량을 줄일 수 있었다. 이는 두 무선망간 동일 지역에서 두 시스템간 주파수 공유 가능성이 증가됨을 의미한다. 또한 각각의 지상 무선국이 수신하는 간섭신호가 줄어들어 서비스 지역 내에 더 많은 수의 지상 무선국을 운용할 수 있게 된다.

본 논문에서는 위성망의 상향링크(지구 대 우주)에 대해 주파수 공유 연구를 분석하였다. 주파수 공유 조건의 보다 정확한 예측을 위해서는 하향링크에서의 간섭영향 또한 고려되어야 하며 이는 향후 연구에서 다뤄질 것이다. 또한 지상 무선망간 채널 계획 및 조정을 통해 주파수 공유 상황에서 간섭량의 변화 또한 발생할 것으로 예상되며 이 또한 향후에 연구할 충분한 가치가 있다.

참 고 문 헌

- [1] D. Oh, S. Lee, S. Kim, D. Ahn, "A Study on the Separation Distance for Frequency Sharing between GSO Network and Terrestrial Network in Ka Band," VTC2008-Spring, pp. 2967-2971, 2008
- [2] M. Koletta, V. Milas, "Determination of the coordination area for mobile earth stations operating with geostationary space stations in the frequency band shared with the terrestrial services," VTC2005, pp.2707-2710, 2005
- [3] A. Panagopoulos, P. Arapoglou, G. Chatzarakis, J. Kanellopoulos, P. Cottis, "Coexistence of the broadcasting satellite service with fixed service systems in frequency bands above 10 GHz," IEEE trans. on broadcasting, pp. 100-107, 2006
- [4] ITU-R "Interference mitigation techniques to facilitate coordination between non-geostationary-satellite orbit mobile-satellite service feeder links and geostationary-satellite orbit fixed-satellite service networks in the bands 19.3-19.7

GHz and 29.1-29.5 GHz,” ITU-R Recommendation S. 1419, pp. 2-3, 1999

- [5] <http://www.itu.int/ITU-T/ngn/index.html>
- [6] 오대섭, 김수영, 안도섭, “Ka 대역을 공유하는 정지궤도 위성망과 지상망간 주파수 간섭 평가 연구,” *한국통신학회 논문지*, PP. 296 - 303, 2008
- [7] ITU-R, “*Handbook on Satellite Communications*,” ITU, pp. 818-825, 2002
- [8] ITU-R, “*Articles of Radio Regulations*,” ITU-R, pp.253-265, 2008
- [9] Roger L. Freeman, “*Radio System Design for Telecommunications*,” John Willey & Sons, INC, pp. 2-4, 1997
- [10] J. Choi, V. Chan, “Satellite multibeam allocation and congestion control with delay constraints,” *IEEE ICC*, pp.3309-3315, 2004
- [11] ITU-R, “*Appendices of Radio Regulations*,” ITU-R, pp.238-239, 2008

김수영 (Sooyoung Kim)

중신회원



1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학사

1991년 2월~1991년 9월 ETRI 연구원

1992년 10월 Univ. of Surrey, U.K 공학석사

1995년 2월 Univ. of Surrey, U.K 공학박사

1994년 11월~1996년 6월 Research Fellow, Univ. of Surrey, U.K

1996년 8월~2004년 2월 ETRI 광대역무선전송연구팀장

2004년 3월~현재 전북대학교 전자정보공학부 조교수
<관심분야> 오류정정부호화방식, 이동/위성통신 전송 방식

오대섭 (Dae-Sub Oh)

정회원



1996년 2월 경북대학교 전자공학과 학사

1998년 2월 경북대학교 전자공학과 석사

2000년 7월 LG정보통신 주임 연구원

2000년 7월~현재 한국전자통신

연구원 선임연구원

<관심분야> 위성통신, 전파통신, 디지털통신공학

안도섭 (Doseob Ahn)

정회원



1988년 2월 경북대학교 전자공학과 학사

1990년 2월 경북대학교 전자공학과 석사

1990년 2월 현재 한국전자통신연구원 팀장(책임연구원)

<관심분야> 위성통신, 성층권통신