

저궤도 위성통신의 활용과 주요 사업자의 서비스 전개 현황

Low Earth Orbit Satellite Communications, Applications and Major Operators' Service Deployments

최가은 (G.E. Choi, choi_ge@etri.re.kr)

미래전략연구실 UST학생연구원

송영근 (Y.K. Song, iesong@etri.re.kr)

미래전략연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

Low Earth Orbit (LEO) satellite communications has become a crucial technology for next-generation communication networks owing to its hyperconnectivity capabilities. We examine the progress and application areas of LEO satellite communication services. The LEO satellite communication industry has transitioned from being predominantly driven by governments and institutions to being led by the private sector, following the trajectory of the NewSpace movement. Leading corporations such as SpaceX Starlink and Eutelsat OneWeb are deploying LEO satellite networks to offer internet services, while Telesat is preparing to establish its satellite communication network. LEO satellite communications is expected to have a major impact on various sectors of society, particularly for upcoming sixth-generation services. Therefore, the South Korean government must promptly formulate policy support strategies aimed at invigorating the LEO satellite communication industry. This can be achieved through initiatives such as bolstering research and development and extending corporate assistance.

KEYWORDS 5G, 6G, LEO satellite, satcom, telecommunications service

1. 서론

저궤도 위성통신은 차세대 글로벌 통신의 변화를 주도하는 핵심기술로 부상하였다[1]. 위성통신은 지상뿐만 아니라 해상, 공중 등 비지상 네트워크를 통합하여 초공간 서비스를 제공하는 핵심인프라이다.

특히 재난 및 비상 상황에서 대안적 통신수단으로 국가 안보 및 경쟁력과 직결되어 그 중요도가 높다.

3GPP는 릴리즈 17(Release 17)부터 융합서비스 지원 및 상용화 지원을 위한 기술 개선 항목으로 5G 기반 지상 네트워크와 저궤도 위성 간 연결을 위한 논의를 본격적으로 시작하며 저궤도 위성시스템을

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2024.J.390304>

* 본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음[24ZF1130, 국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구].



차세대 통신시스템의 구성 요소로 포함하였다[2]. 차세대 통신시스템이 단순한 속도 향상을 넘어 저지연·초공간 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 한계를 뛰어넘는 네트워크 확보가 필요하며 저궤도 위성통신은 그 주요 항목으로 향후 6G를 위한 표준화 과정에서 중요하게 다루어질 전망이다.

최근 기술 발달에 따른 위성 제작 및 발사 비용 감소와 통신장비 소형화로 지상 네트워크의 보완 수단으로서 저궤도 위성통신의 확대가 가속화되고 있다. 이에 글로벌 기업들은 시장 선점을 위한 경쟁력 확보의 일환으로 위성통신을 지원하는 디바이스 및 모뎀 개발과 기업 간 파트너십 구축을 추진 중이다. 위성통신 시스템 구축에는 다양한 융합 기술이 집약되며, 시장 범위가 글로벌인 점을 고려하였을 때 각 국가 또는 지역의 기업 간 협업을 통해 시장 접근성을 확대할 수 있다. 또한, 도시항공교통(UAM)·자율운항선박·위성IoT과 같은 6G 新서비스 모델은 저궤도 위성통신을 기반으로 설계되어, 기존의 지상 네트워크 기반 통신서비스에서 음영지역이었던 부분을 해소하는 통신 기술의 새로운 패러다임을 제시하고 있다.

우리나라는 위성통신 분야에서 후발주자로서 기술 수준 및 산업 기반이 아직 미흡한 상태로 평가되고 있다. 이에 정부는 국내 기업의 시장 진입을 지원

하여 관련 기술 및 시장을 선점할 수 있도록 조력할 시점이다. 이를 통해 국내 저궤도 위성통신 산업이 글로벌 경쟁에서 우위를 확보하고, 국가 성장의 새로운 동력으로 적극 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 배경에 기반하여 본고에서는 저궤도 위성통신시스템의 특징과 활용 분야를 소개하고, 관련 서비스 주요 기업과 국내 기업의 사업 동향을 살펴본다. 이를 통해 우리나라의 위성통신 분야 서비스 활성화 정책 마련을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 저궤도 위성통신 특징과 활용

1. 저궤도 위성통신시스템 정의

저궤도 위성통신시스템은 수백 기 이상의 저궤도 위성을 활용하여 초고속 이동통신 서비스 제공이 초공간·초연결로 가능한 차세대 통신시스템으로 정의할 수 있다[3]. 위성의 궤도는 고도에 따라 저궤도(LEO: Low Earth Orbit), 중궤도(MEO: Middle Earth Orbit), 정지궤도(GEO: Geosynchronous Equatorial Orbit), 고궤도(HEO: Highly Elliptical Orbit)로 구분할 수 있으며, 각 궤도 운용에 적합한 위성의 속도 및 무게가 존재한다(표 1)[4-6].

저궤도 위성은 지구 궤도 약 200~2,000km에 위치하여 지구중력의 영향을 가장 크게 받기 때문에

표 1 궤도별 위성 비교

종류	LEO	MEO	GEO	HEO
고도(km)	200~2,000	8,000~35,786	35,786	35,786~40,000
지연시간(왕복, ms)	2~27	27~477	~477	200~900
공전 주기	88~127분	127분~24시간	약 24시간	12~24시간
통신 범위	좁음	넓음	광범위	광범위
비용(US\$M)	0.5~45	80~100	100~400	~400
유효 수명(년)	5~10	10~15	15~20	7
위성 무게(kg)	150	700	3,500	약 4,000
게이트웨이	다수 필요	유동적	소수	유동적

출처 Reproduced with permission from [4-6].

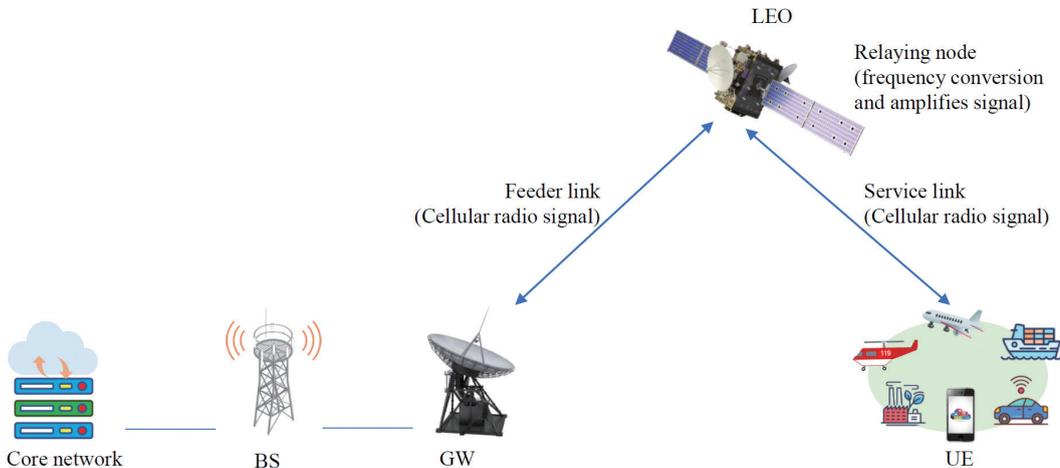
공전 속도가 평균 7.8km/s로 가장 빠르며, 비교적 가벼운 소형 위성이 주로 사용된다. 중궤도 위성은 고도 약 8,000~36,000km에 존재하는 700kg 정도 무게로 수십 기만으로 전 지구 커버가 가능하며, 주로 위성항법시스템(GPS) 네트워크 용도이다. 정지궤도 위성은 적도 위의 고도 약 36,000km 상공에 위치하는 무게 3,500kg 이상의 대형 위성으로 주로 통신·기상·내비게이션을 목적으로 운용되며, 지구 자전 속도로 이동하여 지구에서 관측 시 정지한 것처럼 보이는 것이 특징이다. 마지막으로 고궤도 위성은 고도 타원 경로를 따라 지구를 공전하며 고도에 따라 공전 속도가 달라지는 위성으로 GPS, 위성 DMB, 우주탐사를 위한 위성이 운용되었다. 이외에도 위성의 궤도는 적도를 기준으로 적도궤도와 극궤도로 구분할 수 있는데, 적도궤도는 광범위한 특정 지역의 통신, 기상 등을 관측하는 통신·기상 위성이 이용한다. 극궤도는 남극과 북극을 지나기 때문에 지구 전체를 관찰할 수 있다는 이점이 있어 지구관측위성이나 첩보위성이 이용한다.

기존의 통신위성은 최대한 넓은 범위의 통신 중계를 목적으로 정지궤도에 위치하였으나, 통신 지

연율과 운영 비용이 높다는 측면에서 5G·6G 통신에서 활용도는 낮을 것이라 예상된다. 반면 저궤도 위성은 실시간 데이터 전송 속도 향상, 통신 지연시간 단축, 제조 및 발사 비용 절감과 같은 장점이 있어 차세대 통신의 핵심 인프라로 주목받고 있다. 특히, 지상국과의 거리가 가까워 전파 왕복 시간이 짧아 신호 손실도가 작고 통신 지연시간이 짧으며, 위성의 크기가 소형화됨에 따라 위성 제조 및 발사 비용이 적다. 그러나 저궤도 위성은 고도가 낮기 때문에 통신 커버리지가 상대적으로 좁아 지속적인 커버리지 제공을 위해서는 위성 네트워크(군집)가 필요하다.

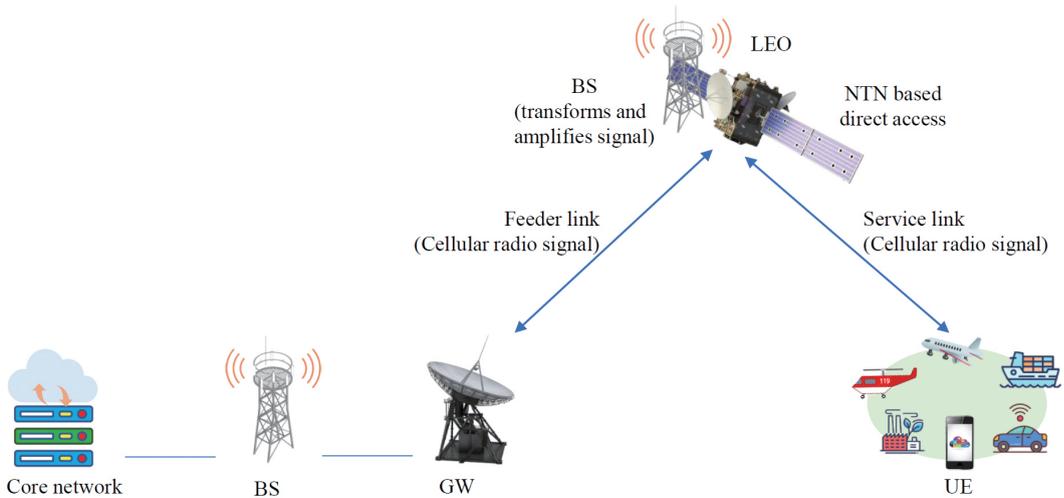
2. 저궤도 위성통신시스템의 구성

저궤도 위성통신시스템 아키텍처는 Transparent Payload(투명 페이로드)와 Regenerative Payload(재생 페이로드) 두 가지로 대분된다[7]. 두 유형의 저궤도 위성통신시스템은 우주, 지상, 사용자 부문으로 구분할 수 있으며, 지상 부문에는 게이트웨이와 네트워크 관리 센터(NMC)가 포함된다[3].



출처 Reproduced from [7,8], © 게티이미지뱅크, 무단 전재 및 재배포 금지.

그림 1 Transparent Payload 아키텍처



출처 Reproduced from [7,8], © 게티이미지뱅크, 무단 전재 및 재배포 금지.

그림 2 Regenerative Payload 아키텍처

투명 페이로드는 사용자 단말기-위성-지상 게이트웨이를 통해 기지국과 통신하는 형태로, 위성은 중계점이자 RF 필터링·증폭·전송, 주파수 변환, 업·다운 링크 방향 수신 기능을 수행한다. 이 아키텍처는 두 사용자 간 위성통신 서비스 이용 시 지상 게이트웨이를 거치는 방식으로, 서비스 커버리지를 넓히기 위해서는 지상 인프라 구축이 필요하다(그림 1).

재생 페이로드는 위성 간 링크(ISL)가 허용되고, 위성이 기지국 역할을 하여 RTT(왕복 시간)가 개선되는 장점이 있다. ISL은 온보드 프로세싱(OBP)을 사용하여 연결되며, 이를 통해 위성 간 통신 및 협력, 위성 간 데이터 전송이 가능해지고, 위성은 하나의 노드가 되어 들어오는 정보를 제어하고 이를 재분배하는 역할을 한다. 이 아키텍처는 두 사용자 간 통신 시 지상 게이트웨이를 거치지 않아도 가능하여 지상 게이트웨이 구축이 어려운 지역에서 사용하기 유용하다(그림 2).

위성통신을 위해 사용하는 주파수 대역은 약 3~30GHz 구간이며, 해당 구역은 L, S, C, X, Ku, K, Ka로 구성된다[9,10]. 저궤도 위성통신 서비스 사업자들은 Ku와 Ka 대역을 이용하여 서비스를 제공하

고 있으며, 일부에서는 V 대역의 사용도 고려하고 있다. 피더 링크와 사용자 링크가 다른 주파수 대역에서 작동하면 통신장비의 자체 간섭 사고를 줄이는 이점이 있다.

3. 주요 활용 분야

저궤도 위성통신은 3차원 모빌리티 통신, 자율주행, 군용 통신, 지상망 연결, 지상 백업 통신망, 위성 모바일 통신, 위성 탐사 및 관측, 농업, 항법, 재난 예측 등 우리 사회의 전반에 걸쳐 활용될 수 있다. 본고에서는 저궤도 위성통신의 다양한 활용 분야를 다음과 같이 크게 3가지 분야로 분류·소개한다.

가. 차세대 이동통신

각국 정부 및 국내·외 이동통신사들은 5G 및 6G 이동통신 서비스 활성화 전략으로 저궤도 위성통신이 지상망과 연계되는 지상-위성 통합망 구축을 추진하고 있다. 5G의 지상 중심 커버리지는 미래 서비스인 자율주행차, 드론, 플라잉 카 등 공중비행체에 대한 지원 미비로 인한 융합서비스 실현 한계로 인

식되고 있으며, 6G 기술 성능 목표 및 관련 R&D는 비지상 네트워크를 포함하여 이를 극복하는 방향으로 진행되고 있다. 저궤도 위성통신은 지상망과 연계될 경우, 통신 음영지역 해소 및 안정적인 통신서비스 제공이 가능하여 차세대 네트워크의 핵심기술로 주목받고 있다[11].

6G 시대에는 지상과 위성이 수직 통합되는 입체통신 기술이 본격적으로 출현하여 항공기·선박·기차·차량·UAM 기체 등에서도 통신 음영지역 없이 24시간 안정적인 이동통신 서비스가 가능할 것이라 기대되고 있다. 기존에는 지상 또는 위성망을 이용하기 위해서는 각각의 전용 단말기가 필요했지만, 저궤도 위성통신 시스템에서는 위성이 스마트폰, 태블릿 등 사용자 단말기와 직접 연결되어 저지연 속도가 LTE와 유사한 광대역 모바일 서비스 이용이 가능할 전망이다[12].

나. 비상 상황 시의 백업 통신망

저궤도 위성통신 시스템은 재해·재난 상황에서 국가 재난 백업 통신망으로 활용되며 오지·산간 등 지상망 통신 음영지역 해소로 긴급상황 시에도 통신이 가능하다. 최근 우크라이나 전쟁, 강원도 동해지역 산불 사례를 비롯하여 전쟁 또는 자연재해로 지상망 인프라가 파괴되어 통신이 불가능한 경우에 저궤도 위성통신 시스템을 활용하여 지상망 대체가 가능할 것으로 전망된다[1].

다. 군용 통신

현대전은 정보전이 중요한 가운데, 軍에서 저궤도 위성통신은 대용량의 데이터를 실시간·초고속으로 전달 가능하다는 측면에서 전 지구적 통신·정찰·측지 임무를 수행하는 군사작전에서 유용한 통신수단으로 발전하고 있다. 향후 6G 시대에 군용 통신위성은 상용 통신위성과 혼합 또는 연계되는

하이브리드화 추진으로, 비가시권 지역에도 저궤도 위성망을 통해 실시간으로 무인기 제어 및 백홀 서비스가 가능할 것으로 전망된다. 더불어 LEO 위성통신 시스템은 세계 여러 지역에 위치한 구성원 간에 명령과 영상정보를 전송할 수 있으며, 통신의 안전성과 보안성이 우수한 특징으로 군사작전의 안전성과 신뢰성이 향상될 것으로 기대되고 있다. 최근에는 조기경보시스템을 위한 LEO 군사 위성 사용이 보편화되고 있다.

뉴스페이스 패러다임에 대응하여 우리나라 정부도 민간과의 협업을 추진하고 있는데, 방위사업청은 '23년 3월에 '상용 저궤도위성기반 통신체계' 사업을 통해 민간 저궤도 위성을 활용하여 군 네트워크를 확보하고자 하였다. 이를 통해 한국군 전용 게이트웨이와 위성통신 단말(차량/함정용)을 연구개발하여 보안성을 갖출 예정이며, 저궤도 위성의 정지궤도 위성 대비 빠른 전송속도에 기반하여 군 작전 능력 향상에 기여할 것이라 기대하고 있다. 방위사업청은 민·군 협업으로 약 2년간 연구개발 후 '25년 하반기에 육·해·공군에서 상용 저궤도 위성 기반 통신체계를 시범 운용할 방침이다[13].

정부 부처 간 협력도 추진되고 있는데, '22년 12월에는 과학기술정보통신부와 방위사업청이 위성통신 분야 업무협약을 체결하여 저궤도 위성통신 기술개발 사업을 효율적으로 추진할 수 있는 협력체계를 구축하고자 하였다. 본 협약을 통해 위성통신 기술개발, 위성통신 분야 위성망(궤도·주파수) 확보 및 국방과 과학기술정보통신부의 위성통신 개발 사업의 결과물을 각 부처 사업에 활용하는 방안, 저궤도 위성통신 시범망 구축 및 실증 등을 위해 협력할 계획이다.

한편, 국방과학연구소는 '한국형 저궤도 전술위성군(群)'을 통해 우주에서 한반도 및 주변국의 상시 탄도탄 조기경보(탐지, 추적)와 위성 간 링크를 통한

표 2 Starlink 1세대 위성군 단계별 발사 계획

단계	위성 수 (기)	고도(km)		위성 수 (기)	경사각 (도)	배치 완료 기한
		Shall	Altitude			
1	4,408	Shall 1	550	1,584	53.0	'27년 3월
		Shall 2	570	720	70.0	
		Shall 3	560	348	97.6	
		Shall 4	540	1,584	53.2	
		Shall 5	560	172	97.6	
2	7,518		345.6	2,547	53.0	'27년 11월
			340.8	2,478	48.0	
			335.9	2,493	42.0	

출처 Reproduced from [16,19].

표 3 Starlink 2세대 위성군 단계별 발사 계획

위성 수 (기)	고도 (km)		위성 수 (기)	경사각 (도)	배치 완료 기한
	Shall	Altitude			
29,988	Shall 1	340	5,280	53.0	'31년 12월
	Shall 2	345	5,280	46.0	
	Shall 3	350	5,280	38.0	
	Shall 4	360	3,600	96.9	
	Shall 5	525	3,600	53.0	
	Shall 6	530	3,360	43.0	
	Shall 7	535	3,360	33.0	
	Shall 8	604	144	148.0	
	Shall 9	614	324	115.7	

출처 Reproduced from [17,19].

실시간 네트워크를 지원하기 위한 핵심 저궤도 다목적 위성군 체계를 연구개발하고 있다. 본 체계는 저궤도 위성을 활용한 조기경보 기술, 고속 다중 빔 안테나 및 다중 접속 모뎀 기술, 레이저 링크 기술 및 자율·분산 네트워크 기술 등을 개발 중이다[14].

III. 주요 사업자의 사업 전개 현황

1. 해외 사업자

가. Space X

Space X(스페이스X)는 저궤도 위성 인터넷 프로젝트 Starlink(스타링크)를 운영하고 있다[15]. 스타링크를 통해 기존의 위성통신망을 개선하고 유선 인터넷·무선통신망의 한계를 극복하여 전 세계를 대상으로 초고속 인터넷망을 구축하고자 한다. 스타링크는 총 42,000기의 저궤도 위성군 배치를 통해 지상 인프라 미구축 지역(시골, 고립 지역 등)의 인터넷서비스 제공 및 품질 개선을 목표로 하고 있으나, '24년 3월 기준 FCC로부터 승인받은 위성 수는 19,500기에 해당한다[16]. 스타링크의 위성군은 1세대와 2세대로 구분되며, 1세대 12,000기는 승인 완료되었으며, 2세대 목표 위성 수 약 30,000기에서 7,500기 만이 발사 승인이 완료된 상황이다[17]. '24

년 3월 기준, 발사한 위성 수는 6,000기 이상이며, 이 중 궤도에 정상적으로 안착한 위성은 약 5,680기로 추정되고 있다[18].

1세대 위성군은 두 단계로 나뉘어 설계되었는데, 1단계로 4,408기의 저궤도 위성을 발사하였고, 2단계에서 7,518기의 위성이 발사될 계획이다. 1세대 위성군은 Falcon 9(팔콘 9)에서 발사되고 있으며, Ku(12~18GHz) 및 Ka(27~40GHz) 대역의 주파수를 사용한다(표 2)[16,19].

2세대 위성군은 29,988기 위성으로 구성되며, 주파수 V대역을 사용하는 VLEO 궤도의 위성을 발사할 계획이다. 주로 Starship(스타십)을 이용하여 발사할 예정이며, '31년 말까지 고도 340~614km에 배치하는 것을 목표로 하고 있다(표 3)[17,19,20].

스페이스X는 '19년 5월에 저궤도 위성 발사를 개시하였으며, '20년 8월 베타 서비스를 시작으로 '24년 3월 기준으로 미국 북부, 캐나다, 영국 등을 포함하여 약 54개국에서 위성 인터넷뿐만 아니라 위성 이동통신·군용 위성·군사 통신 등의 서비스를 제공 중이다. 더불어 스페이스X는 '24년 초부터 'Direct to Cell(다이렉트 투 셀)' 사업을 준비하고 있는데, 1월에는 서비스를 제공할 저궤도 위성 6기를

팔콘 9 로켓을 사용하여 우주로 쏘아 올렸다. 다이렉트 투 셀은 저궤도 위성과 스마트폰을 직접 연결하여 문자, 전화, 검색 등이 가능한 통신서비스로 인터넷 음영 지역뿐만 아니라 항공·해상 지역에서도 통신이 가능하고, 기지국 등 망 구축 비용이 절감된다는 장점이 있다. 이 서비스에는 미국의 T-Mobile(티모바일)을 비롯해 캐나다 Rogers(로저스), 일본 KDDI, 호주 Optus(옵투스) 등 8개국 7개 회사가 사업에 참여하며, LTE 기술을 사용하여 빔당 동일한 대역폭 채널을 통해 다운링크에서 최대 4.4Mbps 또는 18.3Mbps를 제공할 예정이다[21].

저궤도 위성통신 인터넷서비스 분야의 선두 주자인 스타링크의 가입자 수는 '21년 2월에 1만 명에서 '24년 3월에는 260만 명에 도달하며 높은 성장률을 보인다. 스타링크의 요금제는 인터넷 사용지를 고정 또는 이동으로 구분하여 용도별 세부 사항이 다르게 구성되었다. 상품의 가격은 데이터 사용량과 비례하며 요금제 사양에 따라 요구되는 장비도 다르다. 스타링크 장비 키트(Kit)에는 위성 인터넷 연결에 필요한 안테나, WiFi 라우터, 전원, 케이블 및 베이스가 포함되며 상품 종류에 따라 사양과 가격에 차이가 있다. 한편 스타링크 모든 상품의 안테나는 Electronic Phased Array 방식으로, 위성통신의 효율성과 신뢰성을 개선함으로써 서비스의 질과 범위를 향상시키는 핵심 요소로 작용한다[22].

나. Eutelsat OneWeb

Eutelsat OneWeb(유텔셋 원웹)은 '글로벌 초고속 위성인터넷' 제공을 목표로 2단계에 걸친 저궤도 위성군 배치 계획으로 진행 중이며, '19년 2월에 세계 최초로 저궤도 통신위성 발사에 성공하였다. 1단계로 위성 648기를 고도 1,200km 궤도에 배치하고, 2단계로 약 2,000기의 위성을 추가 배치하여 위성통신망을 촘촘하게 구축하여 서비스 커버리지를 전

세계로 확장할 계획이다[23].

유텔셋 원웹은 현재 634기의 저궤도 위성군을 구성하여 우주 인터넷망을 완성하였으며, 위성통신 주파수 대역으로 Ku 및 Ka 대역을 사용한다. 원웹은 엔터프라이즈, 해상, 항공, 모빌리티 등 기업간거래(B2B) 서비스 활성화에 우선 집중할 예정이며, 다양한 저궤도 위성용 안테나 공급 업체(인텔리안테크, Kymeta, Hughes 등)와 계약을 체결하였다[24-26]. '24년 3월 기준 미국, 캐나다, 오스트리아, 이탈리아, 프랑스, 포르투갈을 비롯한 37개국에서 인터넷서비스를 제공 중이며, '24년 2월에는 'Land Mobility(랜드 모빌리티)' 연결 서비스를 출시하여 저궤도 위성을 통해 이동 중에도 고속 통신이 가능함을 선보였다. 예를 들어 북미와 남미, 유럽, 호주의 고객은 여행이나 출장 중에도 최대 200Mbps 속도의 모바일 서비스에 접속할 수 있으며, 해당 서비스가 활성화 되면 운송, 응급 구조대, 미디어, 석유 및 가스 산업, 광업, 정부 및 NGO 등 다양한 분야에서 새로운 사업 기회가 창출될 수 있음을 설명하였다[27].

유텔셋 원웹은 국내 서비스 출시도 준비하고 있는데, 한화시스템은 '23년 11월, '저궤도 위성통신 유통·공급 계약'을 체결하여 국내 서비스 개시를 준비하고 있다. 한편 기존에 LEO 위성 기업이었던 원웹은 지난 '23년에 프랑스의 GEO 위성 사업자인 유텔셋이 인수하며 'Eutelsat OneWeb'으로 새롭게 출범함에 따라 GEO-LEO 결합 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 유텔셋 그룹은 결합 서비스를 통해 유선 연결(백홀, 기업 네트워크), 정부 서비스 및 모바일 연결(해상 및 기내)을 포함하는 새로운 시장과 애플리케이션을 출시하여 고객에게 제공할 방침이다[28].

다. Telesat

캐나다 위성통신 사업자인 Telesat(텔레셋)은 기업용 LEO 위성 인터넷 프로그램인 Lightspeed(라

이트스피드)를 계획하고 있다. 초기계획은 고도 약 1,000km의 극궤도 및 경사궤도에 298기의 위성 발사를 구상하였으나, 자금 조달 문제로 인하여 위성군을 198기로 축소하였다. 라이트스피드 프로그램 소요 예산은 약 35억 달러이며, 이 중 연방과 정부 지원 자금을 통해 약 20억 달러를 확보하였으며, 나머지는 텔레셋의 지분 약 16억 달러로 구성된다[29].

'23년 11월에 위성 제조업체를 기존 Thales Alenia Space에서 캐나다의 우주 기술 기업인 MDA Space로 계약을 변경하여 프로그램 예산 20억 달러를 절감하였고 위성 재설계를 통해 위성의 크기는 줄어들지만, 네트워크 총용량 10Tbps 및 위성 수명(평균 11년)은 유지한다[30]. 텔레셋은 라이트스피드 프로그램을 위한 테스트 단계의 일환으로 '24년 3월 기준 LEO 위성 3기를 발사하였다. 스페이스X나 유틸렛 원웹(이하 원웹)과 달리 사용자 링크에 주파수 Ka

대역을 사용하고, 제약된 발사 위성 수로 커버리지를 최대한으로 확보하기 위하여 극궤도와 경사궤도를 함께 가지는 위성 운용 구조가 특징이다[31].

라이트스피드는 기업을 대상으로 수요가 많은 특정 지역, 선박, 항공기, 기업·공공 기관 Wi-Fi 네트워크의 데이터 전달을 주요 사업으로 '27년 말경에 서비스가 출시될 계획이다. MDA Space를 통해 제작하는 저궤도 위성은 약 750kg이며, '26년 중반에 위성 발사가 시작될 예정이다. 위성 발사는 스페이스X의 팔콘 9를 사용하여 발사당 최대 18기의 텔레셋의 라이트스피드 LEO 위성을 탑재할 수 있는 14개의 발사 계약을 '23년 9월에 체결하였다[32]. 텔레셋은 저궤도 서비스를 테스트하고 개발하기 위해 안테나 설계 및 제조업체인 ThinKom Solutions, Inc.와 저궤도 운영을 위한 개발 파트너십을 '24년 3월에 체결하였으며, 저궤도 위성 안테나(Ka2517)와

표 4 저궤도 위성통신 주요 사업자 현황

구분		SpaceX	Eutelsat OneWeb	Telesat
프로젝트명		Starlink	OneWeb	Lightspeed
위성 수(발사/목표)		4,909/42,000기	634/2,648기	3/198기
위성 무게		227~260kg(V1.0), 800~1,250kg(V2.0)	150kg(V1.0), 500kg(V2.0 예정)	750kg
전송속도(DL)		up to 220Mbps	200~500Mbps	~370Mbps
Upload		up to 25Mbps	40Mbps~(Demo Test)	~110Mbps
Latency		25~50ms	<50ms	<50ms
주파수 대역	사용자링크	Ku 대역(12~18GHz)	Ku 대역	Ka 대역
	피더링크	Ka 대역(26.5~40GHz)	Ka 대역	Ka 대역
궤도(km)		Phase 1: 340~1,200	1,200	1,000
		Phase 2: 1,200~1,300		
총 데이터 처리량		23.7Tbps	1.56Tbps	10Tbps
예산 비용		\$10B	\$2.4B	\$5B
위성 수명		5~7년	~5년	10~12년
서비스 개시 시기		2020년 8월	2023년 8월	2027년 말
현재 서비스 제공 국가		54개국(미국, 캐나다, 영국, 프랑스, 독일, 오스트리아, 네덜란드 등)	37개국(미국, 캐나다, 오스트리아, 이탈리아, 프랑스, 포르투갈 등)	미출시

출처 Reproduced from [15-34].

항공 모뎀의 통합 및 인증을 위해 협력할 예정이다 [33].

텔레셋은 정부와의 협업도 진행하고 있는데, '23년 11월에는 미국 DARPA의 정부-상업용 LEO 위성 집합 간의 통신 제공 프로그램인 우주 기반 적응형 통신 노드(Space-BACN: Space-Based Adaptive Communications Node) 2단계 계약을 체결하였다. 이를 통해 텔레셋은 DoD와 같은 정부 소유의 시스템과 상용 네트워크 간 우주 중계 데이터의 원활한 교류를 위한 중개 역할을 할 것으로 기대된다[34].

이상의 주요 저궤도 위성통신 선도 사업자들의 프로젝트 세부 사항을 표 4에 정리하였다[15-34].

2. 국내 산업체

가. 스타링크코리아

스페이스X는 국내 위성통신 서비스 제공을 위해 자회사인 '스타링크코리아'를 '23년에 설립하고, 같은 해 하반기에는 선박용 위성 안테나 기술 및 서비스를 보유한 SK텔레콤과 정지궤도 등 자체 위성을 보유한 KT SAT과 해양 선박 통신 등을 목적으로 B2B 제휴를 맺었다.

스타링크코리아는 '23년 5월, 위성 인터넷과 위성 사물인터넷 서비스 제공을 목적으로 국내 기간통신사업자 등록을 완료하였으며, 스페이스X 본사와 국경 간 공급협정 체결 후 과학기술정보통신부의 협정 승인 절차를 진행할 예정이다. 회선설비 미보유 기간통신사업자인 스타링크코리아는 미국 본사 설비를 이용해 항공기·선박 등을 대상으로 B2B 통신서비스를 중점적으로 제공할 전망이다. 국내 위성통신 또한 주파수 Ku·Ka 밴드로 이루어질 예정이며, 과학기술정보통신부가 국내 통신사 3사로부터 회수한 5G 28GHz 대역 주파수를 신규사업자에 할당할 계획 공고에 기인하여 스타링크코리아가

해당 주파수 할당에 관해 정부와 논의할 것으로 예상된다[35].

나. 한화시스템

한화시스템은 군 저궤도 위성통신 네트워크 구축을 추진할 계획으로, 초소형 SAR 위성으로 탐지한 전장 상황 정보를 저궤도 위성통신과 지상망으로 실시간으로 공유해 전장 전체를 연결하는 청사진을 구체화하고 있다. 이를 위해 '23년 7월에는 자체 통신망을 구축하지 않지만, 원웹의 저궤도 위성통신망을 활용해 초고속인터넷을 제공하는 '우주 인터넷' 서비스업 본격화를 위하여 '회선설비 미보유 기간통신사업자' 등록을 마쳤다. 이어 '23년 11월에는 원웹과 국내 서비스 개시를 위한 '저궤도 위성통신 유통·공급 계약'을 체결하였다. 다음 순서로 국경 간 공급 승인 절차를 진행할 예정이며, 과학기술정보통신부에 저궤도 위성통신 제공을 위한 역무 변경을 신청하여 기업-정부 간 거래(B2G) 및 항공기·선박·기차·차량·UAM 기체 등에서 이용할 수 있는 B2B용 위성통신 시장에 진출할 계획이다. 또한, 국내 서비스 제공을 위해 원웹 서비스를 지상 인터넷과 연결하는 지상국 게이트웨이를 준비하고 있으며, 글로벌 서비스를 위해 각국에서 40여 개의 게이트웨이를 확보할 계획이다.

한화시스템은 원웹과의 협업을 위해 '21년 8월에 3억 달러(한화 약 3,450억 원)를 투자하였으며, '20년에는 영국의 페이지 솔루션을 인수하여 반도체 기반 차세대 위성통신 안테나 기업인 '한화 페이지'를 출범하였다. 또한 '20년 12월에는 저궤도 위성 안테나 시장의 핵심기술 선점을 위하여 미국의 ESA(전자식 빔 조향 안테나) 벤처기업인 Kymeta(카이메타)에 3천만 달러를 투자하여 전략적 파트너십을 확대하였으며, 이후 '22년 3월에는 약 1천100만 달러(한화 133억 원)를 추가 투자한 바 있다[36].

다. 국내 통신사

국내 이동통신사인 SK텔레콤과 KT는 각각 자회사 SK텔링크, KT SAT을 통해 저궤도 위성통신 서비스를 준비하고 있다[17]. LG유플러스는 자회사가 아닌 직접 참여를 통해 스타링크와 협업할 계획으로 사업 계약을 검토 중임을 '24년 1월에 발표하였다. 이통3사는 B2B를 중심으로 서비스를 전개할 예정이며, 국내 통신망이 이미 촘촘히 구축된 상황이므로 원양어선·외항 상선 등 해양 선박과 UAM 등 항공 분야에 서비스를 제공할 방침이다.

SK텔링크와 KT SAT은 스타링크코리아의 국내 위성통신 시장진출을 위한 협약을 각각 '23년 9월, '23년 11월에 체결하였다. 이들은 기존 위성통신 서비스를 이용하는 중대형 선박들이 초고속인터넷이 가능한 저궤도 위성통신 상품으로 업그레이드할 수 있도록 사업 전략을 준비 중이다. SK텔링크는 전용 안테나 등 단말 설치부터 전국 영업망을 통한 마케팅까지 스타링크의 국내 판매를 위해 지원할 계획이다. 또한, KT SAT은 다중 궤도(Multi-orbit) 서비스 사업자로 정지궤도와 비정지궤도 위성을 결합하는 하이브리드 솔루션으로 통신망을 제공한다는 점을 강점으로 제시하고 있다[37].

라. 위성 안테나

위성통신 안테나 및 솔루션 전문 기업인 인텔리안테크는 LEO 위성 터미널의 핵심기술인 AESA 방식의 안테나 제조를 위한 설계 및 기술개발을 하고 있다. 최근에는 LEO 위성용 평판(Phase Array)형 안테나 R&D에 집중하고 있다. 평판형 안테나 개발에 성공한 기업은 스페이스X에 이어 인텔리안테크가 두 번째이다. 평판형 안테나는 기존의 접시형(파라볼릭) 안테나와 달리 납작한 형태로 이동성과 경제성 측면에서 저궤도 위성통신 사업자들의 많은 주목을 받고 있다. 인텔리안테크가 생산하는 평판

형 안테나(OW11FL 엔터프라이즈)는 다운로드 속도 195Mbps, 업로드 속도 32Mbps 정도가 가능하며 올해 1분기부터 본격적으로 양산 공급할 예정이다.

인텔리안테크는 원웹에 저궤도 위성통신용 안테나를 공급하고 있는데, '21년 3월에는 원웹과 약 823억 원 규모의 저궤도용 차세대 콤팩트 안테나(OW10FL) 공급 계약을 체결한 바 있으며, 이후 '23년 4월에 체결한 평면 패널 안테나(OW11FL) 공급 계약을 통해 기계화된 안테나를 대체 공급할 예정이다. 평면 패널 안테나 모델은 원웹의 저궤도 위성 네트워크의 최고 속도 구현용으로 설계된 평면 패널 안테나로 양방향 통신 및 엔터프라이즈·커뮤니티 인터넷·셀룰러 백홀·군용 및 모빌리티 시장을 위한 고신뢰·고속·고품질 통신 제공이 가능하다.

또한, 원웹을 통해 호주의 Telstra(텔스트라)에도 저궤도 위성용 안테나를 공급하고 있다. '22년 3분기부터 630억 원 규모로 원웹에 단독 납품하는 계약을 통해 호주 전역에 저궤도 위성용 셀룰러 백홀 안테나(OW70)를 공급할 예정이며, 해당 안테나는 저궤도 위성을 교차로 트래킹하는 듀얼 파라볼릭 안테나이다. 텔스트라는 인텔리안테크의 셀룰러 백홀 안테나를 사용하고 원웹 저궤도 위성통신 서비스를 신규 도입하여 지형과 비용 문제로 지상망 구축이 어려웠던 지역에 통신서비스를 제공할 예정이다 [38].

V. 결론

저궤도 위성통신 산업의 패러다임은 뉴스페이스의 확대로 기존 정부 주도에서 민간 기업 주도의 기술개발 및 사업 진행으로 변화하였으며[23], 활성화 되는 시장에 대응하여 각국 정부와 기관에서 정책 및 규제에 관한 다양한 논의가 진행되고 있다[24]. 차세대 통신의 트렌드는 저궤도 위성을 통한 통신

서비스 글로벌화이며, 해당 시장의 선두는 해외 기업임을 알 수 있다. 통신서비스의 공간적 확장(지상에서 해상·공중까지)은 우리의 경제·사회·문화 등 전 영역이 디지털인 디지털 심화 시대에 차세대 네트워크의 혁신으로 기대되고 있다. 이에 대응하여 주요 사업자들은 대규모의 저궤도 위성통신 서비스 계획 및 예산으로 고속·저지연 서비스를 출시 및 확산하고 있으며 이를 통해 경쟁력을 확보하고자 한다.

국내 산업의 경우, 저궤도 위성통신 전문특화 기업은 없는 실정이며, 해외 사업자의 국내 법인 설립을 통한 사업자 등록 및 해외 기업과의 협업을 통해 서비스를 제공할 계획이다. 국내 통신 사업 계열사들은 해외 위성 사업자의 위성을 활용하여 자사의 지상 네트워크를 통해 국내 서비스를 제공할 예정이다. 그리고 국내 저궤도 위성 안테나 기업은 해외 저궤도 위성통신 서비스 기업에 납품하는 등 시장에서 영역을 확장하고 있다.

글로벌 해외 기업들이 저궤도 위성통신 시장 진입 및 경쟁력을 확보하는 가운데, 우리나라도 독자 통신위성 확보를 위해 핵심기술 개발 및 R&D를 강화할 필요가 있다. 지상-위성망 통합을 위한 단말국, 지상국, 통신탑재체 기술개발 및 R&D를 통해 6G 新서비스로 기대되는 UAM, 자율운항선박, 위성IoT 등 연계 서비스를 지원하고, 재난 상황, 도서 지역, 국방 분야의 지상 백업 네트워크로 위성통신이 활성화되는 기반을 조성해야 한다. 또한, 민·관·군 협력을 통한 자체 저궤도 위성통신망 구축으로 위성통신망 주권이 확보되어야 할 것이다.

용어해설

위성통신시스템 인공위성을 이용하여 이동통신 서비스를 제공하는 시스템
위성군 서로 동조하며 작동하고 있는 인공위성들의 집합

온보드 프로세싱 데이터 수집, 전송, 저장, 데이터 압축 또는 축소, 기기 및 센서 데이터 지상 전송이 포함되며, 대용량 데이터를 다양한 신호 처리 및 압축 기술을 사용하여 줄이는 것

뉴스페이스 전통적인 정부 또는 대형 항공우주 기업 주도의 우주 탐사 방식이 아닌, 주로 신생 기업들이 주도하는 상업적 우주 산업을 일컫음

약어 정리

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AESA	Active Electronically Steerable Array
BS	Base Station
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DL	Down Link
ESA	Electronically Steerable Antenna
FCC	Federal Communications Commission
GW	Gateway
ISL	Inter-Satellite Link
NMC	Network Management Center
OBP	Onboard Processing
Rel.	Release
RTT	Round-Trip Time
UE	User Equipment
VLEO	Very Low Earth Orbit

참고문헌

- [1] 과학기술정보통신부, “위성통신 활성화 전략,” 2023. 9. 18.
- [2] 3GPP, Release 17 Description; Summary of Rel-17 Work Items, 2022.3.
- [3] Y. Su et al., Broadband LEO satellite communications: Architectures and key technologies,” IEEE Wirel. Commun., vol. 26, no. 2, 2019, pp. 55-61.
- [4] ITU, WRS-22: Regulation of Satellites in Earth’s Orbit, 2023. 10.
- [5] ITU, Regulation of NGSO Satellite Constellations, 2023. 10.
- [6] ADB, “Digital connectivity and low earth orbit satellite constellations: Opportunities for Asia and the Pacific,” 2021. 4.
- [7] 3GPP, Technical Specification Group Radio Access Network; Solutions for NR to support non-terrestrial

- networks (NTN), 2021. 5.
- [8] T.M. Nguyen et al., "A review of SATis5: Perspectives on commercial and defense 5G SATCOM integration," Encyclopedia, vol. 2, no. 3, 2022.
- [9] ESA, Satellite Frequency Bands, 2023.
- [10] Cadence, Satellite Frequency Allocation and the Band Spectrum, 2023.
- [11] IITP, "ICT R&D 기술로드맵 2025," 2020. 12.
- [12] Z. Xiao et al., "LEO satellite access network(LEO-SAN) towards 6G: Challenges and approaches," IEEE Wirel. Commun., vol. 31, no. 2, 2022.
- [13] 방위사업청 보도자료, "다국적 민간위성 활용해 군 통신체계 개발한다," 2023. 11. 30.
- [14] 국방과학연구소, 한국형 저궤도 전술위성군, <https://www.add.re.kr/board?menuId=MENU03076&siteId=null>
- [15] The New York Times, "After SpaceX Starlink Launch, a Fear of Satellites That Outnumber All Visible Stars," 2019. 6.
- [16] FCC, FCC Authorizes SpaceX to Provide Broadband Satellite Services, 2018.
- [17] FCC, FCC Partially Grants SpaceX Gen2 Broadband Satellite Application, 2022.
- [18] Jonathan's Space, <https://www.planet4589.org/space/>
- [19] Everyday Astronaut, Starlink Group 8-1 | Falcon 9 Block 5, <https://everydayastronaut.com/starlink-group-8-1-falcon-9-block-5/>
- [20] Starlink, Second Generation Starlink Satellites, 2023. 2.
- [21] Starlink, SpaceX Sends First Text Messages Via Its Newly Launched Direct To Cell Satellites, 2024. 1.
- [22] Starlink, <https://www.starlink.com/specifications?spec=1>
- [23] Eutelsat OneWeb, "OneWeb confirms successful deployment of 16 satellites including next-generation JoeySat," 2023. 5.
- [24] Eutelsat OneWeb, "Intellian completes parabolic terminal portfolio development for Eutelsat OneWeb, enabling more connectivity solutions for customers across land and sea," 2023. 12.
- [25] Eutelsat OneWeb, "Kymeta launches first flat panel antenna for maritime industry on OneWeb's LEO network," 2023. 6.
- [26] Eutelsat OneWeb, "Hughes launches OneWeb LEO in-flight solutions to airlines worldwide, announces global distribution partnership with OneWeb," 2023. 6.
- [27] Eutelsat OneWeb, "Eutelsat OneWeb launches 'Land Mobility' connectivity services," 2024. 2.
- [28] Eutelsat OneWeb, "Eutelsat OneWeb and Hanwha Systems sign distribution agreement for the delivery of satellite connectivity in South Korea," 2023. 11.
- [29] Telesat, <https://www.telesat.com/leo-satellites/>
- [30] Telesat, Telesat Contracts MDA as Prime Satellite Manufacturer for Its Advanced Telesat Lightspeed Low Earth Orbit Constellation, 2023. 8.
- [31] Telesat, ThinKom Solutions and Telesat Sign Agreement to Integrate Ka-Band Antennas on Telesat Lightspeed™ Satellite Network, 2021. 8.
- [32] Telesat, Telesat and SpaceX Announce 14-Launch Agreement for Advanced Telesat Lightspeed LEO Satellites, 2023. 9.
- [33] ThinKom, "ThinKom and Telesat Expand Agreement for Low Earth Orbit Operations," 2024. 3.
- [34] Telesat, Telesat Government Solutions Awarded DARPA Space-BACN Phase 2 Contract, 2023. 11.
- [35] Space Radar, "Starlink registered as telecom service provider in South Korea," 2023. 5.
- [36] 한화시스템, "한화시스템, '정부용 우주인터넷' 개발 착수...상용 저궤도위성기반 통신체계 사업 협약," 2023. 12.
- [37] Space Radar, "스타링크, KT SAT · SK텔링크 통해 한국 진출," 2023. 11.
- [38] 인텔리안테크, "인텔리안테크, 저궤도 위성통신용 평판 안테나 단말기 상용화 성공...2종 모델 내년 1분기 출시," 2023. 10.