KISTEP 브리프 56

기술동향

위성항법시스템

KISTEP 투자기획조정센터 문성록 · 최충현





Contents

제1장 개요 ····· 1

제2장 기술 동향 ····· 5

제3장 산업 동향 ····· 15

제4장 정책 동향 ····· 19

제5장 R&D 투자 동향 ····· 25

제6장 결론 ····· 30

제1장 개요

1.1 작성 배경

위성항법은 초기에 군사적인 목적으로 개발되었으나 점차 상업적으로 확산되면서 위성항법의 활용 범위가 다양해지고 기술적 중요성 또한 강조되고 있음

- (정의) 위성항법시스템은 지구궤도상에 4개 이상의 위성으로부터 수신되는 위성의 위치정보와 전파를 이용한 거리측정을 통해 3차원의 위치, 시각(PNT*)정보를 제공하는 위성 시스템

  * Position, Navigation, Timing(위치, 항법, 시각)

- 네비게이션, 스마트폰, 드론 등 일상생활 속에서 활발하게 사용되고, 국방 무기체계 분야에서도 활용되고 있는 PNT 정보의 확보 수단은 위성항법시스템이 대표적

〈표 1〉 위성항법시스템 주요 활용 분야

응용 분야	분야 속 활용
정보통신	• 이동통신기지국 시각동기, 컴퓨터 데이터의 실시간 연계처리, 이동통신망 가입자 위치 추적
육상교통	• ITS(지능형 교통시스템), 우편물 및 택배 추적 등 물류관리, 철도운행관리 및 선로유지 보수
항공우주	• UAM(도심항공교통), 드론, 항공기 항로관리, 항공기 정밀착륙
해양	• 수로항로안내, 정밀접안, 컨테이너 위치추적, 어장 및 수역관리
과학 분야	• 지진예방 등을 위한 지각 변위 관찰, 자원 탐사 위치 확인
국방 분야	• 미사일 유도항법, 군사훈련, 포대위치 및 목표물 위치 파악
문화/복지	• 문화재 관리, 묘지관리, 미아/노약자 위치 추적
농업분야	• 정밀경작(파종, 이앙, 추수, 농약 및 비료살포), 무인경작
레져/스포츠	• 등산, 캠핑, 낚시, 개인용 보트/요트 여행, 골프, 운동경로 기록

- 자율주행 등 차세대 모빌리티 기술을 안정적으로 구현하기 위해서는 위성항법시스템을 통해 더욱 정밀한 PNT 정보를 확보하는 것이 중요

  - 미국 연방무선항법계획에 따르면 Level 4 이상의 완전 자율주행차를 구현하기 위해 10cm 수준의 정밀도가 요구됨

우리나라는 한국형 위성항법시스템인 KPS*를 구축하여 경제적, 안보적 이점을 확보하기 위해 연구개발 중

* Korean Positioning System

- 美 국립표준기술연구소는 GPS 중단 시 미국에서만 하루 10억 달러(한화 1.3조원)의 경제적 손실을 입을 것으로 추산[1]하고 있으며, 美 GPS에 의존하고 있는 우리나라 또한 상당한 피해를 입을 수 있음

- 이에 따라 우리나라도 GPS 의존도를 낮추기 위해 한국형 위성항법시스템(KPS)에 착수하였으며 2035년부터 운영할 계획

※ 한국형 위성항법시스템(KPS)은 2035년까지 한국 우주개발 사상 최대 규모이자 누리호보다 1조 7천억 원 많은 3조 7,235억 원의 예산이 투입될 예정

  - 하지만 항법위성의 경우 아직까지 부품 자립화를 위한 기술력이 확보되어 있지 않아 해외 기술에 의존할 가능성이 높음

- 전 세계 인구의 50% 이상이 美 GPS에 의존하고 있다는 점에서 주요국도 경제적, 안보적 중요성을 인지하고 독자적인 위성항법시스템을 개발

  - 최초로 글로벌 위성항법시스템(GNSS*)을 개발한 미국을 비롯하여 중국, 유럽, 러시아가 GNSS를 확보하였으며, 인도와 일본은 자국 서비스만을 목적으로 하는 지역 위성항법시스템(RNSS**)을 개발 또는 운영 중

* Global Navigation Satellite System
** Regional Navigation Satellite System

〈표 2〉 각 국의 위성항법시스템 보유현황('22년 12월 기준)

구분	글로벌 위성항법시스템(GNSS)				지역 위성항법시스템(RNSS)		
	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou	NavIC	QZSS	KPS(예정)
국가	미국	러시아	유럽연합	중국	인도	일본	대한민국
구축연도	1993	1996	2020	2020	2016	2023	2035
위성 수(기) (운용/계획)	27/24	24/24	22/26	30/35	7/7	4/7	0/8

본고에서는 위성항법의 활용도와 시장 규모는 지속적으로 증가할 것으로 전망되고, 여러 국가에서 관련 사업을 추진하고 있는 만큼 위성항법시스템 확보의 필요성에 대해 기술·산업 및 정책·R&D 투자 동향을 분석하여 시사점을 제시하고자 함

1) https://www.geospatialworld.net/prime/technology-and-innovation/why-pnt-is-vital-for-national-security/

- 기술·정책·R&D 투자동향에서는 위성항법시스템 구축의 핵심이 되는 위성 부문과 제어 부문에 집중하고자, 사용자 부문에 대한 내용은 배제

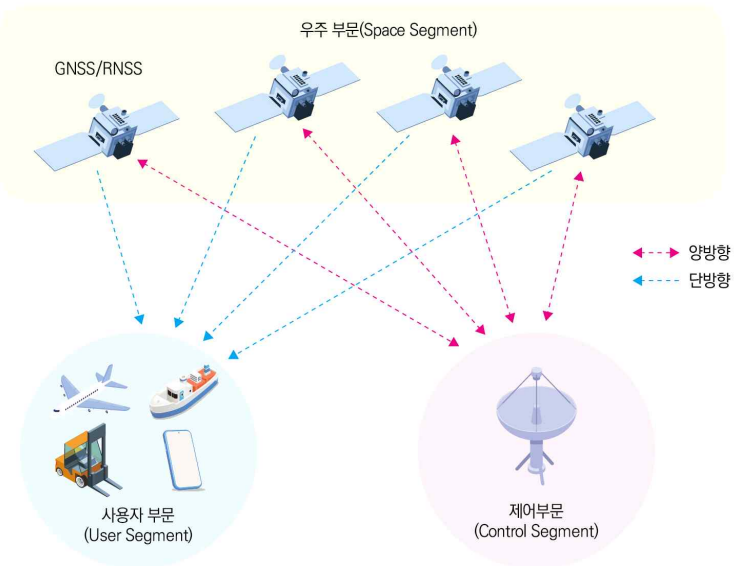
※ 사용자 부문을 포함할 경우 GPS 등 위성항법 수신기에 기반한 모든 기술이 조사 대상이 되어 본고의 취지를 벗어나는 내용이 다수 추가될 수 있음

- 산업동향에서는 위성항법시스템의 산업적 중요성을 파악하기 위해 사용자 단위까지 범위를 확장

1.2 위성항법의 정의 및 분류

위성항법이란 4개 이상의 위성으로부터 전송되는 위성 데이터와 전파를 지상과 양방향 통신으로 송수신하여 지구상의 사용자에게 위치 정보를 제공하는 시스템

- 위성항법은 다수의 위성으로 구성되는 우주 부문(Space Segment), 항법위성의 궤도를 추적하고 관리·운영하는 제어 부문(Control Segment), 항법위성의 신호를 수신하여 위치와 시각을 결정하는 사용자 부문(User Segment)으로 구성
  - 우주 부문(Space Segment) ↔ 제어 부문(Control Segment) : 우주 부문에서 위성 궤도, 위성시계, 전파신호 등 위성상태 관련 정보를 지상의 제어 부문으로 송신하고, 이를 기존의 위성 상태와 비교하여 제어하는 데이터를 우주 부문으로 송신
  - 우주 부문(Space Segment) → 사용자 부문(User Segment) : 우주 부문에서 위성의 위치와 시간 정보를 사용자 부문의 수신기로 송신하고, 위성과 수신기간 거리 측정을 통해 위치 정보를 획득



[그림 1] 위성항법 부문별 구성

위성항법은 서비스 제공 지역에 따라 글로벌/지역 위성항법시스템(GNSS/RNSS)으로 나뉘며, 이를 보정하기 위한 보정시스템은 시스템의 위치에 따라 위성/지상기반보정시스템(SBAS/GBAS) 등으로 분류

- 전 지구를 대상으로 하는 GNSS는 지구 전역의 사용자에게 4개 이상의 위성 전파를 도달시키기 위해 약 30개의 위성으로 구성되며, RNSS의 경우 한정된 지역의 사용자에만 4개 이상의 위성 전파를 도달시키면 되므로 GNSS에 비해 훨씬 적은 수의 위성이 필요함

- 위성항법의 정밀도를 높이기 위한 보정 신호 발송 시스템은 정지 궤도 위성을 활용하여 항공기에게 보정 정보를 제공할 경우 SBAS, 지상에 있는 데이터 송출장치를 통하여 착륙하는 항공기에게 보정 정보를 제공할 경우 GBAS로 구분

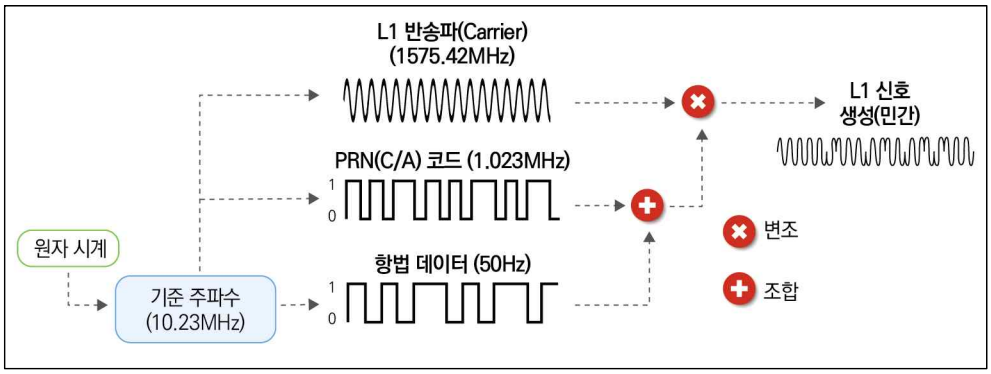
제2장 기술 동향

2.1 위성항법시스템(GNSS/RNSS)

2.1.1 우주 부문(Space Segment)

- 지상의 사용자 부문(User Segment)에 위치정보를 획득할 수 있는 위성항법 신호를 생성하여 송신하며, 지상의 제어 부문(Control Segment)에는 위성 상태 관련 정보를 제공한 후 이와 관련된 위성 제어 데이터를 수신 받아 운영

  - (전달과정) ① 탑재된 원자시계에서 항법신호 생성에 필요한 기준 주파수(10.23MHz)를 제공 → ② 위성시계, 위성상태 등의 항법 데이터를 생성하여 PRN 코드와 조합 → ③ 조합된 데이터와 PRN 코드를 반송파(Carrier)에 변조 → ④ 항법신호 생성 → ⑤ 지상의 수신기로 송신



[그림 2] 항법 신호 생성 예시(GPS L1 C/A)

- (원자시계) 원자의 고유한 진동주기에서 시간과 주파수를 생성함으로써 위성의 위치 확인과 거리 측량 시 필수적인 부분이며, 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 수소 메이저를 주로 활용

  * 국가별 원자시계 : 미국(루비듐, 세슘), 러시아(수소 메이저), 유럽(루비듐, 수소 메이저), 중국(루비듐, 수소 메이저)

  ※ 국가적으로 보다 정밀한 원자시계를 개발하기 위해 연구개발 중

- (PRN* 코드) 위성 식별과 거리 측정을 위해 생성되는 0과 1의 2진수로써 국가마다 고유의 코드가 부여되며, 코드는 민간용 C/A**와 군용 P**로 구분되어 지상의 수신기가 국가별 위성을 식별하고 목적에 맞게끔 활용 할 수 있는 일종의 키(Key) 역할을 수행

  * PRN : Pseudo Random Noise
  ** C/A : Coarse Acquisition, P : Precise

- (항법 데이터) 지상의 제어부문에서 위성의 궤도, 시계 등을 확인하여 조정할 수 있는 위성 상태 관련 정보와 사용자 부문에서 측위 서비스를 수행할 수 있는 정보를 포함

- (반송파) 전송할 데이터를 싣고 가는 높은 대역의 주파수로서, 변조 전의 신호인 PRN 코드와 항법 데이터는 잡음에 매우 약하고 전달거리가 짧기 때문에 국가별로 할당된 1,100 ~ 1,600MHz의 높은 주파수에 실어 지상으로 송신

(동향) 기존 위성의 수명 증대, 신규 항법신호 추가 등을 중심으로 현대화가 진행 중이며, 저궤도 위성과의 호환으로 정확도를 향상시키기 위한 위성을 발사할 계획

- (위성 추력기) 궤도 수정, 자세 제어 등을 담당하는 위성 추력기는 장기간의 임무 수행에 필수적인 장치로서, 수명을 연장하기 위해 연구개발 중

  - 미국은 Lockheed Martin에서 차세대 GPS인 GPS-Ⅲ/ⅢF의 수명을 15년까지 늘리기 위해 전기 추진 방식인 홀(Hall) 추력기를 개발 중[2)]

    ※ 하이드라진(Hydrazine) 추력기를 사용하는 현재의 GPS-ⅡF는 위성 수명이 12년[3)]

  - 러시아는 이전 세대의 위성부터 하이드라진(Hydrazine) 추력기를 사용하였고 최근 3세대 위성인 GLONASS-K에도 수명을 10 ~ 12년으로 늘린 하이드라진 추력기를 탑재

  - 유럽(EU)은 최근 2세대 Galileo를 제조하고 있는 Thales Alenia Space에서 Safran社의 전기를 이용한 차세대 플라즈마(Plasma) 추력기를 계약하였으며, 이는 15년의 위성 수명을 기대[4)]

- (주파수 추가) 기존 주파수를 기반으로 정확도를 향상시키고, 다양한 목적성을 부여하기 위해 새로운 주파수를 개발

  - 미국은 L2C*, L5 주파수를 개발하여 민간 부문에서 사용 시 전리층 오차 등을 보정하여 정확도를 향상시키고, 국제 위성항법시스템과 상호 운용이 가능한 L1C 주파수를 개발 중

    ※ 군사적으로 사용되는 주파수 또한 연구 중에 있음
    * C는 Civil의 약자

2) https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/gps.html
3) https://spaceflight101.com/spacecraft/gps-block-iif/
4) https://www.safran-group.com

- 러시아는 정확성이 떨어지는 기존 FDMA 방식과 함께 CDMA 방식 또한 이용하기 위하여 새로운 L1, L2, L3 주파수를 개발 중

- (항재밍력) 세계적으로 보안의 중요성을 강조함에 따라 전파 보호를 목적으로 항재밍 성능을 제고하기 위한 전파출력 세기 증대, 인증 코드 기능 도입 등 다양한 방안을 고안

- (저궤도(LEO) 위성*) GNSS 보다 약 25배 더 가까운 우주궤도에 위성을 구축하여 고강도 신호를 전송하고, 간섭과 재밍 등을 극복하여 복원력을 확보하는 것에 이점이 있는 저궤도(LEO) 항법 위성을 개발 중

  * LEO(Low Earth Orbit)는 약 800 ~ 1,600 km의 궤도를 뜻함

  - 중국 최대 자동차 제조업체인 Geely는 자율주행 차량만을 위한 고정밀 PNT 서비스를 제공하기 위해 LEO 위성 군을 2025년까지 구축할 계획[5)]

  - 유럽 우주국(ESA)는 2016년부터 LEO-PNT 개념의 핵심 요소를 연구하고 있으며 위성 제작 관련 계약 체결 후 3년 안에 첫 번째 위성 개발을 목표[6)]

  - 美 DARPA는 LEO 위성을 활용한 “블랙잭(Blackjack)” 시스템 개발을 통해 지상 전투기에 신속한 PNT 정보를 제공하는 등 군사적 효용성을 향상시킬 예정[7)]

2.1.2 제어 부문(Control Segment)

우주 부문(Space Segment)에서 전달된 위성 상태 관련 정보를 추출하여 위성 궤도 수정, 위성시계 보정, 신호점검 등 우주 부문의 제어를 총괄

- GPS를 기준으로 우주의 위성은 상대성 이론에 따라 지구의 시간보다 하루에 0.00030 초(30마이크로 초)의 차이로 빨라지며, 이를 수정하지 않으면 GPS 위치가 하루에 최대 10 km를 벗어나므로 제어할 필요가 있음[8)]

  ※ GPS 위성은 시속 약 1만 4천 km(초속 4 km)의 빠른 속도에 따라 지상의 시계보다 하루에 120마이크로초 정도 느려지고, 약 2만 km의 고도에 위치하기 때문에 지상의 시계보다 하루에 150마이크로초 정도 빨라짐

- 우주 부문(Space Segment)에서 송신되는 PRN 코드와 동일한 코드를 신호 감시국에서 생성하여 해당 위성의 상태 정보 등 항법 데이터를 추출

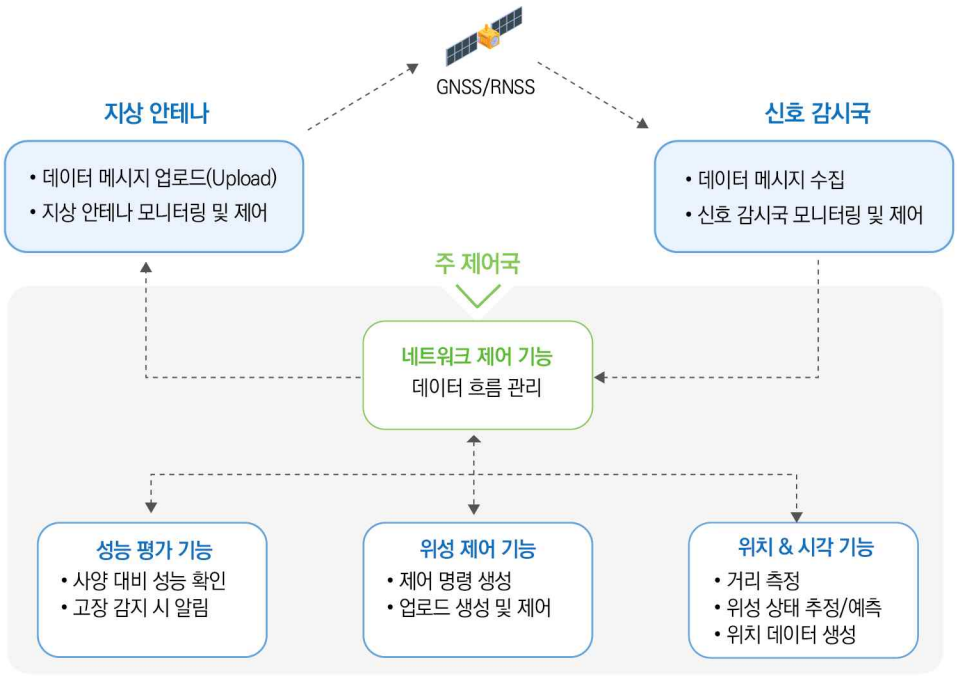
---

5) https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinas-geely-launches-first-nine-low-orbit-satellites-autonomous-cars-2022-06-02/

6) https://www.esa.int/Applications/Navigation/ESA_plans_for_low-orbiting_navigation_satellites

7) http://www.gukbangnews.com/news/articleView.html?idxno=1484

8) 〈Newton〉 과학 225 : 7층의 시계가 1층의 시계보다 빨리 가는 이유('21.3)



[그림 3] 제어부문 전달 과정

* 출처 : esa Navipedia 재구성

(동향) 우주 부문(Space Segment)의 안정적인 제어를 위해 기존에 구축된 지상 시스템을 기점으로 사이버 보안을 강화하고 수신국을 추가 확장할 계획

- (미국) 모든 GPS의 위성을 통제하고 민간 및 군 신호를 체계적으로 관리하기 위해 차세대 제어시스템인 OCX*로 교체할 계획[9)]

  * Next Generation Operational Control System

  - Raytheon Technologies은 美 국방부와 계약을 체결하여 GPS 지상시스템의 사이버 보안 강화를 위한 소프트웨어를 개발 완료[10)]

- (러시아) 2019년 총 25개의 수신국(러시아 내 19개소, 남극 및 브라질 등 6개소)을 구축하였으며, 향후 57개(러시아 내 45개소, 해외 12개소)까지 확장할 계획

- (EU) Spaceopal*은 Galileo 제어 부문 3.0 버전을 구축하여 2026년까지 Galileo의 신뢰도를 향상하고 사이버 보안을 강화할 계획[11)]

  * Telespazio(이탈리아)와 DLR-GFR(독일)의 공동 투자로 설립된 합작 회사

9) https://www.gps.gov/systems/gps/control/OCX/
10) https://www.raytheonintelligenceandspace.com/news/2020/03/12/countdown-next-gen-gps
11) https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo_Control_Segment_upgrade_ready_for_next_launch

2.1.3 사용자 부문(User Segment)

우주 부문에서 송신된 신호를 수신하여 사용자의 위치정보를 획득할 뿐만 아니라 일상생활 속에서 활용할 수 있는 다양한 서비스도 제공

- (서비스) 기본적인 위치 정보 외에도 국가별로 사용자의 안전을 확보하기 위한 정보를 제공
  - 유럽(EU)과 러시아는 차량 내 센서가 심각한 충돌(교통사고 등)을 감지하면 자동으로 응급 서비스를 호출하고, 해당 국가의 GNSS와 美 GPS를 연계하여 위급한 차량의 정확한 위치와 경로를 설정한 후 응급 구조원이 사고 현장에 신속하게 도착할 수 있는 비상 시스템*을 개발
    * 유럽(EU)은 eCall 시스템, 러시아는 ERA-GLONASS로 명칭
  - 중국은 이동 통신 신호가 적용되지 않는 지역이나 통신용 기지국이 손상된 경우를 대비하여 BeiDou와 양방향 통신을 통해 재난 구호 및 구조 작업, 해양 어업 등에 활용할 수 있는 글로벌/지역 단문메시지 서비스(SMC*)를 최초로 개발
    * Short Message Communication Service-Regional or Global
  - 일본은 재해 발생 시 QZSS 위성을 통해 대피소의 위치와 개방 유/무, 피난민 수 등을 알려주는 QZSS 안전확인서비스(Q-ANPI*)를 개발
    * QZSS Safety Confirmation Service

2.2 오차보정 및 활용 시스템

2.2.1 보정 방법

위성신호는 우주에서 지상으로 약 2만 Km를 이동하는 전달 과정 속에서 오차 요소로 인해 전파가 감쇄되거나 왜곡되는 현상이 발생

- 위치 정확도를 낮추는 요인은 위성의 시간과 궤도의 차이, 자연 및 지형지물 등이 해당

〈표 3〉 오차 요인의 종류와 내용

종류	내용
위성시계	• 위성에 탑재된 원자시계의 편차로 발생되는 오차
위성궤도	• 태양, 달, 화성 등의 중력으로 발생되는 궤도편차로 인해 지구에 도달하는 전파의 시간차이 발생
대기층	• 대기층(이온층, 대류층 등)을 통과하면서 전파의 지연, 굴절, 회절 등의 현상으로 발생되는 오차 - 계절별, 시간별, 지역별 등 조건에 따라 다르기 때문에 일괄된 보정값 적용에 어려움
수신기	• 지상의 지형지물에 반사되거나 회절되는 신호를 수집하거나 수신기 내부에서 발생되는 잡음으로 발생

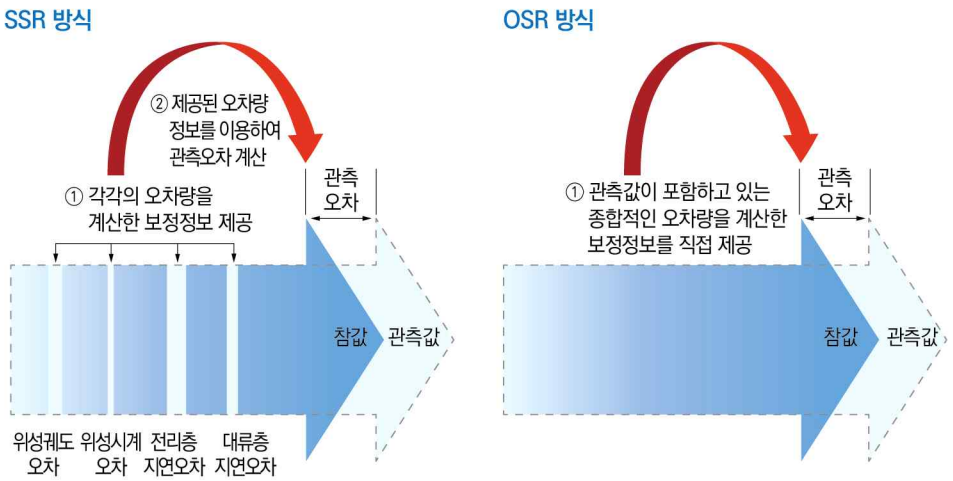
오차 보정은 기준국(Reference Station)에서 수신된 신호를 자체적으로 보정하는 방식(SSR*)과 외부 시스템을 활용하여 보정하는 방식(OSR*)으로 나뉨

※ GNSS를 이용한 세부적인 오차 보정 방식은 다양하며, 그 중 대표적인 것을 설명

* SSR/OSR : State/Observation Space Representation

- (SSR) 고정된 장소에 있는 기준국이 자신의 위치와 직접 비교하여 위성시계, 위성궤도, 대류층 등 각 오차요인을 산출하는 방식으로서, 대표적으로 위성기반보정시스템(SBAS)과 PPP(Precise Point Positioning) 등이 해당

- (OSR) 기준국에서 관측된 오차 정보를 주변의 이동국으로 전송하여 이동국이 모든 오차정보를 종합하여 보정하는 방식으로서, 대표적으로 지상기반보정시스템(GBAS), DGNSS(Differential GNSS), RTK(Real-Time Kinematic) 등이 해당



[그림 4] OSR과 SSR 보정 방식

* 출처 : 강원대학교 측량 및 지형공간정보연구실

- (차이점) SSR과 OSR은 기준국과 이동국간 거리와 기준국 설치 개수의 차이점이 발생
  - OSR 방식은 기준국과 이동국 사이의 거리가 멀수록 정확도가 저하되는 반면, SSR 방식은 큰 영향을 받지 않음
  - 넓은 지역을 대상으로 OSR 방식을 서비스하기 위해서는 많은 수의 기준국을 설치할 필요가 있음

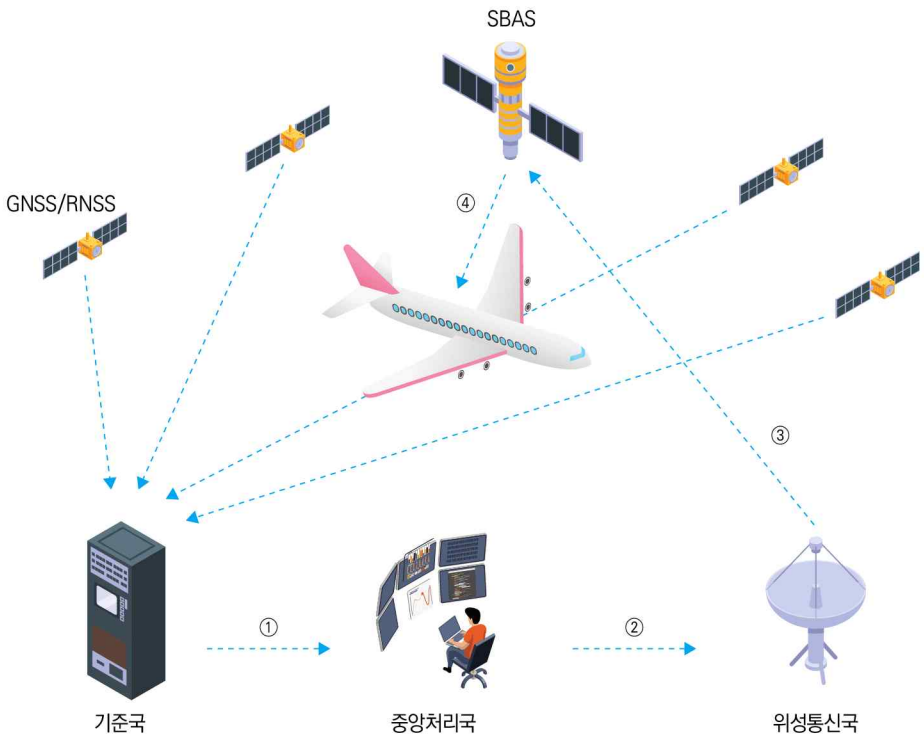
2.2.2 위성기반보정시스템(SBAS)

오차 보정 기법 중 SSR 방식을 적용한 기술로서, cm급의 정밀한 위치 정보를 제공

- (전달과정) ① GNSS/RNSS 신호를 기준국에서 수신하여 위성 신호 외에 들어오는 잡음을 제거한 순수한 위성 신호를 검출 후 중앙처리국으로 전송 → ② 중앙처리국은 위성 궤도 및 시계, 전리층 등의 오차 보정 정보와 신호의 이상 여부를 판단하기 위한 무결성 정보를 생성하여 위성통신국으로 송신 → ③ 위성통신국은 SBAS인 정지궤도(GEO)* 위성으로 보정 데이터를 송신 → ④ SBAS는 보정 데이터를 항공기로 송신

  * 정지궤도(GEO,GEostationary Orbit) 위성 : 적도 상공 고도 36,000 km에서 지구의 자전 주기에 맞춰 회전하는 위성

  - SBAS는 주로 항공기의 정밀한 항행 및 이착륙을 지원하며, 추후 자율주행, 스마트폰 등에 활용할 수 있는 기술 개발도 진행 중



[그림 5] SBAS 운용 개념도

〈표 4〉 주요국 위성기반보정시스템(SBAS) 명칭

국가	SBAS 명칭
미국	WAAS(Wide Area Augmentation System)
중국	BDSBAS(Beidou Satellite Based Augmentation System)
유럽	EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay System)
러시아	SDCM(the Russian System for Differential Correction)
일본	MSAS(MTSAT Satellite Based Augmentation System)
인도	GAGAN(GPS Aided Geo Augmentation Navigation)
한국	KASS(Korea Augmentation Satellite System)

(동향) 항공기의 안전을 확보하기 위한 LPV* 급 서비스 제공과 이중주파수 운용 및 사이버 보안 강화를 목표

* LPV(Localizer Performance with Vertical Guidance) : 항공기가 착륙을 시도할 때 착륙 유무를 결심할 수 있는 고도(60m 이상)까지 수평 및 수직 접근정보를 제공할 수 있는 성능

- (미국) 2014년부터 LPV 서비스를 제공하기 시작하였으며, 2028년까지 전파 교란 등의 위협이나 건물, 지형지물 등 외부요인에 의한 간섭을 낮추기 위해 이중 주파수 개발 및 운용 관련 연구 중
  - 이중주파수 개발 및 구축을 위하여 2022년 9월 FAA는 Raytheon Intelligence & Space와 10년간 계약을 체결하여 연구 중[12)]

- (러시아) 기존 L1 주파수를 사용하고 있는 모든 위성(Luch 5A, 5B, 5V)을 2021년부터 L1 및 L5 주파수가 가능한 Luch 5M으로 교체할 계획이었지만 2025년으로 연기[13)]

- (EU) 2018년 Airbus와 계약하여 EGNOS 3.0 버전 시스템을 제공하기 위해 이중주파수, 사이버 보안 등의 기술을 개발할 계획[14)]
  - 2011년부터 운영되고 있는 EGNOS V2를 대체하여 이중 주파수 개발 및 강화된 사이버 보안 서비스를 제공할 예정

- (중국) 2018년 1개의 위성을 성공적으로 발사하였으나, 美 항공 기술 위원회에서 제시한 기준*에 부합하지 않아 아직 민간항공 서비스는 제공하지 못하는 상황

* 최소 운영 성능 표준 229(RTCA MOPS 229) : SBAS 운용에 필요한 항공 장비의 표준을 제시

12) https://www.gpsworld.com/raytheon-awarded-faa-contract-to-upgrade-waas-to-dual-frequency/
13) https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/SDCM#cite_note-Luch-8
14) https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2018-01-airbus-selected-by-esa-for-egnos-v3-programme

- (일본) 2007년 MSAS를 정상가동하여 NPA* 서비스를 개시하였고, 2023년 LPV 서비스를 위해 QZSS 정지궤도(GEO) 위성 3기를 사용할 예정

  * NPA(Non Precision Approach) : 수평 유도접근 정보만 제공하는 비정밀 접근 성능 등급

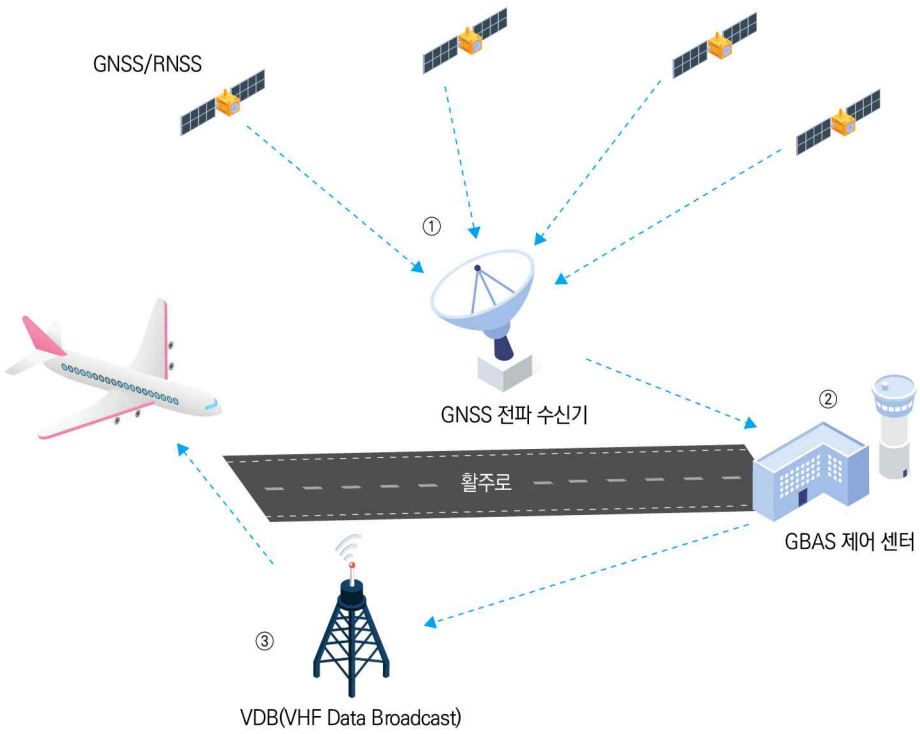
- (영국) 2020년 브렉시트(Brexit)가 진행되어, 유럽(EU)의 Galileo나 EGNOS를 활용한 서비스 이용이 어려워지자 대안을 찾는 중[15)]

  - 영국의 위성회사 Inmarsat는 최근 영국 위성기반 증강시스템(UKSBAS)를 연구개발 중

2.3.3 지상기반보정시스템(GBAS)

오차 보정 기법 중 OSR 방식을 적용한 기술로서, 공항에 접근하는 항공기의 정밀 착륙을 지원

- (전달과정) ① 공항 주변에 2 ~ 4개의 수신기를 통해 GNSS 위성과 수신기간의 전송 시간을 계산하여 거리를 측정 → ② 제어센터에서는 측정된 거리와 실제 거리를 비교하여 수신된 데이터의 오류를 식별 → ③ 수정된 메시지를 VDB시설을 통해 항공기로 전송하여 정밀 착륙 지원



[그림 6] GBAS 운용 개념도

15) https://www.bbc.com/news/science-environment-61723805

- GBAS 지상 시스템은 VHF 주파수(108~118 MHz)를 사용하며, 공항 반경 약 37 km 범위 내에서 항공기 대수와 상관없이 지원 가능
  - GBAS 메시지는 데이터 송출장치인 VDB(VHF Data Broadcast) 시설을 통해 항공기 접근 경로 안내에 관한 데이터를 항공기로 송신

(동향) 항공기의 정밀한 착륙을 지원하고 소음과 CO_2 발생 감소 및 연료 절감 등 환경 개선도 가능하여 공항마다 설치를 장려 중

- 美 연방항공국(FAA, Federal Aviation Administration)은 기존 계기착륙시스템*(ILS, Instrument Landing System)을 대체하는 시스템으로 GBAS 사용을 결정

  * 계기착륙시스템(ILS)은 항공기에게 수직, 수평, 위치 정보를 제공하여 공항에 안전하게 착륙할 수 있도록 지원해주는 시스템

  - 유럽, 중국 등에서도 GBAS 개발과 더불어 ILS를 대체하기 위한 계획을 수립

제3장 산업 동향

3.1 글로벌 위성항법 산업동향

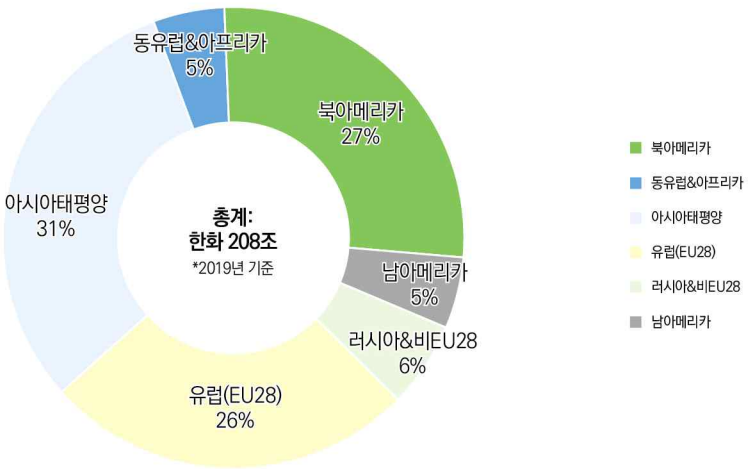
Morgan Stanley는 위성항법 시장이 983억 달러('18년)에서 1,773억 달러('40년)로 약 790억 달러가 증가할 것으로 예상

- 위성항법 시장은 2018년과 2040년 모두 전 세계 우주산업 시장 중 위성통신 분야 다음으로 시장 규모가 클 것으로 전망

GNSS 시장은 주로 미국과 유럽에 집중되어 있으나, 한국, 중국, 일본을 포함한 아시아태평양 시장도 지속적으로 성장 중

- 중국은 BeiDou 위성산업을 고부가가치 산업으로 판단하여 정부와 지방단체에서 적극적으로 투자하고 있으며 자율주행, UAM 등 다양한 산업과 접목 중

- 유럽은 GNSS의 후방산업 관련 중소기업을 재정적으로 지원하여 산업 활성화와 더불어 경쟁력을 확보하려고 노력



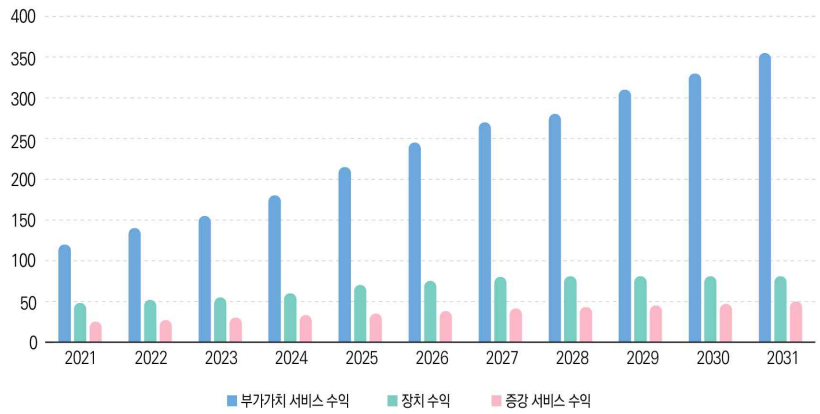
[그림 7] 전 세계 GNSS 시장 비중(2019년 기준)

* 출처 : Market & Technology Trends, 2021 Edition 3 재구성

세계적으로 GNSS를 활용하기 위한 부품 개발 등의 후방시장과 이를 활용한 서비스 산업인 전방시장 모두 수익적 가치가 높아질 것으로 기대

- 2021년 위성항법 수신기 사용자는 65억 명에 달하며 앞으로 연평균 10%의 성장률을 유지할 것으로 전망[16)]

- 장치와 서비스의 전체 시장 수익은 1,990억 유로('21년)에서 4,920억 유로('31년)로 연평균 9.2%의 성장률을 가질 전망



[그림 8] GNSS 장치 판매 및 서비스 수익

* 출처 : EUSPA, EO & GNSS Market Report 번역

- 유럽의 EUSPA는 GNSS 시장을 크게 ① 부품 및 수신기 제조, ② 시스템 통합, ③ 부가가치 서비스 제공으로 분류하여 기업 매출 순위를 측정한 결과, 후방시장의 대부분을 미국 기업(10개 중 6개)이 지배하고 있다고 분석함

부품 및 수신기 제조업체		시스템 통합		부가가치 서비스 제공업체		최종 사용자
Garmin Ltd.	US	Toyota	JP	AlphabetInc. (Google)	US	다양한 시장 부문의 GNSS 기반 사용자
Qualcomm INC	US	China First Automobile Group Corporation	CN	Tencent	CN	
Trimble Navigation Ltd	US	Samsung Electronics	KR	Here International	NL	
Avago (Broadcom)	US	Ford	US	Hexagon AB	SE	
Bosch	DE	Volkswagen	DE	Trimble Navigation	US	
Mediatek	CN	General Motors	US	ESRI	US	
Hexagon	SE	Apple	US	Garmin	US	
VALEO SA	US	Huawei	CN	Denso	JP	
United Technologies Corporation	US	Honda	JP	Microsoft	US	
TomTom	NL	Nissan	JP	Pioneer Corporation	JP	

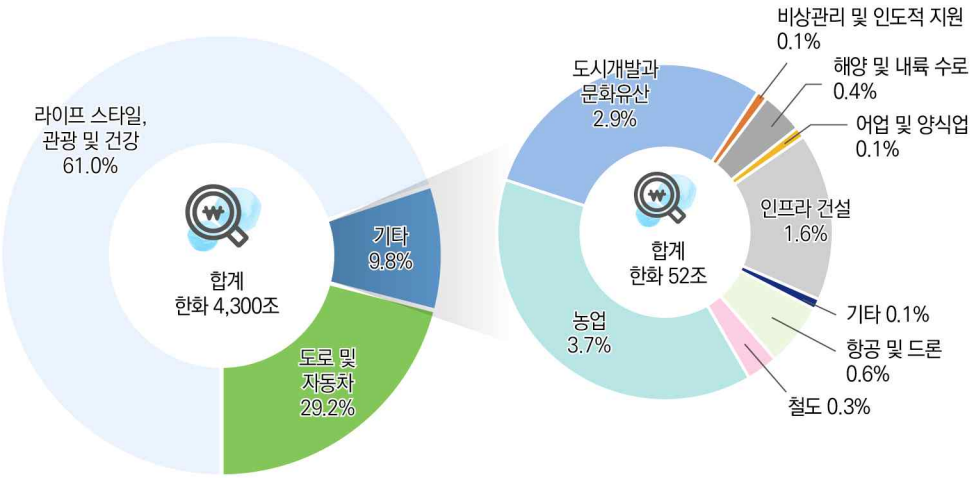
[그림 9] GNSS 분야별 매출기준 상위 10개 기업 순위(2019년)

* 출처 : EUSPA, EO & GNSS Market Report 번역

16) 한국인터넷진흥원, 위치정보 산업 동향 보고서('22.10)

- 라이프 스타일*, 관광 및 건강, 도로는 총 90%로 대부분의 시장을 점유(2021~2031년) 할 것으로 보임

* 주로 위치 기반 서비스 및 어플리케이션을 사용하는 스마트폰 및 테블릿 등의 전자기기 등이 해당



*기타는 우주, 임업, 보험 및 금융, 에너지 및 원자재를 포함

[그림 10] 2021~2031년 산업별 예상 누적 수익

* 출처 : EUSPA, EO & GNSS Market Report 번역

다양한 산업에 GNSS를 활용하고 있지만 미래에는 정밀한 PNT 정보를 필요로 하는 신규 모빌리티의 운영을 주목할 필요가 있음

- (자율주행차) 10cm 수준의 정확도가 필요한 Level 4 이상의 완전 자율주행차 시장은 71억 달러('20년)에서 연평균 41%씩 성장하여 1.1조 달러('35년) 규모에 달할 것으로 전망[17)]

- (도심형 항공 모빌리티(UAM)) 고정밀 PNT 정보를 바탕으로 미래 무인 비행이 가능한 UAM은 2040년까지 1조 5천만 달러에 달할 것으로 전망[18)]

- (자율운항선박) 무인선 및 자율운항선의 안전한 운항과 자동 접안 등을 위해서는 cm급의 고정밀 PNT 정보가 필요하며, 해당 시장은 225조 원('21년)에서 연평균 12.6%씩 성장하여 약 335조 원('28년)까지 달할 것으로 전망[19)]

17) 중소벤처기업부, 자율주행산업분야 중소벤처기업을 위한 지원방안(2018.11)
18) Morgan Stanley, Are Flying Cars Preparing for Takeoff? (2019)
19) Acute Market Report, Autonomous Ships Market By Autonomy, By Solution, By Ship Type, By Propulsion, By End User - Growth, Future Prospects, And Competitive Analysis, 2022-2030

3.2 국내 산업동향

Grand View Research에 의하면 '18년 국내 GPS 시장은 약 18.3억 달러로 전 세계의 4.1%를 점유하고 있으며, '25년에는 69.6억 달러까지 성장할 전망[20)]

- 활용분야 별로는 스마트폰 등 전자기기의 확산에 따라서 위치기반 서비스 분야가 21.8%의 연평균 성장률로 가장 높을 전망이며, 그 외에는 도로, 항공, 해양 등의 순으로 성장

〈표 5〉 국내 GPS 시장 활용분야별 전망

(단위: 1억 달러, %)

활용분야	'19년	'25년	연평균 성장률
위치기반 서비스	9.4	30.7	21.8
도로	7.5	24	21.5
항공	2.1	6.1	19.5
해양	1.5	4	17.9
공간정보	0.9	2.7	19.7
기타	0.7	2	19.1

* 출처: Grand View Research, Global Positioning Systems (GPS), 2018

도로, 항공 등의 산업 부분에서는 KASS('23년)와 KPS('35년)가 구축이 완료된 후 경제적 이점과 함께 안전성 역시 확보할 것으로 기대

- (자율주행차) 완전자율주행 기능의 자율주행차 국내 시장규모는 15억 원('20년)에서 연평균 84.2% 성장하여 14조 7,183억 원('35년) 규모에 달할 것으로 전망[21)]

- (항공기) 우리나라의 SBAS*인 KASS는 2023년부터 항공용 서비스를 정식 운영할 예정으로, 항공기 위치파악 오류로 발생 가능한 항공기 사고 감소(84억 원), 연료비 절감(367억 원), 탄소배출량 절감(23억 원), 항공기 지연 및 결항 감소(1,207억 원) 등의 이점 발생 예정[22)]

  * 국제민간항공기구인 ICAO(International Civil Aviation Organization)에서 2025년부터 모든 항공기의 SBAS 사용을 권고한 상태

20) Grand View Research, Global Positioning Systems (GPS), 2018
21) KISTEP, 자율주행기술(박종록, 김한해)
22) 한국항공우주연구원, 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(KASS)

제4장 정책 동향

4.1 미국

GPS가 전 세계적으로 이용되는 만큼 민간 사용자는 무상으로 서비스를 사용할 수 있다는 점을 강조하면서 이를 효과적으로 지원하기 위한 영구적인 연방법을 규정

- 국방부에 민간 및 국방 목적의 GPS 운영권한을 부여하고 있고, GPS 서비스를 전 세계적으로 제공하여 무상이용 할 수 있도록 규정[23)]
- 의회는 GPS의 지원과 유지를 통해 가장 효과적으로 미국의 국가안보, 공공안전, 과학 및 경제에 기여할 수 있는 건의사항을 작성하여 대통령에게 제시[24)]
  - 전 세계의 GPS 사용자가 지속적으로 무상 이용이 가능하도록 운영
  - 외국의 GPS 사용 장애를 제거하기 위하여 외국 정부 및 국제기구와 협정을 체결하여 협력을 증진할 것

가장 진보된 위성항법시스템을 기확보한 미국은 PNT 서비스의 효율적인 운용을 위해 2020년 행정명령 13905[25)]를 발효하고 국가 우주 정책에 반영

- (행정명령 13905) PNT 서비스의 지속적인 제공이 어려울 시 국가 및 경제 안보에 중요한 영향을 미칠 수 있는 만큼 효율적인 운용을 위해 PNT 서비스의 복원력을 강화하고 보다 책임감을 가지고 사용하길 장려
- (국가우주정책) 美 트럼프 대통령이 GPS와 PNT 시스템의 유지 및 향상을 포함한 미국의 모든 우주 활동에 관한 방향성을 제시한 지침

---

23) U.S.C. Title 10 : Armed Forces. § 2281 (2000)

24) U.S.C. Title 51 : National and Commercial Space Program, §50112 (2010)

25) Executive Order 13905, Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services (2020)

- GNSS 서비스를 제공하는 국가와 협력하여 민간 서비스 제공에 있어 투명성, 상호운용성, 호환성을 강화하며 미국 산업체의 시장 접근이 용이하도록 긴밀한 관계를 유지
- GPS에 대한 유해한 간섭을 탐지·완화하고 복원력을 증대하기 위하여 국내 역량 투자 및 국제 활동 지원 필요

4.2 러시아

러시아 정부는 GLONASS를 사회경제적 발전에 중요한 국가 전략 자산으로 운영하면서 관련법을 제정하고 중장기 프로그램을 운영

- 위성항법 관련 법률을 연방법(Federal Law)으로 제정하여 러시아 내 모든 연방정부 및 지자체, 지역 정부기관에 GLONASS의 사용을 강조
- 러시아는 군사 및 경제적인 우위를 점하기 위해 낙후된 GLONASS의 기술 향상을 중요한 정책적 과제로 인식하여 추진하고 있으나, 전쟁 등의 원인으로 늦어지고 있음
  - 2012년 정부결의 189호에 따라 “GLONASS의 유지, 개발 및 사용에 관한 연방 프로그램(2012~2020)”을 승인 후 착수
  - 하지만 2014년 크림반도 합병 이후 미국, 유럽 등에서 수입되는 위성 전자제품의 공급이 중지되었고 이에 따라 2020년까지 완료 예정이었던 프로그램을 2030년까지로 연기

〈표 6〉 GLONASS 관련 러시아 주요 정책

구분	내용
연방법	• 항법활동에 관한 연방정부법(2009) • ERA-GLONASS 국가자동화정보시스템법(2013)
대통령 및 지침	• 러시아연방 대통령 행정명령 38-rp호(1999) • 러시아연방의 사회적·경제적 발전을 위한 GLONASS 사용에 관한 러시아연방 대통령령 638호(2007)
정부 결의	• 국가방위 및 안전보장, 러시아의 사회적·경제적 발전, 국제협력 확대 및 과학적 목적을 위한 GLONASS 유지, 개발 및 사용에 대한 연방 집행기관의 권한에 관한 정부 결의 323호(2008) • 위성항법 분야의 네트워크 서비스 제공자에 관한 정부 결의 549호 및 정부시행령 1309호 • ‘GLONASS 연방 프로그램 2002-2011’ 및 ‘2012-2020 GLONASS의 유지, 개발 및 사용에 관한 연방 프로그램’을 승인하는 정부 결의 587호 및 정부 결의 189호 등
각 부처	• 항공항법 서비스 및 탐색·구조 임무를 위한 항공우주기술 및 시스템의 GLONASS 또는 GLONASS/GPS 위성항법 장치 장착에 관한 교통부 세부시행규칙 23호(2010) 등

4.3 유럽

Galileo와 EGONS의 후방산업 관련 중소기업의 경쟁력 강화와 사용자 서비스 창출을 위해 자금 지원 프로그램을 계획하여 정기적으로 지원

- 우주 프로그램을 위한 유럽연합기구(EUSPA*)는 Galileo와 EGONS의 경제적·사회적 이익을 극대화하기 위해 기술과 사용자 사이의 연결 고리 역할을 수행 중

  * EUSPA : European Union Agency for the Space Programme

  - Fundamental Elements(EU R&D 자금 지원 프로젝트)는 2021년부터 2027년까지 EGNSS 칩셋, 수신기 및 안테나 개발을 목표로 자금을 지원 중[26)]

  - Horizon Europe은 후방산업에서 개발되는 부문을 상용화하기 위한 컨텐츠 및 어플리케이션 서비스 개발*을 지원 중[27)]

    * 항공, 해상, 철도, 도로 운송 분야 등

    ※ 2022년 유럽연합 집행위원회(EC)는 Galileo와 EGONS 개발을 포함한 Horizon Europe Work Programme 2023~2024의 초안을 발표하였으나 승인 중[28)]

또한, 차세대 Galileo(G2G*) 구축을 위한 프로그램을 계획하여 신규 서비스 도출 및 성능 개선을 통해 GNSS 분야의 경쟁력 확보를 위해 노력 중

* G2G : Galileo Second Generation

- European GNSS Evolution Programme(2007)과 HSNAV GNSS and H2020 Programmes (2015) 등을 통해 2025년부터 G2G 위성을 발사할 계획

  - 정밀한 PNT 서비스, 긴급경보 서비스, 탐색구조 서비스 등 신규 서비스 개발과 신호체계 고도화로 사용자 측위의 성능을 개선할 예정

26) https://www.euspa.europa.eu/opportunities/fundamental-elements
27) https://www.euspa.europa.eu/opportunities/horizon-europe
28) https://errin.eu/news/draft-horizon-europe-2023-24-work-programmes-published

4.4 중국

중국은 BDS(BeiDou System)의 기술 고도화, 위성 산업 육성 등을 위한 로드맵과 정책을 수립하고 국가 안보의 확보와 경제 및 사회 개발을 목표로 진행 중

- BDS 개발(3단계)[29], 민간항공 산업 적용(3단계)[30], 국가 경제 및 사회발전(5개년)[31] 등의 계획을 수립하여 기술의 개발 및 활용 범위 확대와 산업 발전의 비전을 제시
- 중앙정부와 지방에서 BDS 산업 발전 및 육성과 방안 등을 수립하여 위성항법 산업을 촉진

BDS의 기술적 진보와 중요성을 세계에 알리기 위해 기술, 산업 동향 등을 분석한 백서를 정기적으로 발간

- 「새로운 시대의 중국 베이더우」: 2022년 국무원 정보실에서 BeiDou 개발에 따른 중국 위성항법 기술의 자립성과 위성제품 생산, 응용프로그램 개발 등의 산업분야에서 경쟁력을 확보했다는 점을 강조[32]
- 「중국 위성항법 및 위치 서비스 산업」: 2022년 중국위성항법협회에서 BDS 개발에 따른 위성항법 부품, 소프트웨어, 인프라 등의 부가가치 창출과 교통, 재난구조, 농업 등에 분야별 응용으로 생성되는 서비스 측면을 부각[33]

4.5 일본

QZSS 위성측위의 필요성과 시책 등에 대해 규정하였으며, QZSS 개발사업에 관한 국내 협력을 강조[34]

- 일본 우주활동의 기본법인 우주기본법의 제13조는 국민생활의 향상과 안전하며 안심하고 살 수 있는 사회를 형성하고 및 재해, 빈곤 등 다양한 위협을 제거하기 위한 조치의 하나로 '측위에 관한 정보시스템' 등의 시책을 강구할 것을 규정[35]

---

29) Development of BeiDou Navigation Satellite System(2011)
30) http://en.beidouchina.org.cn/c/1787.html
31) http://www.fujian.gov.cn/english/news/202108/t20210809_5665713.htm
32) http://www.scio.gov.cn/zfbps/ndhf/47675/Document/1733356/1733356.htm
33) https://www.kostec.re.kr/sub020109/view/id/35921#u
34) 정영진(2021), 일본 준천정위성시스템(QZSS)의 법제도에 관한 연구, pp163-178

- 지리공간정보활용추진기본법은 신뢰성 높은 위성측위 서비스의 안정적인 확보, 위성측위 연구개발, 위성항법 이용의 촉진 등 시책의 수립 필요성을 명시[36]
- QZSS의 개발사업 추진 및 구축 등에 관해서는 내각의 '각의결정(閣議決定)[37]', '관계부성의 합의[38]' 등으로 국제 경쟁력 강화와 관계 부처 및 산업계와의 긴밀한 협력을 강조

4.6 인도

국외 위성항법으로부터의 자립을 목표로 가용성 및 품질 보장, 서비스 다양화 등에 대한 연구개발과 국가 기반 시설을 강화하기 위한 SATNAV Policy-2021을 발표하였고 승인 절차 중[39]

- 전 세계적으로 NavIC과 GAGAN의 활용 범위를 확장하고 국외 GNSS 및 SBAS와의 신호를 호환하여 운용하기 위한 연구를 진행
- 인도의 모든 계획은 AtmaNirbhar Bharat*과 연관이 있으며, NavIC 또한 전 세계에서의 효율적인 활용과 국가 경쟁력을 확보하기 위한 계획에 포함

* AtmaNirbhar Bharat은 '자립적인 인도'라는 뜻으로서, 인도의 경제 개발 계획과 관련하여 사용하고 있는 대중화된 문구

4.7 대한민국

세계적으로 美 GPS 의존도를 낮추기 위해 독자적인 위성항법시스템과 위성기반 보정시스템을 구축하는 만큼 우리나라도 국가 전략 자산을 확보하기 위한 구축 및 운영 계획을 수립

- 「제3차 우주개발 진흥 기본계획(2018~2022)」: 한국형 위성항법시스템(KPS)과 한국형 위성기반보정시스템(KASS) 개발 로드맵과 구축 전략에 관한 내용이 포함됨

35) 宇宙基本法, 平成二十年法律第四十三号
36) 地理空間情報活用推進基本法, 平成十九年法律第六十三号.
37) 実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方, 平成23年9月30日, 閣議決定.
38) 宇宙開発利用の推進に関する関係府省等連絡調整会議について, 平成24年8月2日, 関係府省申合せ와 準天頂衛星システム開発調整会議の開催について, 平成24年11月30日, 関係府省申合せ
39) https://www.isro.gov.in/

- 오랜 시간과 막대한 예산이 필요한 사업이므로 효율적인 예산 투자와 국내 산업체의 참여 기회를 확대하는 등 분야별 전략을 마련하기 위한 방안 제시
- 기술 수준 검토 등을 통해 국내 산학연 보유 기술 중심으로 개발을 추진하되, 적시 국내 확보가 어려운 기술 등은 제한적으로 해외 도입 추진

● 「제6차 공항개발 종합계획(2021~2025)」: KASS 개발에 따른 정밀 위치 제공으로 최고 수준의 안전을 확보하겠다는 목표 명시

위성항법 개발의 중요성이 강조되면서 이에 따른 핵심기술의 기술 성숙도 향상을 위한 기틀 마련 강조

● 「제2차 위성정보 활용 종합계획(2019~2023)」 위성항법 탑재체의 원자시계, 항법코드 생성기 등 주요 기술 확보의 필요성과 향후 서비스 적용 시 기대 효과를 명시

국제적으로도 한국형 위성항법시스템(KPS)의 개발과 기존 위성항법시스템들 간의 상호운용성을 강화하기 위한 협력체계 마련

● 우리나라는 기존 위성항법시스템 보유 국가들과 주파수·서비스·기술 개발 등을 협의 및 조정하여 국내 위성항법시스템 기술의 활용 증진에 기여할 수 있는 ICG* 회원국으로 2021년에 정식 가입[40]

* 국제위성항법위원회(International Committee on Global navigation satellite systems)으로서, 국제연합(EU) 산하에 설립된 위성항법분야 위원회

● 지구관측 위성의 개발경험은 있으나 항법위성은 처음 개발에 나서는 점을 고려하여 위성항법 분야의 기술과 경험이 풍부한 미국과 협력을 추진하고 KPS-GPS 간 상호운용을 강화하기로 합의[41]

40) 외교부, 한국, 유엔 국제위성항법위원회(ICG) 회원국 정식 가입('21.10)
41) 외교부, 한-미 위성항법 협력 공동성명[Joint Statement] 서명식 실시('21.5)

제5장 R&D 투자 동향

5.1 글로벌 R&D 투자 동향

(미국) 차세대 위성 GPS Block-III 개발, 보정시스템 WAAS 운영 등 위성항법 분야에 최근 5년간('18~'22) 83.2억 달러를 투자하였으며 연도별 예산은 증가하는 추세

- 우주군은 차세대 위성 GPS Block-III 개발을 중심으로 차세대 제어 시스템 OCX 개발, 군용 GPS 사용자 장비 개발 등에 투자
- 교통부는 보정시스템 WAAS 운영을 중심으로 투자하고 있었으나, 2022년부터는 '행정명령 13905의 실행*및 GPS 신호 인증', 'GPS 지원·보조 PNT 기술 등 GNSS 기반 기술'이 예산 항목을 추가

  * GPS 교란·스푸핑 대응, 우주기반 PNT의 부재 상황에서의 운송 시스템 운영·유지 방법 개발 등이 포함

〈표 7〉 미국의 위성항법 관련 예산 규모[42]

(단위: 백만 달러)

분야	담당부처	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
GPS	우주군	110	96	80	84	114
WASS 및 GNSS 기반기술	교통부	1,104	1,462	1,748	1,711	1,806
합계		1,215	1,558	1,828	1,795	1,920

(러시아) 차세대 위성을 개발하여 기존의 GLONASS 위성을 대체하기 위해 2021-2030 GLONASS 프로그램을 시행하여 65억 5천만 달러를 투자할 예정

- 65억 5천만 달러(4,840억 루블)가 투입되는 2021-2030 GLONASS 프로그램은 차세대 위성을 개발해 기존 위성을 대체하여 시스템의 신뢰성과 정확성을 GPS와 Galileo 수준으로 높이는 것이 목표

42) GPS.GOV의 연도별 예산 정보

- 또한 지난 2012-2020 프로그램 추진의 걸림돌이었던 미국·유럽 부품에 대한 의존도를 낮추기 위해 기술 내재화를 함께 추진

- 역대 GLONASS 프로그램 예산은 2002-2011 32억 달러, 2012-2020 51억 달러, 2021-2030 65.5억 달러로 점차 증가하는 추세

(중국) 美 GPS 의존도를 낮추고 우주 강국으로서의 위상을 확보하기 위해 독자 GNSS 구축에 약 90억 달러를 투자

- GNSS의 군사적·외교적 활용을 위하여 독자적인 GNSS의 구축을 추진하였으며, BeiDou를 중국 우주 굴기의 최우선 과제 중 하나로 제시[43]

- 중국은 1994년부터 2012년까지 BeiDou 개발을 위해 25.7억 달러(160억 위안)를 투자했으며, 2013년에 발표된 정부 계획[44]에 따르면 2013년부터 2020년까지 64.1억 달러(400억 위안)에서 80.2억 달러(500억 위안)를 투자

(EU) Galileo와 EGNOS의 개발 및 운영에 2020년까지 약 200억 유로를 투자

- EU가 위성항법 시스템 구축을 준비하기 시작한 1990년대부터 2013년까지 132억 유로 이상을 Galileo와 EGNOS 구축에 투입[45]

- Galileo 위성 발사가 본격화된 2014년부터 2020년까지 70.7억 유로를 Galileo와 EGNOS 구축에 투자할 것을 법제화[46]('13년)하였고 실제로 68.4억 유로를 투입

  - 해당 법에 따르면 Galileo 개발에 30억 유로, Galileo 위성 발사에 19.3억 유로, EGNOS의 개발에 15.8억 유로, Galileo와 EGNOS의 운영에 5.6억 유로의 투자를 계획

(인도) 착수 당시 NavIC의 개발비용은 1억 7,400만 달러로 예상되었으나, 7년간 사업이 지연된 결과, 비용이 대폭 증가해 2억 8,100만 달러를 사용

43) State Council Information Office of the People's Republic of China(2016), China's Space Activities in 2016

44) U.S.-China Economic and Security Review Commission(2017), China's Alternative to GPS and its Implications for the United States

45) European Parliamentary Research Service(2017), Estimated Galileo and EGNOS budget from the EU and ESA(https://epthinktank.eu/2017/04/11/galileo-and-copernicus-eu-flagship-space-programmes/galileo_budget)

46) EU REGULATION(2013), No 1285/2013

- 예산이 처음 승인된 2006년에는 1억 7,400만 달러(142억 루피)를 투입해 2011년 12월까지 구축 완료할 예정이었으나, 실제로는 2018년 마지막 위성을 발사 후 NavIC 구축이 완료되어 비용이 대폭 증가해 2억 8,100만 달러(224.6억 루피)를 사용[47)]
  - 우주·제어·수신 전 부문에서 지연이 다수 발생하였으며, 특히 원자시계의 고장으로 인한 위성 재제작, 발사 실패로 인해 지연 기간과 비용은 더욱 증가

5.2 국내 R&D 투자 동향

(주요사업) 한국형 위성 기반 위치보정 시스템(KASS*), 한국형 위성항법체계(KPS**) 등 대형 체계개발 중심으로 투자

* Korea Augmentation Satellite System

** Korea Positioning System

- 2014년 착수된 KASS 사업은 한국항공우주연구원 주관으로 한국형 SBAS를 개발하는 사업으로 2021년까지 총 1,280억 원이 투자되었으며, 2022년 6월 1호 위성의 발사에 성공하여 2023년부터 항공용 서비스를 개시

〈표 8〉 KASS 위성 구축 계획

호기	시기	구축 방식
1호	'22년	MEASAT-3D 임차
2호	'25년	국내위성 임차
3호	'27년	천리안3호 활용
4호	'34년	KPS 위성 활용
5호	'35년	

- KASS를 운영하고 성능 유지·감시 등을 위한 관련 기술을 개발하기 위해 후속사업인 '위성항법보정시스템 안전운용기술개발'이 '21년 착수되어 5년간 189억 원을 투자할 예정
- KPS 사업은 우리나라를 위한 RNSS를 구축하는 사업으로 2022년부터 2035년까지 총 3.7조 원을 투자할 계획이며 향후 서비스 유지를 위해 후속 사업의 착수가 예상됨

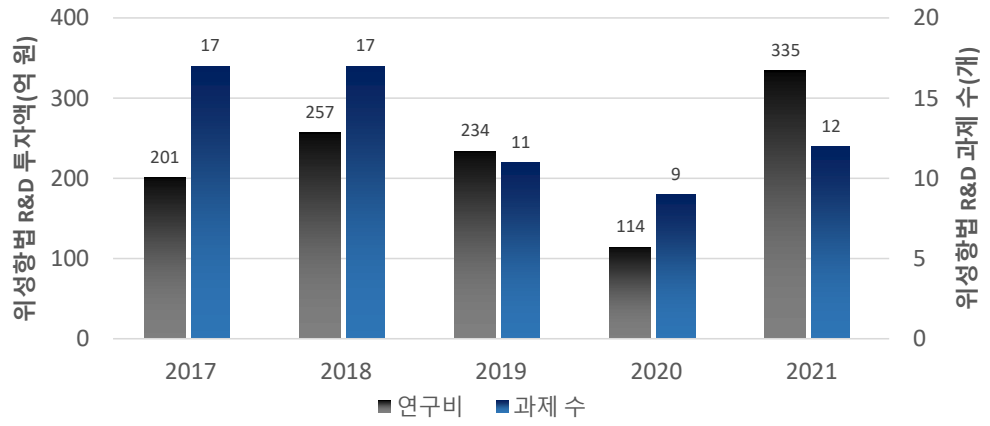
47) https://thewire.in/space/indias-gps-delayed-by-deadline-overruns-isros-administrative-laxity-cag

〈표 9〉 위성항법 관련 주요사업 개요

사업명	주관/참여부처	사업기간	총사업비	사업내용
초정밀 GPS 보정시스템(SBAS)	국토교통부 / 해양수산부	'14~'22	1,280억 원	KASS(한국형 SBAS) 개발
위성항법보정시스템 안전운용기술개발	국토교통부	'21~'25	189억 원	KASS 운영, 성능 유지·감시 기술 개발
정지궤도 공공복합통신위성	과기정통부 / 국토교통부, 해양경찰청, 환경부	'21~'27	4,118억 원	위성항법보정탑재체를 포함하는 정지궤도위성 천리안3호 개발
한국형 위성항법체계(KPS)	과기정통부 / 방위사업청, 국토교통부, 해양수산부, 해양경찰청	'22~'35	3조 7,235억 원	KPS(한국형 RNSS) 개발

(투자규모[48]) 최근 5년간('17~'21) 위성항법 연구에 투자된 정부 예산은 연평균 228억 원 수준으로 비교적 작은 투자 규모가 유지되었으나, KPS 사업의 착수('22년)로 투자 규모가 대폭 확대될 전망

- 5년간('17~'21) 총 1,141억 원의 정부 예산이 위성항법 연구에 투자되었으며, 투자액의 대부분은 KASS 개발 예산(819억 원)에 해당
- 한국형 위성항법시스템(KPS)의 개발이 2022년 착수되어 향후 투자 규모는 대폭 확대되어 연 1천억 원 이상의 규모를 유지할 것으로 예상



[그림 11] 최근 5년간('17~'21) 위성항법 분야 정부R&D 투자 현황

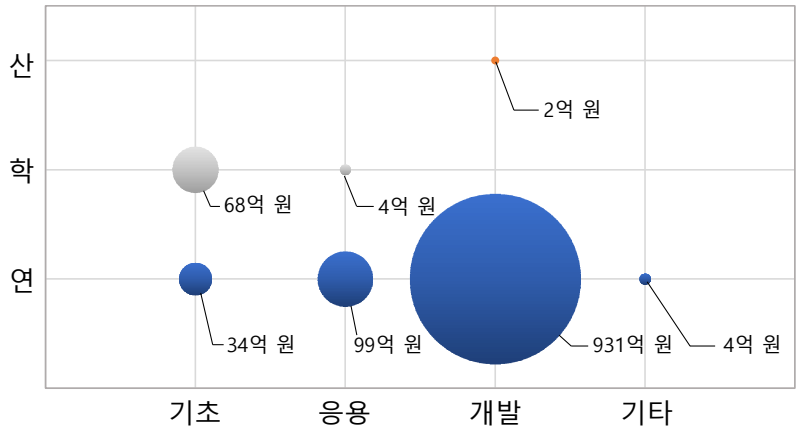
48) 최근 5년간('17~'21)의 국가연구개발사업 조사·분석 통계(NTIS) 데이터를 이용하여 정부 지원 연구과제 중 위성항법과 관련된 과제를 분석
** 과제 검색 키워드 : GNSS, 위성항법, PNT, SBAS, GBAS*
※ 위성항법과 직접적 관련이 낮은 위성 본체에 대한 연구와 수신기 등 사용자 대상의 연구는 제외

(수행주체 및 연구개발단계) 최근 5년간('17~'21) 출연연구소를 중심으로 한 체계개발 위주로 투자가 진행되어, 기초연구 투자는 매우 부족

- 5년간의 투자액 1,141억 원 중 한국항공우주연구원 등 출연연구소가 수행한 개발단계 연구에 931억 원이 투자되었으며, 투자액의 대부분은 대부분 KASS 관련 연구개발비에 해당
  - 5년간 한국항공우주연구원의 주관한 과제의 연구비는 총 867억 원으로 전체 투자액의 75.9%를 차지

- 대학과 출연연구소에서 기초연구를 수행하였으나 투자액은 102억 원(전체 투자액의 9.0%)에 불과하여 기초연구에 대한 투자는 매우 부족

※ 지난 5년간('17~'21) 전체 정부R&D 중 기초연구 투자 비중은 27.5~33.5% 수준[49)]



[그림 12] 최근 5년간('17~'21) 수행주체 및 연구개발 단계별 투자액

49) 한웅용(2022), 2021년도 국가연구개발사업 집행현황, KISTEP 브리프

제6장 결론

6.1 요약 및 정리

위성항법은 민간 분야에서도 사용하는 등 활용 분야가 다양해졌지만, 美 GPS에 대한 의존도가 높아 독자적인 위성항법시스템을 마련하기 위한 개발이 활발하게 진행 중

- 전 세계 인구의 절반 이상이 美 GPS를 사용하고 있으며, 그에 따라 해당 시스템이 중단되는 경우 막대한 피해가 예상
- 최근 중국의 GNSS인 BeiDou가 구축되었으며, 일본과 한국 또한 지역 위성항법시스템인 RNSS를 확보하기 위해 연구를 진행

GNSS/RNSS의 우주 부문에서는 수명 증대, 주파수 추가, 저궤도(LEO) 위성 등을, 지상의 제어 부문에서는 사이버 보안 강화 등 위성의 안정적인 운영을 위한 고도화 작업이 진행 중

- 주요국에서는 기존 GNSS보다 더 가까운 궤도에 위성을 구축하여 민간과 국방 분야에 정밀한 PNT 서비스를 제공함으로써 안전 확보 및 군사적 효용성 향상을 목표

항공기의 효율적인 운항과 정밀한 착륙을 지원하기 위하여 SBAS와 GBAS 또한 세계적으로 개발 중

- 정지궤도 위성을 이용하여 보정정보를 제공하는 SBAS는 이중 주파수 운영과 사이버 보안 강화를 통하여 안전성 확보를 위하여 노력
- 지상 시스템을 이용하여 보정정보를 제공하는 GBAS는 항공기의 정밀 착륙을 지원할 수 있어 현재의 계기착륙시스템(ILS)을 대체할 것으로 기대

위성항법 시장은 수신기 등을 포함한 부품 제조와 이를 활용한 서비스 부문에서 지속적으로 성장할 전망

- 정밀한 PNT 정보를 바탕으로 하는 자율주행차, 도심형 항공 모빌리티(UAM) 등 미래 신규 모빌리티 시장이 크게 성장할 것으로 예상

미국을 포함한 주요국은 위성시스템의 효율적인 운영 및 기술 고도화와 전·후방 산업의 경쟁력 확보를 목표로 정책을 수립

- 유럽은 후방산업 관련 중소기업의 경쟁력을 강화하기 위해 자금 지원 프로그램을 계획하였으며, 중국은 중앙정부와 지방에서 위성항법 산업을 촉진하기 위한 정책을 마련
- 우리나라는 위성항법의 핵심기술 연구도 필요하지만 처음 개발에 나서는 만큼 해외 주요 국가들과 긴밀한 협력체계를 유지하여 기술력을 확보할 계획

국내 위성항법시스템은 대형 체계개발을 중심으로 투자되고 있으며, 미래의 위성 수명을 고려하여 후속사업을 대비한 지속적인 R&D 투자 역시 필요

- 한국항공우주연구원 등 출연연구소 중심으로 체계개발이 이루어지고 있으며 다만 대학과 기업에서의 기초연구 수행은 부족한 상황

6.2 시사점

위성항법 기술의 경쟁력 강화를 위해 핵심부품 내재화를 추진하되 대학·출연연에 국한되지 않고 산업계의 참여를 강화하여 우주산업 육성 촉진 필요

- 다수의 우주개발사업 경험으로 시스템 통합의 글로벌 경쟁력은 확보하였으나, 핵심부품은 아직까지 세계 주요국에 열세이며 해외 의존도가 높음에도, 그간의 정부 투자는 핵심부품 개발을 위한 기초·응용연구보다는 체계개발 중심으로 이루어진 실정
- 위성항법의 산업적·안보적 중요성을 고려해 핵심기술의 내재화를 추진하되, 경제성이 높은 부품의 경우 산·학·연 공동개발 및 빠른 상용화 지원 등 부품 국산화 R&D를 우주산업 육성 수단으로 활용 필요

위성항법의 활용도가 높아지는 만큼 인공위성, 위성전파, 데이터 등을 안전하게 관리 및 운용하기 위한 보안 기술 개발과 규정 마련 필요

- 진화하고 있는 재밍(Jamming), 스푸핑(Spoofing) 등 사이버 위협에 대응하기 위하여 양자암호 등 미래 보안 기술을 접목한 방어 수단 마련 필요
- 또한, 물리적 또는 비물리적 피해로 위성항법의 운용이 어려울 시 발생할 수 있는 혼란을 최소화하기 위해 민·관·군이 협력하여 대비책을 강구할 필요

한국형 위성항법시스템인 KPS와 한국형 위성기반보정시스템 KASS를 확보하는 것과 함께 추가적인 위성항법 개발 또한 필요

- 우리나라는 2035년 독자적인 위성항법시스템인 KPS를 확보하지만, 세계적 추세를 고려하여 보다 정밀한 정보를 제공해 줄 수 있는 저궤도(LEO) 위성 또는 다른 대안을 고려해볼 필요가 있음

참고문헌

문헌자료

- 〈Newton〉 과학 225 : 7층의 시계가 1층의 시계보다 빨리 가는 이유('21.3)
- Market & Technology Trends, 2021 Edition 3
- EUSPA, EO & GNSS Market Report
- 한국인터넷진흥원, 위치정보 산업 동향 보고서('22.10)
- 중소벤처기업부, 자율주행산업분야 중소벤처기업을 위한 지원방안(2018.11)
- Morgan Stanley, Are Flying Cars Preparing for Takeoff? (2019)
- Acute Market Report, Autonomous Ships Market By Autonomy, By Solution, By Ship Type, By Propulsion, By End User - Growth, Future Prospects, And Competitive Analysis, 2022-2030
- Grand View Research, Global Positioning Systems (GPS), 2018
- KISTEP, 자율주행기술(박종록, 김한해)
- 한국항공우주연구원, 한국형 정밀 GPS 위치보정시스템(KASS)
- U.S.C. Title 10 : Armed Forces. § 2281 (2000)
- U.S.C. Title 51 : National and Commercial Space Program, § 50112 (2010)
- Executive Order 13905, Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services (2020)
- Development of BeiDou Navigation Satellite System(2011)
- 정영진(2021), 일본 준천정위성시스템(QZSS)의 법제도에 관한 연구, pp163-178
- 宇宙基本法, 平成二十年法律第四十三号
- 地理空間情報活用推進基本法, 平成十九年法律第六十三号.
- 実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方, 平成23年9月30日, 閣議決定.
- 宇宙開発利用の推進に関する関係府省等連絡調整会議について, 平成24年8月2日, 関係府省申合せ
- 準天頂衛星システム開発調整会議の開催について, 平成24年11月30日, 関係府省申合せ
- 외교부, 한국, 유엔 국제위성항법위원회(ICG) 회원국 정식 가입('21.10)

- 외교부, 한-미 위성항법 협력 공동성명[Joint Statement] 서명식 실시('21.5)
- State Council Information Office of the People's Republic of China(2016), China's Space Activities in 2016
- U.S.-China Economic and Security Review Commission(2017), China's Alternative to GPS and its Implications for the United States
- EU REGULATION(2013), No 1285/2013
- European Parliamentary Research Service(2017), Estimated Galileo and EGNOS budget from the EU and ESA
- 한웅용(2022), 2021년도 국가연구개발사업 집행현황, KISTEP 브리프

웹사이트

- https://www.geospatialworld.net/prime/technology-and-innovation/why-pnt-is-vital-for-national-security/
- https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/gps.html
- https://spaceflight101.com/spacecraft/gps-block-iif/
- https://www.safran-group.com
- https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinas-geely-launches-first-nine-low-orbit-satellites-autonomous-cars-2022-06-02/
- https://www.esa.int/Applications/Navigation/ESA_plans_for_low-orbiting_navigation_satellites
- http://www.gukbangnews.com/news/articleView.html?idxno=1484
- https://www.gps.gov/systems/gps/control/OCX/
- https://www.raytheonintelligenceandspace.com/news/2020/03/12/countdown-next-gen-gps
- https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo_Control_Segment_upgrade_ready_for_next_launch
- https://www.gpsworld.com/raytheon-awarded-faa-contract-to-upgrade-waas-to-dual-frequency/
- https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/SDCM#cite_note-Luch-8
- https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2018-01-airbus-selected-by-esa-for-egnos-v3-programme
- https://www.bbc.com/news/science-environment-61723805
- https://www.euspa.europa.eu/opportunities/fundamental-elements
- https://www.euspa.europa.eu/opportunities/horizon-europe
- https://errin.eu/news/draft-horizon-europe-2023-24-work-programmes-published

- http://en.beidouchina.org.cn/c/1787.html
- http://www.fujian.gov.cn/english/news/202108/t20210809_5665713.htm
- http://www.scio.gov.cn/zfbps/ndhf/47675/Document/1733356/1733356.htm
- https://www.kostec.re.kr/sub020109/view/id/35921#u
- https://www.isro.gov.in/
- https://epthinktank.eu/2017/04/11/galileo-and-copernicus-eu-flagship-space-programmes/galileo_budget
- https://thewire.in/space/indias-gps-delayed-by-deadline-overruns-isros-administrative-laxity-cag

|저자소개|

문 성 록

한국과학기술기획평가원 투자기획조정센터 연구원

Tel: 043-750-2759 E-mail: anstjdfhr@kistep.re.kr

최 충 현

한국과학기술기획평가원 투자기획조정센터 부연구위원

Tel: 043-750-2609 E-mail: chchoi@kistep.re.kr

|편집위원소개|

전승수 연구위원

한민규 연구위원

이재민 연구위원

임승혁 부연구위원

이강수 부연구위원

한국과학기술기획평가원 사업조정본부

Tel: 043-750-2503 E-mail: lks@kistep.re.kr

※ 본 KISTEP 기술동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
01 (22.02.09.)	시스템반도체	채명식 (KISTEP)	기술동향
02 (22.02.10.)	미 하원 「2022년 미국 경쟁법」 주요 내용과 시사점	최창택 (KISTEP)	혁신정책
03 (22.02.23.)	메디컬 섬유소재	정두엽 (KISTEP)	기술동향
04 (22.03.02.)	2020년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
05 (22.03.14.)	2020년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김주원 (KISTEP)	통계분석
06 (22.03.16.)	바이오헬스 정책·투자동향	김종란·강유진·홍미영 (KISTEP)	기술동향
07 (22.03.18.)	러시아-우크라이나 사태에 따른 과학기술 동향과 시사점	김진하·이정태 (KISTEP)	혁신정책
08 (22.03.21.)	미래 스마트 팩토리 유망 서비스	KISTEP·ETRI	미래예측
- (22.03.23.)	2030 국가온실가스감축목표에 기여할 10대 미래유망기술	이동기 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제323호)
09 (22.03.30.)	바이오연료	박지현·강유진 (KISTEP)	기술동향
10 (22.04.04.)	2020년 국내 바이오산업 실태조사 주요 결과	한웅용 (KISTEP)	통계분석
11 (22.04.08.)	일본 과학기술·경제안전보장전략 주요내용과 시사점	김규판(KIEP) 김다은·홍정석(KISTEP)	혁신정책
12 (22.04.13.)	6G 통신 기술	이승필·형준혁 (KISTEP)	기술동향
13 (22.04.18.)	우리나라 산업기술인력 수급 현황 - 2020년도 기준 -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
14 (22.04.27.)	소재 신(新)연구방법론	정두엽·조유진 (KISTEP)	기술동향

– (22.04.29.)	대전환 시대의 과학기술혁신 정책 이슈	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제324호)
15 (22.05.02.)	OECD MSTI 2022-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
16 (22.05.16.)	2020년도 국가연구개발사업 성과분석 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.05.18.)	디지털 전환의 미래사회 위험이슈 및 대응 전략: 인공지능 역기능을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제325호)
– (22.05.26)	「국가R&D 혁신방안」 추진과제 분석 및 향후 추진 방향 제언	최창택 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제326호)
17 (22.06.02.)	2020년 미국의 박사학위 취득자 현황 분석 - NSF,Doctorate Recipients from U.S. Universities -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.06.08.)	일반국민은 2022년 정부R&D예산에 대해 어떻게 생각하고 있을까?	이승규·박지윤 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제327호)
18 (22.06.09.)	새정부 과학기술 관련 국정과제 주요 내용 및 시사점	고윤미·배용국·양은진 ·심정민(KISTEP)	혁신정책
19 (22.06.15.)	2021년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경 (KISTEP)	통계분석
– (22.06.17.)	감염병 위기대응 4대 영역별 핵심기술 및 정부R&D 지원방안	김주원·홍미영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제328호)
20 (22.07.04.)	2022년 IMD 세계경쟁력 분석	김선경 (KISTEP)	통계분석
21 (22.07.06.)	양자정보기술	유형정 (KISTEP)	기술동향
– (22.07.11.)	신산업 정책의 민관협력(PPP) 주요 이슈 분석	신동평·허정·권용완 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제329호)
22 (22.07.11.)	메타버스 산업생태계 활성화를 위한 방향과 과제	이나래 (KISTEP)	혁신정책
23 (22.07.18.)	전국대학 연구활동 현황 - 2021년 전국대학 연구활동 실태조사 기준 -	한웅용 (KISTEP)	통계분석
24 (22.08.01)	미국 대학의 연구활동 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
25 (22.08.08)	기술패권 경쟁 대응을 위한 주요국 세액공제제도 신설 동향 및 시사점	조길수·유혜인 (KISTEP)	혁신정책
26 (22.08.17)	CCU(이산화탄소 활용)	여준석·김태영 (KISTEP)	기술동향

27 (22.08.18.)	우리나라 대학의 지식재산 창출과 활용 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
– (22.08.24.)	국가연구개발사업 학생인건비 지급의 주요 쟁점과 제언	박일주·이지은 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제330호)
28 (22.08.25.)	바이오플라스틱	박지현·홍미영 (KISTEP)	기술동향
29 (22.08.31.)	美,「반도체 및 과학법 (CHIPS and Science Act)」 주요 내용 및 시사점	송원아·이양경·김다은 (KISTEP)	혁신정책
30 (22.09.05.)	우리나라 여성과학기술인력 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
31 (22.09.16.)	K-방산 수출 성과와 민군 R&D 협력의 주요 시사점	임승혁·유나리 최충현·한민규 (KISTEP)	혁신정책
32 (22.09.19.)	2021년도 국가연구개발사업 집행현황	한웅용·한혁 (KISTEP)	통계분석
33 (22.09.21.)	美,「국가 생명공학 및 바이오제조 이니셔티브」 행정명령 주요 내용 및 시사점	김종란·김주원 (KISTEP)	혁신정책
34 (22.09.28.)	오픈사이언스 시대, 블록체인 기술을 통한 연구데이터 플랫폼 활성화 방안	이민정 (KISTEP)	혁신정책
35 (22.10.04.)	2020년도 세계 R&D 투자 상위 2500 기업 현황	한웅용 (KISTEP)	통계분석
36 (22.10.05.)	지능형 센서 플랫폼	권정은·조유리 (KISTEP)	기술동향
– (22.10.06.)	화이트바이오 산업 활성화를 위한 유망 분야 도출 및 정부지원 방안	박지현·홍미영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제331호)
– (22.10.20.)	신산업 분야 소재·부품·장비 미래선도품목 현황 진단 및 기술적 한계 극복전략	김진용·김어진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제332호)
37 (22.10.31.)	디지털 역기능 전망과 대응 방향	KISTEP·ETRI	미래예측
38 (22.11.03.)	메타물질	김용준·이학주·임승혁 (수원대학교·파동에너지 극한제어연구단·KISTEP)	기술동향
39 (22.11.03.)	'22년도 국가연구개발 행정제도 개선의 주요 내용 및 제언	서지현·김희정 (KISTEP)	혁신정책
40 (22.11.07.)	2022년 유럽혁신지수 분석 -European Innovation Scoreboard 2022-	김선경 (KISTEP)	통계분석

41 (22.11.15.)	2020년도 우리나라 민간기업의 연구개발활동 현황 분석	한웅용·김한울 (KISTEP)	통계분석
– (22.11.17.)	대·중소기업의 상생·협력 R&D 활동을 어떻게 촉진할 수 있을까?	김주일·이승필·정두엽 조유진·진영현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제333호)
42 (22.11.18.)	일본 경제안전보장추진법 기본방침 및 기본지침 주요 내용과 시사점	송원아·김규판 (KISTEP·KIEP)	혁신정책
43 (22.11.22.)	2022년 OECD NESTI 작업반 최신 동향 및 시사점	정유진 (KISTEP)	혁신정책
44 (22.11.23.)	소형모듈원자로 (SMR)	강경탁·이연진 (KISTEP)	기술동향
– (22.11.24.)	출연연의 전략성과 도전성 강화를 위한 기관평가 제도 개선 방안	김이경·우기쁨·정수현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제334호)
45 (22.11.28.)	미국 중간선거(Midterm elections)에 따른 첨단기술 정책 변화 전망과 시사점	김진하·서정건 (KISTEP·경희대학교)	혁신정책
46 (22.11.30.)	헬스케어 디지털 트윈	강유진·김주원 (KISTEP)	기술동향
47 (22.12.01.)	2022년 세계혁신지수(GII) 분석	김선경 (KISTEP)	통계분석
48 (22.12.02.)	연구현장에서 바라보는 「국가연구개발혁신법」	유지은 (KISTEP)	혁신정책
– (22.12.06.)	전기차 사용후 배터리 산업 생태계 활성화 방안	이승필·여준석 조유진·김태영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제335호)
– (22.12.06.)	新기후체제 시대 기후변화 적응 R&D의 주요 이슈 및 정부R&D 투자방향 제언	성민규·박창대 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제336호)
– (22.12.12.)	실험실창업, 어떻게 활성화 할 것인가? –실험실창업 추진실태 분석과 정책제언– (Suggestion for laboratory start-up activation)	이길우·방형욱·김태현 (KISTEP· 과학기술일자리진흥원)	이슈페이퍼 (제337호)
– (22.12.14.)	기술수용주기 모형 기반 2045년 미래혁신기술 분석	이재민·박창현·전해인 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제338호)
49 (22.12.14.)	한국 인도-태평양 전략 방향과 과학기술외교 시사점	강진원·김진하 (KISTEP)	혁신정책
– (22.12.16.)	기술패권 시대 과학기술 인재 정책 방향	유준우·김지홍·이원홍 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제339호)
50 (22.12.21.)	전고체 배터리	이강수·박정원 (KISTEP)	기술동향

51 (22.12.22.)	2021년 우리나라와 주요국의 연구개발투자 현황	한웅용·김한울·이새롬 (KISTEP)	통계분석
52 (22.12.26.)	2021년 우리나라와 주요국의 연구개발인력 현황	한웅용·김한울·이새롬 (KISTEP)	통계분석
– (22.12.26.)	미국·일본의 과학기술혁신 행정체계와 시사점	양은진·홍세호·김다은 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제340호)
53 (22.12.28.)	해상 풍력발전	정지훈·이종선 (KISTEP)	기술동향
54 (22.12.29.)	공공 TLO의 미래 –출연연 TLO를 중심으로–	임현 (KISTEP)	미래예측
55 (22.12.30.)	서비스 로봇의 미래	정의진·임현·이진서 (KISTEP· 한국지방행정연구원)	미래예측
56 (22.12.30.)	위성항법시스템	문성록·최충현 (KISTEP)	기술동향