

X 대역 해상이동위성업무 추가 주파수 분배를 위한 ITU-R 표준화 연구 동향 및 대응 방안 연구

오대섭*, 장대익* 정회원

A Study on the Frequency Allocation to the Maritime Mobile Satellite Services in the X band under ITU-R Activities

Dae-sub Oh*, Dae-Ig Chang* *Regular Members*

요 약

국제전기통신연합(ITU)에서는 7375-7750 MHz/8025-8400 MHz 대역(X 대역) 해상이동위성업무의 추가 주파수 분배를 세계전파통신회의(WRC-15) 연구 의제로 채택하여 주파수 분배에 대한 기술적, 규정적 방안을 연구하고 있다. 새로운 업무의 주파수 분배를 위해서는 동일 및 인접 대역에 이미 운용되고 있는 기존 업무와의 주파수 간섭 평가 및 공유 방안 연구를 통해 기존 업무들을 보호해야 하며 업무들 간 양립성이 보장되어야 한다. 본 논문에서는 ITU-R에서 연구된 X 대역 해상이동위성업무 주파수 분배 연구 동향 및 현재까지의 주파수 분배 연구 결과를 바탕으로 2015년 11월에 개최될 WRC-15에서 본 의제에 대한 우리나라 대응 전략 수립을 위한 고려사항들을 분석하였다.

Key Words : maritime mobile satellite service, frequency allocation, WRC, frequency interference, ITU-R

ABSTRACT

ITU-R has conducted a studies for the frequency allocation to the maritime mobile satellite service (MMSS) in the 7375 - 7750 / 8025 - 8400 MHz under WRC-15 agenda item 1.9.2. In order to allocate a certain frequency bands to the new service, compatibility between new service and the existing services is ensured taking into account protecting the existing services form interference of new service. In this paper, we present current studies results of the frequency sharing studies between new allocation to MMSS and the existing services in the ITU-R. In addition, some proposals for allocating the 7/8 GHz frequency bands to MMSS are also considered for efficient spectral utilization with respect to preparing WRC-15.

I. 서 론

세계전파통신회의 (World Radiocommunication Conference, WRC)는 3-4년 주기로 개최되는 국제전기통신 연합 무선통신 부문 (ITU-R)의 가장 중요한 회의이며, 회의를 통해 국제법인 전파규칙(Radio Regulations)을 재·개정한다. 전파규칙은 국제 주파수 분배표를 포함하고 있으며, 이는 어떤 무선 통신 서비스에 새로운 주파수를 분배하기 위해서는 WRC 회의를 통해 전파규칙을 변경해야 함을 의미한다. WRC 회의는 현재 및 미래의 무선 통신 서비스 출현 및 발전

을 고려하여 차기 WRC 회의까지 의할 의제들을 개발한다. 지난 WRC-12 회의에서는 차기 WRC-15에서 논의될 신규 의제들을 도출하였으며, 본 논문에서는 그 중 WRC-15 의제 1.9.2, “ 7375 - 7750 MHz/8025 - 8400 MHz 대역 해상이동위성업무(Maritime Mobile Satellite Service, MMSS) 신규 분배 연구”에 대해 다루고 있다[1]. MMSS의 경우 현재 7250 - 7375 MHz/7900 - 8025 MHz 대역 (상·하향 링크 각각 125 MHz 대역폭)이 이미 분배되어 있으나, 향후 선박 이동위성업무의 통신 링크 증가를 고려하여 본 의제를 통해 추가 주파수 자원을 확보하고자 WRC-15 의제로 채택되었

* 본 논문은 2015년도 제 1회 한국위성정보통신학회 국내학술대회 (좌장추천) 우수논문으로 선정된 내용을 토대로 수정 보완된 논문입니다.
* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신 기술진흥센터의 정보통신-방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [14-000-01-001, 적응형 위성방송 통신 전송 기술 개발]

*한국전자통신연구원 무인항공시스템연구실(trap@etri.re.kr, dchang@etri.re.kr)
접수일자 : 2015년 9월 2일, 수정완료일자 : 2015년 9월 14일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 24일

다. WRC-12 회의 이후 ITU-R에서는 7GHz 대역 MMSS 하향링크 분배에 따른 기존 업무와의 간섭 연구 및 8 GHz 대역 MMSS 상향링크 간섭으로부터 기존업무를 보호하는 연구를 진행해 왔다.

본 논문에서는 ITU-R에서 논의된 연구 내용을 바탕으로 7/8 GHz 대역 MMSS 신규 주파수 분배 시 예상되는 주파수 간섭 문제 및 주파수 공유 가능성을 분석하고, MMSS 주파수 분배 이슈를 해결하기 위해 ITU-R에서 도출한 의제 해결 방법들을 소개한다. 또한, 우리나라의 주파수 자원 확보 및 보호 관점에서 고려할 수 있는 본 의제에 대한 대응 방안을 제시하고자 한다.

II. 7 GHz 대역 MMSS 하향링크 주파수 공유

현재 MMSS주파수 분배 대상 대역인 7375 -7750 MHz 대역에는 고정(Fixed Service, FS), 이동(Mobile Service, MS), 고정위성(Fixed Satellite Service, FSS), 기상위성(Meteorological Satellite, MetSat) 업무가 분배되어 있다 [2]. 동 대역에서 기존 분배된 업무들과 MMSS 신규 주파수 분배와의 주파수 공유 시 발생할 수 있는 주파수 간섭 시나리오 오는 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

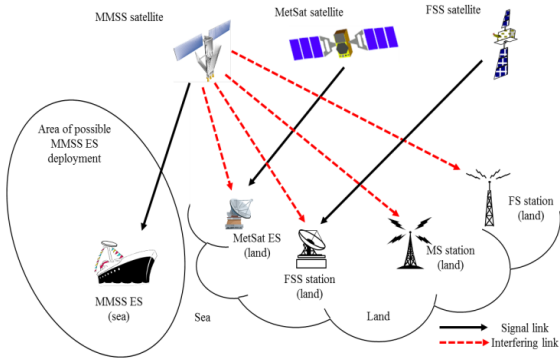


그림 1. 7 GHz 대역 간섭 시나리오

ITU-R에서는 일반적으로 위성망 하향링크로부터 지상망을 보호하기 위한 보호기준으로 지표면에서의 전력속밀도 (power flux density, pfd) 제한값을 사용한다. 위성망 우주국의 pfd 제한값은 우주국이 반드시 지켜야 하는 hard limit이며, 지상망 보호를 위해 전파규칙 제 21조에서는 일부 주파수 대역 및 업무에 대한 pfd 제한값을 규정하고 있다. 현재 해상이동위성업무 분배를 고려하고 있는 7375 - 7750 MHz 대역의 경우 전파규칙 21조에 고정위성업무(FSS)에 대한 pfd 제한값이 <표 1>과 같이 이미 규정되어 있다 [2].

pfd는 그 특성 상 신호의 송신원에 관계없이 수신되는 곳에서의 전력밀도 값이므로 송신원이 FSS 우주국이든 MSS 우주국이든 업무의 종류에 관계없이 지상 무선국에서 수신

되는 신호 레벨에 의해 결정된다. 즉, FSS 우주국의 전력속밀도 제한값이 지상업무를 보호할 수 있다면 MMSS 우주국에 동일한 전력속밀도 제한값을 적용해도 동일한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

표 1. 7 GHz 대역 전력속밀도 제한값

Frequency band (MHz)	Service	Limit in dB(W/m ²) for angles of arrival(θ) above the horizontal plane			Reference bandwidth
		0°-5°	5°-25°	25°-90°	
4 500-4 800	Fixed-satellite (s -E)				
5 670-5 725	Meteorological-satellite(s-E)	-152	-152 + 0.5(θ - 5)	-142	4 kHz
7 250-7 900	Mobile-satellite Space research				

ITU-R에서는 앞에서 언급된 현재 전파규칙에 규정된 FSS pfd 제한값의 주파수 대역이 MMSS 분배 주파수 대역과 동일하므로, MMSS 우주국에 동일하게 적용하여도 지상망을 보호할 수 있는지에 대해 연구를 수행하였다. 그림 2는 MMSS 우주국 하향링크와 고정업무 간 주파수 공유 연구의 한 결과를 보여주고 있다. 고정업무 무선국의 양각이 0°, 5° 일 경우에 전파규칙 21조의 FSS의 pfd 값을 MMSS에 적용하는 경우 대부분 허용값 내에 위치함을 보여주고 있다. 주파수 양립성 연구 결과를 토대로 FSS 전력속밀도 제한값을 MMSS 우주국에 적용해도 MMSS 하향링크와 지상망간 주파수 공유가 가능하다는 연구 결과를 도출하였다 [3].

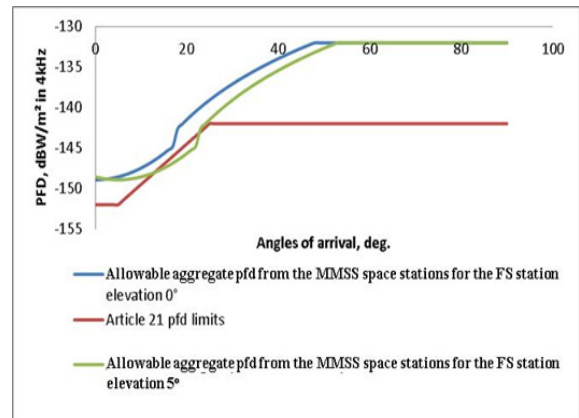


그림 2. MMSS 우주국-고정 업무 양립성 분석 결과

III. 8 GHz 대역 MMSS 상향링크 주파수 공유

MMSS 상향링크 신규 주파수 분배 고려 대역인 8025 - 8400 MHz 대역에는 FS, MS, FSS, 지구탐사위성업무(Earth

Exploration Satellite Service, EESS)가 이미 분배되어 있어 그림 3과 같이 MMSS 송신 지구국이 기 분배된 업무의 수신 국에 해로운 간섭 영향을 미칠 수 있다 [2].

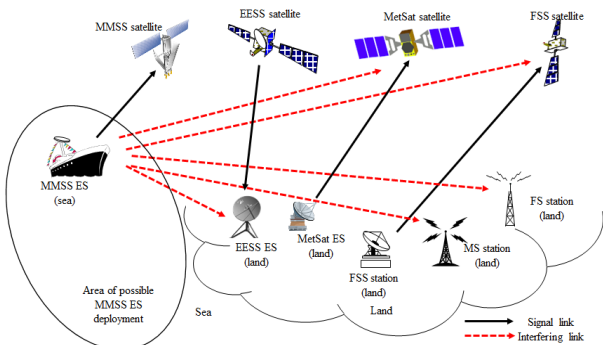


그림 3. 8 GHz 대역 간섭 시나리오

MMSS 송신지구국(선박지구국)과 FS, EESS 수신국간 주파수 공유를 위해서는 간섭량이 허용 레벨 이하가 되도록 두 무선국간 적절한 이격거리가 요구된다. MMSS-FS 간 공유 연구를 위해 ITU-R에서는 해안가에 위치한 FS 수신무선국이 MMSS 송신지구국으로부터 수신하는 간섭 영향을 분석하였으며, 두 업무 간 주파수 공유를 위해 주파수 조정 시작 거리를 약 317 km로 계산하였다 [3]. 이는 MMSS 송신지구국(선박)이 해안가로부터 약 317 km 이내로 접근하는 경우 지상업무와의 주파수 조정이 필요함을 의미한다.

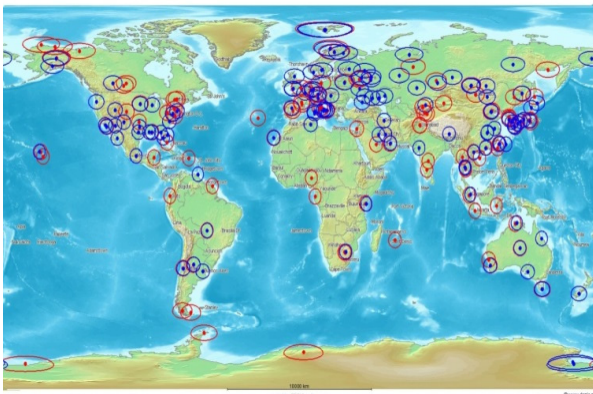


그림 4. EESS 지구국 주위 400 km 배타 지역 설정

또한, MMSS 송신지구국-EESS 수신 지구국 주파수 공유의 경우 EESS 수신 지구국이 전세계 많은 지역에 분포되어 있어 이격거리를 설정하더라도 실질적으로 MMSS 선박 지구국의 운용이 매우 제한적일 것이라는 주장이 제기되었다. EESS 수신 지구국 보호를 위한 최소이격거리 계산에 관한 연구가 ITU-R에서 수행되었으며, 그 결과로 그림 4는 전세계에 분포된 EESS 수신 지구국 주위 이격거리를 보여주고 있다 [3][4].

IV. MMSS 주파수 확보 및 이용 방안 분석

7/8 GHz 대역 MMSS 주파수 분배 연구 결과를 바탕으로 ITU-R에서는 본 의제의 해결을 위해 3개의 방안을 다음 표 2와 같이 제시하고 있다 [5].

표 2. 의제 해결 방안

해결 방법		비고
A	현행 유지 (주파수 추가 분배 반대)	
B	7375-7750 MHz/ 8025-8400 MHz 대역을 MMSS 업무로 추가 분배함 (8 GHz 대역 주파수 분배에 대해 비교의 2개 옵션 개발)	Option 1 : 전파규칙 Nos. 9.17, 9.17A 및 9.18 (전파규칙 부록 7 포함)에 따른 조정절차 수행과 함께 전파규칙 No. 9.21에 의한 조정 등의 절차 적용 Option 2 : 보호되어야 할 EESS, SRS, FS 무선국 주위 배타 지역을 규정하고, 배타 지역 지도의 유지/운영 및 프로세스 관리를 위한 WRC 결의 채택
C	7375-7750 MHz 대역을 MMSS (우주 대 지구) 업무로 추가 분배하며, 정지궤도 위성에 한정함	MMSS 하향링크만 분배

MMSS 신규 주파수 분배로 인해 야기되는 기존 업무로의 주파수 간섭 발생 가능성으로 많은 국가들이 8 GHz 대역에서 MMSS 신규 주파수 분배에 부정적인 입장을 가지고 있다. 현재까지 우리나라의 경우 7/8 GHz 대역의 MMSS 주파수 분배에 대해 공공업무용으로 활용할 수 있음을 고려해서 주파수 분배를 반대하지 않고 있다. 그러나 현재 상황에서 기존 업무에 해로운 간섭을 주지 않으면서 7/8 GHz 대역에서 MMSS 상향/하향 링크 전체에 대한 주파수 추가 분배(Method B)가 매우 어려운 상황이다.

현재까지 수행된 주파수 공유 연구 결과를 고려할 때, 7/8 GHz 대역의 MMSS 주파수 이용 효율 및 기존 업무 보호를 동시에 만족시키기 위해 7375 - 7750 MHz (하향링크) 대역만 MMSS로 분배하는 것을 고려해 볼 수 있다. MSS 시스템은 일반적으로 MSS 대역을 이용하는 사용자링크와 FSS 대역을 이용하는 피더링크 두 대역을 이용한다. 유저링크용 MSS 주파수 대역에서는 하향링크의 데이터량이 상향링크에 비해 많으므로 하향링크 주파수 대역폭의 확보는 MSS 네트워크의 순방향링크(Forward link)에서 광대역 채널을 확보할 수 있어 실제 고속 데이터 송신에 도움이 될 수 있다. 또한, FSS와 같이 1개의 링크를 이용한다 하더라도 그림 5와 같이 8025 - 8400 MHz 대역에는 이미 FSS (상향링크)가 분배되어 있으므로, '지상관문국(Gateway) - 위성 - 선박지구국'으로 연결된 통신 링크에서 '지상관문국(Gateway) - 위성' 경로는 FSS 대역을, '위성 - 선박지구국' 경로는 확보된 MSS 대역을 이용하는 경우 MSS 하향링크 추가 주

과수 확보는 실제 MMSS 시스템 운용 효율을 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다.

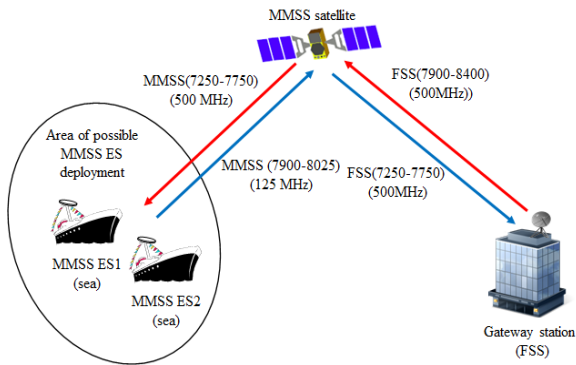


그림 5. MSS 하향링크 주파수 추가 확보 운용 방안

V. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 7/8 GHz MMSS 추가 주파수 분배는 동일 대역에서 운용중인 기존 업무 보호 문제로 국가 간 서로 다른 입장을 가지고 있다. 우리나라도 7/8 GHz 주파수 이용에 대해 MMSS 이용 가능성 및 기존 업무 보호를 동시에 고려하고 있는 상황이다.

위성 주파수 대역은 지상 주파수와 다르게 넓은 커버리지로 인하여 주변 국가에 직접적인 간섭 문제를 발생시킬 수 있어 국가들 간 논의가 특히 요구된다. 2015년 11월에 개최될 WRC-15회의에서 그동안 ITU-R에서 논의된 기술적, 규정적 연구 결과를 바탕으로 전 세계 국가들 간 논의를 통해 MMSS 주파수 분배가 결정될 것이다. 그러므로 새로운 주파수 자원의 확보 및 보호를 위한 WRC-15 대응 전략 수립은 국가적 차원에서 매우 중요하며, WRC-15 의제 1.9.2 “7375-7750MHz/8025-8400 MHz 대역 MMSS 주파수 분배 연구”의 경우 본문에서 분석한 바와 같이 하향링크 주파수 대역만을 확보하는 것도 하나의 대응 전략으로 고려해 볼 수 있을 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 새로운 무선 통신 시장의 창출 및 산업 활성화를 위한 주파수 자원 확보는 없어서는 안 될, 반드시 수행되어야 하는 과정이다. 주파수 자원 확보를 위한 국가 차원의 정책 및 전략 수립이 정부를 중심으로 산·학·연을 포함한 가운데 마련되어야 하며, ITU-R 및 WRC 회의 대응을 위한 정부의 적극적인 대응 및 지원이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] ITU-R, “Agenda for the 2015 World Radiocommunication Conference”, ITU-R Resolutions 807, 2012
 [2] ITU-R, “Radio Regulations”, ITU Publications, 2013

[3] ITU-R, “Possible allocations to the maritime mobile-satellite service in the 7/8 GHz range”, ITU-R PDN Report ITU-R M. [MMSS 7/8 GHz SHARING], 2014
 [4] 오대섭, 정남호, 김수영, “X 대역 해상 이동 위성 업무 추가 주파수 분배를 위한 지구 탐사 위성 업무와의 양립성 연구”, 통신위성 우주산업연구회 논문지 제 8권 제 3호, pp. 41 - 46, 2013
 [5] ITU-R, “Report of CPM to WRC-15”, ITU Publications, Chapter 4, pp. 179 - 195, 2015

저자

오 대 섭(Dae-Sub Oh)

정회원



- 1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학사
- 1998년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학석사
- 2014년 2월 : 전북대학교 전자공학과 공학박사

- 1998년 3월 ~ 2000년 7월 : LG정보통신 주임연구원
- 2000년 7월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 표준전문위원(책임연구원)
- <관심분야> : 위성통신, 전파통신, 디지털통신공학

장 대 익(Dae-Ig Chang)

정회원



- 1985년 : 한양대학교 전자통신공학과 공학사
- 1989년 : 한양대학교 전자통신공학과 공학석사
- 1999년 : 충남대학교 전자공학과 공학박사

- 1991년 ~ 1993년 : 캐나다 MPR Teltech 연구소 연구원
- 2011년 ~ 2012년 : KAIST 초빙교수
- 2005년 ~ 현재 : UST연합대학원 이동통신및방송공학 겸임교수
- 1990년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 위성휴대방송통신연구실 실장
- <관심분야> : 디지털통신, 위성방송통신 시스템, 위성모뎀