

2.1GHz 위성주파수 활용 기술동향

Technical Trends on Utilization of Satellite 2.1GHz Frequency

김희욱 (H.W. Kim) 위성휴대방송통신연구실 선임연구원
 강군석 (K.S. Kang) 위성휴대방송통신연구실 책임연구원
 장대익 (D.I. Chang) 위성휴대방송통신연구실 실장

2.1GHz 위성주파수는 지상업무(고정 및 이동업무)와 함께 위성 IMT(International Mobile Telecommunications)용으로 이용이 가능하기 때문에, 전파음영·해상 지역에서 불통 해소 및 재난재해 지역에서의 긴급통신을 위한 위성 휴대통신서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 특정 지역의 무선 트래픽 급증에 따른 지상이동통신망 주파수 부족의 대안으로 고려해 볼 수 있어 최근 선진국을 중심으로 2.1GHz 위성주파수의 위성/지상 겸용 활용에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서, 본고에서는 이러한 2.1GHz 위성주파수 특징 및 국내외 활용동향을 파악하고 2.1GHz 위성주파수의 위성/지상 겸용 활용을 위한 기술적 및 표준화 이슈를 살펴보고자 한다.

2014
 Electronics and
 Telecommunications
 Trends

방송통신미디어 기술 특집

- I. 서론
- II. 2.1GHz 위성주파수 현황
- III. 국내외 2.1GHz
 위성주파수 활용동향
- IV. 2.1GHz 위성주파수
 활용이슈
- V. 결론

I. 서론

WARC-92에서는 1885~2025MHz 및 2110~ 2200MHz의 주파수 대역을 IMT(IMT International Mobile Telecommunications)용으로 지정하였고, 이 중 IMT 위성부문으로 지정한 2.1GHz 위성주파수 대역은 1980-2010MHz 및 2170-2200MHz의 60MHz 대역으로써, 국제적으로 이동위성통신뿐만 아니라 지상이동통신으로 사용 가능하도록 규정되어 있는 대역이다. 상기 대역은 기존 지상 IMT 대역에 인접해 있어 지상 활용 시 모바일 광대역 서비스 제공에 유리하며, 위성 활용 시 음영지역/공공니즈 해소 및 긴급재난 통신망 구축에 유리한 황금주파수이다.

그동안 2.1GHz 위성주파수 대역은 위성 IMT용으로 분배되었으나 위성휴대통신(GMPCS: Global Mobile Personal Communications by Satellite) 서비스의 활성화 실패에 따라 관심이 저조하였다. 그러나 대형 안테나 기술 등의 발달로 인해 정지궤도 위성을 통해 현재 스마트폰 크기의 단말로 위성/지상 겸용 서비스 제공이 가능해지고 상호보완적 특성이 있으며, 이동통신 음영지역 해소 및 재난재해 통신망과 모바일 광대역망으로 활용 가능하여 선진국을 중심으로 최근 주파수 가치가 주목 받고 있다. 특히 북미, 유럽의 경우 2.1GHz 위성주파수를 위성사업자에게 할당하였고, 주파수 이용 극대화를 위해 위성주파수의 일부 또는 전체를 지상망 재사용 허용을 통해 위성/지상 겸용 이동통신서비스 제공을 추진 중에 있다. 우리나라 또한, 2.1GHz 위성주파수 대역을 지상이동통신과 연계 활용하는 '모바일 광개토플랜' 수립을 통해 지상이동통신 주파수 부족에 대비함과 동시에, 군 휴대위성통신 및 긴급재난 재해통신과 같은 공공니즈에 대한 주파수 활용도 고려하여 2.1GHz 위성주파수를 위성/지상 겸용으로 활용할 수 있는 방안을 고려 중이다.

우리나라를 포함한 선진국에서는 위와 같은 2.1GHz 위성주파수를 위성/지상 겸용으로 활용하기 위해, 위성

과 지상이 2.1GHz 위성주파수를 같이 사용함에 따른 위성/지상 간 간섭문제 해소방안 도출, 주파수 가치를 극대화하는 위성/지상 겸용 서비스 시나리오 및 시스템 구조 개발, 2.1GHz 위성주파수에서 활용 가능한 위성/지상 글로벌 표준 확보, 지상 주파수 이용 극대화를 위한 차세대 위성전송 기술개발 등 다양한 2.1GHz 위성주파수 활용방안들을 모색하고 있다.

따라서, 본고에서는 현재 전세계적으로 주목을 받고 있는 2.1GHz 위성주파수 대역 특징을 도출하고, 위성 이동통신과 지상이동통신으로 이용 가능한 2.1GHz 위성주파수의 국내외 활용현황에 대해 살펴본다. 다음으로 2.1GHz 위성주파수 대역에서의 위성/지상 겸용 활용 기술 및 표준화 동향을 소개하고, 2.1GHz 주파수 가치 극대화를 위한 기술적 및 표준화 이슈를 제시하고자 한다.

II. 2.1GHz 위성주파수 현황

ITU는 <표 1> 주파수 분배표와 같이 2.1GHz 위성주파수 대역을 지상업무(고정 및 이동업무)와 함께 이동위성업무를 1차 업무로 분배하였다.

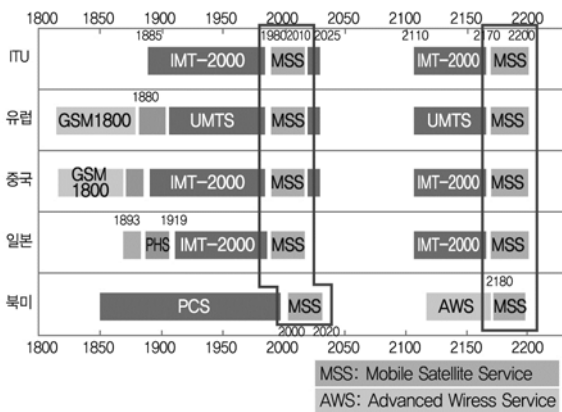
특히, ITU-R WARC(World Administrative Radio Conference)-92 회의에서 1885-2025MHz 및 2110 - 2200MHz 대역의 230MHz 대역폭을 IMT용으로 지정하고, 그 중 2.1GHz 위성주파수 대역인 1980-

<표 1> ITU 2.1GHz 위성주파수 분배표

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
1980-2010	FIXED MOBILE MOBILE-SATELLITE (Earth-to-space) 5.351A 5.388 5.389A 5.389B 5.389F	
2170-2200	FIXED MOBILE MOBILE-SATELLITE (Earth-to-space) 5.351A 5.388 5.389A 5.389B 5.389F	

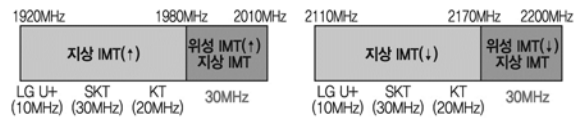
2010MHz 및 2170-2200MHz 대역을 위성 IMT용으로 지정하였다(전파규칙 5.531A). 그러나 과거 글로벌스타, 이리돔 등 위성휴대통신서비스의 활성화가 성공적이지 못함에 따라 2.1GHz 위성주파수에 대한 관심이 저조하였다. 이는 기존 GMPCS 서비스가 고가의 위성 전용 별도 단말을 요구했으며, 지상이동통신의 급속한 커버리지 확장과 글로벌 로밍 제공으로 GMPCS의 장점이 희석되었기 때문이다.

그러나 최근 대형 위성안테나 탑재 등 위성기술의 발전과 재난통신에 대한 요구 증가에 따라 지상이동통신망과의 연동이 용이하고 저가의 단말 이용이 가능한 2.1GHz 위성주파수 대역의 활용에 미국¹⁾, 유럽, 일본 등 해외 주요 국가에서 많은 관심을 집중하고 있다. 북미 및 유럽은 초기에 2.1GHz 위성주파수 대역을 이동 위성업무로 고려하였으나, 위성발사 후 위성서비스 미 활성화에 따라 위성/지상 겸용으로 활용하는 것을 고려하고 있다. 이는 2.1GHz 위성주파수 대역이 지상업무(고정 및 이동업무)와 함께 위성 IMT용으로 이용이 가능하기 때문이다. 특히 (그림 1)에서 알 수 있듯이, 2.1GHz 위성주파수 대역은 북미, 유럽, 일본 등 주요 나라에서 기존 지상 IMT 대역이 인접해있기 때문에, 지



(그림 1) 주요국 IMT 대역 분배현황

¹⁾ 북미의 경우, 유럽 및 아시아의 2.1 GHz 위성주파수 대역과 상이한 2000-2010MHz 및 2280-2200MHz 대역을 위성 IMT용으로 지정하고 2.1GHz 위성주파수로 고려함.



(그림 2) 국내 2.1GHz 주파수 대역 현황

상 IMT 대역과 연계했을 때 모바일 광대역 서비스 제공이 용이할 뿐만 아니라 글로벌 표준 확보 시 단말시장의 규모의 경제 실현이 가능하다.

우리나라 또한, (그림 2)에서 보듯이 기존 이동통신사업자의 2.1GHz 지상 IMT 대역과 바로 인접해 있기 때문에 지상 활용 시, 고속의 이동성과 트래픽 급증에 대응하는 모바일 광대역망의 원활한 구축을 위한 4세대 이동통신망으로 이용이 가능하다. 또한, 위성으로 활용할 경우, 국립공원, 벽오지, 연근해 등 전파 음영지역에서의 휴대전화 불통 해소, 정전, 홍수 등 비상시 긴급통신, 연평도 지역 등 군사작전, 공공재난 대비 및 통일을 대비한 북한지역 인프라 긴급 구축, 공공 행정망 구축 등 공공니즈 해소를 위해 이용될 수도 있다.

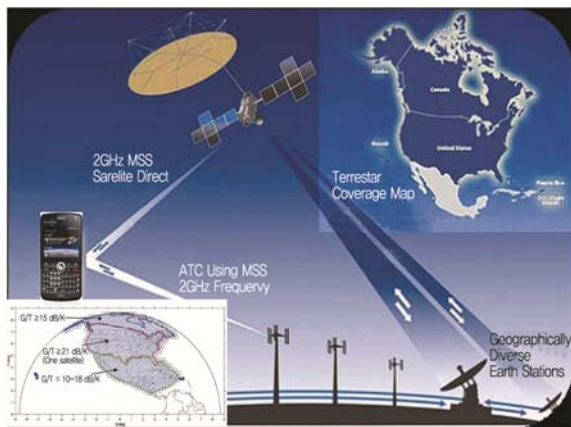
III. 국내외 2.1 GHz 위성주파수 활용동향

1. 북미

북미의 경우, 위성 IMT용으로 지정한 2000-2020MHz 및 2280-2200MHz의 40MHz 대역폭에 해당하는 2.1GHz 위성주파수를 2005년 12월 위성사업자인 DBSD와 Terrestar에 대가 없이 심사할당하였다. 이동위성서비스를 위해 DBSD는 2008년 4월에, Terrestar는 2009년 7월에 대형 안테나를 탑재한 정지궤도 위성을 발사하였으나, 서비스가 활성화되지 않고 있어 2.1GHz 위성주파수의 위성/지상 겸용 통신망 및 지상 광대역 이동통신망에 활용을 추진하고 있다. 이를 위해, 미국 FCC는 2.1GHz 위성주파수를 지상보조장치(ATC: Ancillary Terrestrial Component)에 활용하는 것을 2009년 DBSD에 허용했고, 2010년에는 Terrestar에 허

용했으며 2010년 9월에 AT&T 지상망과 Terrestar 위성망을 이용할 수 있는 위성/지상 스마트폰을 출시하였다. 그러나 지상보조장치는 위성망과 통합되어야 하고 단말은 위성/지상 겸용을 의무적으로 지원해야 하는 허용조건 때문에, 지상보조장치 허용정책에도 불구하고 서비스가 활성화되지 않았다. 이에 따라, 미국 FCC는 2.1GHz 위성주파수 대역을 지상용 모바일 광대역망으로 이용하는 국가 광대역계획을 2010년 발표하면서 이동위성업무와 함께 이동업무를 1차 업무로 분배하였으며, DBSD와 Terrestar에 부과하였던 허용조건을 완화하여, 지상망만 지원되는 단말을 허용했다.

이에 따라, 서비스 미활성화로 2011년 파산된 DBSD와 Terrestar를 합병한 Dish Network은 현재 2.1GHz 위성주파수를 지상 LTE(LTE Long Term Evolution)망으로 활용할 수 있도록 2.1GHz 위성주파수를 지상 LTE 서비스 대역으로 3GPP 표준화 회의에서 추가하였으며, 광대역 서비스를 위한 다른 LTE 대역과의 반송파 집적(CA: Carrier Aggregation)을 위한 3GPP(Third Generation Partnership Project) 표준화를 진행 중에 있고 2014년 중에 LTE 서비스 시작을 계획 중에 있다[1]. (그림 3)은 Terrestar에서 고려한 위성/지상 겸용 서비스 및 시스템 개념을 보여준다. (그림 3)의 위성/지상 겸용 시스템은 18m 대형 안테나를 탑재한 정지궤도 위성을



(그림 3) Terrestar 위성/지상 겸용 시스템

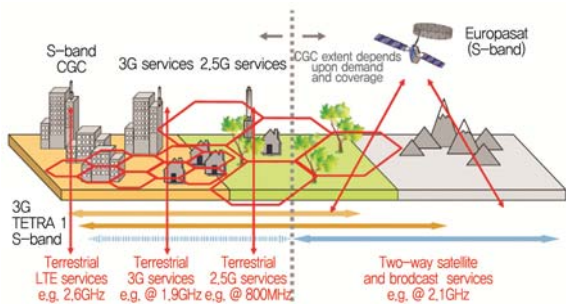
이용하여 500여 개의 다중빔을 형성하고, 북미 전역에 기존 지상 휴대단말 크기의 위성/지상 겸용 단말을 통해 경제적인 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 위성은 농어촌, 산간벽지, 사막 등 지상망 불통지역을 해소하고, 지상보조장치는 인구가 밀집된 도시 역을 중심으로 광대역 서비스를 제공할 수 있다.

2. 유럽

유럽에서는 2.1GHz 위성주파수 대역을 유럽국가들 간 다른 용도로 활용할 경우, 위성망과 지상망 간 간섭 영향으로 인해 주파수 활용에 많은 제약이 있을 것으로 판단하여, 2.1GHz 위성주파수 대역에서 이동위성업무만을 1차 업무로 할당하였다. 이에 따라, EU(European Union)는 2009년 5월 위성사업자인 Solaris Mobile과 Inmarsat에 2.1GHz 위성주파수 60MHz 대역폭을 각각 30MHz씩 심사할당하였다. 할당 시 위성주파수에 대한 대가는 적용하지 않았으며, 위성/지상 겸용에 따른 지상보조장치망에 대한 대가는 해당 유럽 주관청이 별도로 정하도록 하였다.

Solaris Mobile은 2009년 위성을 발사하였으나 위성의 기능적 결함으로 현재 유럽 3개 도시에서 시험 서비스만 시행 중이며, 위성/지상 겸용 서비스를 위해 거의 대부분의 유럽지역에서 지상보조장치 운용 면허를 취득하고 새로운 위성 발사를 계획 중에 있다. 또한, 지상보조장치에서 지상 LTE 서비스를 제공하기 위한 목적으로 2.1GHz 위성주파수 대역을 유럽지역 LTE 대역으로 추가하기 위해 3GPP 표준화를 추진 중에 있으며 2014년 완료를 목표로 하고 있다. 2014년 1월 Solaris Mobile은 Dish Network 자회사인 북미 Ecostar에 인수되었다[2]. Inmarsat의 경우, 현재 유럽 커버리지를 고려한 위성 발사를 위해 현재 유럽국가들과 규정적 이슈를 논의 중에 있다.

유럽은 전반적으로 기존 이동통신 사업자의 견제로 2.1GHz 위성주파수 대역에서 위성/지상 겸용 활용이



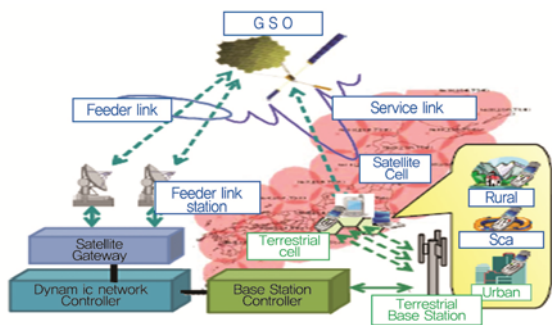
(그림 4) Inmarsat 위성/지상 겸용 서비스 개념

지연되고 있으며, (그림 4)의 Inmarsat이 고려하고 있는 서비스 개념과 같이 위성을 지상망의 Gap-filling 개념으로 사업모델을 고려 중이다[3].

3. 아시아

일본은 2.1GHz 위성/지상 겸용 활용 가능성 연구를 위해 일본 총무성 주관으로 음영지역 해소 및 긴급통신용 위성이동통신서비스 제공을 위한 STICS(Satellite and Terrestrial Integrated Communication System) 프로젝트를 2013년까지 추진한 바 있다. (그림 5)와 같이 STICS는 음영·해상지역에서의 불통 해소 및 재난재해 지역에서의 긴급통신을 위해, 2.1GHz S대역 위성망을 통한 위성/지상 겸용 이동통신서비스 제공을 위한 타당성 연구 프로젝트이다[4].

또한, 일본 총무성은 총무성 질의서를 통해 정보통신심의회에 ‘2 GHz 대역 등을 이용한 이동위성통신시스



(그림 5) STICS 프로젝트

템 방식 및 기술적 조건’에 대한 자문을 2013년 1월 요청하여, 정보통신심의회 산하 위성통신시스템위원회에서 동일본 대지진 등의 영향으로 새로운 위성통신에 대한 요구, 연구개발 동향, 외국의 동향 등을 감안하여 이동위성업무 주파수로 분배된 2.1GHz 대역 등을 이용한 이동위성통신 시스템의 방식 및 기술조건 등을 2015년 상반기 완료를 목표로 검토 중에 있다[5]. 이와 관련하여, 2013년 12월 2.1GHz 위성주파수 용도를 위성용으로 우선 고려하는 1차 검토결과를 발표하였다. 이에 따라, 2.1GHz 위성 대역 중 상·하향 각 5MHz를 긴급재난 시 안부 확인용 단문자 서비스(SMS)를 위해 QZSS(Quasi-Zenith Satellite System) 위성에 할당하고 나머지 대역폭에 대한 활용방안은 2014년 상반기까지 추가 검토할 예정이다. 현재 일본 SBM(Softbank Mobile사)는 22m급 대형 안테나를 통해 위성/지상 겸용 서비스 제공을 목표로 나머지 2.1GHz 위성 대역 확보를 추진 중이며 기술적 검토에 착수하였다.

반면 중국의 경우, 2.1GHz 위성주파수 대역을 이동위성업무로 배타적으로 할당하였고 현재 CHINASAT-MSB5 위성이 운용 중에 있으며, 위성망 국제등록 추진 중인 CHNSAT-M-101.4 위성은 100여 개의 다중빔을 형성하기 위해 18m급 대형 안테나를 탑재하여 2015년 경 발사 예정이다. 중국은 2.1GHz 위성주파수 대역에서 위성망만을 고려하고 있는 상황으로, 국제 표준화회의에서 2.1GHz 위성주파수 대역에서의 위성/지상 겸용 활용 표준화 연구를 적극적으로 반대하고 있는 상황이다.

우리나라의 경우, 2013년 12월에 발표된 ‘모바일 광개토 플랜 2.0’에 의해 2018년까지 2.1GHz 위성주파수 대역에서 60MHz 대역폭을 지상 이동통신 주파수로 추가 확보 계획을 수립하였다[6]. 이를 위해 현재 ETRI를 주관으로 LGUplus, KT, SKT가 공동 연구기관으로 참여하는 정부 R&D 프로젝트가 진행 중에 있으며, 이 프로젝트에서는 인접국 간 위성/지상 간 2.1GHz 위성주파수 활용방안 마련 및 관련 기술을 개발하고, 2.1GHz

위성주파수에서 글로벌 지상 LTE 서비스 제공을 위한 3GPP 표준화를 추진 중에 있으나 외국의 동향에 따라 위성/지상 겸용도 배제하지 않는다.

완하기 위해 서로 다른 주파수 대역을 이용하는 위성(정지궤도)/지상 듀얼 모드로 발전하였고, 향후 위성(정지궤도)과 지상이 동일 대역을 이용하는 단일 모드의 겸용 단말 기술로 발전하고 있다.

IV. 2.1GHz 위성주파수 활용이슈

1. 기술적 이슈

가. 광대역 서비스를 위한 위성/지상 겸용 통신 기술

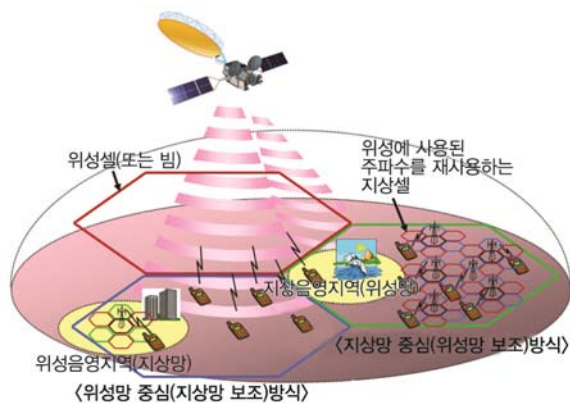
현대 위성통신 기술은 개인 휴대단말 사용자에게 지상 이동서비스가 제공되지 않은 지역에서 위성을 이용하여 기존 지상망을 보완하거나, 재해재난 시 긴급통신 수단을 제공할 수 있다. 이러한 현대 위성통신 기술은 (그림 6)과 같이, 수많은 위성(중/저궤도)을 이용한 GMPCS 위성단독서비스에서 위성 단독망의 단점을 보

모바일 광대역 서비스 제공에 있어서, 위성통신 시스템은 도서 및 지역적으로 고립된 환경, 그리고 유무선 네트워크의 용량부족으로 모바일 서비스가 현재 어려운 나라에서 모바일 광대역 서비스의 빠른 개시 및 제공을 위한 수단으로 활용될 수 있다. 또한, 이러한 위성통신 시스템에 지상보조장치의 도입은 다양한 서비스 시장 창출 및 보다 광대역의 서비스 제공을 가능하게 하여 위성통신 서비스 활성화 및 시장확대를 가능하게 한다. 여기서 지상보조장치란 위성시스템의 위성부분이 사용하는 주파수 대역의 일부 또는 전체를 재사용하여 위성서비스를 보완하는 지상보조망을 의미한다.

위와 같이, 위성망뿐만 아니라 위성주파수를 지상에



(그림 6) 현대 위성통신 기술 발전방향

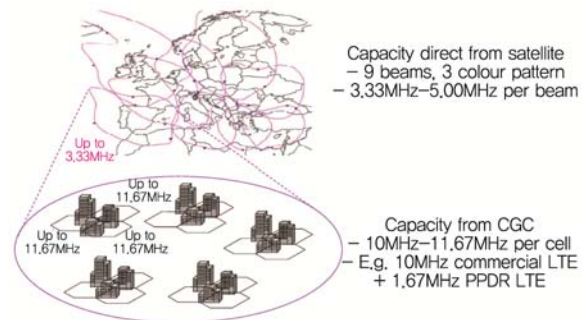


(그림 7) 위성/지상 겸용 방식

서 재이용하는 지상망 또는 지상보조망도 함께 운용하는 방식을 위성/지상 겸용 통신이라 한다. 위성/지상 겸용 방식은 음영지역이 최소화되어 모든 지역에서 원활한 이동통신서비스 제공이 가능한 장점이 있으며, (그림 7)과 같이 겸용 방식에는 위성망으로 모든 지역을 커버하고 고층건물 등 위성 음영지역을 지상망으로 보조하는 위성망 중심(지상망 보조) 방식과 지상망으로 모든 지역을 커버하고 산악, 벽오지 등 지상 음영지역은 위성망으로 보조하는 지상망 중심(위성망 보조) 방식이 있다.

2.1GHz 위성주파수를 활용한 국가 모바일 광대역 서비스 제공을 목표로 할 경우, 위성망 중심의 겸용 방식은 위성 전용 방식의 단점을 보완할 수 있으나 광대역 서비스 제공을 위한 지상망이 미비할 수 있기 때문에 Inmarsat이 고려하고 있는 (그림 4)와의 서비스 개념과 같이 지상망 중심의 겸용 방식이 고려될 수 있다.

반면, 위성/지상 겸용 방식은 위성과 지상망이 같은 주파수를 재사용하기 때문에, 시스템 내 위성/지상 간 동일 채널 간섭문제가 야기될 수 있으며 이는 겸용 시스템의 성능 저하를 가져올 수 있다. 따라서 겸용 시스템에서는 주파수를 효율적으로 이용하기 위한 위성과 지상간 서비스 정의 및 주파수 재사용 방안이 마련되어야 하며, 위성망과 지상망 간에 발생하는 시스템 내 간섭을 완화할 수 있는 기술들이 필수적으로 고려되어야 한다.



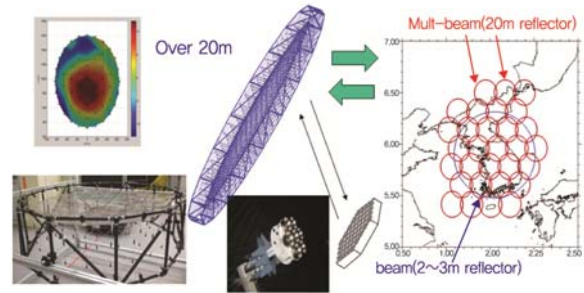
(그림 8) 주파수 재사용 개념 예(Inmarsat)

예를 들어, (그림 8)과 같이 Inmarsat의 경우, EU로부터 할당 받은 상·하향 각 15MHz 대역폭을 방송이나 양방향 서비스 제공을 위해 각 위성빔에 3.33MHz 또는 5MHz 대역폭 할당을 하고, 위성빔 간 유해한 간섭 없이 유럽지역을 커버하기 위해 주파수 재사용 3 기반의 위성 다중빔을 설계한다. 각 위성빔에 위치한 지상망은 유해한 간섭을 피하기 위해 그 위성빔에서 사용하지 않는 주파수 대역을 사용하여 모바일 광대역 서비스를 제공한다. 즉 위성빔이 5MHz 대역폭을 사용할 경우 10MHz 대역폭의 LTE 상용 서비스를 고려할 수 있으며, 위성빔이 3.33MHz 대역폭을 이용할 경우, 10MHz 대역폭의 LTE 상용 서비스 외에 추가적으로 1.67MHz 대역폭의 PPDR(Pubic Protection and Disaster Relief) 서비스를 고려할 수 있다[3].

다음 (그림 9)는 위성과 지상 간 간섭완화를 위한 방안으로 Astrium에서 고려하고 있는 Exclusive zone 개념을 보여준다[7].

(그림 8)과 같이 위성빔에 위치한 지상망이 그 위성빔에 할당된 주파수 대역을 사용하지 않는 방식의 경우, 통상 위성빔 중심으로부터 안테나 이득이 3dB 감소하는 지점까지가 하나의 위성빔 커버리지임을 고려할 때, 인접 위성빔 간 신호가 예리하게 격리되지 않기 때문에 인접 위성빔 내에 위치하고 있는 지상 단말로의 간섭 및 지상 단말로부터의 간섭은 유해하게 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해, (그림 8)과 같이, 각 위성빔의 Exclusive

zone에 위치해 있는 다른 위성빔 지상망은 그 위성빔에 할당된 주파수를 추가적으로 사용하지 않음으로써 위성/지상 간 간섭을 추가적으로 완화시킬 수 있다. 또한 지상 기지국은 자신의 위치에서의 각 위성빔으로부터 신호격리 정도를 추정할 수 있고, 이를 바탕으로 유해한 간섭을 줄 수 있는 임계 격리값 이하를 갖는 각 위성빔에 할당된 주파수를 사용하지 않을 수 있다.

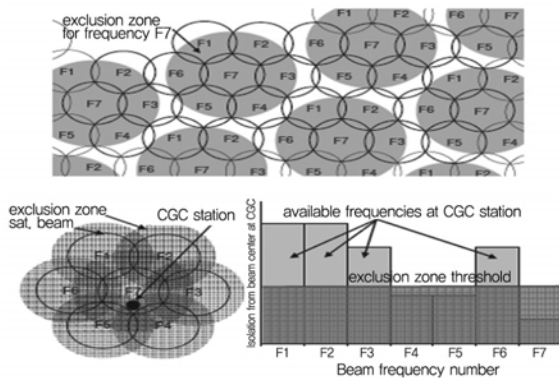


(그림 10) 대형 안테나 기반 다중빔 형성 기술

나. 대형 위성안테나 이용 지상기반 빔 형성 기술

위성시스템이 주파수를 효율적으로 활용하기 위해서는 작은 크기를 갖는 많은 수의 위성빔을 형성할 수 있는 대형 안테나를 탑재한 위성이 필수적이다. 이는 위성 시스템에서 주파수 재사용율을 높일 수 있기 때문에 전체 위성시스템 용량을 증대시킬 수 있다. 또한 기존 10m 이하 급 소형 위성안테나로는 지상 단말에 충분한 전력공급이 어려워 비교적 큰 별도의 단말이 필요한 반면, 현재 20m급 이상의 대형 안테나 경우 다중빔 기술로 인해 지상단말에 충분한 전력 공급이 가능하여 위성/지상 겸용 단말을 통한 휴대 위성통신이 가능하게 된다.

(그림 10)은 2.1GHz 위성주파수를 고려하여 20m급 대형 안테나를 통해 우리나라에 다중빔을 형성한 모습을 보여준다. 20m급 대형 안테나를 탑재한 위성을 통해



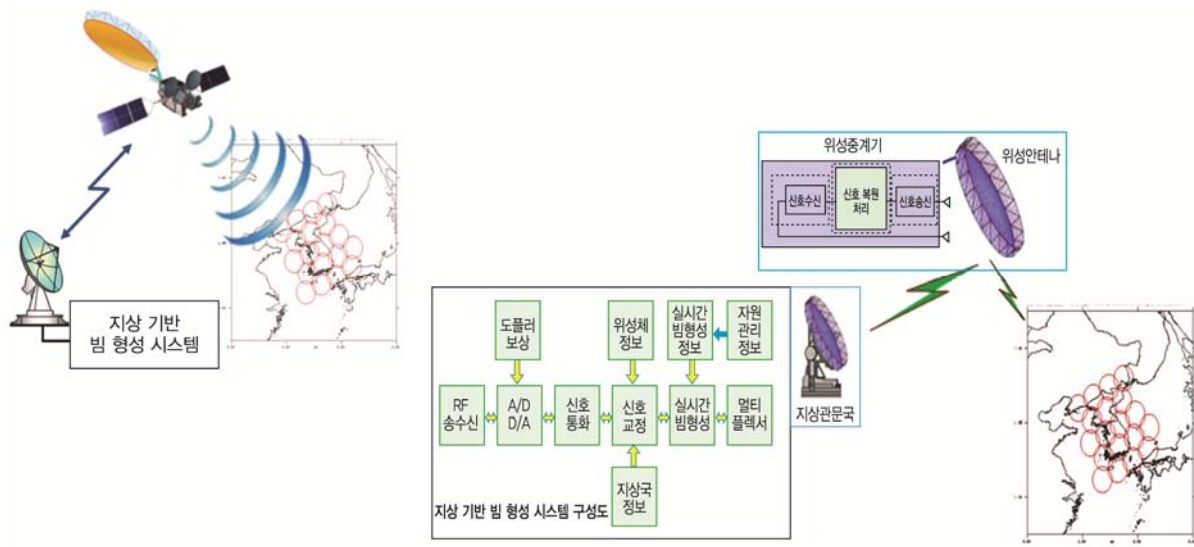
(그림 9) 겸용망 간섭완화 개념 예(Exclusive zone)

우리나라를 200Km 이하 크기 30여 개의 작은 위성빔을 통해 커버할 수 있으며, 이러한 대형 안테나를 통한 다중빔 형성기술은 2.1GHz 위성주파수를 효율적으로 그리고 많이 위성과 지상이 재사용할 수 있게 한다.

현재 Terrestar의 경우 (그림 3)에서 보듯이 18m급 대형 안테나를 탑재한 정지궤도 위성을 발사한 경험이 있으며, Terrestar-1 위성은 2.1GHz 위성주파수 대역을 효율적으로 활용하기 위해 북미지역에서 500여 개의 유연한 빔 형성이 가능하다[8].

반면 500여 개의 빔을 유연하게 형성하고 각 위성 및 지상망 트래픽 요구량에 따라 적절히 위성빔과 지상망에 주파수 대역폭을 할당할 뿐만 아니라 위성/지상간 간섭을 동적으로 제어하기 위해서는 거대한 양의 디지털 신호처리 기술이 필요하다. 이와 같이 위성 탑재체에서의 디지털 신호처리(OBP: On Board Processing) 기능은 많은 양의 처리능력(computing power)을 요구하고 위성 탑재체 비용 증가를 야기할 수 있기 때문에 위성에 탑재하기는 쉽지 않은 실정이다. 이에 따라, 현재 대안으로 고려되고 있는 기술이 (그림 11)과 같은 지상기반 빔형성(GBBF: Ground Based Beam Forming) 기술이다.

지상기반 빔형성 기술은 다중빔을 형성하고 위성/지상 간 간섭을 제어하기 위한 디지털 신호처리 기능을 지상국에서 모두 처리하는 기술이다. 이러한 지상기반 빔형성 기술은 저비용의 Bent-pipe 위성 사용을 가능하게 함에 따라, 위성 발사 후에도 지상시설 일부만을 변



(그림 11) 지상기반 빔 형성 기술

경하여 위성통신 방식변경 및 적응형 빔 형성이 가능한 장점이 있다. 예를 들어, 북미 Terrestar의 경우 위성 발사 시 GMR(GEO Mobile Ratio)-1 3G 위성 전송방식을 통해 시험 서비스를 시작하였으나 현재 EGAL(Enhanced Geostationary Air Link)과 같은 다른 통신방식 변경을 고려 중에 있다. 그러나 지상기반 빔형성 기술은 위성과 지상국 사이의 피더링크에 많은 양의 대역폭을 요구하기 때문에 피더링크 요구 대역폭을 줄일 수 있는 방안에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

〈표 2〉 위성-단말 간 전송방식

위성 표준	표준화/상용화 시기	비고
GMR-1 3G (HNS)	표준화/상용칩 개발완료	Terrestar, Thuraya 이용 중(단말 출시)
EGAL (Qualcomm)	표준화/상용칩 개발완료	Dish Network 고려 중
SAT-CDMA (ETRI)	표준화 완료	유럽과의 규격 단일화 완료, Inmarsat 고려 중
SAT-OFDM (ETRI)	표준화 완료	ETRI LTE(4G)기반 위성 접속 기술

다. 겸용 활용을 위한 무선 인터페이스기술

2.1GHz 위성주파수에서 효율적인 위성/지상 겸용 활용을 위해서는 평상시 위성에는 적은 주파수 대역을 할당하고 비상시에는 많은 주파수 대역을 위성에 효율적으로 할당할 수 있게 하는 위성/지상 무선 인터페이스 기술의 고려가 필요하다.

〈표 2〉는 2.1 GHz 위성주파수를 겸용으로 활용 시, 고려할 수 있는 위성 무선 인터페이스기술들을 보여준다.

GMR-1 무선인터페이스는 이미 중동 사업자인 Thuraya와 북미 사업자인 Terrestar 위성시스템에 채택되어 이미 사용되고 있으며 수 백 kbps 정도의 협대역 서비스를 제공한다[9]. EGAL 무선 인터페이스는 최대 수십 kbps급의 저속 및 단문자 서비스 제공을 목표로 퀄컴에 의해 개발되었으며 (그림 12)에 퀄컴의 다중기능 칩에 통합되어있다. 즉 퀄컴 칩을 이용하여 단일 칩으로 위성/지상 겸용 통신서비스 제공이 가능하다 [10].

〈표 2〉의 SAT-CDMA(Satellite Code Division Multiple Access) 및 SAT-OFDM(Satellite Orthogonal Frequency



(그림 12) 단일 칩 기반 위성/지상 겸용 단말

Division Multiplexing) 무선 인터페이스는 ETRI에서 자체 개발한 표준으로 지상 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 및 LTE를 기반으로 광대역 서비스 지원을 위해 개발된 무선 인터페이스기술이다. SAT-CDMA는 위성 IMT-2000 표준으로 ITU-R에서 채택되었으며 현재 유럽과의 표준 단일화에 성공하여 ETSI(European Telecommunications Standardization Institute) 및 TTA(Telecommunications Technology Association) 표준으로도 채택되었다. SAT-OFDM은 세계 최초로 위성 IMT-Advanced 후보기술로 제안되어 2013년 하반기에 ITU-R에서 채택되었으며 수 Mbps 정도의 광대역 서비스 지원 및 유연한 대역폭 할당이 가능하다[11].

〈표 2〉의 위성 표준들은 비용 효과적인 겸용 단말 구현을 위해 지상 이동통신 표준을 기반으로 개발되었으며, (그림 12)와 같이 별도 위성 단말이 아닌 기존 지상 스마트폰과 유사한 크기 및 비용의 겸용 단말을 통해 위성/지상 겸용 서비스 지원이 가능하도록 하며, 위성 칩은 위성/지상 단일 칩 또는 듀얼 칩 형태로 하나의 겸용 단말에 구현하는 것이 필요하다.

(그림 12)에서 보여지는 단말은 Terrestar의 위성 및 지상 이동통신을 모두 지원하는 블랙베리 듀얼모드 단말로써 기존에 존재하는 지상 스마트폰 단말 가격과 유사한 비용(\$799)을 가진다. 물론 추가 비용(\$300)을 지불하고 별도 안테나 추가 시 광대역 서비스도 가능하도록 하였다.

마지막으로 현재 존재하는 위성 휴대 전송기술들은

협대역 서비스(GMR-1 3G 및 EGAL) 제공을 목표로 하거나 광대역 서비스(SAT-OFDM 및 SAT-OFDM)제공을 목표로 하고 있어, 사용자 요구사항에 따라 최적으로 협대역과 광대역을 동시에 지원하는데 제약이 있다. 따라서, 칩 기술발전에 따라 개인 휴대 전송 표준이 지상 이동통신 표준과 공통성을 가지지 않더라도 위성/지상 단일 칩 구현이 가능할 것으로 보이기 때문에, 위성 환경에 최적화되고 사용자 요구사항에 따라 다수 사용자들에게 협대역 서비스를 제공할 수도 있으며, 몇몇 사용자에게 광대역 서비스를 유연하게 제공할 수 있을 뿐만 아니라 위성/지상망 트래픽 요구량 및 간섭상황에 따라 위성과 지상에 유연하게 주파수 대역을 할당할 수 있는 차세대 위성 휴대 전송기술에 대한 개발이 추가적으로 필요하다.

마지막으로, 위성/지상 겸용망에서 지상 기지국과 단말 간의 전송 표준방식은 WCDMA, LTE 등 현재 상용화된 지상 IMT 칩셋을 그대로 이용할 수 있으나, 2.1GHz 지상망을 통한 모바일 광대역 서비스 제공을 위해서는 지상 IMT 서비스 대역에 2.1GHz 위성주파수를 추가하는 표준화 및 겸용 전송 최적화 작업이 필요하다.

2. 표준화 이슈

앞에서 언급했듯이 2.1GHz 위성주파수에서 효율적인 위성/지상 겸용 활용을 위해서는 2.1GHz 위성주파수에서 동작할 수 있는 위성/단말 간 그리고 지상기지국/단말 간 통신표준이 필요하다. 위성/단말 간 통신 표준방식은 이미 〈표 2〉에서 언급했듯이 ITU-R, 3GPP2 (Third Generation Partnership Project 2), ETSI, TTA 등을 통해 표준화가 완료되었으며 일부 위성 표준의 경우 상용칩 개발이 완료되었다. 지상기지국과 단말 간 통신 표준방식의 경우 또한 기존 지상 이동통신 표준방식을 그대로 적용할 수 있으나, 규모의 경제 실현을 위해 2.1GHz 위성주파수 대역을 글로벌 지상 이동통신망

(LTE) 대역으로 활용하기 위한 2.1GHz 위성주파수용
기지국/단말 송수신 규격 표준화 작업이 필요하다.

이를 위해, 현재 우리나라에서는 미래부 주관으로
ETRI, 이동통신 사업자(KT, SKT, LGUplus), 제조업체
(LG전자, 삼성전자, LG에릭슨, 퀄컴)가 참여하는
2.1GHz 위성전담반 산하 표준분과를 운영 중이다. 상
기 표준분과 회의를 통해 우리나라는 2012년 9월
3GPP 무선접속망 담당 기술규격그룹인 TSG RAN 기
술 총회에서 2.1GHz 위성주파수 대역을 지상 이동통신
주파수로 활용하기 위한 표준화 연구항목(Study Item)
을 승인 받았으며, 현재 이동통신 사업자와 제조업체
들을 중심으로 관련 표준화 작업이 진행 중이다.

현재 인접 지상 IMT 대역(1920-1980MHz, 2110-
2170MHz, FDD(Frequency Division Duplex) 대역)으로
의 지상 LTE용 2.1GHz 위성주파수 대역 확장 가능성, 인
접 지상 IMT 대역 (2010-2025MHz, TDD(Time Division
Duplex) 대역) 보호기준 마련, 규모의 경제실현을 위한
유럽 2.1GHz 위성주파수 대역 기지국/단말 송수신 규격
단일화 등이 주요 이슈로 논의 중이다. 현재 주요 국내외
이동통신 사업자 및 제조업체 사이의 이견 및 기존 이동
통신 사업자들의 의도적인 견제로, 당초 2013년 12월 관
련 3GPP 기술보고서 개발을 완료하기로 하였으나 완료
시기를 2014년 9월로 연장할 예정에 있다.

마지막으로, 위성/지상 겸용 활용을 위해서는 주파수
를 효율적으로 사용하기 위한 위성/지상 겸용 서비스
시나리오 및 시스템 구조에 대한 연구가 추가적으로 필
요하며, 겸용 활용 시 위성/지상망 간 간섭 영향 및 겸
용망 성능연구 또한 필요하다. 이에 따라, 이러한 위성/
지상 겸용 활용 기술연구가 우리나라 주도로 APT,
ITU-R, ETSI에서 진행 중에 있다. APT의 경우, 2013
년 3월 AWG 표준화 회의에서 관련 의제가 도출되어 현
재 보고서 초안 작업이 진행 중에 있으며, ITU-R과
ETSI의 경우 2014년 2월 WP4B와 SES SCN 표준화 회
의에서 각각 관련 표준화 의제가 도출되어 표준화 연구

가 시작 단계에 있다.

V. 결론

지금까지 2.1GHz 위성주파수 특징 및 국내외 활용
동향을 파악하고 2.1GHz 위성주파수의 위성/지상 겸용
활용을 위한 기술적 및 표준화 이슈를 살펴보았다.
2.1GHz 위성주파수는 대형 안테나 기술 등의 발달로
인해 정지궤도 위성을 통해 현재 스마트폰 크기의 단말
로 위성/지상 겸용 서비스 제공이 가능해짐에 따라, 이
동통신 음영지역 해소 및 재난재해 통신망과 모바일 광
대역망으로 활용 가능한 대역으로 선진국을 중심으로
최근 주파수 가치가 주목 받고 있다. 전 세계적으로
2.1GHz 위성주파수는 위성/지상 겸용 또는 위성망으로
활용되는 추세이며, 단말 확보 관점에서 일부 규격의 경
우 위성/지상 단일 칩셋 및 단말은 이미 구현이 완료되
었고 향후 위성/지상 겸용(동일 주파수) 단말 구현도 어
려움 없이 가능할 것으로 예상이 되고 있다. 그러나 주
파수 확보 관점에서, 지상자원 확보와 효율적 위성망 조
정 및 협력을 위하여 사업자 선정을 통한 조기 2.1GHz
위성주파수 선점 노력이 필요하며, 표준화 관점에서 유
럽 및 아사의 위성/지상 겸용 시장까지 고려한 글로벌
지상기지국/단말 송수신 규격 단일화 선도가 필요하고,
규모의 경제 실현 및 단말시장 선점을 통해 2.1GHz 위
성주파수 가치를 극대화 하기 위한 노력이 필요하다.

약어 정리

3GPP	Third Generation Partnership Project
3GPP2	Third Generation Partnership Project 2
ATC	Ancillary Terrestrial Component
CA	Carrier Aggregation
CDMA	Code Division Multiple Access

EGAL	Enhanced Geostationary Air Link
ETSI	European Telecommunications Standardization Institute
EU	European Union
FDD	Frequency Division Duplex
GMPCS	Global Mobile Personal Communications by Satellite
GMR	GEO Mobile Ratio
IMT	International Mobile Telecommunications
LTE	Long Term Evolution
OBP	On Board Processing
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PPDR	Public Protection and Disaster Relief
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
SAT	Satellite
STICS	Satellite and Terrestrial Integrated Communication System
TTA	Telecommunications Technology Association
TDD	Time Division Duplex
WARC	World Administrative Radio Conference
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

참고문헌

[1] dish, www.dish.com

- [2] solarismobile, www.solarismobile.com
- [3] P. Febvre, "Personal Satellite Access Terminals: Observations with a 40-year Perspective," PSATS2011 Keynote 1.
- [4] AWG15/TMP-13, "Working document towards a draft new APT Report on APT frequency usage of the bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz in Asia Pacific Region,"
- [5] 일본총무성, "2 GHz 대역 등을 이용한 이동위성통신시스템 방식 및 기술적 조건," 2014. 1.
- [6] 미래창조과학부, "모바일 광개토 플랜 2.0," 2013. 12. 31.
- [7] V. Deslandes, J. Tronic, and A.-L. Bevlot, "Analysis of Interference Issues in Integrated Satellite and Terrestrial Mobile Systems," ASMS2010, Sept. 13-15th, 2010.
- [8] TerreStar, www.terrestarnetworks.com
- [9] ETSI TS 101 376-1-3 v.3.3.1, "GEO-Mobile Radio Interface Specifications (Release 3); Third Generation Satellite Packet Radio Service; Part 1: General specifications; Sub-part 3: General System Description; GMR-1 3G 41.202," Dec. 2012.
- [10] 3GPP2 C.S0098-100-0, "Introduction to CDMA2000 Extended Cell High Rate Packet Data Air Interface Specification," Jan. 2011.
- [11] ITU-R Recommendation M.2047, "Detailed Specifications of the Satellite Radio Interfaces of IMT-Advanced," Dec. 2013.